



Manejo integrado del suelo para mejorar la producción del cultivo de *Elaeis guineensis* (palma africana) en tres fincas de Quinindé, Ecuador

Integrated soil management to improve crop production of *Elaeis guineensis* (african palm) in three farms in Quinindé, Ecuador

Yamila Lazo Pérez^{1*}, Arliet Morales Moreno², Yudel García Quintana^{3,4}, Yasiel Arteaga Crespo^{3,4}, María del Carmen Castelo Naveda¹, María Eugenia Ramos Flores¹

¹Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica (UEA), Pastaza 160101, Ecuador.

²Investigador independiente

³Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica (UEA), Pastaza 160101, Ecuador.

⁴Programa de Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial, UEA, Ecuador

*Correspondencia: ylazo@uea.edu.ec

Rec.: 20.05.2019. Acept.: 23.01.2020

Publicado el 30 de junio de 2020

Resumen

En Ecuador, los sectores de Quininde y Puerto Quito son reconocidos por su alta producción de *Elaeis guineensis* (palma africana o aceitera) como contribución al desarrollo socioeconómico de la región, sin embargo, los suelos son ácidos, el clima es húmedo con fuertes lluvias, lo que provoca la remoción de nutrientes del suelo y de metales pesados, limitando el buen desarrollo de los cultivos en sus primeras fases de crecimiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del manejo integrado de suelo en la producción del cultivo de *Elaeis guineensis* en tres fincas Nueva Esperanza, El Recreo y La Comuna. Para ello se aplicó enmiendas, magnesita al 20%, 2 kg alrededor de la corona en cada planta a un diámetro de 1.80, en el área de las raíces, además de microorganismos benéficos Bacthon, Tricho-D y Micosplag y se evaluó la producción total y rendimiento durante los años 2014, 2015 y 2016, en comparación con el año 2013 donde no se realizó ningún tipo de manejo al suelo. Los resultados indicaron que el manejo integrado del suelo resultó una alternativa factible para mejorar los rendimientos de este importante cultivo. Mediante la aplicación de enmiendas y microorganismos eficientes, se mejoró las propiedades edáficas, la producción y rendimiento de *Elaeis guineensis*. Se comprobó diferencias en los niveles de producción y rendimientos a nivel de fincas, resultando El Recreo y La Comuna con valores superiores y semejantes y Nueva Esperanza con resultados inferiores, atribuido a las características ecológicas de la zona.

Palabras clave: Microorganismos eficientes, enmiendas, producción, rendimiento, palma africana.

Abstract

In Ecuador, the Quininde and Puerto Quito sectors are recognized for their high production of *Elaeis guineensis* (African or oil palm) as a contribution to the socioeconomic development of the region. However, the soils are acidic, the climate is humid with heavy rainfalls, which causes the removal of nutrients from the soil and heavy metals, limiting the proper development of the crops in their early stages of growth. The aim of this work was to evaluate the effect of integrated soil management on the production of *Elaeis guineensis* cultivation at three farms, Nueva Esperanza, El Recreo and La Comuna. Amendments were applied, 20% magnesite, 2 kg around the crown in each plant with a diameter of 1.80 m, in the root area, in addition to beneficial microorganisms Bacthon, Tricho-D and Micosplag and the total production and performance was evaluated during the years 2014, 2015 and 2016, compared to the year 2013 where no type of soil fertility management was performed. The results indicated that integrated soil management was a feasible alternative to improve the yields of this important crop. By applying efficient amendments and microorganisms, the edaphic properties and therefore the production and yield of *Elaeis guineensis* were improved. Differences in production levels and yields at farm level were verified, resulting in El Recreo and La Comuna with higher and similar values and Nueva Esperanza with lower results, attributed to the ecological characteristics of the area.

Keywords: Efficient microorganisms, amendments, production, performance, African palm.

Introducción

Ecuador es un país donde la actividad agrícola y forestal es reconocida como uno de los ejes principales sobre el cual se sustenta el desarrollo económico, contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria. Sin embargo, la actividad agrícola unida al uso de malas prácticas agropecuarias, ha alcanzado más del 45 % de degradación de sus suelos (Noni & Trujillo, 1986).

El suelo es un sistema natural de gran complejidad en términos de los procesos físicos, químicos y biológicos. Éstos mantienen la vida de otros ecosistemas, los ciclos de nutrientes, ciclos del agua y, por lo tanto, favorecen la sobrevivencia humana (Barrios, 2018).

El enfoque de manejo integrado de suelos (MIS) puede aminorar estos efectos negativos al destacar las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo para mejorar la fertilidad, disponibilidad de agua, optimización de los ciclos de nutrientes, producción de los cultivos y las técnicas de conservación (Huertas *et al.*, 2018).

