



Rivar

REVISTA IBEROAMERICANA DE
VITICULTURA, AGROINDUSTRIA
Y RURALIDAD

Editada por el Instituto de Estudios Avanzados
Universidad de Santiago de Chile

MULCHING ORGÁNICO Y SU EFECTO EN EL CULTIVO DE PALTO, VARIEDAD FUERTE



*Organic mulching and its effect on
the cultivation of avocado, strong variety*
*Mulching orgânico e seu efeito
no cultivo de abacate variedade forte*

Volumen 13, número 39, 221-234, abril 2026

ISSN 0719-4994

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.35588/g7qzy392>

Recibido

11 de enero de 2024

Aceptado

24 de marzo de 2025

Publicado

30 de abril de 2026

Cómo citar

Bedoya-Justo, E. y Julca-Otiniano, A. (2026). Mulching orgánico y su efecto en el cultivo de palto, variedad fuerte. *RIVAR*, 13(39), 221-234.

<https://doi.org/10.35588/g7qzy392>

Edgar Bedoya-Justo

Universidad Nacional de Moquegua

Moquegua, Perú

ORCID [0000-0001-7846-7469](https://orcid.org/0000-0001-7846-7469)

*Autor para correspondencia: ebedoyaj@unam.edu.pe

Alberto Julca-Otiniano

Universidad Nacional Agraria La Molina

Lima, Perú

ORCID [0000-0002-3433-9032](https://orcid.org/0000-0002-3433-9032)

ajo@lamolina.edu.pe

ABSTRACT

The effect of organic mulching on the cultivation of avocado (*Persea americana* Mill.) Fuerte variety in Moquegua, Peru was evaluated. We worked on a seven-year-old plot, a 5x5 planting frame and under gravity irrigation. The randomized complete block design (DBCA) was used with four treatments (T0: control without mulch or manure, T1: alfalfa mulch with manure, T2: oat mulch with manure and T3: elephant grass mulch with manure), with an approximate weight of 12 t/ha for mulch and 10 t/ha for manure, and in three repetitions. Each experimental unit had two rows of six plants each; in total there were 72 plants in an area of 1800 m². The trial lasted twenty months and evaluated yield and fruit size, presence of weeds and effects on soil properties. For the conditions of Moquegua, the use of mulch in the cultivation of Fuerte variety avocado increased the yield, size and number of fruits per plant; in weeds there was a reduction of 59%. Likewise, in the physicochemical properties of the soil, the organic matter content, apparent density and pH improved, with the exception of CEC, where no differences were determined ($p>0.05$).

KEYWORDS

Mulch, soil, yield, avocado.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del mulching orgánico en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Fuerte en Moquegua, Perú. Se trabajó en una parcela de siete años de edad, un marco de plantación de 5x5 y bajo riego por gravedad. Se utilizó el diseño de bloques completos aleatorios (DBCA) con cuatro tratamientos (T0: testigo sin mulch ni estiércol, T1: mulch de alfalfa con estiércol, T2: mulch de avena con estiércol y T3: mulch de pasto elefante con estiércol), con un peso aproximado de 12 t/ha para el mulch y 10 t/ha para el estiércol, y en tres repeticiones. Cada unidad experimental tuvo dos hileras de seis plantas cada una; en total se tuvieron 72 plantas en un área de 1800 m². El ensayo duró 20 meses y se evaluó rendimiento y calibre de fruto, presencia de malezas y los efectos en las propiedades del suelo. Para las condiciones de Moquegua, el uso de mulch en el cultivo de aguacate variedad Fuerte, aumentó el rendimiento, el tamaño y número de frutos por planta; en malezas hubo una reducción del 59%. Asimismo, en las propiedades fisicoquímicas del suelo, mejoró el contenido de materia orgánica, la densidad aparente y el pH, con excepción del CIC que no se determinaron diferencias ($p>0,05$).

PALABRAS CLAVE

Mulch, suelo, rendimiento, aguacate.

RESUMO

Foi avaliado o efeito da cobertura morta orgânica no cultivo de abacate (*Persea Americana* Mill.) variedade Forte em Moquegua, Peru. Trabalhamos em um terreno com sete anos, quadro de plantio 5x5 e sob irrigação por gravidade. O delineamento experimental de blocos completos casualizados (DBCA) foi utilizado com quatro tratamentos (T0: testemunha sem cobertura morta ou esterco, T1: cobertura morta de alfafa com esterco, T2: cobertura morta de aveia com esterco e T3: cobertura morta de capim elefante com esterco), com peso aproximado de 12 t/ha para a cobertura morta e 10 t/ha para o esterco, e em três repetições. Cada unidade experimental possuía duas filas de seis plantas cada uma; no total, foram 72 fábricas numa área de 1800 m². O ensaio durou vinte meses e avaliou produtividade e tamanho dos frutos, presença de ervas daninhas e efeitos nas propriedades do solo. Para as condições de Moquegua, o uso de cobertura morta no cultivo do abacate variedade Forte aumentou o rendimento, o tamanho e o número de frutos por planta; nas ervas daninhas houve redução de 59%. Da mesma forma, nas propriedades físico-químicas do solo, o teor de matéria orgânica, a densidade aparente e o pH melhoraram, com exceção da CTC, onde não foram determinadas diferenças ($p>0,05$).

