

**EVALUACIÓN MORFOLÓGICA DEL PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUN L.*)
BAJO DIFERENTES COBERTURAS VEGETALES MUERTAS, ECUADOR**MORPHOLOGICAL EVALUATION OF BELL PEPPER (*CAPSICUM ANNUN L.*)
UNDER DIFFERENT DEAD VEGETABLE COVERAGE, ECUADORWilly Fernando Romero Delgado^{1,2}E-mail: wromero3@utmachala.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9491-9250>Edwin Edison Jaramillo Aguilar¹E-mail: ejaramillo@utmachala.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8241-9598>Ángel Eduardo Luna-Romero¹E-mail: aeluna@utmachala.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4311-9445>¹ Universidad Técnica de Machala (UTMACH), El Oro, Ecuador.² Semillero de Investigación en Fitotecnia (SINFIT).

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Romero Delgado, W. F., Jaramillo Aguilar, E.E., Luna-Romero, A.E. (2022). Evaluación morfológica del pimiento (*Capsicum annun l.*) bajo diferentes coberturas vegetales muertas, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 134-142. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El sector agrícola ha tenido que adaptarse a elevados estándares de productividad, eficiencia y rentabilidad cada vez más altos lo que conlleva aplicar técnicas de preservación de suelo, como lo es el mulch. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de las cubiertas vegetales muertas frente al suelo sin cobertura en el cultivo de pimiento (*Capsicum annun L.*), sobre aspectos morfológicos, parámetros de geotemperatura y flujo neto de calor en el suelo, para la comprensión de la modificación del microclima. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, donde se evaluaron cinco tratamientos de estudio: Suelo desnudo (T0), cubierta de coronta (T1), tamo de arroz (T2), fibra de coco (T3) y aserrín (T4). Se observó que la aplicación de coberturas vegetales muertas es capaz de alterar el microclima. El mulch de tamo de arroz ha presentado una tendencia a reducir la geotemperatura en cada una de las profundidades evaluadas. La morfología se ha visto influenciada en cada una de las coberturas vegetales, denotando que el mejor resultado relacionado a altura de planta y número de hojas y diámetro del tallo lo obtuvo el T2.

Palabras clave:

Geotemperatura, microclima, flujo neto de calor, cobertura vegetal muerta.

ABSTRACT

The agricultural sector has had to adapt to increasingly high standards of productivity, efficiency and profitability, which entails the application of soil preservation techniques, such as mulching. The objective of the present study was to evaluate the effect of dead vegetable coverage versus bare soil on the bell pepper crop (*Capsicum annun L.*), on morphological aspects, geotemperature parameters and net heat flux in the soil, for the understanding of microclimate modification. A completely randomized design (CRD) with three replications was used, where five treatments were evaluated: Bare soil (T0), coronta cover (T1), rice chaff (T2), coconut fiber (T3) and sawdust (T4). It was observed that the application of dead vegetation covers is capable of altering the microclimate. The rice chaff mulch has shown a tendency to reduce the geotemperature in each of the depths evaluated. The morphology has been influenced in each of the vegetation covers, showing that the best result related to plant height and number of leaves and stem diameter was obtained in T2.

Keywords:

Geotemperature, microclimate, net heat flow, dead vegetable coverage.

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria es una problemática de gran relevancia y de preocupación mundial en presencia del aumento en la población y los peligros de no poseer la capacidad de suministrar los alimentos necesarios en vista de hechos relevantes provocados por el calentamiento global (Vázquez et al., 2018). En la actualidad, el sector agrícola ha tenido que adaptarse a la era de la globalización y libre mercado que demandan altos estándares de productividad, eficiencia y rentabilidad, lo que conlleva a la utilización de herramientas tecnológicas y de sostenibilidad ambiental (Infante, 2016).

