



Recibido: 20/julio/2024 Aceptado: 15/noviembre/2024

Modificación de microclima con distintos tipos mulch orgánico en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) (Original)

Microclimate modification with different types of organic mulch in cucumber cultivation (*Cucumis sativus* L.)
(Original)

Diego Yépez Reyes. *Estudiante de la carrera de agronomía. Universidad Técnica de Machala. Semillero de Investigación en Fitotecnia. UTMACH. Ecuador.*

[dyepez3@utmachala.edu.ec] [<https://orcid.org/0009-0006-8263-0509>]

Ángel Eduardo Luna Romero. *Ingeniero Agrónomo. Magister Scientiae Recursos Hídricos. Docente de la Universidad Técnica de Machala.*

[aeluna@utmachala.edu.ec] [<https://orcid.org/0000-0002-4311-9445>]

Jorge Vicente Cun Carrión. *Ingeniero Agrónomo. Magister en Agroecología y agricultura Sostenible. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.*

[jcun@utmachala.edu.ec] [<https://orcid.org/0000-0002-7876-7653>]

Paola Alicia Gálvez Palomeque. *Económica. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.*

[pgalvez@utmachala.edu.ec] [<https://orcid.org/0000-0003-4080-2019>]

Resumen

El uso de mulch orgánico se ha convertido en una práctica agro-sostenible que recupera el suelo, aumenta los microorganismos benéficos del suelo, retiene humedad, maximiza la productividad y calidad y reduce el daño ambiental. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del mulch orgánico en el rendimiento del cultivo de pepino, en el que se utilizó un diseño cuadrado latino con diferentes tipos de mulch orgánico: sin mulch, banano, paja y cacao. Los resultados mostraron que los mulches de paja, cacao y banano mejoraron el microclima del suelo en comparación con el suelo sin mulch, lo cual se reflejó en las variables dependientes evaluadas, en los que resultó ser que todos los tratamientos con mulch superaron al testigo. El tratamiento con mulch de paja predominó, seguido por cacao y banano, mejorando el rendimiento del cultivo hasta en 1 t ha⁻¹, lo cual se asocia como una alternativa viable para aumentar la productividad de manera más económica y amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: mulch orgánico; pepino; rendimiento; cultivo comercial



Abstract

The use of organic mulch has become an agro-sustainable practice that recovers the soil, increases beneficial soil microorganisms, retains moisture, maximizes productivity and quality, and reduces environmental damage. The objective of the study was to evaluate the effect of organic mulch on cucumber crop yield, in which a Latin square design was used with different types of organic mulch: without mulch, banana, straw and cocoa. The results showed that straw, cocoa and banana mulches improved the soil microclimate compared to the soil without mulch, which was reflected in the dependent variables evaluated, in which it turned out that all treatments with mulch outperformed the control. The straw mulch treatment predominated, followed by cocoa and banana, improving crop yields by up to 1 t ha⁻¹, which is associated as a viable alternative to increase productivity in a more economical and environmentally friendly way.

Keywords: organic mulch; cucumber; yield; cash crop

Introducción

La cobertura del suelo es una práctica usual en la producción de campo ya que pueden utilizar diferentes materiales de cobertura para diversas especies agrícolas y hortícolas en distintos entornos climáticos, dado que el papel principal de las coberturas orgánicas es proteger la superficie del suelo de factores desfavorables y mejorar las condiciones de crecimiento de las plantas cultivadas (Melouk et al., 2021).

Entre estas coberturas se pueden mencionar materiales como paja, hojas y tierra suelta sobre la superficie del suelo para reducir la pérdida de agua y la erosión, suprimir malezas, reducir el salpicado de frutas, modificar las temperaturas del suelo y mejorar la productividad de los cultivos. Ha sido utilizada durante siglos, como el sistema “tapado” en Centroamérica, que implica colocar semillas de cultivo bajo una densa vegetación que luego se corta y deja secar (Kader et al., 2019; Plaza, 2021).