La saturación de aluminio en el suelo reduce el crecimiento de raíces, inhibe su elongación y penetración en el suelo y, consecuentemente, reduce la absorción de agua y nutrientes, así como la incapacidad de las raíces de llegar a estos en el subsuelo (Kerguelen *et al.*, 2009). En una segunda fase del daño, el aluminio obstaculiza la translocación de nutrientes a la parte aérea, los cuales se manifiestan como deficiencias nutricionales, principalmente de P, Ca²⁺ y Mg²⁺ (Ortiz *et al.*, 2004), impidiendo el desarrollo adecuado de los cultivos poco tolerantes a estas condiciones de acidez, tales como: frijol, maíz, sorgo, soya y trigo (Ortiz *et al.*, 2004). Este efecto negativo es ampliamente estudiado por los investigadores en el mundo (Wild, 1992; Ruiz *et al.*, 2018; Cruz *et al.*, 2018; Méndez y Chacón, 2016).

La acidez incide en fenómenos físico-químicos, como la capacidad de intercambio catiónico, la adsorción de los elementos y la presencia de aluminio en formas tóxicas para las plantas (Ortiz *et al.*, 2004). Uno de los elementos que se ven más limitados por la condición ácida del suelo es el fósforo, principalmente por la formación de fosfatos de aluminio y de hierro, que son compuestos muy insolubles (Mendoza *et al.*, 2017; Gueçaimburu *et al.*, 2019). Los efectos de la acidez inciden directamente en la fertilidad de los suelos, y son uno de los factores determinantes en la evaluación de la productividad agrícola, de ahí la importancia que tiene su valoración para establecer estrategias de manejo (Calva y Espinoza, 2017).

La aplicación de productos biológicos al suelo resulta una alternativa viable para el manejo, estos se emplean con frecuencia de dos veces al año (a inicios

y salida de las lluvias). El Bacthon es un inoculante biotecnológico que desintoxica el suelo agrícola y las raíces, formulado con microorganismos benéficos que contribuye a la formación de humus en el suelo y a la recuperación de su fertilidad, activa la formación de raíces, la bionutrición mejorando la asimilación de los nutrientes que están fijos en el suelo, como es el caso del fósforo (Delgado, 2017). El Tricho-D es un acondicionador de suelo, bioestimulante, actúa como antagonista de varios problemas del suelo que dañan raíces y plantas (de Prato *et al.*, 2016). El Micosplag actúa protegiendo las raíces de los cultivos del daño por los nemátodos con antagonismo, parasitismo y bioregulación. De esta forma las raíces se forman bien y la planta mejora su nutrición (Fonseca y Pérez, 1997).

De forma general ayudan a descomponer los restos de cosechas como hojas y raquis de la fruta de la palma africana. Además, ayudan a liberar el fósforo en el suelo, y a controlar plagas y enfermedades como Sagalaza, Escama Roja, Cochinilla, Pudrición Basal. Al mismo tiempo, estimula la formación de raíces y mejora la calidad de las mismas, desintoxica el suelo de la acumulación de residuos químicos fruto de la aplicación de herbicidas, fertilizantes o insecticidas nematocidas (Lazo *et al.*, 2017).

El cantón de Puerto Quito, al noroccidente de la provincia de Pichincha, Ecuador es reconocido como el paraíso de la biodiversidad por la diversidad de plantas y animales, además de su alta producción de palma aceitera y cacao. También el cantón de Quinde es destacado por la producción de palmas aceiteras. La palma africana, aunque es una especie introducida en Ecuador, es identificada como un elemento del bosque tropical ampliamente utilizada para obtener aceite vegetal a partir de sus frutos, lo cual contribuye sustancialmente al desarrollo socioeconómico de esta región (García, 2019). Sin embargo, las características ácidas de los suelos donde se desarrollan las plantaciones de esta importante especie perenne influyen negativamente en su producción. De ahí que se requiere de la búsqueda de alternativas que permitan el manejo sostenible del suelo y por consiguiente aumentar la productividad de este monocultivo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del manejo integrado del suelo mediante la aplicación de enmiendas y microorganismos eficientes con buenas prácticas agroecológicas como contribución a los niveles de producción de Palma africana o aceitera (*Elaeis guineensis*) en tres fincas La Comuna, El Recreo y Nueva Esperanza de Puerto Quito y Quinde, Ecuador.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo se realizó en tres fincas (El Recreo, La Comuna y Nueva Esperanza). El Recreo y La Comuna están ubicados en el cantón Quinindé, provincia Esmeraldas y Nueva Esperanza, ubicada en el cantón Puerto Quito, provincia Pichincha (Figura 1).

En el cuadro 1 se muestran las características ecológicas de las tres fincas de estudio, los cuales fueron tomados a partir de datos de la estación meteorológica (INAHMI, 2014) y de mapa de usos de suelos del municipio.