El suelo es considerado uno de los más importantes recursos naturales, el cual es responsable de la presencia de la fauna y flora; así mismo, sustenta diversas operaciones económicas de progreso para la sociedad (Segura-Castruita, 2014). La labor humana desempeña sobre el suelo una gran presión, lo que agrava el impacto de la degradación de este recurso (IPCC, 2019). La sobreexplotación y las alteraciones en la cobertura del suelo son los factores más relevantes relacionados a la influencia humana en el proceso erosivo (Lense et al., 2021).

Las técnicas usuales para la preservación del suelo y agua contemplan medidas agronómicas, de ingeniería y enfoques biológicos. Entre ellas se destaca al mulch como medida agronómica importante, debido a sus beneficios en cuanto a su bajo costo de implementación y rápida acción (R. Li et al., 2021). Keesstra et al., (2019) mencionan que los acolchados vegetales pueden aplicarse como una técnica de manejo favorable para controlar las tasas de erosión del suelo en vista del efecto veloz sobre el alto grado de desprendimiento del suelo y la reducción del inicio de la escorrentía.

La temperatura del suelo es una pieza clave en el entorno edáfico, dado que ayuda a comprender y prever las alteraciones en los ecosistemas (Q. Li et al., 2021). Por tal motivo, es significativo evaluar si existen cambios de temperatura en cultivos con cobertura vegetal. La alteración del microclima frecuentemente garantiza un cultivo productivo y sostenible (Thakur & Kumar, 2021). La utilización de coberturas posee efectos en las características del microclima, como lo son, la temperatura del aire y a la temperatura del punto de rocío cerca de la superficie del suelo (Wang et al., 2018).

En Ecuador, la producción de pimienta ha demostrado un crecimiento constante, sin embargo, en el año 2018 tanto la producción como el área cosechada sufrieron una caída y a partir de ahí se han mantenido constantes. Para el año 2020 la producción de pimienta fue de 8 075 toneladas en un área cosechada de 2 04 hectáreas, de acuerdo a estos datos, es posible suponer que el rendimiento de pimienta en el país es de 3.66 t ha⁻¹ (FAO, 2020).

En este estudio se evaluó el efecto de las cubiertas vegetales muertas (tamo de arroz, aserrín, coronta y fibra de coco) frente al suelo sin cobertura en el cultivo de pimienta (*Capsicum annum* L.), a través de las variables morfológicas para contrastar como influye las cubiertas en el

desarrollo del cultivo. Además, se analizó los parámetros de geotemperatura y flujo neto de calor en el suelo, para la comprensión de la modificación del microclima.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr las metas propuestas se llevó a cabo el experimento en la Estación Experimental del Campus Santa Inés, de la Universidad Técnica de Machala, localizada en la parroquia El Cambio, provincia de El Oro, Ecuador, a 6 msnm. El lugar de estudio se caracteriza por poseer un clima cálido-tropical, afectado por la corriente fría de Humboldt y la aparición de la corriente cálida de El Niño, presenta una temperatura de 24° a 26° C (GAD Machala, 2015).

El cultivo estudiado fue pimienta plantado a campo abierto en un diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones, con un total de 15 unidades experimentales (UE). Se evaluaron cuatro tipos de cobertura vegetal muerta: (T0, Práctica convencional sin cobertura), cubierta de coronta (T1), tamo de arroz (T2), fibra de coco (T3) y aserrín (T4), colocados en suelo de textura franco-arcillosa, pH ligeramente ácido (6.6), con 5.9% de materia orgánica.

Se realizó la preparación del terreno a través de un motocultor y se aplicó hongos benéficos del género *Trichoderma* sp. Las camas se establecieron con una extensión de 5 m de longitud, con ancho de cama de 1 m y las distancias que existen entre las camas fue de 1 m. Cada UE tuvo 16 plantas, para un total de 240 plantas para todo el estudio.

La aplicación del mulch (cubiertas vegetales muertas) se ejecutó una semana antes del trasplante del pimienta. Los mulches se dispersaron directo al suelo con un espesor de aproximadamente 1 cm.