PALAVRAS-CHAVE

Mulch, solo, rendimento, abacate.

Introducción

Surge una nueva concepción de la agricultura, más integradora y con una preocupación no sólo por los aspectos productivos, sino también por aspectos socio-ambientales (Bedoya y Julca, 2021), lo que ha llevado a plantear la necesidad de un cambio hacia un modelo agrícola más sustentable para asegurar una producción estable de alimentos y que sea acorde con la calidad ambiental cuya problemática principal no es lograr el rendimiento máximo, sino más bien lograr una estabilización a largo plazo (Altieri y Nicholls, 2000), donde el suelo constituye la base de la productividad. En tal sentido, cuidar y conservar el suelo es una tarea esencial, siendo la materia orgánica (MO) la base de la fertilidad (Altieri y Nicholls, 2000; Felipe-Morales, 2002), cuya aplicación de forma sistemática al suelo es fundamental para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas (Guerrero, 1993).

El suelo, en lo posible, no debe estar expuesto directamente a los rayos solares, ni a las lluvias ni al viento (Felipe-Morales, 2002). Una forma de protegerlo es mediante el mulch o acolchado, que es una práctica que consiste en cubrir la superficie del suelo con diferentes materiales de origen inorgánico u orgánico (Abdul-Baki y Teasdale, 1994), siendo esta práctica recomendable para zonas climáticas subhúmedas, semiáridas y áridas, bajo condiciones de riego, y en donde el agua es el factor limitante (Felipe-Morales, 2002). Los mulches inorgánicos presentan algunas desventajas como un aumento en el volumen de escorrentía, mayor costo y la generación de residuos no degradables. Los mulch orgánicos son una alternativa para el mejoramiento de los cultivos dado que controlan las malezas, reducen las variaciones de temperatura, aportan MO al suelo y mejoran la calidad de frutos (Talavera y Padilla, 2000), además proporcionan beneficios adicionales como una mejora en la retención de humedad y en las propiedades físicas y químicas del suelo; asimismo, las poblaciones de microorganismos benéficos en el mulch se encuentran en forma potencial y son antagónicas de patógenos importantes como *Phytophthora* spp y nemátodos (Turney y Menge, 1994).

En aguacate o palto, el mulch establece condiciones especiales en el suelo; se refiere a la similitud con las características de un ambiente natural original del cultivo, como un alto contenido de MO, baja densidad aparente y pH ácido; debido a esto se le considera como una de las especies que responden más favorablemente por ser siempre verde de clima subtropical y tropical (Nieves, 2018). Sin embargo, la producción se ha basado principalmente en el uso de fertilizantes químicos, de rápida disponibilidad de nutrientes, lixiviación, volatilización (Moreno y Cadillo, 2018), para obtener producciones óptimas; donde el acceso, bajo costo y facilidad en su aplicación ha desplazado al uso de MO como los estiércoles y mulch, dando poca importancia a las fases biológicas y físicas que se involucran, con el uso de estos materiales orgánicos (Reyes et al., 2012).

En Moquegua el cultivo de aguacate es de gran importancia social y económica y es el principal cultivo frutícola, tiene un rendimiento promedio de 6,5 t/ha; sin embargo, el promedio nacional es de 11,8 t/ha (Minagri, 2019). El manejo

del cultivo es generalmente convencional y en un 15% es ecológico u orgánico (tradicional) y de los insumos orgánicos utilizados de la zona destaca el uso del estiércol en un 84% de los productores. Asimismo, la falta de información científica, el minifundio, la escasa asociatividad y el bajo nivel tecnológico de los productores no permite realizar adecuadamente las labores culturales, manejo de suelos, abonamiento, podas, etcétera. (Bedoya y Julca, 2021). En este contexto el trabajo tuvo como propósito evaluar la aplicación de mulch orgánico y su efecto en el rendimiento y calibre de fruto de aguacate, presencia de malezas y su influencia en las propiedades del suelo.

Material y métodos

El ensayo se realizó en una parcela comercial de aguacate con la variedad Fuerte, ubicado en el sector de Santa Rosa; km 2 del Valle de Moquegua, distrito de Moquegua; siendo las coordenadas geográficas, de 17° 11' 39" de latitud y 70° 57' 48" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, y la coordenada UTM Datum WGS 84, este 291015,16, norte 8097137,72, y la altitud es de 1.210 msnm.

La finca tiene un área de 8 ha, dentro de la cual se tiene instalado una parcela de aguacate de un área de aproximadamente 0,8 ha, con la variedad Fuerte, con patrón Duke 7, edad de 7 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, solo se presentó en los meses de diciembre a marzo con un promedio anual de 2,00 mm y, 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 arenoso, moderadamente salino, mediamente pobre en MO con contenido de 1,93% y pH neutro (Tabla 1). El agua de riego tuvo un pH de 7,28 (neutro), una CE de 1,06 dS m⁻¹ y con bajo contenido de sodio.