Manejo integrado del suelo

Para el manejo del suelo primero se realizaron drenajes de aproximadamente 1 m de profundidad para evitar que suba el nivel freático y que precipite los elementos tóxicos tales como aluminio y hierro, los cuales influyen en la disminución del pH. Después se procedió a realizar la corona de forma manual y mecanizada con un diámetro de 1.80 m, sin uso de herbicidas. También como fuente de materia orgánica

se empleó el raquis como residuo sólido del proceso de la extracción de la palma aceitera a razón de 300 kg/planta.

Posteriormente se hizo la aplicación de la enmienda al suelo en cada una de las fincas de estudio donde se aplicó magnesita al 33-35% MgO, 3-5% CaO, se neutralizó el pH, paulatinamente en tres años, el cual resultó en un rango adecuado para la buena traslocación y asimilación de nutrientes del suelo por el cultivo, a una dosis de 2 Kg/planta/año en el periodo 2014 al 2016, aplicado al plato o corona de la planta de diámetro 1.80 m, la cual debe estar totalmente libre de malezas para que el producto haga contacto directo con el suelo y pueda cumplir su función. Posterior a eso se esperó un periodo de 45 días hasta 60 días para esperar que la magnesita terminará de cumplir su acción en el suelo, y posteriormente se procedió a realizar la fertilización en función de cubrir las deficiencias del cultivo.

Toma de datos

Se determinó la producción total y rendimiento del cultivo de palma africana expresado en ton/ha/año para cada una de las fincas de estudio, durante cuatro

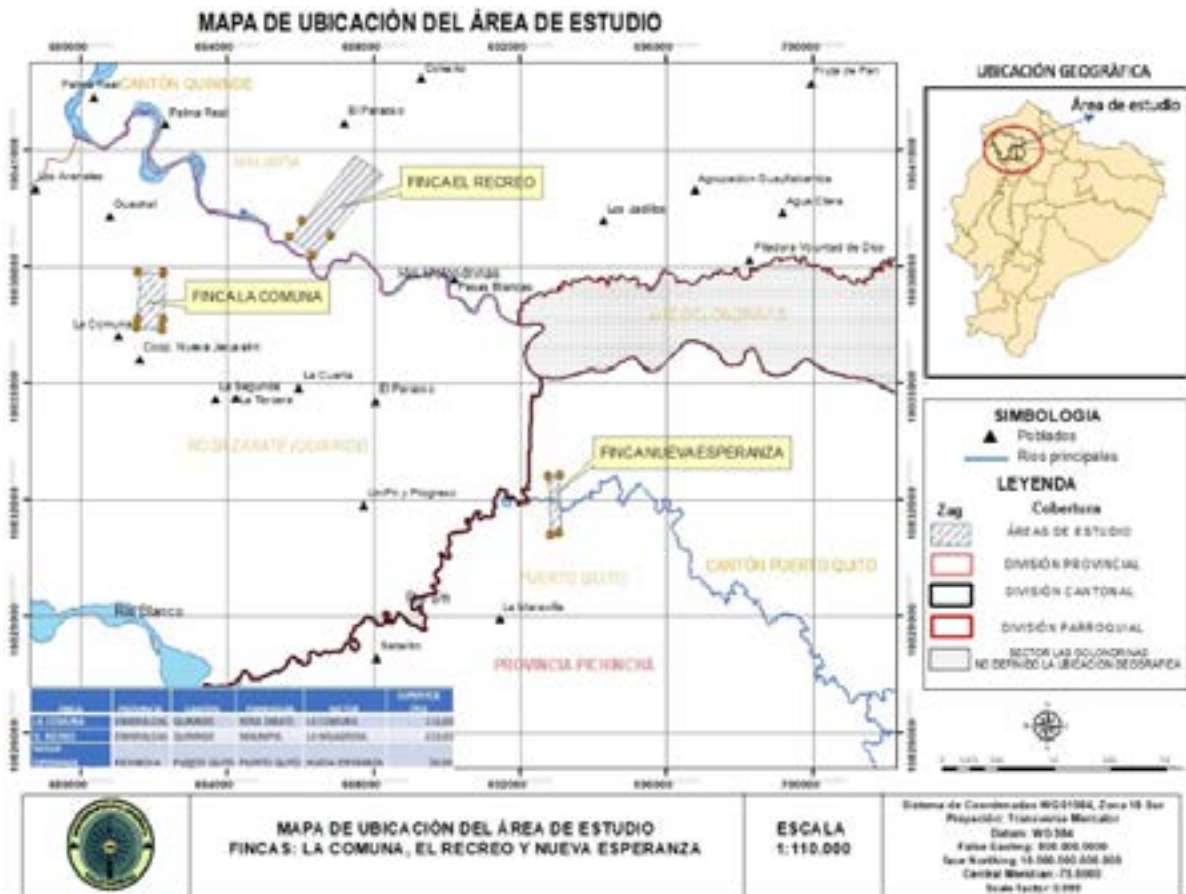


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio Fincas: La Comuna(a), El Recreo (b) y Nueva esperanza (c)

