

Efecto de la materia orgánica en el cultivo de palto variedad Fuerte en Moquegua, Perú

Effect of organic matter in the cultivation of avocado variety Fuerte in Moquegua, Peru

Edgar Bedoya-Justo^{1*}, Alberto Julca-Otiniano¹

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la materia orgánica en el cultivo de palto variedad Fuerte en Moquegua, Perú. Se realizó en una parcela de 7 años de antigüedad, con un marco de plantación de 5 x 5 y sistema de riego por gravedad. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorios (DBCA) con 3 tratamientos (0-10-30 t/ha de materia orgánica) y 3 repeticiones. Para cada unidad experimental se consideraron tres hileras de nueve plantas cada una, con un total de 81 plantas en un área de 2025 m². El estudio se realizó durante 15 meses y se evaluó el peso y número de fruto por planta, rendimiento total y características de suelo. Para las condiciones de Moquegua, el uso de estiércol seco de vacuno en el cultivo de palto variedad Fuerte no tuvo efecto significativo en el rendimiento y el peso del fruto. Se observó que la aplicación de estiércol aumentó el porcentaje de materia orgánica, disminuyó la densidad aparente e incrementó la capacidad de intercambio catiónico, mejorando las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Palabras clave: estiércol de bovino, rendimiento, *Persea americana*, Perú.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the effect of organic matter in the cultivation of Fuerte variety avocado in Moquegua, Peru. We worked on a 7 year-old plot, with a 5 x 5 planting frame and gravity irrigation system. A randomized complete block design (DBCA) was used with 3 treatments (0-10-30 t/ha of organic matter) and 3 repetitions. For each experimental unit, three rows of nine plants each were considered, with a total of 81 plants in an area of 2025 m². The study was carried out for 15 months and the weight and number of fruit per plant, total yield and soil characteristics were evaluated. For Moquegua conditions, the use of dry cattle manure in the cultivation of Fuerte variety avocado did not have a significant effect on the yield and weight of the fruit. It was observed that the application of manure increased the percentage of organic matter, decreased the apparent density and increased the cation exchange capacity, improving the physicochemical properties of the soil.

Keywords: bovine manure, yield, *Persea americana*, Peru.

Introducción

La materia orgánica (MO) es uno de los factores más importantes para determinar la productividad de un suelo o sustrato en forma sostenida, por lo cual garantiza el éxito en el manejo ecológico del suelo (Peña *et al.*, 2002). La MO constituye un componente fundamental en los procesos edáficos y tiene un efecto positivo en la productividad de los sistemas agrícolas (Raison y Rab, 2001, citados por Medina *et al.*, 2017). La aplicación de materia orgánica de forma sistemática al suelo es esencial para mejorar las propiedades físicas, químicas y

biológicas, y buscar la sustentabilidad agrícola de nuestros sistemas productivos (Guerrero, 1993). Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada (Piccinini y Bortone, 1991). El abono orgánico es una materia de origen vegetal o animal de composición química variable, que en un proceso de descomposición y mineralización aporta nutrimentos para el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Trinidad y Velasco, 2016). Dentro de los abonos orgánicos se encuentran los estiércoles, compost, abonos verdes y residuos de cosechas. El estiércol de animales es benéfico

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú.

* Autor para correspondencia: edgbedoya@gmail.com

para los suelos debido a que los organismos del suelo descomponen la materia orgánica, lo que luego puede aumentar la capa arable, la aireación y la fertilidad, además de incrementar la capacidad de retención de agua y potencialmente reducir la erosión por viento y agua (Geohring y van Es, 1994). Los suelos de costa tienen principalmente problemas de salinidad, son pobres en materia orgánica y existe escasez de agua, factores que limitan la productividad (Alegre, 1977). Los abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo. Con ello se aumenta la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (López *et al.*, 2001). Julca *et al.* (2006) señalan que el estiércol es una excelente fuente de MO y recomiendan su uso para mejorar suelos.