El mulch orgánico constituye una práctica que puede promover cultivos más productivos, de mejor calidad y con menor impacto ambiental (Camacho et al., 2022). El uso de coberturas orgánicas es un método adecuado que podría ayudar a los horticultores a aumentar la producción con productos de buena calidad, ya que incrementa los nutrientes del suelo, mantiene la temperatura óptima, restringe la evaporación, limita el crecimiento de malezas y previene la erosión (Ranjan et al., 2017). Las principales ventajas son el suministro de materia orgánica y



nutrientes no solo para las plantas, sino también para los organismos del suelo (Kosterna, 2014). Se necesitan sistemas agrícolas sostenibles que logren un equilibrio entre la conservación del medio ambiente y productividad (Vincent et al., 2019).

A pesar de existir carencia informativa acerca del uso de coberturas vegetales en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), distintos estudios comparten que la utilización de mulch aumenta potencialmente la producción debido a sus bondades y aportes. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2012), indicó que Ecuador produce en total 4,689 t ha⁻¹ de pepino anual en un área de 580 ha. Debido a la escasez de investigaciones vinculadas al uso de distintos tipos de mulch orgánico en el cultivo de pepino, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del mulch orgánico en el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

La modificación del microclima mediante el uso de diferentes tipos de mulch orgánico en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) tiene una importancia social significativa que, de acuerdo con Vincent et al. (2019) se puede desglosar en diferentes y multifactoriales aspectos clave, siendo los siguientes:

1. Conservación de la Humedad: El mulch orgánico, como la paja, el compost y la corteza de pino, ayuda a conservar la humedad del suelo, lo que es crucial para el desarrollo del pepino, que es una planta que exige agua. Esta técnica reduce la evaporación del agua y mantiene un ambiente más húmedo alrededor de las raíces.

2. Control de Malezas: Al cubrir el suelo, el mulch impide la germinación de malas hierbas al bloquear la luz solar. Esto no solo disminuye la competencia por nutrientes y agua, sino que también reduce la necesidad de herbicidas, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles.

3. Regulación Térmica: El uso de mulch orgánico contribuye a mantener una temperatura del suelo más estable. Esto es especialmente importante en climas variables, ya que ayuda a proteger las raíces del frío en invierno y del calor extremo en verano.

4. Reducción de Costos: Al disminuir la necesidad de riego y control químico de malezas, los agricultores pueden reducir sus costos operativos. Esto es particularmente beneficioso para pequeños agricultores que buscan maximizar su rentabilidad.

5. Mejora en la Calidad del Cultivo: La aplicación de mulch orgánico no solo mejora las condiciones del suelo, sino que también puede aumentar la calidad y cantidad de los frutos



producidos. Un cultivo más saludable puede traducirse en mejores precios en el mercado y un mayor ingreso para los productores.

6. Aumento de la Materia Orgánica: Los mulches orgánicos contribuyen a incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo, lo que mejora su estructura y fertilidad a largo plazo. Esto es vital para la sostenibilidad agrícola y la salud del ecosistema.

7. Promoción de la Biodiversidad: El uso de materiales orgánicos puede fomentar un ambiente más diverso en el suelo, beneficiando a microorganismos y otros organismos del ecosistema que son esenciales para un cultivo saludable.

La modificación del microclima mediante el uso de mulch orgánico en el cultivo de pepino no solo aporta beneficios agronómicos directos, sino que también tiene un impacto social positivo al mejorar las condiciones económicas para los agricultores y contribuir a prácticas agrícolas más sostenibles. La implementación adecuada de estas técnicas puede ser un paso crucial hacia una agricultura más resiliente y responsable con el medio ambiente (Vincent et al., 2019).

La utilización de mulch en jardines y áreas de cultivo ha ganado popularidad gracias a sus numerosos beneficios. Este material ayuda a prevenir la dispersión y evaporación del agua, protege las plantas del sobrecalentamiento del suelo, evita la pérdida de nutrientes, facilita la absorción de agua por las raíces y, en consecuencia, promueve el crecimiento de las plantas. Además, el mulch también inhibe el crecimiento de malezas, mejora la porosidad del suelo y ofrece muchas otras ventajas (Vincent et al., 2019).

El acolchado se refiere a cualquier material que se coloca sobre la superficie del suelo para crear una capa protectora y optimizar las condiciones para las plantas. Existen diversos tipos de mulch, tanto orgánicos como inorgánicos, cada uno con propiedades y beneficios específicos. Los materiales orgánicos incluyen compost, paja, hojas trituradas, astillas de madera y recortes de césped, mientras que los inorgánicos abarcan piedras, grava, plástico y tejidos para paisajismo (Vincent et al., 2019).