Tabla 1. Características iniciales del suelo donde se realizó ensayo de palto
Table 1. Initial characteristics of the soil where the avocado test was carried out

pH(1:1)	CE(1:1)	CaCo3	MO	P	K	Clase	CIC
-	ds m-1	%	%	ppm	ppm	textural	
7,01	4,5	0,8	1,93	63,5	1713	FrA	19,2

Donde CE: conductibilidad eléctrica; MO: materia orgánica, y CIC: capacidad de intercambio catiónico. Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM, año 2019. Source: Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis Laboratory (LASPAF) of the UNALM, year 2019.

Para la instalación del ensayo en campo se utilizó el diseño de bloques completos aleatorios (DBCA), con cuatro tratamientos de aplicación de mulch de alfalfa con estiércol (T1), mulch de avena con estiércol (T2), mulch de pasto elefante con estiércol (T3), más un testigo sin mulch y sin estiércol (T0); y cada tratamiento en tres repeticiones, completando un total de doce unidades experimentales

(UE). Cada UE tuvo dos hileras de seis plantas cada una, en total se tuvieron 72 plantas en un área de 1.800 m². Las características químicas de cada fuente de mulch utilizado se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición química del tejido vegetal en estado seco de alfalfa, avena y pasto elefante

Table 2. Chemical composition of plant tissue in the dry state of alfalfa, oats and elephant grass

Especie	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Zn	Cu	Mn	Fe	B
	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Alfalfa	2,35	0,10	1,99	1,82	0,19	0,30	0,11	28,00	5,00	230,00	1010,00	127,00
Avena	2,04	0,10	1,91	0,28	0,11	0,20	0,54	22,00	2,00	260,00	477,00	29,00
P. elefante	1,90	0,25	2,47	0,30	0,09	0,13	0,06	21,00	3,00	372,00	1674,00	18,00

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM, año 2020. Source: Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis Laboratory (LASPAF) of the UNALM, year 2020.

Asimismo, se utilizó estiércol seco de vacuno, cuyas características iniciales y luego de dos meses de descomposición, se presentan en la Tabla 3. 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 sino se tiene cuidado en el manejo de la conductividad eléctrica (CE), recomendando su uso en forma estabilizada. Asimismo, Guerrero (1993), indica que el estiércol de vacuno estabulado tiene una CE de 21,6 dS/m, pues los valores de CE normales para el cultivo de aguacate son menores de 4 dS/m. Según Forner y Forner (2010), los aguacates en su conjunto, pueden ser considerados como especies sensibles a la salinidad.

Tabla 3. Características del estiércol de vacuno, antes (AD) y después de la descomposición (DD)

Table 3. Characteristics of cattle manure, before (AD) and after decomposition (DD)

Condición	MO	Hd	pH	CE	N	P2 O5	K2 O	CaO	MgO	Na
	(%)	(%)		(dS m-1)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
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

Donde MO: materia orgánica, Hd: humedad y CE: conductividad eléctrica. Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM, año 2020. Where MO: organic matter, Hd: humidity, and CE: electrical conductivity. Source: Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis Laboratory (LASPAF) of the UNALM, year 2020.

Para la aplicación del mulch, primeramente, la avena, alfalfa y el pasto elefante se extendieron directamente al suelo alrededor del tronco del árbol hasta la altura de la copa, en las UE correspondientes, en una capa de aproximadamente de 4-5 cm de espesor. El pasto elefante fue incorporado triturado; luego se procedió a rociar sobre el acolchado, el estiércol de vacuno. El peso para todos los tratamientos fue de 12 t/ha para el mulch y 10 t/ha para el estiércol. El abono, manejo fitosanitario y el riego se realizó para todos los tratamientos

en forma similar y estuvo a cargo del propietario de la finca. El ensayo tuvo una duración de veinte meses. Para las evaluaciones se tomaron cuatro árboles centrales por UE y se evaluó presencia de malezas, calibre de fruto y rendimiento. Al final del ensayo, también se tomó una muestra de suelo de cada tratamiento y UE para analizar el efecto del mulch en las propiedades del suelo. Con los datos correspondientes se realizaron los análisis de variancia (ANOVA) de cada variable, y cuando resultó significativo el mismo, se realizaron las comparaciones de los promedios de los tratamientos utilizando la prueba de significación de Tukey (0,05).

Resultados y discusiones

Rendimiento

De los resultados obtenidos se encontró diferencias significativas ($p < 0,01$), para rendimiento por planta y por hectárea. Al aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey (0,05) se determinó que el tratamiento T1 (mulch de alfalfa con estiércol) logró el primer lugar con 18,1 kg/planta. Los demás tratamientos estudiados (T2, T3, T0) ocuparon el segundo lugar con rendimientos de 17,11, 17,05 y 16,60 kg/planta respectivamente; asimismo, para el rendimiento por hectárea, el tratamiento T1 fue el mejor con 7269,33 kg/ha y los otros tratamientos obtuvieron el segundo lugar con 6842,67 (T2), 6820,00 (T3) y 6640,0 (T0) kg/ha respectivamente (Figura 1). Lo que se puede apreciar que se logró un incremento en el rendimiento con el tratamiento T1 ya que según el Minagri (2019), el aguacate en Moquegua tiene un rendimiento promedio de 6,5 t/ha.