En Moquegua la actividad agrícola se desarrolla en pequeñas parcelas. La tenencia de la tierra está distribuida en mayor proporción (66,85%) entre pequeños propietarios con superficies menores de cinco ha (CENAGRO, 2012). Sin embargo, esta actividad es fundamental dentro de la economía del departamento, la cual se sustenta principalmente en los cultivos de frutales (palto, vid, olivo, chirimoyo), cultivos de panllevar (papa, maíz, trigo, hortalizas), y la explotación de especies de vacunos, aves, cuyes, porcinos y camélidos sudamericanos (Gerencia Regional de Agricultura Moquegua, 2019). El palto es el principal cultivo frutícola, con una superficie cultivada de 1,042 ha y un rendimiento promedio de 6,505 kg/ha, en tanto que el promedio nacional es de 11,8 t/ha (MINAGRI, 2019). El manejo del cultivo es ecológico u orgánico en un 15%, y destaca el uso del

estiércol en un 84% (Bedoya y Julca, 2020). Es de gran importancia social y económica (MINAGRI, 2019). Los bajos rendimientos que se obtienen se deben a que los huertos están plantados en suelos con problemas de compactación, lo que trae una densidad aparente alta y por consiguiente una baja capacidad de aire. Además, en la mayoría de los huertos se riega en forma excesiva (Bedoya y Julca, 2020). Los suelos de donde es originario el palto son andisoles, derivados de cenizas volcánicas (Anguiano *et al.*, 2003), los cuales se caracterizan por presentar alta capacidad de aire, cercana al 46%; baja densidad aparente, entre 0,5 y 0,8 gr/cc; alto contenido de materia orgánica y un pH ácido entre 5 y 6 (Ferreira y Sellés, 2007). Asimismo, el minifundio, la escasa asociatividad y el bajo nivel tecnológico de los productores no permiten realizar adecuadamente las labores culturales como manejo de suelos, riegos, abonamiento y podas. (Bedoya y Julca, 2021). Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la materia orgánica en el cultivo de palto variedad Fuerte en Moquegua.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en una finca de palto con la variedad Fuerte, ubicada en el sector de Santa Rosa, km 2 del Valle de Moquegua, distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto. Las coordenadas geográficas son 17° 11' 39" de latitud y 70° 57' 48" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, y las coordenadas UTM Datum WGS 84 este 291015,16, norte 8097137,72. La altitud es de 1210 msnm (Figura 1).

La finca tiene un área de ocho ha, dentro de la cual está instalada una parcela de palto de un área

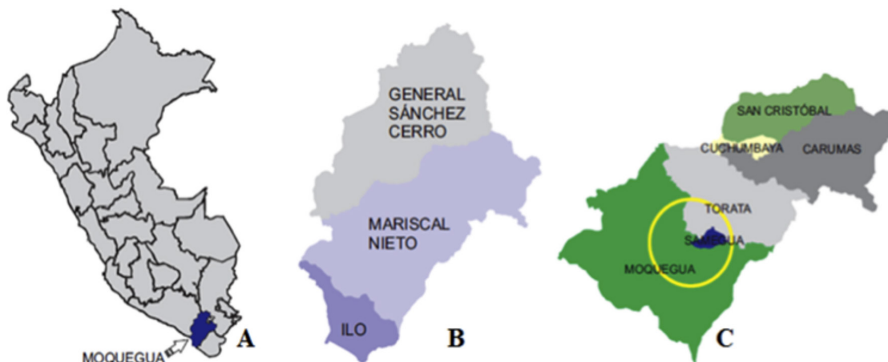


Figura 1. Mapa del Perú (A), región de Moquegua (B) y la provincia Mariscal Nieto (C).

de aproximadamente 0,8 ha, con el cultivar Fuerte, con patrón Duke 7, edad de siete años, densidad de plantación de 5x5, bajo riego a gravedad, con una frecuencia de riego de 11 días. El clima es semicálido seco con temperaturas que van desde los 8,99 °C en el mes de agosto hasta los 29,13 °C en el mes de marzo, con un promedio anual de 19,48 °C. La humedad relativa es de 64,65% de promedio durante el año. La precipitación es mínima y solo se presentó en los meses de diciembre a marzo con un promedio anual de 2,00 mm. Con relación a las horas sol por día (heliofanía), se tuvo un promedio anual de 8,81 horas/día. El suelo es de textura franco arenosa, moderadamente salino, medianamente pobre en materia orgánica con 1,93% y un pH neutro (Tabla 1). El agua de riego presentó una salinidad alta, con un pH de 7,28 neutro (normal) y una CE de 1,06 dS/m, y el contenido de sodio es bajo.