Materiales y Métodos

Localización y caracterización del área experimental

El estudio se realizó en la Granja experimental Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala en los meses de octubre a diciembre de 2023. Ubicada en el cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador, a una altitud



media de 6 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas geográficas 3°15'52.29" S, 79°57'4.3" W, con un clima tropical megatérmico seco AW (Kottek et al., 2006).

Diseño experimental

Se realizó un diseño cuadrado latino (DCL), donde el factor de estudio fue el uso de mulch orgánico, estableciendo cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron: tratamiento control (T0), así como el uso de residuos vegetales de hojas de banano (T1), paja (T2) y hojas de cacao (T3). Por lo que se obtuvieron 16 unidades experimentales (UE) en total, cada una de ellas fue distribuida por parcelas de 10 m², conformadas por 18 plantas por UE. De estas, se escogieron 6 plantas para el estudio de las variables, totalizando 288 plantas en el área experimental (14 m de ancho, 17 m de largo, 276 m²) con densidad poblacional de 12217 pl ha⁻¹.

Se utilizó como material vegetativo semilla certificada de pepino de la variedad "Marketmore 76". La siembra se realizó por trasplante el 13 de octubre previo a 14 días en bandejas germinadoras, se trasplantó en tres bolillos con 4 hileras por UE a razón de 0.6 m entre planta, 0.6 m entre hilera y 1 metro de surco y posteriormente se colocó las coberturas de residuos vegetales.

Manejo del experimento

El proceso comenzó con la preparación del suelo, seguido de la delimitación de las UE y la fertilización química correspondiente. Se trasplantó y al cabo de 15 días después del trasplante (DDT) se realizó el raleo, las coberturas de residuos vegetales orgánicos mantuvieron un grosor de ~5 cm. El área experimental estuvo implementada con un sistema de riego por aspersión con 12 aspersores (3,1 gal min⁻¹, 10 PSI) y con tubería PVC de 25 mm de diámetro nominal, separados a 5 m, se mantuvo igualdad en tiempo y frecuencia de riego los tratamientos.

La nutrición del cultivo se realizó con ayuda de fertilizantes químicos edáficos como superfosfato triple (46% P₂O₅) a razón de 11 g pl⁻¹ a los 2 DDT. Terminando los 15 DDT, se utilizó un bioestimulante basado en aminoácidos aplicado en drench a razón de 10 ml L⁻¹, junto a este también se aplicó una hormona enraizadora ácido alfa naftalenacético en drench a razón de 1 g L⁻¹. El manejo de plagas fue con el uso de los ingredientes activos cipermetrina y clorpirifó a razón de 3 ml 5 L⁻¹.

Propiedades físicas del suelo

Por medio de una calicata, se evaluaron muestras tomadas a 0 - 15 cm, 15 - 30 cm y 30 - 45 cm de profundidad en el que se obtuvieron resultados de parámetros como humedad



gravimétrica (G_w) y densidad aparente (D_a), por medio de las ecuaciones establecidas por Lowery et al. (1996). En cuanto al punto de marchitez permanente (PMP) se calculó mediante la Eq. 1 planteada por Silva et al. (1988).

$$PMP = G_w \times 0,74 - 5 \quad \text{Eq. (1)}$$

Medición de las variables del cultivo

Se estudió 6 plantas centrales de cada UE en las que se evaluaron variables morfológicas y de rendimiento, que incluyó altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, peso de raíz fresca (g), biomasa en fresco (g), masa seca (g), peso de frutos (g) y rendimiento ($t \text{ ha}^{-1}$).

Para la variable altura de plantas se usó un flexómetro, el diámetro del tallo fue medida con un calibrador a 10 cm del suelo, para las variables peso de raíz, biomasa, masa seca y peso de frutos se utilizó una balanza digital. La variable número de hojas hizo el conteo de hojas totalmente formadas. Se evaluó la masa seca pesando las muestras frescas y muestras secas después de haberse sometido a 105°C durante 48 horas en la estufa para su deshidratación, con estos valores se calculó esta variable. Por último, el rendimiento fue obtenido al cosechar los frutos de pepino por planta para cada tratamiento (Kader et al., 2019).