Cuadro 1. Características edafoclimáticas de las fincas de estudio

Finca	Clase Textural	Temperatura (°C)	Precipitación anual (mm)	Altitud (msnm)
El Recreo	Franco-arenoso	25.0	2664	184
La Comuna	Franco-arenoso	25.1	2297	300
Nueva Esperanza	Franco-Limoso	24.9	2718	140

años (2013, 2014, 2015 y 2016), considerando el 2013 como testigo, correspondiendo al período donde no se aplicó ningún tipo de manejo al suelo y el resto de los años resultaron los períodos donde se realizaron las enmiendas al suelo y las prácticas agroecológicas.

Con los datos de producción y rendimiento del cultivo total por cada uno de los años se determinaron los parámetros descriptivos relacionados con la media, desviación estándar, error estándar, intervalos de confianza, valores mínimos y máximos, posteriormente se graficó la información detallada con los datos individuales correspondiente a la producción y rendimiento del cultivo por cada una de las fincas de estudio y períodos de producción.

Se realizó un análisis de regresión simple para comprobar la relación entre producción y rendimiento del cultivo. Además, se realizó una prueba *T* de muestras relacionadas, debido a que los datos no cumplieron con los supuestos teóricos de normalidad y homocedasticidad de la varianza, mediante el resumen del contraste de hipótesis con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$, con el propósito de comprobar diferencias significativas entre la producción y rendimiento una vez que se aplicó las enmiendas en cada uno de los períodos evaluados. Los datos a nivel de fincas fueron analizados mediante un dendrograma jerárquico como método de clasificación, a partir de la distancia euclidiana y el método del vecino más cercano. Estos datos fueron procesados con el uso de un software libre.

Resultados

El cuadro 2 muestra los estadísticos descriptivos determinados por la media, desviación estándar, error estándar, intervalos de confianza, valores mínimos y máximos de la producción y rendimiento del cultivo de palma africana en los tres sectores de estudio. La producción en el año 2013, donde no se aplicó manejo del suelo, fue de 1849.86 t/ha y en los períodos donde se realizó el manejo del suelo (2014 a 2016) fue de 2041.92 a 2660.93 t/ha, con una diferencia notable en la

producción al final del período evaluado de 811.07 t/ha. En cuanto al rendimiento, en el año 2013 fue de 14.00 t/ha y en los años donde se realizaron las actividades de manejo fueron de 15.41 a 19.79 t/ha, existiendo una diferencia con el testigo de 5.79 t/ha. Estos resultados demuestran la efectividad de la aplicación de técnicas que propicien en el manejo del suelo sustentado en las prácticas agroecológicas.

En la Figura 2 se describe el comportamiento de la producción del cultivo de palma africana para las tres fincas de estudio en cada uno de los períodos evaluados, en la Comuna se logró mejorar de 4.5 a 6.05 t/ha, en el Recreo de 4.2 a 5.5 t/ha y en Nueva Esperanza de 4.0 a 5.15 t/ha comprobando que la finca El Recreo mostró mayor producción. En todas las fincas fue posible aumentar los niveles de producción a partir del momento donde se realizaron las enmiendas y prácticas agroecológicas, que corresponden al período del 2014 al 2015, resultando el año 2013 con una producción inferior al resto, siendo el período donde no se aplicó manejo al suelo.

Esta diferencia en los niveles de producción está dada por el manejo integrado del suelo. En el año 2013 al no realizar ningún tipo de tratamiento se comprobó a partir de un diagnóstico inicial que los suelos son ácidos, predomina un clima húmedo con fuertes lluvias, lo que provoca la remoción de nutrientes y de metales pesados del suelo, lo cual limita el buen desarrollo del cultivo.