Para la instalación del ensayo en campo se utilizó el Diseño de Bloques Completos Aleatorios (DBCA), con 3 tratamientos (T0: 0 t/ha - T1: 10 t/ha - T2: 30 t/ha de materia orgánica) y 3 repeticiones. Cada unidad experimental tuvo 3 hileras de 9 plantas cada una. En total se tuvieron 81 plantas en un área de 2025 m².

Preparación de la materia orgánica

Como materia orgánica se usó estiércol seco de vacuno. Las características iniciales y luego de

dos meses de descomposición, se presentan en la Tabla 2. Para la descomposición fue colocada en forma de hilera a una altura aproximada de un metro, bajo la sombra de árboles. Luego se humedeció en forma homogénea, para posteriormente hacer el volteado, con ayuda de una lampa, cada 15 días, manteniendo la humedad correspondiente. Trinidad y Velasco (2016) indican que el estiércol de vacuno normalmente contiene elevadas concentraciones de sales, por lo que su aplicación podría tener un efecto negativo en el rendimiento si no se tiene cuidado en el manejo de este parámetro, y recomiendan su uso en forma estabilizada. Según Guerrero (1993), el estiércol de vacuno estabulado tiene una conductividad eléctrica de 21,6 dS/m, pues los valores de conductividad normales son menores de cuatro dS/m. De acuerdo con Forner y Forner (2010), los paltos en su conjunto pueden ser considerados como especies sensibles a la salinidad.

Aplicación del estiércol y manejo del ensayo

Primero se hizo una zanja de 10 a 15 cm de profundidad alrededor de cada árbol y en proyección de la copa. Luego se aplicó el estiércol descompuesto y se tapó. Durante el ensayo, el manejo agronómico de la parcela estuvo a cargo del dueño de la finca, con control de malezas manual, sin control fitosanitario y sin fertilización química. Esto debido a que se ha demostrado que los abonos

Tabla 1. Características iniciales del suelo donde se realizó ensayo de palto.

pH(1:1)	CE(1:1)	CaCO ₃	MO	P	K	Clase	CIC
	ds/m	%	%	ppm	ppm	textural	
7,01	4,5	0,8	1,93	63,5	1713	FrA	19,2

CE: Conductividad eléctrica, MO: Materia orgánica, FrA: Franco arenoso, CIC: Capacidad de intercambio catiónico.

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM (2019).

Tabla 2. Características del estiércol de vacuno, antes (AD) y después de la descomposición (DD).

Condición	MO (%)	Hd (%)	pH	CE (dS/m)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na (%)
AD	58,78	15,79	9,47	35,50	1,78	1,36	3,96	4,80	1,72	0,56
DD	54,42	63,44	8,15	8,99	2,39	1,88	2,60	5,82	1,50	0,27

MO: Materia orgánica, Hd: Humedad, CE: Conductividad eléctrica

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM (2020).

orgánicos pueden reemplazar en su totalidad a los fertilizantes químicos, manteniendo e inclusive superándolos en la producción, porque mejoran las propiedades del suelo y aportan buena cantidad de materia orgánica (López *et al.*, 2001; Álvarez, 2010; Sotomayor *et al.*, 2017). El ensayo tuvo una duración de 15 meses. Para las evaluaciones se tomaron cinco árboles de la parte central de la parcela y se analizó el aspecto de planta, calibre de fruto de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 011.018.2005 y el rendimiento. Al final del ensayo también se tomó una muestra de suelo de cada tratamiento para estudiar el efecto de la materia orgánica. Con los datos correspondientes se realizó el análisis de varianza (ANVA) de cada variable, y cuando resultó significativo, se hicieron las comparaciones de los promedios de los tratamientos utilizando la prueba de significación de Tukey (0,05).

Resultados y discusión

Rendimiento

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Sin embargo, se observa una tendencia a mejorar o incrementar el rendimiento: a mayor cantidad de estiércol, mayor rendimiento. Para el tratamiento testigo (T0) se obtuvo 6,7 t/ha, para la dosis baja de estiércol (T1) fue de 6,8 t/ha y para la aplicación de dosis alta (T2) de 7,0 t/ha, con un promedio de 6,8 kg/ha. Según la Gerencia Regional de Agricultura Moquegua (2019), el rendimiento promedio del cultivo de palto es de 6.5 t/ha y promedio nacional de 11,8 t/ha (MINAGRI, 2019).