Análisis estadístico

En primera instancia, el estudio del registro de cada variable dependiente fue sometida a un análisis exploratorio de datos, posteriormente se hizo la estadística con pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk), pruebas de homogeneidad de varianzas (Levene) y a un análisis de varianza (ANOVA) de un factor intergrupos por medio el software estadístico IBM SPSS versión 22.0, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$) a fin de encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en comparación con un tratamiento control. Para ello, se tomó la prueba de Duncan y se realizaron comparaciones múltiples. El estudio de la temperatura del aire, HR e índice de calor fueron analizados por medio de gráficos realizados con el software R Versión 4.2.3.

Resultados y Discusión

Características físicas del suelo

En la Tabla 1 se detallaron los valores promedios del perfil del suelo como la GW con 28,87%, D_a con $1,41 \text{ g cm}^{-3}$, Vw con 40,67 % y PMP con 16,36 %, en el que Quezada et al. (2023) coincide cuantitativamente y con ellos calculó un C_{ss} de $0,09 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, debido a que la



energía almacenada se pierde más lento en tratamientos con mulch que en el suelo desnudo, dado que actúa como una barrera que reduce la emisión de radiación térmica.

Tabla 1. Parámetros de las propiedades físicas analizadas a distintas profundidades del área experimental de la Granja Santa Inés.

Profundidad (cm)	Humedad gravimétrica (%)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	Humedad volumétrica (%)	Punto de marchitez permanente (%)
0 - 15 cm	28,806	1,359	39,014	16,317
15 - 30 cm	29,477	1,405	41,393	16,813
30 - 45 cm	28,314	1,469	41,582	15,953

Fuente: Elaboración propia.

Altura de la planta

Se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 2), siendo T1 (142,3 cm) y T2 (137,9 cm) los que mejor respuesta tuvieron en el estudio, mientras que el T0 (106,3 cm) resultó tener las lecturas menores. Camacho et al. (2022) coincide con resultados similares en el cultivo de banano puesto que el mulch orgánico aumenta el aprovechamiento de la humedad.

Tabla 2. Análisis estadístico de las variables morfológicas durante el período experimental.

Variables	Tratamientos	DDT		
		28	35	42
Altura (cm)	T0	44,2b	60,5b	106,3b
	T1	49,4ab	93,1a	142,3a
	T2	58,0ba	89,4a	137,9a
	T3	62,3a	85,2a	131,8ab
Tallo (mm)	T0	6,6b	7,0b	8,6b
	T1	7,3a	8,6a	9,9a
	T2	7,4a	8,3a	10,4a
	T3	7,4a	8,8a	10,2a
Hojas	T0	7b	11b	15b
	T1	8ab	14a	17b
	T2	9a	13a	17b
	T3	10a	14a	21a

Fuente: Elaboración propia

Leyenda: T0 (control), T1 (Banano), T2 (Paja) y T3 (Cacao), DDT (Días después del trasplante). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) por la prueba de Duncan.

Diámetro de tallo



En esta variable las diferencias significativas ($p < 0,05$) se encuentran en todos los tratamientos con respecto al testigo (Tabla 2), donde el T1 (9,9 mm), T2 (10,4 mm), T3 (10,2 mm) resultaron ser mejores que el T0 (8,6 mm) a razón de que el mulch beneficia al desarrollo morfológico del cultivo. Estos resultados coinciden con la investigación de Frutos et al. (2016) donde hicieron uso de mulch orgánico en el cultivo de brócoli.

Número de hojas

Se registraron diferencias significativas ($p < 0,05$) (Tabla 2), los mejores tratamientos fueron T2 (17 hojas) y T3 (21 hojas) y el que menor promedio registró fue el T0 (15 hojas). La investigación de Iriany et al. (2021) registró coincidencias en los resultados dado que con mulch se crea un microclima óptimo para el aprovechamiento de la humedad del suelo.

Peso de raíz

En la Tabla 3 se denotan resultados del estudio de esta variable en la cual el T2 (15,6 g) resultó superar a los demás tratamientos y el T0 fue el que obtuvo la media más baja (10,3 g), debido a que el mulch brinda un ambiente adecuado para que el sistema radicular pueda aprovechar de mejor manera el área. Frutos et al. (2016) coincide con sus resultados similares acotando que el mulch orgánico mejora la estructura del suelo.