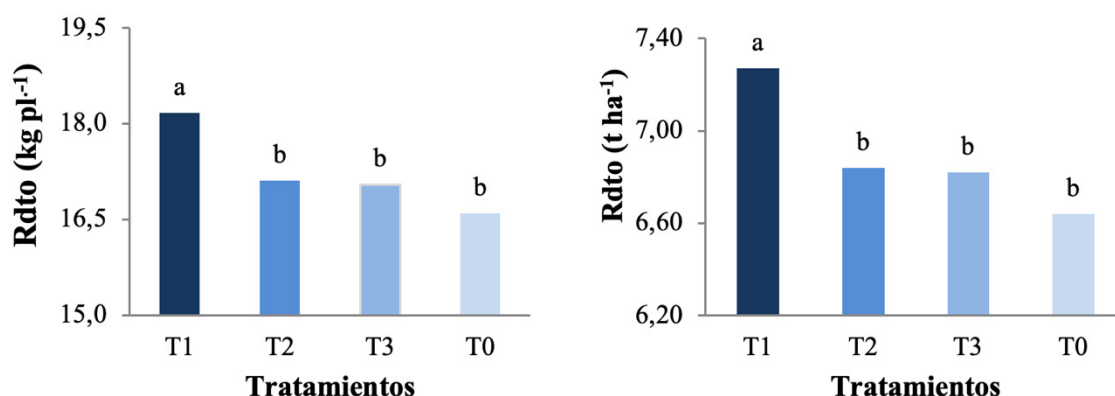
La mejora en el rendimiento del aguacate con la aplicación del mulch de alfalfa con estiércol (T1) se debe a que Sare (1998) citado Mattar (2001), indica que las leguminosas, son generalmente bajas en carbono y más altas en nitrógeno en comparación con las gramíneas (Tabla 2), y por tener una menor relación C/N sufren una descomposición más rápida que los residuos de plantas gramíneas. También Guerrero (1993), menciona que mientras menor sea la relación C/N, mayor será la cantidad de nitrógeno liberado al suelo para el inmediato uso para las plantas y según la Tabla 2, la alfalfa tiene un mayor porcentaje de N que la avena y el pasto elefante utilizados en el ensayo; asimismo, el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, entre otros, son acumulados por las coberturas durante la estación de crecimiento y cuando es dejado como mulch, estos nutrientes esenciales para las plantas, van quedando lentamente disponibles durante la descomposición (Mattar, 2001). En el cultivo de brócoli, los autores Frutos et al. (2016) obtuvieron una producción en cosecha de 31,8 t/ha con tratamiento de mulch de vicia con relación al de avena que logró 18,6 t/ha.

Según los resultados obtenidos, la incorporación al suelo del mulch podría ser una alternativa sostenible de manejo de residuos de cosecha en agroecosistemas de aguacate (Collantes et al., 2019). También Wolstenholme et al. (1997), observaron en el cultivo de aguacate, que el uso de mulch de corteza de pino permite en un período de tres temporadas consecutivas, generar un aumento

tanto en la producción y peso de los frutos. Asimismo, Turney y Menge (1994), refieren que una de las ventajas de aplicar mulch es el aumento de la fertilidad del suelo y la mejora la producción y rendimiento del cultivo (Frutos et al., 2016). Por su parte, Nieves (2018), indica que el mulch muestra ser importante para el desarrollo de la planta y mejora la condición del suelo agrícola porque ayuda a optimizar la fertilidad, maximizar la relación planta-suelo de manera indirecta en el rendimiento.

Figura 1. Rendimiento por planta (izquierda) y por hectárea (derecho) en los tratamientos de mulch en el cultivo de aguacate

Figure 1. Yield per plant (left) and per hectare (right) in mulch treatments in avocado cultivation



Donde T0: testigo, T1: mulch de alfalfa con estiércol, T2: mulch de avena con estiércol, y T3: mulch de pasto elefante con estiércol. Barras con una letra común son estadísticamente similares ($p > 0.05$). Fuente: elaboración propia. Where T0: control, T1: alfalfa mulch with manure, T2: oat mulch with manure, and T3: elephant grass mulch with manure. Bars with a common letter are statistically similar ($p > 0.05$). Source: own elaboration.