En el cultivo de guayaba se aplicó gallinaza, lombricompost, estiércol bovino y un digestado llamado Súper Magro, comparados con el fertilizante químico. Se observó que todos influyeron en el incremento del rendimiento de fruta fresca en relación con el testigo (Trinidad y Velasco, 2016). Medina *et al.* (2017) señalan en un estudio que a partir del contenido de materia orgánica del suelo derivado de un uso continuo de maíz de temporal u hortalizas con riego como punto de referencia, el sistema del cultivo de mango con riego aumentó el rendimiento del fruto en 0,161 t/ha/año en el periodo de 1-5 años y en 9,664 t/ha/año, y entre los períodos de uso del suelo de 1 a 5 y de 26 a 30 años fue de 9,5 t/ha/año.

Trinidad y Velasco (2016) indican que al utilizar los abonos orgánicos en forma sostenida en los

suelos agrícolas aumenta el contenido de MO a mediano y largo plazo, y con ello la disponibilidad de nutrimentos. La aplicación de materia orgánica mejora la estructura del suelo, aporta y mantiene nutrientes para próximos cultivos (Félix *et al.*, 2008). Wu y Powel (2007) mencionan que el 50% de estiércol es biodegradado en el primer año, lo cual garantiza el contenido de MO en el suelo en predios donde se ha aplicado estiércol por años consecutivos. En zonas templadas la tasa de descomposición de la MO es más baja que en las zonas tropicales. La temperatura y la humedad combinadas son los dos factores más importantes que controlan la tasa de descomposición bajo condiciones naturales (Arguello, 1991). Según la FAO (2002), el nitrógeno (N) orgánico es de lenta disponibilidad y por lo tanto los cultivos pueden ir utilizándolo a medida que va siendo degradado de formas orgánicas a las formas minerales (NO₃).

La tendencia a incrementar el rendimiento de los tratamientos en el experimento realizado en Moquegua, se explica por el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo aportadas por el estiércol de vacuno. La MO no solo retiene la humedad por más tiempo, sino que además es una fuente que libera los nutrientes de manera paulatina a través de todo el ciclo fenológico (Fortis *et al.*, 2009). Sin embargo, la no significación estadística entre los tratamientos se puede explicar por el lento cambio de las propiedades del suelo producto de la aplicación del estiércol, a diferencia del efecto de los fertilizantes químicos, que tienen una rápida disponibilidad de nutrientes (Moreno y Cadillo, 2018). No obstante, el fertilizante químico se lixivia y volatiliza rápidamente a diferencia del orgánico (Díez *et al.*, 2004).

Para el peso de frutos no se determinaron diferencias significativas ($p > 0,05$). Sin embargo, existe una tendencia a incrementar el calibre a medida que se incrementa la cantidad de estiércol al suelo en el cultivo de palto (Tabla 3). Los calibres de mayor relevancia fueron el de 10 y 12 (306-460 g/fruto) de los árboles sometidos a la aplicación de dosis alta de estiércol (T2), donde se encontró un aumento en el peso de fruto del 3% con relación al testigo (T0). Asimismo, en los calibres 22 y 24 (156-190 g/fruto) se obtuvo una disminución en el peso de fruto del 5% en el T2 con relación al testigo (T0). Los abonos orgánicos mejoran la estructura, disminuyen la densidad aparente, aumentan la porosidad, aireación e infiltración y retención de

Tabla 3. Porcentaje de frutos por calibre en los tratamientos en el cultivo de palto.

Código del calibre	Rango	Tratamientos		
	Peso de fruto (g)	T0 (%)	T1 (%)	T2 (%)
8 a menos	> 461	13	13	14
10 y 12	306 - 460	19	20	22
14 y 16	236 - 305	23	23	24
18 y 20	191 - 235	20	20	21
22 y 24	156 - 190	20	19	15
26 a más	< 155	5	5	4

T0: Testigo, T1: Estiércol (10 t/ha), T2: Estiércol (30 t/ha).

agua (Trinidad y Velasco, 2016). Felipe-Morales, C. (2002) indica que una práctica agrícola que influye positivamente en el mantenimiento de la calidad de los suelos es el uso de la materia orgánica, la cual mejora las diversas propiedades del suelo, como la retención del agua y la estructura. Una mayor producción y calibre se obtiene en plantas de palto que presentan un óptimo contenido de humedad del suelo (Ferreira y Sellés, 2007). Richards *et al.* (1962), Lahav y Kalmar (1977), Meyer *et al.* (1990), Steinhardt (1991), citados por Gardiazabal *et al.* (2007), mencionan que la disponibilidad de agua tiene un efecto claro sobre la producción del palto. Asimismo, bajo condiciones de estrés hídrico ocurre una fuerte reducción de la producción, y en otros estudios se ha verificado el aumento del tamaño de los frutos mediante el acortamiento del intervalo entre riegos y el incremento del volumen de agua aplicado.