Inmediatamente después de que las plántulas adquirieran una cantidad de 6 hojas verdaderas y una altura promedio de 10 cm, se procedió al trasplante (19/07/2022). El sistema del riego fue por goteo, con una separación entre emisores de 45 cm y con una descarga de 0-40 L h⁻¹. La aplicación de riego se estableció por periodos de 20 minutos cada 48 horas, mientras que la nutrición de las plantas se practicó por medio de fertilización edáfica, aplicando 3 kg de Sulfato de amonio (NH₄)₂SO₄ a 12 días después de trasplante y 1 kg de Nitrato de calcio Ca (NO₃)₂ a los 34 días después del trasplante (ddt). Además, se practicó la aplicación de un bioestimulante a base de algas marinas a 15 ddt.

El control de arvenses se lo realizó semanalmente de manera manual en cada uno de los surcos. En relación al manejo de plagas y enfermedades, se aplicaron dos insecticidas con ingrediente activo Imidacloprid y Methomyl a los 7 ddt para el control de hormiga, coleópteros, mosca blanca y pulgones. Además, se efectuaron dos aplicaciones preventivas de un fungicida con ingrediente activo Oxicloruro de cobre y Mancozeb, la primera aplicación fue a 15 y 31 ddt.

Determinación de las propiedades físicas y calor específico del suelo

Se practicó una calicata para obtener muestras a 0; 10; 20 y 30 cm. Luego se realizó la determinación de parámetros físicos como humedad gravimétrica (G_w); humedad volumétrica (V_w) y densidad aparente (Da) mediante la metodología propuesta por Lowery et al., (1996). Con respecto a la determinación del punto de marchitez permanente (PMP) se aplicó la ecuación planteada por Silva (1988) donde emplea el valor de G_w a capacidad de campo (ecuación 1).

$$PMP = G_w \times 0.74 - 5 \quad (1)$$

Para la determinación del calor específico del suelo se utilizó calorímetros previamente calibrados, se colocaron 100 gramos de suelo seco en el calorímetro y se midió su temperatura inicial, se calentaron 100 ml de agua y se verificó su temperatura por medio de un termómetro de mercurio, inmediatamente después se introdujo el agua en el calorímetro, se tapó y se registró la temperatura de equilibrio.

Temperatura del suelo

Con el objetivo de estudiar el efecto de las diferentes coberturas vegetales muertas sobre la temperatura del suelo de las UE, se instalaron termistores de coeficiente de temperatura negativo (NTC) de 10 000 Ω a diferentes profundidades del suelo (0, 10 y 30 cm), los mismo que funcionaron como sensores de temperatura. Los termistores fueron ubicados en cinco camas aleatorias, englobando los cinco tratamientos de estudio. La lectura de las resistencias se tomó durante 12 días después del trasplante por medio de multímetros. Para la transformación de las resistencias a temperaturas se optó por la utilización de la ecuación de Steinhart & Hart (1968), debido a que proporciona el mejor ajuste acorde al comportamiento de las resistencias (ecuación 2).

$$T' = A + B \log R + C (\log R)^3 \quad (2)$$

Donde:

T = Temperatura (kelvin).

A, B y C = Constantes de Steinhart-Hart.

R = El valor de la resistencia medida del termistor.

Flujo neto de calor en el suelo.

Se evaluó el flujo neto de calor en el suelo a través de diferentes profundidades (0, 10 y 30 cm) mediante la ecuación definida por Puig (1950) fundamentado por la ley de Fourier (ecuación 3).

$$Q = -K (\Delta T/\Delta X) \quad (3)$$

Donde:

Q = Flujo de calor.

K= Conductividad térmica del material.

$\Delta T/\Delta X$ = Gradiente de temperatura.