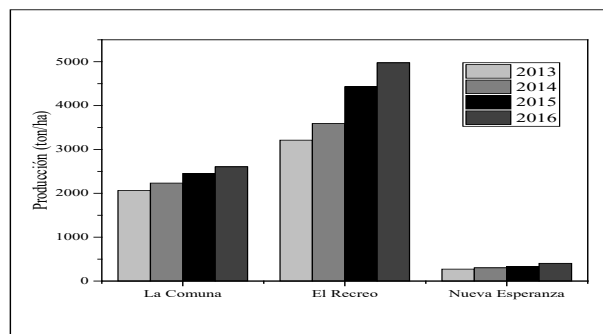


Figura 2. Comportamiento de la producción del cultivo de palma africana en tres fincas

Cuadro 2. Valores descriptivos de la producción y rendimiento del cultivo de palma africana

Descriptivos									
		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Producción (ton/ha)	2013	3	1849.86	1481.35	855.25869	-1830.0178	5529.7445	272.82	3212.06
	2014	3	2041.92	1652.024	953.79644	-2061.9382	6145.7715	302.26	3589.52
	2015	3	2403.87	2053.01	1185.30276	-2696.0762	7503.8162	326.51	4431.62
	2016	3	2660.93	2285.76	1319.68742	-3017.2267	8339.0867	404.13	4974.60
	Total	12	2239.14	1649.04115	476.03718	1191.3942	3286.8958	272.82	4974.60
Rendimiento (ton/ha)	2013	3	14.0025	4.17436	2.41007	3.6328	24.3722	9.38	17.49
	2014	3	15.4100	4.46323	2.57685	4.3227	26.4973	10.39	18.93
	2015	3	17.6267	5.54856	3.20346	3.8433	31.4101	11.22	20.88
	2016	3	19.7967	5.16165	2.98008	6.9744	32.6189	13.89	23.44
	Total	12	16.7090	4.74547	1.36990	13.6938	19.7241	9.38	23.44

Los resultados obtenidos reflejan que con las prácticas de manejo del suelo es posible lograr un mejoramiento del sistema radical de la planta en mayor cantidad y calidad. La aplicación de microorganismos influyó en la estimulación y sanidad del sistema radical. Por otra parte, estos microorganismos ayudaron a la descomposición de materia orgánica de los restos de cosecha (hojas) y el raquis aplicado, además con la enmienda al suelo se logró una mayor eficiencia en la asimilación de nutrientes y mayor superficie radical. Otro aspecto a resaltar fue la aplicación de magnesita que propició el aumento del pH a valores donde los elementos nutricionales son absorbidos de mejor manera. Todo esto se reflejó directamente en un aumento considerable en los niveles de producción de este importante cultivo para la zona de estudio.

El rendimiento fue similar a los valores de producción descritos anteriormente, obteniendo rendimientos superiores a partir del momento donde se realizaron las enmiendas y prácticas agroecológicas. Es notable un patrón general que se apreció en los incrementos del rendimiento del cultivo de palma africana en las tres fincas de estudio, donde a partir del primer año se reflejaron cambios y en el segundo año este incremento fue superior (Figura 3). El aumento del rendimiento obedece al aumento del peso promedio por racimo y la cantidad de racimo, ya que en algunos casos las plantas que estuvieron improductivas comenzaron a producir racimos y los racimos existentes lograron un aumento considerable del tamaño y peso, lo cual se reflejó en el rendimiento del cultivo.

La Figura 4 mostró una relación alta entre la variable producción y rendimiento, con un coeficiente de

correlación de 68%. Esto indicó que un aumento en los niveles de producción del cultivo expresado mediante el manejo del suelo y las prácticas agroecológicas se reflejó directamente en los rendimientos del cultivo.

El Cuadro 3 muestra los resultados del resumen del contraste de hipótesis a partir de la prueba *T* de muestras relacionadas tanto de la producción como del rendimiento en cada uno de los períodos de evaluación (2013 a 2016). Se comprobó que existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las medias de producción y rendimientos en relación a los años de evaluación por lo que se rechaza la hipótesis que las medias de producción y rendimiento son iguales en los períodos evaluados.

El dendrograma jerárquico (Figura 5) con una distancia de corte de cinco unidades euclidianas reflejó la formación de dos grupos determinados por la similitud en cuanto a los niveles de producción y rendimiento del cultivo de la palma africana. El primer grupo estuvo conformado por la finca Nueva Esperanza y el segundo por La Comuna y El Recreo. Esta diferenciación obedece a las características ecológicas encontradas en estos sectores, fundamentalmente factores edáficos, climáticos y fisiográficos, siendo Nueva Esperanza el sitio de condiciones ecológicas más desfavorables para el desarrollo del cultivo, lo cual influyó considerablemente en los niveles de producción y rendimiento. En la Comuna el mes con menor precipitación promedio fue agosto con 43 mm, lo cual coincidió con el comienzo del período de menor producción y mayor precipitación en marzo con 458 mm, que coincide con el período de mayor producción. En la finca El Recreo el mes con menor precipitación promedio fue noviembre con 67 mm, coincidiendo de igual manera con el período