En cuanto al número de frutos, resultó estadísticamente significativo ($p > 0,01 < 0,05$), y con la prueba de Tukey (0,05) se encontró que el tratamiento T0 y el tratamiento T1 ocuparon el primer lugar y fueron estadísticamente similares con 43 y 40 frutos/árbol respectivamente. El tratamiento T2 obtuvo el segundo lugar con un promedio de 35 frutos/árbol. Unger y Stewart (1974), Mathers y Stewart (1980), citados por Trinidad y Velasco (2016), en un estudio del efecto de cuatro años de aplicación continua de estiércol vacuno sobre algunas características físicas del suelo, determinaron que las constantes de humedad en todos los casos fueron mayores con la aplicación de abono orgánico. Gardiazabal *et al.* (2007), en un estudio sobre la evaluación del riego y su efecto en la productividad en palto, no encontraron diferencias estadísticas por ninguno

de los riegos evaluados en ninguna variable de producción y calibre de los frutos. Sin embargo, con el riego a gravedad con siete pulsos por día y micro aspersión, los árboles tenían mejores pesos promedios de frutos, pero con el riego a gravedad de siete pulsos por día, los árboles produjeron menos frutos/árbol. Ferreira (2007), en un estudio sobre umbrales de riego a gravedad en palto, determinó que los rendimientos de los árboles no fueron afectados por los tratamientos aplicados. Sin embargo, el tratamiento T3 (frecuencia de riego hasta un 60% de la humedad aprovechable) presentó una menor cantidad de frutos por árbol que los otros tratamientos, aunque esta situación no afectó el rendimiento.

Aspecto de planta

El estado de los árboles cuando se inició el estudio no era bueno. Se observaban árboles con decaimiento, follaje pobre y de color verde amarillento, como se muestra en la Figura 2. Muchas hojas presentaban quemaduras en las puntas, angostas y alargadas, y un tamaño de lámina menor que el normal. Asimismo, se observaban escasos brotes nuevos y los que había eran débiles. El fruto tenía un calibre más pequeño comparado con otros huertos. Los abonos orgánicos tienen diferentes efectos benéficos en las propiedades físicas del suelo, mejoran la estructura, disminuyen la densidad aparente, aumentan la porosidad, aireación e infiltración y retención de agua (Trinidad y Velasco, 2016). El déficit de aire en el suelo deteriora el sistema radicular, lo cual afecta la parte aérea. Esto conlleva una reducción en el crecimiento de los brotes, se inhibe la expansión de las hojas, hay abscisión de hojas (Stolzy *et al.*, 1967; Schaffer *et al.*, 1992)



Figura 2. Aspecto de la planta de palto variedad Fuerte en el tratamiento testigo (izquierda) y con la cantidad más alta de estiércol seco de vacuno (derecha).

y quemaduras en la punta de las hojas (Valoras *et al.*, 1964). La cantidad de aire en el suelo está relacionada con la textura y estructura (Ferreira y Sellés, 2007). Sin embargo, luego de 15 meses los árboles que recibieron las mayores cantidades de materia orgánica mostraron una recuperación significativa, es decir, presentaron un mayor número de brotes, estaban más vigorosos, tenían un follaje más denso y de un color verde oscuro. Había una reducción en la caída de hojas, donde el color y la cantidad eran muy diferentes con relación al testigo (Figura 3). En el tratamiento con 10 t/ha de estiércol seco de vacuno las mejoras no fueron muy notorias.