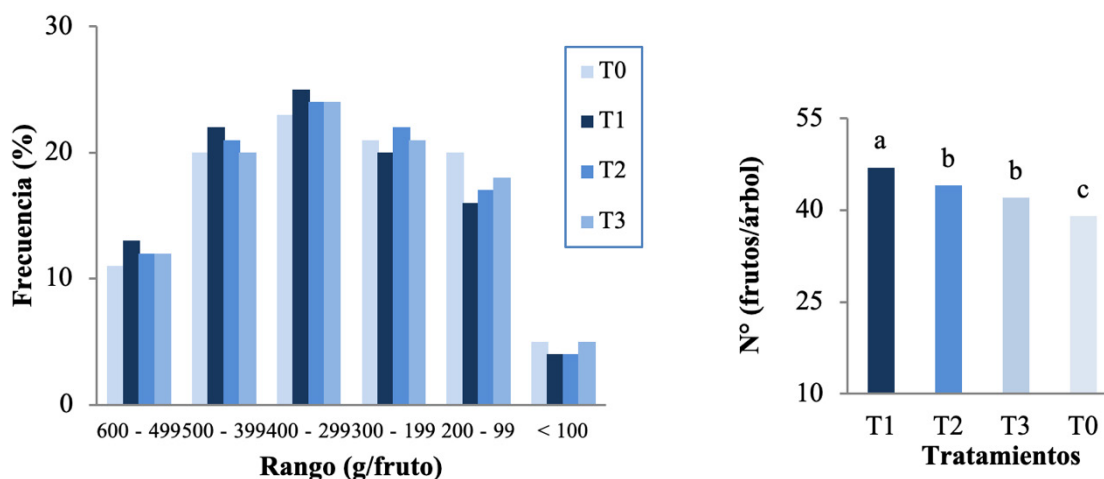
Calibrado de frutos en aguacate

En el aguacate, tal como ocurre con otros frutales, el tamaño pequeño de fruto es una limitante en la comercialización (Mattar, 2001). En la producción de aguacate el tamaño del fruto tiene una importancia económica muy significativa; esta característica es afectada principalmente por el rendimiento y el número de frutos presentes en el árbol.

Para el peso de frutos no se observó diferencias significativas ($p > 0,05$), sin embargo, entre los tratamientos T1, T2 y T3 del mulch utilizados se observa una tendencia a incrementar el peso de los frutos con relación al testigo (T0). Se determinó que los calibres de mayor relevancia (499 a 600 g) lo obtuvo el tratamiento T1 con un aumento del 2% y para los tratamientos T2 y T3, hubo un incremento del 1% para ambos, respectivamente; por otro lado, se logró una disminución en el peso de la fruta (calibres 99 a 200 g) del 4% para el tratamiento T1, 3% para el tratamiento T2 y 2% para el tratamiento T3 (Figura 2).

Mediante ensayos, en un período de tres temporadas consecutivas en aguacate, en los cuales se compararon la utilización de mulch de corteza de pino compostada con un testigo sin mulch, Wolstenholme et al. (1997), apreciaron un aumento de un 7% en el tamaño de los frutos y un 23% en la producción total. Al respecto, Turney y Menge (1994), indican que una de las ventajas del uso de mulch es la conservación de la humedad del suelo y la capacidad de retención de agua. Asimismo, Ferreyra y Sellés (2007), también mencionan que una mayor producción y calibres se obtienen en plantas de aguacate que presentan un óptimo contenido de humedad del suelo.

Figura 2. Peso de frutos (izquierda) y número de frutos/árbol (derecho) en los tratamientos de mulch en el cultivo de aguacate
Figure 2. Fruit weight (left) and number of fruits/tree (right) in mulch treatments in the avocado crop



Donde T0: testigo, T1: mulch de alfalfa con estiércol, T2: mulch de avena con estiércol, y T3: mulch de pasto elefante con estiércol. Barras con una letra común son estadísticamente similares ($p > 0.05$). Fuente: elaboración propia. Where T0: control, T1: alfalfa mulch with manure, T2: oat mulch with manure, and T3: elephant grass mulch with manure. Bars with a common letter are statistically similar ($p > 0.05$). Source: own elaboration.

En cuanto al número de frutos por árbol, se determinaron diferencias ($p < 0,01$) y al aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey (0,05) se encontró que el tratamiento T1 logró el primer lugar con 47 frutos/árbol, el segundo lugar lo ocuparon los tratamientos T2 y T3 con 44 y 42 frutos/árbol respectivamente; finalmente el tratamiento T0 obtuvo 39 frutos/árbol. El mayor número de frutos/árbol se obtuvo con el tratamiento T1 (mulch de alfalfa) con un aumento de 17% y estaría asociado al mayor contenido de MO en el suelo (5,05%) y una mayor retención de humedad, con relación al testigo (sin aplicación de mulch) y con 2,46% de MO (Tabla 4).

Wolstenholme et al. (1997), en el cultivo de aguacate en un período de tres temporadas consecutivas en compararon la utilización de mulch de corteza de pino compostada con un testigo sin mulch, apreciaron un aumento del 15% en el

número de frutos y el número de frutos no aceptables para la exportación se vio disminuido en un 29%. Wiegand (1999), en un estudio sobre efectos de la utilización de mulch de acícula de pino, corteza de pino, paja con guano de caballo y guano de pavo sobre la productividad del aguacate, observó en la primera temporada un aumento en la producción y peso de los frutos pero no registró aumento del número de frutos; de igual manera Mattar (2001), en un la evaluación de la utilización de coberturas de avena, vicia y mezcla avena+via en aguacates determinó en la primera temporada un aumento en la producción y peso de los frutos, sin embargo no registró aumento del número de frutos.

Malezas

Según los resultados obtenidos resultó significativo ($p < 0,01$) entre los tratamientos evaluados y al utilizar la prueba de Tukey (0,05) se determinó que los tratamientos T3, T2 y T1 fueron los que tuvieron menor cantidad de malezas (59%) por metro cuadrado, con relación al testigo sin mulch (T0). Entre las malezas que se presentaron con mayor frecuencia, para el T1, fueron la Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Papilla (*Pitreaa cuneato-ovata*), Malva común (*Malva sylvestris*), Pega-pega (*Bidens pilosa*) y Cebadilla (*Echinochloa crus-galli*); y para los tratamientos T3, T2 y T1, se observó con mayor frecuencia a la Papilla, Cebadilla y Pega-pega principalmente. Similarmente Wiegand (1999), en un estudio sobre efectos de la utilización de mulch de acícula de pino, corteza de pino, paja con guano de caballo y guano de pavo sobre la productividad del aguacate, observó que todos los tratamientos presentaron menor invasión de malezas que el testigo sin mulch. Por otro lado, Mattar (2001), en una evaluación técnica de la utilización de coberturas de avena, vicia y una mezcla de avena y vicias en aguacate, determinó que los mulches presentaron menor presencia de malezas en comparación con el testigo sin mulch, donde la menor incidencia de malezas fue la mezcla de avena y vicia segada.