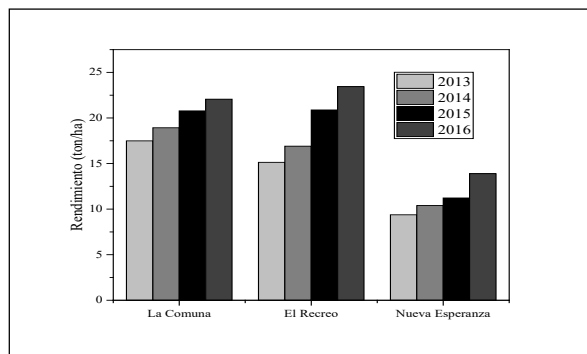


Figura 3. Comportamiento del rendimiento del cultivo de palma africana en tres fincas

Cuadro 3. Resumen del contraste de hipótesis para la variable producción y rendimiento en función de los períodos de evaluación del cultivo de palma africana

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La media de las diferencias entre producción y rendimiento es igual	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas	0.002	Rechaza la hipótesis nula

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

de menor producción y marzo de mayor precipitación con 472 mm, siendo el de mayor producción. En Nueva Esperanza el comportamiento de la precipitación fue similar, el mes de menor precipitación fue noviembre con 58 mm, coincidiendo con la menor producción y el mes de mayor precipitación fue marzo con 526 mm donde se obtuvo mayor producción. Es notorio que las precipitaciones son similares en los tres sectores de estudio pero la temperatura promedio resultó más baja en Nueva Esperanza y de igual manera resultó el sitio de menor altitud y suelos de clase textural franco limoso, muy distintos a las otras dos fincas de estudio, cuyos suelos pertenecen a la clasificación franco arenoso.

Discusión

Los resultados obtenidos en cuanto a producción y rendimiento del cultivo de palma africana son alentadores por cuanto demuestran que el manejo integrado del suelo contribuye de manera significativa a mejorar los niveles de producción. La palma aceitera es el cultivo oleaginoso que mayor cantidad de aceite produce por unidad de superficie (Sanjines, 1987), sin embargo es notable a partir de los datos obtenidos en la investigación que para incrementar la producción es

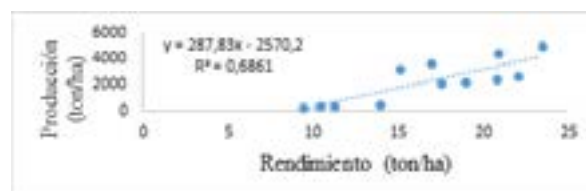


Figura 4. Relación entre las variables producción y rendimiento del cultivo de palma africana

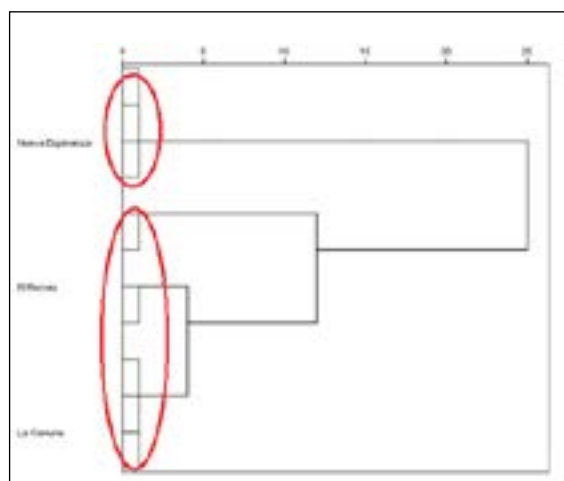


Figura 5. Dendrograma jerárquico a partir de las medidas de producción y rendimiento en tres fincas de estudio

necesario la aplicación de emmiendas, microorganismos eficientes, actividades éstas que propiciaron un aumento considerable en los valores de producción para el cultivo en estudio.

La mayor o menor producción del cultivo de palma africana está íntimamente relacionada con una adecuada fertilización (Geraldo, 1987). En este sentido Arias et al., (2018), en un estudio sobre productividad de palma aceitera se refieren al uso agroecológico correcto del suelo, es decir usar el suelo en función de su aptitud como herramienta determinante para mejorar los niveles de productividad.

Martínez y Wilmer (2017), indicaron un mayor rendimiento en tratamientos donde se aplicó 0.70 kg/ha de sulfato de potasio con 1.72 t/ha, estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el menor valor para las aplicaciones de 2.10 y 2.90 kg/ha de producto, ambas con 1.01 t/ha. La aplicación de fertilizantes minerales en el presente estudio reflejaron un salto positivo en la producción y rendimientos del cultivo de palma africana comparado con el tratamiento donde no se realizó ningún tipo de fertilización. Por su parte Lazo et al., (2017) en un estudio sobre efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* var. *valery* con una dosis de 1L de Bacthon

+ 300g de Tricho-D + 100g de Micosplag con una frecuencia cada 16 semanas con 100% de fertilización mineral obtuvo resultados similares en relación a los incrementos productivos, comparado con el testigo. La aplicación de Bacthon, Tricho-D y Micosplag provocó un efecto favorable en la producción de *Musa paradisiaca* var. *valery* en las condiciones ecológicas de la Hacienda Beata, Babahoyo, Ecuador debido a la acción de los microorganismos eficientes presentes en estos bioproductos. Estos resultados demostraron la efectividad de la aplicación de los microorganismos benéficos al suelo. Montero (2019), en un estudio sobre microorganismos eficientes obtuvo resultados similares demostrando la eficacia en la elaboración de compost con materia orgánica.