Características del suelo

La aplicación de materia orgánica tuvo efecto sobre las diversas características del suelo

(Tabla 4). El efecto de la materia orgánica resultó estadísticamente significativo ($p > 0,01 < 0,05$). La prueba de Tukey (0.05) mostró que el tratamiento T2 ocupó el primer lugar con un promedio de 4,24% de MO en el suelo. En segundo lugar estuvieron los tratamientos T1 y T0, con promedios de 3.13 y 2,46%, respectivamente (Figura 3). Unger y Stewart (1974), Mathers y Stewart (1980), citados por Trinidad y Velasco (2016), en un estudio del efecto de cuatro años de aplicación continua de estiércol fresco de vacuno, observaron que la MO del suelo aumentó de 1,4 a 2,8% con la aplicación de 134 t/ha. Según Medina *et al.* (2017), a partir del contenido de materia orgánica del suelo derivado de un uso continuo de maíz de temporal u hortalizas con riego como punto de referencia, el sistema del cultivo de mango con riego aumentó el contenido de materia orgánica

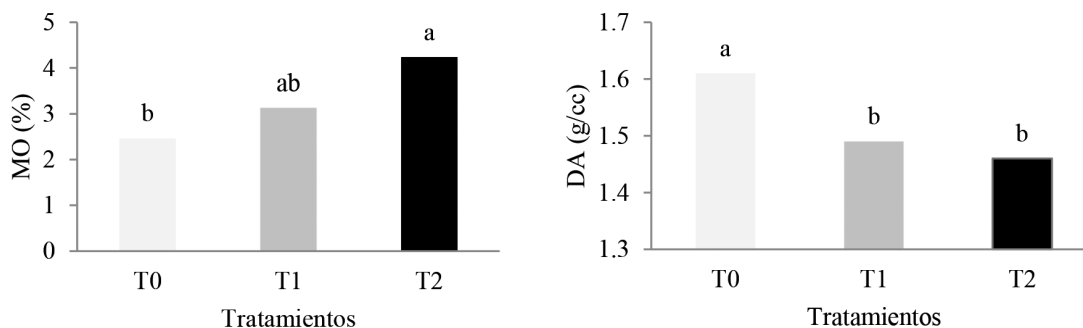


Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre la materia orgánica (izquierda) y densidad aparente del suelo (derecha), al final del ensayo de palto. T0: Testigo, T1: Estiércol dosis baja, T2: Estiércol dosis alta. Barras con una letra común son estadísticamente similares ($p > 0,05$).

Tabla 4. Análisis del suelo al final del ensayo de materia orgánica en palto.

Tratamiento	pH(1:1)	CE(1:1)	CaCO ₃	MO	P	K	Clase	CIC	DA
		ds/m	%	%	ppm	Ppm	textural		g/cc
T0	7,48	2,41	0,97	2,46	114,30	1428,00	FrA	21,97	1,61
T1	7,57	3,37	1,10	3,13	196,33	2191,67	FrA	22,99	1,49
T2	7,80	0,90	1,43	4,24	248,23	818,00	FrA	23,70	1,46

T0: Testigo, T1: Estiércol dosis baja, T2: Estiércol dosis alta MO: Materia orgánica, CE: Conductividad eléctrica, FrA: Franco arenoso, CIC: Capacidad de intercambio catiónico, DA: Densidad aparente.

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM (2020).

de 3,26% en el periodo de 1 a 5 años a 5,66% en el periodo de 16 a 30 años. Moreno y Cadillo (2018) utilizaron el estiércol de porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala, donde con la aplicación de 12 t/ha se incrementó la MO del suelo de 1,01 a 2,56%.

Para la densidad aparente, el ANVA mostró diferencias significativas ($p > 0,01 < 0,05$) en los tratamientos estudiados (T0, T1, T2). Al realizar la prueba de Tukey (0,05) se determinó que el tratamiento T0 obtuvo una densidad de 1.61 g/cc, a diferencia de los tratamientos T1 y T2 que mostraron una densidad aparente de 1,49 y 1,46 g/cc, respectivamente (Figura 3). El palto presenta problemas para su desarrollo en un suelo con alta densidad aparente (Ferreyra y Sellés, 2007). Durand y Claassens (1987), citados por Ferreyra y Sellés (2007), encontraron bajo crecimiento de raíz en palto en un suelo con densidades sobre 1,7 g/cc. Mathers y Stewart (1980), citados por Trinidad y Velasco (2016), en un estudio del efecto de cuatro años de utilización continua de estiércol fresco de vacuno, concluyeron que la densidad aparente se redujo de 1,4 a 1,2 g/cc con la aplicación de 134 t/ha.