Tabla 3. Análisis estadístico de las variables agronómicas durante el período experimental.

Variables	Tratamientos	DDT
		57
Peso de raíz (g)	T0	10,3b
	T1	14,7ab
	T2	15,6a
	T3	11,35ab
Biomasa (g)	T0	157,8b
	T1	290,1a
	T2	232,2ab
	T3	238,6ab
Masa Seca (g)	T0	21,2b
	T1	28,5ab
	T2	29,1ab
	T3	31,3a

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda: T0 (control), T1 (Banano), T2 (Paja) y T3 (Cacao), DDT (Días después del trasplante). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) por la prueba de Duncan.

Biomasa



El estudio de esta variable fue realizado 57 DDT (Tabla 3), donde existieron diferencias significativas ($p < 0,05$), destacó el tratamiento T1 (290,1 g), seguido de T3 (238,6 g) y T2 (232,2 g), sin embargo, el T0 tuvo la media más baja (157,8 g) puesto que el mulch estimula la generación de yemas (brotes) porque brinda mayor asimilación de humedad y disponibilidad de nutrientes. Mohamed et al. (2018) obtuvo resultados parecidos haciendo uso de mulch plástico.

Masa seca

Esta variable presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 3), el T3 (31,3 g) resultó tener la media más elevada, seguido de T2 (29,1 g) y T1 (28,5 g), mientras que el T0 (21,2 g) obtuvo valores inferiores. Estos resultados son respaldados por la investigación de Mohamed et al. (2018) con respecto al testigo.

Tabla 4. Análisis estadístico de las variables de producción y rendimiento durante el período experimental.

Variables	Tratamientos	DDT
		50
Peso de Frutos (g)	T0	395,4b
	T1	453,3ab
	T2	475,9a
	T3	444,5ab
Rendimiento (t ha⁻¹)	T0	6,3b
	T1	7,0ab
	T2	7,3a
	T3	6,9ab

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda: T0 (control), T1 (Banano), T2 (Paja) y T3 (Cacao), DDT (Días después del trasplante). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) por la prueba de Duncan.

Peso de frutos

En la Tabla 4, los tratamientos estudiados presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), donde el T2 (475,9 g) resaltó entre los demás tratamientos, siendo T0 (395,4 g) el que obtuvo el promedio más bajo. El mulch tiene una interacción beneficiosa con el cultivo permitiendo aprovechar los nutrientes del suelo más esenciales para el llenado de frutos, con menor dificultad y estrés. Estos resultados son similares a los de Frutos et al. (2016) donde experimenta de igual manera con mulch orgánico aumentando producción.

Rendimiento

Los resultados obtenidos (Tabla 4) tuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$). Se encontró que el tratamiento con promedio más elevado fue del T2 (7,3 t ha⁻¹) siendo la más representativa entre los demás tratamientos, seguido de T1 (7,0 t ha⁻¹) y T3 (6,9 t ha⁻¹), el T0



(6,03 t ha⁻¹) fue el que menor media de lecturas obtuvo. Esta variable fue influenciada favorablemente por el mulch frente al suelo desnudo, aumentando el rendimiento hasta 1 t ha⁻¹. Esto puede ser resultado del mulch ya que favorece las variables morfológicas y agronómicas que en consecuencia puede aumentar el rendimiento del cultivo 1 ton ha⁻¹. Iriany et al. (2021) obtuvo resultados que se asemejan, pero en mulch inorgánico respecto al tratamiento control.

Conclusiones

Los distintos tipos de mulch orgánico tienen la capacidad de mejorar las propiedades del suelo, en tanto que posibilitan la retención de humedad y modifican el microclima agradable para el cultivo, permitiendo reducir estrés y aumentar el desarrollo óptimo para las plantas y microorganismos benéficos. Estadísticamente los tratamientos con mulch paja, cacao y banano resultaron ser ventajosos frente a un suelo desnudo, en el que destacó el tratamiento paja en la mayoría de las variables estudiadas, especialmente en rendimiento, lo que demuestra que se aumenta la producción en 1 t ha⁻¹ sobre el desarrollo del cultivo de pepino respecto al suelo desnudo.