Calabrese (1992), considera que el único problema que hay que tener en cuenta respecto a las labores en las plantaciones de palto es el de controles de la vegetación espontánea; asimismo, las raíces del aguacate son muy superficiales, por lo que las labores manuales o mecánicas para el control de malezas causan severos daños; más aún, las heridas en las raíces son las puerta de ingreso de patógenos como el hongo *Phytophthora cinnamoni*, por lo que el uso de herbicidas se está haciendo más común (Franciosi, 1992); uso que genera problemas de contaminación del aire, del suelo y del agua, afectando no sólo la calidad del ambiente si no también la salud de los propios productores (Felipe-Morales, 2002).

Abdul-Baki y Teasdale (1994), mencionan que uno de los objetivos del mulch es reducir la presencia de malezas, lo que permite reducir el uso de herbicidas o un menor costo en el control manual o mecánico. Asimismo, el efecto supresivo sobre el crecimiento de las malezas permite reducir también la pérdida de humedad por transpiración, manteniéndose la superficie del suelo más húmeda por un período de tiempo más prolongado (Turney y Menge, 1994). También el efecto de impedir el crecimiento de malezas por la acción del mulch puede

deberse a efectos físicos debido a la alteración de las condiciones ambientales (disponibilidad de luz, temperatura y humedad del suelo); como químicos que se deben a la liberación de aleloquímicos causados por la descomposición del mulch (Moonen y Barberi, 2006, citados por Frutos et al., 2016). Los mulches de cereales y leguminosas son ampliamente utilizados en diferentes sistemas de cultivo, donde el uso de leguminosas se debe principalmente al enriquecimiento del nitrógeno del suelo fijado biológicamente, mientras que el mulch de cereales se utiliza por su capacidad para reducir la lixiviación de nitrógeno y suprimir malezas (Hooker et al., 2008, citados por Frutos et al., 2016).

Características del suelo

Materia orgánica (MO)

Al realizar el ANOVA del contenido de MO en el suelo de los tratamientos, resultó significativo ($p < 0,01$), es decir que al menos un tratamiento de mulch tuvo efecto diferente en el contenido de MO en el suelo. Posteriormente con la prueba de comparación de medias de Tukey (0,05) se determinó que el tratamiento T1 ocupó el primer lugar con un 5,05%, en segundo lugar, se ubicaron los tratamientos T2 y T3 con 3,99 y 3,72% respectivamente; finalmente en último lugar se ubicó el T0 con 2,46% (Tabla 4).

Con relación a los resultados obtenidos, Pinamonti (1998), determinó un incremento del contenido de MO en el suelo al aplicar compost como mulch en viñedos. Por otro lado, Martínez (2019), al utilizar la maleza del cultivo de nogal pecanero como mulch, determinó un incremento de la MO en el suelo. También el uso de mulch con compostas de residuos aumentan el contenido de MO en el suelo (Reyes et al., 2012); asimismo, mencionan que en el cultivo de aguacate existe una aportación de material orgánico y se realiza mediante la caída natural de las hojas que a pesar de no descomponerse fácilmente participan como fuente constante de MO.

En general, en los sistemas de cultivos perennes suele ocurrir un incremento de los residuos orgánicos derivados de hojas y ramas de los árboles y malezas, que son depositadas en la superficie y se van incorporando al suelo, así como de las raíces de los árboles y malezas. Por ejemplo, en sistemas de mango con riego el contenido de la MO del suelo es afectado por la incorporación de residuos de malezas (tallos, hojas, raíces), y de hojas y raíces finas de los árboles (Medina et al., 2017).

Tabla 4. Características fisicoquímicas del suelo por efecto del mulch orgánico
Table 4. Physicochemical characteristics of the soil due to the effect of organic mulch

Tratamientos	MO	DA	pH	CIC
	(%)	(g cc-1)	(1:1)	(meq 100g-1)
T0	2,46 c	1,61 a	7,48 a	21,97 a
T1	5,05 a	1,28 b	6,78 b	22,24 a
T2	3,99 b	1,32 b	6,65 c	20,48 a
T3	3,72 b	1,30 b	6,89 b	22,35 a

Donde T0: testigo, T1: mulch de alfalfa con estiércol, T2: mulch de avena con estiércol, y T3: mulch de pasto elefante con estiércol. MO: materia orgánica, DA: densidad aparente; y CIC: capacidad de intercambio catiónico. Letras iguales dentro de columna son estadísticamente similares ($p > 0,05$). Fuente: elaboración propia. Where T0: control, T1: alfalfa mulch with manure, T2: oat mulch with manure, and T3: elephant grass mulch with manure. MO: organic matter, DA: apparent density, and CIC: cation exchange capacity. Equal letters within column are statistically similar ($p > 0.05$). Source: own elaboration.