En el pH no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), lo que nos indica que el efecto de los tratamientos en el pH del suelo fue similar. Sin embargo, se observó un incremento: a mayor cantidad de estiércol, mayor valor del pH, es decir, aumentó de 7,48 a 7,80 con un promedio de 30 t/ha de estiércol (Figura 4). Trinidad y Velasco (2016), en un ensayo experimental sobre el uso de abonos orgánicos en la producción de guayaba del suelo tratado con niveles crecientes de aplicación de gallinaza, vermicompost y estiércol bovino, durante dos años consecutivos, determinaron que se incrementó el pH de 5,57 a 8,98. Moreno y Cadillo (2018) utilizaron el estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala, donde con la aplicación de 12 t/ha, se incrementó el pH del suelo de 7,04 a 7,38. Unger *et al.* (1991) encontraron tendencias similares a los estudios realizados, y mencionaron que a mayor cantidad de MO se favorece la retención de humedad del suelo y por lo tanto se incrementa la concentración del H⁺.

Al utilizar abonos orgánicos en forma rutinaria en los suelos agrícolas aumenta el contenido de MO a

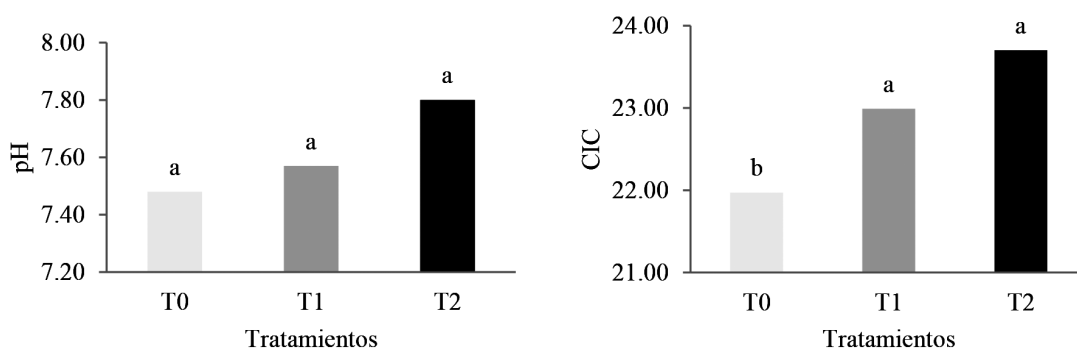


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre el potencial del hidrógeno (izquierdo) y capacidad de intercambio catiónico (derecha) del suelo, al final del ensayo de palto. T0: Testigo, T1: Estiércol dosis baja, T2: Estiércol dosis alta Barras con una letra común son estadísticamente similares ($p > 0,05$).

mediano y largo plazo, y con ello la disponibilidad de nutrimentos. Además registran mayor CIC, mayor que los suelos pobres en materia orgánica si el contenido es mayor que 3% (Trinidad y Velasco, 2016). Según la Tabla 3 resultó significativo ($p > 0,01 < 0,05$), es decir, los tratamientos tuvieron efecto diferente en la capacidad de intercambio catiónico del suelo, en el cultivo de palto en Moquegua. Asimismo, al aplicar la prueba de Tukey (0,05) se determinó que los tratamientos T2 y T1 fueron los que más influenciaron en el CIC del suelo con 23,70 y 22,99, respectivamente, a diferencia del testigo (T0) que obtuvo un CIC de 21,97 (Figura 4). Trinidad y Velasco (2016), en un ensayo experimental sobre la aplicación de abonos orgánicos en la producción de

guayaba del suelo tratado con niveles crecientes de uso de gallinaza, vermicompost y estiércol bovino, durante dos años consecutivos, observaron que se incrementó el CIC de 40,69 a 47,63.

Conclusión

Para las condiciones de Moquegua, el uso de estiércol seco de vacuno en el cultivo de palto variedad Fuerte no tuvo efecto significativo en el rendimiento y el peso del fruto. Se observó que la aplicación de estiércol aumentó el porcentaje de materia orgánica, disminuyó la densidad aparente e incrementó la capacidad de intercambio catiónico, mejorando las características fisicoquímicas del suelo.