Referencias bibliográficas

- Camacho, F., Quevedo, J., & García, R. (2022). Mulch Orgánico: Aplicación y efecto en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*, L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 65–71. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/563>
- Frutos, V., Pérez, M., & Risco, D. (2016). Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) en Ecuador. *Idesia*, 34(6), 61-66. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v34n6/aop3816.pdf>
- Iriany, A., Hasanah, F., Roeswitawati, D., & Bela, M. F. (2021). Biodegradable mulch as microclimate modification effort for improving the growth of horensó; *Spinacia oleracea* L. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 7(2), 185-196. https://www.gjesm.net/article_46237_0ac403d8684c2b924acb7c912ef1d0ec.pdf
- Kader, M. A., Singha, A., Begum, M. A., Jewel, A., Khan, F. H., & Khan, N. I. (2019). Mulching as water-saving technique in dryland agriculture: review article. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1), 1-5. <https://sci-hub.se/10.1186/s42269-019-0186-7>
- Kosterna, E. (2014). Organic Mulches in the Vegetable Cultivation: A Review. *Ecological Chemistry and Engineering A*, 21(4), 481–492. [https://www.bing.com/search?q=DOI%3A%2010.2428%2Fecce.2014.21\(4\)39&q=qs=n&form=QBRE&sp=-1&lq=0&pq=doi%3A%2010.2428%2Fecce.2014.21\(4\)39&sc=0-30&sk=&cvid=3E56318A6D364F99935F72F9F80E5765&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=](https://www.bing.com/search?q=DOI%3A%2010.2428%2Fecce.2014.21(4)39&q=qs=n&form=QBRE&sp=-1&lq=0&pq=doi%3A%2010.2428%2Fecce.2014.21(4)39&sc=0-30&sk=&cvid=3E56318A6D364F99935F72F9F80E5765&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=)
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259–263. https://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Paper_2006.pdf
- Lowery, B., Hickey, Arshad, M.A., & Lai, R. (1996). Soil Water Parameters and Soil Quality. *Methods for Assessing Soil Quality*, 143–155. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub49.c8>
- Melouk, A. M., Naglaa, K. H., Nada E. M., & Ali, M.S. (2021). Organic Mulch Impact on Vegetative Growth, Productivity and Fruit Quality of “Anna” Apple Trees. *Hortscience Journal of Suez Canal University*, 10(1), 85-94. https://hjsc.journals.ekb.eg/article_234773_3bb9a07c97bf1ab1700459ebcc557f02.pdf
- Mohamed, E. A., Abo, S. A., Mahmoud, M. I., & El-Kasas, A. I. (2018). Hybrids Variation and Wheat Straw Mulch Effects on Vegetative Growth and Fruit Yield of Sweet Pepper Under El-Arish Area Conditions. *SINAI Journal of Applied Sciences*, 7(3), 187-196. https://sinjas.journals.ekb.eg/article_79035_b86938b714aa757636d8a124e629b13b.pdf



- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Cultivos y productos de ganadería*. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Plaza, D. (2021). Recarbonizing global soils: A technical manual of recommended sustainable soil management. *FAO*, 3, 6–17. <https://doi.org/10.4060/cb6595en>
- Quezada, L., Vega, W., Jaramillo, E., Barrezueta, S., & Luna, A. E. (2023). Geotemperatura, flujo neto de calor del suelo y variables morfológicas del cultivo de soya (*Glycine max L.*) bajo condiciones de mulch plástico. *Manglar*, 20(1), 32–38. <http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2023.004>
- Ranjan, P., Patle, G. T., Prem, M., & Solanke, K. R. (2017). Organic Mulching- A Water Saving Technique to Increase the Production of Fruits and Vegetables. *Current Agriculture Research Journal*, 5(3), 371–380. <https://doi.org/10.12944/carj.5.3.17>
- Silva, A., Ponce de León, J., García, F., & Durán, A. (1988). Aspectos metodológicos en la determinación de la capacidad de retener agua de los suelos del Uruguay. *Boletín de Investigación*, (10), 1–17. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/31373/1/boletin_de_investigacion_1988_10.pdf
- Vincent, L., Casagrande, M., David, C., Ryan, M. R., Silva, E. M., & Peigne, J. (2019). Using mulch from cover crops to facilitate organic no-till soybean and maize production. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(5), 44. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0590-2>