Densidad aparente (DA)

Para la densidad aparente, según el ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0,01$). Al utilizar la prueba de Tukey (0,05) para determinar las diferencias, se determinó que el tratamiento T0 (Testigo) fue mayor con 1,61 g/cc y los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron 1,28, 1,32 y 1,30 g/cc respectivamente (Tabla 4). Martínez (2019), disminuyó la densidad aparente del suelo, favoreciendo el aumento de la porosidad, al utilizar paja de heno y hoja de palmera como subproductos orgánicos vegetales para mejorar las propiedades físicas de suelos alterados; asimismo, Martin et al. (2009), indica que uno de los principales efectos medibles de la aplicación repetida en el suelo de productos de desecho orgánico es el aumento de su porosidad del suelo y, por lo tanto, la disminución de la densidad aparente del suelo. También, el mulch permite un incremento en el tamaño de poros del suelo en los primeros centímetros, siendo el área más fértil y aireada, donde están la mayoría de las raíces del aguacate (Turney y Menge, 1994). El suelo con mulch permanece más aireado y con una porosidad mayor que la del suelo desnudo, lo que favorece un buen desarrollo del sistema radicular y un uso eficaz de los nutrientes (Zribi, 2013). En consecuencia, el efecto del mulch en la disminución de densidad aparente es beneficioso, debido a que los suelos de donde es originario el palto se caracterizan por presentar, baja densidad aparente, entre 0,5 y 0,8 g/cc, por otra parte, el aguacate presenta problemas para su desarrollo en un suelo con alta densidad aparente (Ferreira y Sellés, 2007). Durand y Claassens (1987) citados por Ferreira y Sellés (2007), encontraron bajo crecimiento de raíz en aguacate en un suelo con densidades sobre 1,7 g/cc.

Potencial del hidrógeno (pH)

Según el ANOVA, se encontró diferencias significativas ($p < 0,01$). Asimismo, con la prueba de comparación de medias de Tukey (0,05), se determinó que el tratamiento T0 fue mayor el pH (7,48) que los tratamientos T1 (6,89), T2 (6,78) y T3 (6,65) (Tabla 4), esto se debería a los diferentes ácidos generados durante la des-

composición de la materia orgánica. Las coberturas pueden incidir en cambios ligeros en el pH; es de considerar por que influye en muchos procesos químicos e indirectamente físicos del suelo como también relación planta-suelo (Zribi et al., 2015). El aporte de cortezas de árboles tiende a acidificar el pH del suelo, por consiguiente, se debe tener presente el material a aplicar en las coberturas o mulch y mantener el pH hacia la neutralidad (Jaramillo, 2002, citado por Nieves, 2018).

Los suelos de donde es originario el palto, los cuales se consideran óptimos para su crecimiento y desarrollo, se caracterizan por presentar, un pH levemente ácido con valores de entre 5 a 6 (Ferreyra y Sellés, 2007), esta baja acidez posibilita una buena absorción de los principales nutrientes (Mattar, 2001). Además, Franciosi (1992), menciona que entre las exigencias que tiene el frutal de aguacate es un pH variable de 5,5 a 7,5; asimismo, Calabrese (1992), menciona que la banda óptima de oscilación de pH para el cultivo de aguacate está entre 5,0 y 7,3.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Los tratamientos de mulch aplicados al suelo no tuvieron efecto significativo en el CIC del suelo ($p > 0,05$); sin embargo, se observa un leve incremento en los tratamientos T1 (22,48) y T3 (22,35) y una disminución en el T2 (20,48), con relación al T0 (21,97) (Tabla 4). Esto se corrobora con lo mencionado por Mattar (2001), donde en una evaluación de la utilización de coberturas de avena, vicia y mezcla avena+vicia en aguacate no determinó diferencias significativas para el CIC del suelo. También, Tukey y Schoff (1963), en ensayos sobre el efecto del mulch en el suelo, determinaron variaciones leves con relación al testigo sin mulch, pero sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0,01 < 0,05$). Cabe mencionar que los componentes del suelo que contribuyen al CIC son la arcilla y la MO, y en una menor extensión, el limo. Asimismo, el CIC asociado al complejo arcillo-húmico, juega por tanto un valioso papel como regulador de la fertilidad del suelo; retiene y pone a disposición de las plantas los elementos nutritivos que éstas necesitan; también la MO y el humus en particular, influyen sobre el suelo, al aumentar entre otros el CIC (Serrano, 1997).

Conclusiones

El uso de alfalfa, avena y pasto elefante en estado seco, con estiércol de vacuno estabilizado, aplicados al suelo como mulch en el cultivo de aguacate variedad Fuerte en Moquegua, aumentó el rendimiento, el tamaño y número de frutos por planta; en malezas hubo una reducción del 59%. Asimismo, mejoró las propiedades fisicoquímicas del suelo, sin embargo, no se observó efecto significativo en el CIC del suelo. Los resultados obtenidos permiten demostrar la importancia del mulch orgánico como una alternativa para el mejoramiento del cultivo de aguacate, debido a que protege el suelo, incrementa el sistema radicular, retiene humedad, controla malezas, reduce las variaciones de temperatura, aporta materia orgánica al suelo y mejora la calidad y el rendimiento de fruto.