Variables morfológicas

A los 10, 25, 40 ddt fueron evaluados los indicadores morfológicos como: altura de planta (cm) desde la base del tallo hasta la yema terminal apical, diámetro del tallo (mm) medido a 1 cm desde la superficie del suelo y número de hojas. Se determinó el área foliar (AF) mediante la extracción de 3 hojas de las diferentes plantas evaluadas por cada tratamiento, posterior se ubicaron estas hojas sobre hojas de papel milimetrado y se fotografió con el fin de calcular el AF por medio del software Image J. Finalmente, para el índice de área foliar (IAF) se utilizó la fórmula propuesta por Reis et al. (2013). (ecuación 4).

$$IAF = (AF \times NP) / AT \quad (4)$$

Donde:

AF= Área foliar media de las plantas.

NP = Numero de plantas por m^2 .

AT = Área total considerada de ($1 m^2$).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un ANOVA de un factor inter-grupos para comprobar la presencia de diferencias significativas entre los tratamientos del factor de estudio y posterior se realizó la prueba de Duncan $\alpha p < 0,05$ para encontrar el mejor tratamiento. Por último, se empleó los gráficos de barras para la representación de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas de suelo

Los resultados obtenidos de las propiedades físicas del suelo en las diferentes profundidades del suelo se muestran en la Tabla 1. Dichos parámetros se utilizaron para los cálculos de flujo neto de calor

Tabla 1. Propiedades físicas de suelo en las profundidades de 0; 10; 20 y 30 cm. Donde Da es densidad aparente; G_w es humedad gravimétrica; C_{ss} es calor específico de suelo seco; V_w es humedad volumétrica y PMP es punto de marchitez permanente

Profundidad (cm)	Da ($g\ cm^{-3}$)	G_w (%)	C_{ss} ($cal\ g^{-1}\ ^\circ C^{-1}$)	V_w (%)	PMP (%)
0	1,28	25,69	0,04	32,88	19,33
10	1,32	24,52	0,11	32,36	19,14
20	1,34	25,98	0,17	34,81	19,68
30	1,38	22,73	0,15	31,37	19,32

Análisis exploratorio de la temperatura de suelo

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de las geotemperaturas en las 3 profundidades de muestreo. A los 0 cm todos los tratamientos mantuvieron un comportamiento similar donde la mayor parte de los valores de geotemperatura se encontraron entre los 25 a 30°C, a excepción del T2 que registro geotemperaturas menores a 25°C. A los 10 cm los tratamientos T0, T3 y T4 conservaron un comportamiento homogéneo los cuales registraron

geotemperaturas entre los 25 a 30°C, salvo los tratamientos T1 y T2 los cuales registraron temperaturas menores a 25 °C.

Finalmente, a los 30 cm los tratamientos T1, T3 y T4 mantuvieron un comportamiento similar donde la mayor parte de los valores de geotemperatura se encontraron entre los 20 a 25°C, a excepción del tratamiento T0 que registró valores superiores a 25°C. mientras que, T2 registró valores inferiores a 20°C. El comportamiento de las

geotemperaturas para el T2 en las tres profundidades coincide con los resultados reportados por Mendonça et al., (2021), donde mencionan que la cobertura de tamo de arroz disminuye la geotemperatura, debido a su albedo más alto y una conductividad térmica más baja que el suelo sin cobertura (suelo desnudo), lo que reduce la cantidad de radiación que llega a la superficie del suelo, lo que resulta en menos energía superficial disponible para calentar el suelo.