Pilaloo y Sánchez (2014), indicaron que el efecto de los microorganismos incide directamente en la producción, atribuido por la naturaleza de estos microorganismos que inciden en el proceso de formación de humus, acondicionador de suelo, bioestimulante y biorregulador.

El suelo, como ente vivo, posee características físicas, químicas y biológicas que definen el grado de fertilidad de ecosistemas y agroecosistemas. Los microorganismos benéficos influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas de un determinado ecosistema o agroecosistema. El manejo de los sistemas agrícolas con un enfoque orgánico y sostenible permite que los microorganismos sean considerados como elementos básicos para lograr la sostenibilidad de los agroecosistemas en pro de las actividades agrícolas y conservación de los recursos naturales y del ambiente (Cerrato y Alarcón, 2001). Para mejorar la abstracción de nutrientes y para proteger a la palma africana de los patógenos del suelo una de las alternativas podría ser el uso de los hongos benéficos del suelo (Morales y Bernal, 2006). Por otro lado, la palma aceitera es un cultivo que requiere importantes cantidades de macro y micro nutrientes. Por este motivo Bolaños *et al.*, (2015) manifiestan que para incrementar la producción es necesario la nutrición mineral.

El raquis es un residuo de la fruta de la palma africana empleado como abono para contribuir con el aporte de potasio al suelo, siendo una de las medidas agroecológicas que se utilizaron en esta investigación con la finalidad de manejar adecuadamente el suelo para mejorar los rendimientos del cultivo. Hidalgo y Cecilia (2015) demostraron el uso de la fibra de raquis de palma africana.

Los resultados obtenidos en cuanto a producción y rendimiento a nivel de fincas demostraron diferencias entre Nueva Esperanza, El Recreo y La Comuna. Esta diferenciación obede a las condiciones climáticas y edáficas. La palma africana es un cultivo que necesita

condiciones edafoclimáticas muy específicas para una producción ideal, suelos francos, franco arcilloso, luminosidad superior 1500 h y lluvia entre 1500 y 2200 mm (Sanjines, 1987).

Conclusiones

Se demostró que el manejo integrado del suelo permitió mejorar significativamente los niveles de producción y rendimiento del cultivo de *Elaeis guineensis* (Palma africana o aceitera), resultando una práctica adecuada para contribuir con los estándares de producción de este importante cultivo en la zona de estudio. Los niveles de producción y rendimiento resultaron con valores diferentes entre los períodos de evaluación, obteniendo incrementos superiores a partir del año 2014 cuando se comenzaron las aplicaciones y enmiendas al suelo. El dendrograma jerárquico reflejó la formación de dos grupos de zonas ecológicas en función de los niveles de producción y rendimiento. La finca El Recreo y La Comuna con semejanzas entre ellos, caracterizada por resultados superiores y la finca Nueva Esperanza con valores inferiores, atribuido a las características ecológicas de la zona que determinaron el comportamiento inferior del cultivo de palma africana.

Bibliografía

- Arias, E. R. L., Zapata, J. A. S., & Arias, J. L. L. (2018). La productividad como determinante de la competitividad de las exportaciones de aceite de palma del departamento del Magdalena Colombia, 2007-2015. *Saber, Ciencia y Libertad*, 13(1), 145-163.
- Barrios, I. (2018). La edafología: origen, desarrollo y conceptos. *Vasconia*, (5).
- Bolaños, C., Orellana, H., Bernal, G., & Morales, R. (2015). Influencia del riego en la dinámica poblacional de grupos funcionales de microorganismos asociados a la rizosfera de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Ecuador: XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Disponible en URL: <http://www.secsuelo.org/wpcontent/uploads/2015/06/4.-Carlos-Bolanos.pdf> [consulta 10 de enero de 2017].
- Calva, C., & Espinosa, J. (2017). Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo de Loreto, Orellana. *Siembra*, 4(1), 110-120.
- Cerrato, R. F., & Alarcón, A. (2001). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *CIENCIA ergosum*, 8(2), 175-183.
- Cruz, C., Roberto, A., & Macal, A. (2018). Efecto de dos tipos de cal en el pH del suelo y en la producción de sorgo sureño, Zamorano, Honduras.
- De Prato, S. S., Rodríguez, M., Luis, M. L. S., Peña, A. S., & Santana, I. A. R. (2016). Efectividad de *Trichoderma*