Declaración de autoría

Edgar Bedoya-Justo: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, captación de fondos, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción – borrador original y redacción – revisión y edición.

Alberto Julca-Otiniano: Conceptualización, análisis formal, captación de fondos, investigación, metodología, supervisión y redacción – borrador original.

Referencias

- Abdul-Baki, A. y Teasdale, J. (1994). *Sustainable Production of Fresh-Market Tomatoes and Other Vegetables with Cover Crop Mulches*. Farmers Bulletin No. 2280. Department of Agriculture y Agricultural Research Service.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Bedoya, E. y Julca, A. (2021). Sustentabilidad de las fincas de palto (*Persea americana* Mill.) en la región Moquegua, Perú. *RIVAR*, 8(22), 36-50. DOI [10.35588/rivar.v8i22.4770](https://doi.org/10.35588/rivar.v8i22.4770)
- Calabrese, F. (1992). *El aguacate*. Mundi Prensa.
- Collantes, R., Rodríguez, A., Beyer, A. y Rodríguez, P. (2019). Alternativas sostenibles de manejo de residuos de cosecha en agroecosistemas de palto y mandarina en Cañete, Lima, Perú. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 228-235. DOI [10.32911/as.2019.v12.n2.644](https://doi.org/10.32911/as.2019.v12.n2.644)
- Felipe Morales, C. (2002). Manejo agroecológico del suelo en sistemas andinos. En S.J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 233-248). Ediciones Científicas Americanas.
- Ferreira, R. y Sellés, G. (2007). *Manejo del riego y suelo en palto*. Boletín n.º 160. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Forner, M. y Forner, J. (2010). *Comportamiento de nuevos patrones frente a enfermedades y fisiopatías*. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- Franciosi, R. (1992). *El cultivo de palto en el Perú*. FUNDEAGRO.
- Frutos, V., Pérez, M. y Risco, D. (2016). Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) en Ecuador. *Idesia (Arica)*, 34(6), 61-66. DOI [10.4067/S0718-34292016005000038](https://doi.org/10.4067/S0718-34292016005000038)
- Guerrero, J. (1993). *Abonos orgánicos: Tecnología para el manejo ecológico de suelos*. Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos.

- Martin, M., Lo visto, D., Boulonne, L., Jolivet, C., Nair, K., Bourgeon, G. y Arrouays, D. (2009). Optimización de las funciones de pedotransferencia para estimar la densidad aparente del suelo mediante árboles de regresión potenciados. *Soil Science Society of America*, 73, 485-493. DOI [10.2136/sssaj2007.0241](https://doi.org/10.2136/sssaj2007.0241)
- Martínez, G. (2019). Efecto de la maleza como cobertera en la fertilidad del suelo y rendimiento de nogal pecanero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1),123-130. DOI [10.29312/remexca.v10i1.1729](https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1729)
- Medina, J., Volke, V., Galvis, A. y 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. DOI [10.15517/ma.v28i2.22236](https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.22236)
- Moreno, L. y Cadillo, J. (2018). Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Anales Científicos*, 79(2), 415-419. DOI [10.21704/ac.v79i2.914](https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.914)
- Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri). (2019). *La situación del mercado internacional de la palta: Su análisis desde una perspectiva a de las exportaciones peruanas*. Minagri.
- Pinamonti, F. (1998). Efectos del mantillo de abono sobre la fertilidad del suelo, el estado nutricional y el rendimiento de la vid. *Ciclos de Nutrientes en Agroecosistemas*, 51, 239-248.
- Reyes, J., Alarcón, A. y Ferrara, R. (2012). *Uso de coberteras en el cultivo de aguacate*. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C., IRENAT y Colegio de Postgraduados.
- Serrano, A. (1997). *Apuntes sobre el suelo*. Escuela de Capataces y Diputación de Valencia.
- Talavera, M. y Padilla, J. (2000). Evaluación de coberturas orgánicas y plásticas para el combate de malezas en tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). *Agronomía Mesoamericana*, 11(2), 101-107. DOI [10.15517/am.v11i2.17323](https://doi.org/10.15517/am.v11i2.17323)
- Trinidad, A. y Velasco, J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agro Productividad*, 9(8), 52-58.
- Tukey, R. y Schoff, E. (1963). Influence of different mulching materials upon the soil environment. *American Society for Horticultural Science*, 82, 68-76.
- Turney, J. y Menge, J. (1994). *Root Health: Mulching to Control Root Disease in Avocado and Citrus*. Circular No. CAS-94/2. University of California.
- Wolstenholme, B., Moore-Gordon, C. y Cowan, A. (23 a 26 de septiembre de 1997). Orchard mulching effects on avocado fruting. En *Proceedings from Conference '97: Searching for Quality*. Reunión conjunta de la Federación Australiana de Productores de Aguacate y la Asociación de Productores de Aguacate de Nueva Zelanda.
- Zribi, W., Aragüés, R., Medina, P. y Faci, J. (2015). Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. *Soil and Tillage Research*, 148, 40-45. DOI [10.1016/j.still.2014.12.003](https://doi.org/10.1016/j.still.2014.12.003)