Literatura citada

- Álvarez, J.; Gómez, D.; León, N.; Gutiérrez, F.
2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44: 575-586.
- Anguiano, J.; Coria, V.; Ruiz, J.; Chávez, G.; Alcántar, J.
2003 Caracterización edáfica y climática del área productora de aguacate (*Persea americana* cv. Hass.) en Michoacán, México. *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate)* 2003. pp. 323-328.
- Arguello, H.
1991. La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y microclimáticos. *Agronomía Colombiana*, 8 (2): 384-388.
- Bedoya, E.; Julca, A.
2020. Caracterización de fincas productoras del cultivo de palto en la región Moquegua, Perú. *IDESIA* (Chile), 38 (3): 59-67.
- Bedoya, E.; Julca, A.
2021. Sustentabilidad de las fincas de palto (*Persea americana* Mill.) en la región Moquegua, Perú. *Revista RIVAR*, 8 (22): 36-50.
- Díez, J.; Hernáiz, P.; Muñoz, M.; De La Torre, A.; Vallejo, A.
2004. Impacto del purín de cerdo en las propiedades del suelo, la salinización del agua, la lixiviación de nitratos y el rendimiento del cultivo en un experimento de cuatro años en el centro de España. *Soil Use and Management*, 20 (4): 444-450.
- Felipe-Morales, C.
2002. Manejo agro ecológico del suelo en sistemas andinos. En *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*, Ediciones Científicas Americanas, Argentina. pp. 233-248.
- Félix, J.; Sañudo, R.; Rojo, G.; Martínez, R.; Olalde, V.
2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: Revista Sociedad, Cultura y Desarrollo*, 4 (1): 57-67.
- Ferreira, R.
2007. Proyecto: Aumento de la productividad del palto a través del mejoramiento de las prácticas de riego y aireación del suelo en la zona central del país. Informe final. Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 156 p.
- Ferreira, R.; Sellés, G.
2007. Manejo del riego y suelo en palto. *Boletín N° 160*. Instituto INIA. La Cruz, Chile. 120 p.
- Fortis, M.; Leos, J.; Preciado, P.; Orona, I.; García, J.; Orozco, J.
2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 27: 329-336.
- Gardiazabal, F.; Mena, F.; Magdahl, C.
2007. Estrategias para la recuperación de huertos de paltos (*Persea americana* Mill.) decaídos en Chile. VI Congreso Mundial del Aguacate. 12-16 noviembre 2007, Viña del Mar, Chile. *Actas VI Congreso Mundial del Aguacate*. 14 p.
- Julca, A.; Meneses, L.; Blas, R.; Bello, S.
2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA* (Chile), 24: 49-61.
- Levinson, B.; Adato, I.
1991. Influence of reduced rates of water and fertilizer application using daily intermittent drip irrigation on the water requirements, root development and responses of avocado trees (cv. Fuerte). *Journal of Horticultural Science*, 66 (4): 449-463.
- López, M.; Díaz, E.; Martínez, R.; Valdés, C.
2001. Abonos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*, 19 (4): 293-299.
- Medina, J.; Volke, V.; Galvis, A.; Cortés, J.
2017. Incremento de la materia orgánica del suelo y rendimiento de mango en Luvisoles, Campeche, México. *Agronomía Mesoamericana* (Costa Rica), 28 (2): 499-508.
- Moreno, L.; Cadillo, J.
2018. Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Anales Científicos*, 79 (2): 415-419.
- Piccinini, S.; Bortone, G.
1991. The fertilizer value of agricultural manure: Simple rapid methods of assessment. *Journal of Agricultural Engineering*, 49: 197-208.
- Schaffer, B.; Andersen, P.; Plötz, R.
1992. Responses of fruit trees to fooding. *Horticultural Reviews*, 13: 257-313.
- Sotomayor, R.; Chura, J.; Calderón, C.; Sevilla, R.; Blas, R.
2017. Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra. *Anales Científicos*, 78 (2): 232-240.

- Stolzy, L.; Zentmyer, A.; Klotz, A.; Labanauskas, C.
1967. Oxygen diffusion, water, and *Phytophthora cinnamomi* in root decay and nutrition of avocados. *American Society for Horticultural Science*, 90: 67-76.
- Trinidad, A.; Velasco, J.
2016. Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad (México)*, 9(8): 52-58.
- Unger, P.; Stewart, B.; Parr, J.; Singh, R.
1991. Manejo de residuos de cultivos y métodos de labranza para conservar el suelo y el agua en regiones semiáridas. *Investigación de suelos y labranza*, 20: 219-240.
- Wu, Z.; Powell, J.
2007. Dairy manure type, application rate and frequency impact plants and soils. *Soil Science. Society of America Journal*, 71: 1306-1313.