- harzianum* sobre la población de nemátodos fitopatógenos en café (*Coffea arabica* L.) en condiciones de vivero en el municipio Junín, Estado Táchira. Venezuela. Universidad & Ciencia, 5(2), 175-187.
- Delgado Gamarra, L. A. (2017). Rendimiento del cultivo de haba verde (vicia faba L.) CV. albertaza por efecto de cuatro Abonos Organicos y Bacthon® en Chiguata-Arequipa.
- Fonseca Carreño, J. A., & Perez Sanchez, E. H. (1997). Efecto de Aplicación de Estimulantes, Materia Orgánica y Fungicidas en el Daño Causado por el "Complejo Entorchamiento" del Arroz (*Oryza sativa* L.) Aguazu Casanare (Doctoral dissertation).
- Geraldo, J.G. (1987). Perspectivas de la palma africana. Contribución a un diagnostico sectorial. Revista Palmas, 8(1), 27-30.
- Gueçaimburu, 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, (AHEAD), 0-0.
- García Olvera, C. J. (2019). Estudio de la producción y comercialización de la palma africana, en la provincia de Esmeraldas: Cantón Quininde período 2015-2017 (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas).
- Hidalgo, P., & Cecilia, D. (2015). Factibilidad del uso del Raquis de Palma Africana en mezcla con agregados de construcción para la fabricación de ladrillos ecológicos (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Huertas, H. D., Rangel, J. A., & Parra, A. S. (2018). Caracterización de la fertilidad química de los suelos en sistemas productivos de la altillanura plana, meta, Colombia. Revista Luna Azul, 46, 54-69.
- INAMHI. (2014). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Anuario meteorológico. Estación meteorológica. Puerto Quito, Pichincha. Quininde, Esmeralda.
- Kerguelen, S. M., Rao, I., Ramírez, H., Louw-Gaume, A., Gaume, A., & Frossard, E. (2009). Atributos morfológicos y fisiológicos de genotipos de *Brachiaria* en un suelo con bajo fósforo disponible y alta saturación de aluminio. *Acta Agronómica*, 58(1), 1-8.
- Lazo, Y., Moreno, A. M., Olivo, D. G. G., Valencia, T. E. O., Crespo, Y. A., & Quintana, Y. G. (2017). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* variedad valery. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología, 6(3), 191-200.
- Martínez, V., & Wilmer, D. (2017). Efecto de la aplicación de sulfato de potasio al racimo en Palma Aceitera (*Eleais guinensis*. Jacq), sobre la producción de aceite (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, (2017).
- Méndez, Y. D. R., & Chacón, L. M. (2016). La toxicidad por aluminio (Al^{3+}) como limitante del crecimiento y la productividad agrícola: el caso de la palma de aceite. Revista Palmas, 37(1), 11-23.
- Mendoza, R. E., Marbán, L., & Rodríguez, D. (2017). Fósforo desorbido del suelo y retenido por óxido de hierro (Pi) II. Disponibilidad de fósforo para el crecimiento del trigo evaluado por Pi, Olsen y Bray 1. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, 71(1), 139-141.
- Morales, R., & Bernal, G. (2006). Estudio del comportamiento micorrízico en el cultivo de la palma aceitera en la zona de Quinindé, Ecuador. Revista Ancupa, (5), 13-16.
- Montero Ramirez, S. Y. (2019). Eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco. Noviembre-2018-enero-2019.
- Noni, G., & Trujillo, G. (1986). La erosión actual y potencial en Ecuador: localización, manifestaciones y causas. Quito, Ecuador
- Ortiz, M. E., Zapata, R. D., Sadeghian, S., & Franco, H. F. (2004). Aluminio intercambiable en suelos con propiedades ándicas y su relación con la toxicidad.
- Pilaloo, D y Sánchez, F. (2014). Efecto de biorreguladores del suelo, para reducir el daño por nematodos en raíces de banano, en el cantón La Troncal, Cañar, Ecuador. El Misionero del Agro, p. 31-41.
- Ruíz, J. C., Rebaza, L. C., Villalobos, K. H., SilvaPereda, L., & Cunya, F. V. (2018). Efecto del aluminio y el pH en el crecimiento de raíces de *Phaseolus vulgaris* var. caballero en condiciones de laboratorio. REBIOL, 36(2), 4-15.
- Sanjines, Á. (1987). Efectos del riego y la sequía en el crecimiento, floración y producción de la palma africana. Revista Palmas, 8(1), 59-62.
- Wild, A. (1992). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Mundi-Prensa. Madrid, España.