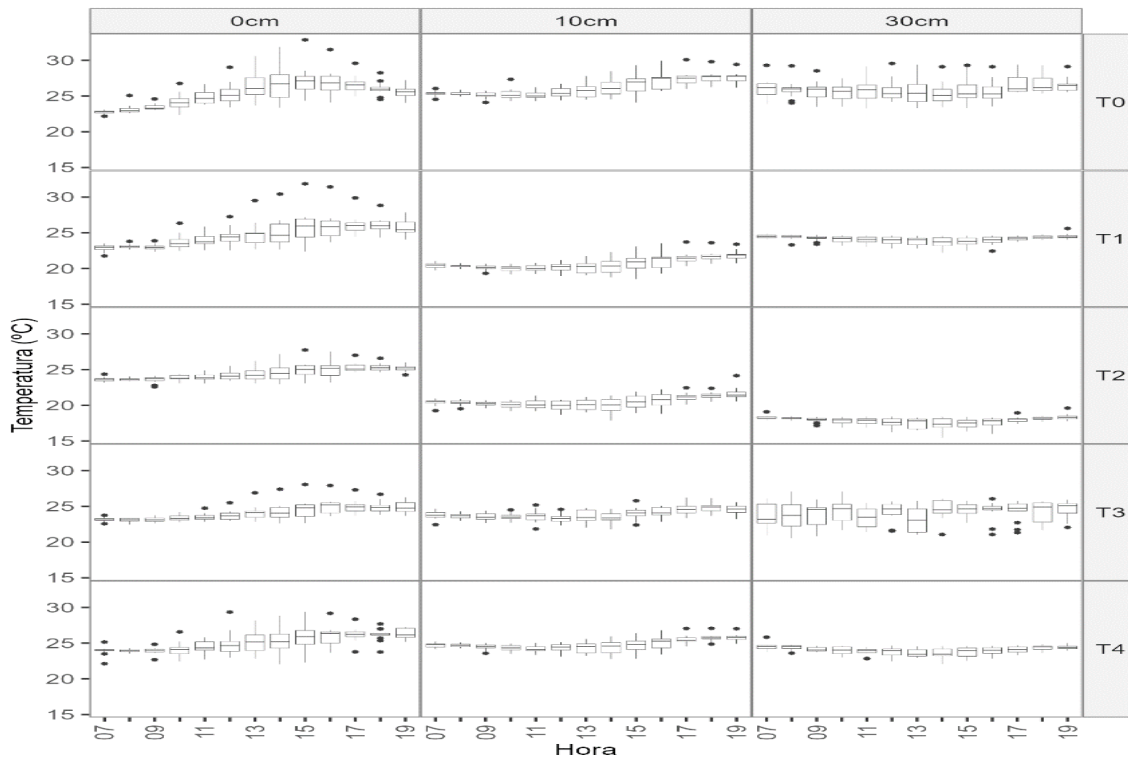


Figura 1. Comportamiento de geotemperatura en los tratamientos de suelo sin cobertura (T0); coronta (T1); tamo de arroz (T2); fibra de coco (T3) y aserrín (T4) a través de los 0; 10 y 30 cm de profundidad, durante 12 días desde las 8:00 hasta las 19:00 horas

Evaluación estadística de la temperatura de suelo

Los tratamientos a 0cm, que mostraron un promedio de geotemperatura alta a las 8:00 fue T4 y T2 con 23,94 °C y 23,66 °C, respectivamente, siendo semejantes estadísticamente. En contraparte el T3 presentó la temperatura más baja con 23,07 °C. Referente al comportamiento de la geotemperatura a las 12:00 y 16:00, el tratamiento que mostró un promedio de geotemperaturas altas fue el T0 con 25,30 °C y 27,08 °C respectivamente. Por otro lado, T3 en este mismo horario presentó promedios de geotemperaturas más bajas con 23,73 °C y 25,01 °C (Figura 2a).

En la profundidad de 10cm, el T0 registró valores elevados de geotemperaturas en las lecturas registradas a las 8:00; 12:00 y 16:00 con 25,32 °C; 25,45 °C y 27,16 °C, respectivamente. Por otro lado, T1 fue la que presentó valores inferiores de geotemperatura registrada a las 8:00

con 23,73 °C, mientras que la cobertura de T2 obtuvo valores bajos de temperaturas en las lecturas registradas a las 12:00 y 16:00 con 19,93 °C y 20,70 °C, respectivamente (Figura 2b).

El tratamiento control registró valores elevados de geotemperaturas en las lecturas registradas a las 8:00; 12:00 y 16:00 con 25,96 °C; 25,58 °C y 25,22 °C respectivamente para la profundidad de 30 cm. Por otra parte, El T2 obtuvo valores inferiores de temperaturas en las lecturas registradas con 17,54 °C; 17,60 °C y 18,19 °C respectivamente (Figura 2c).

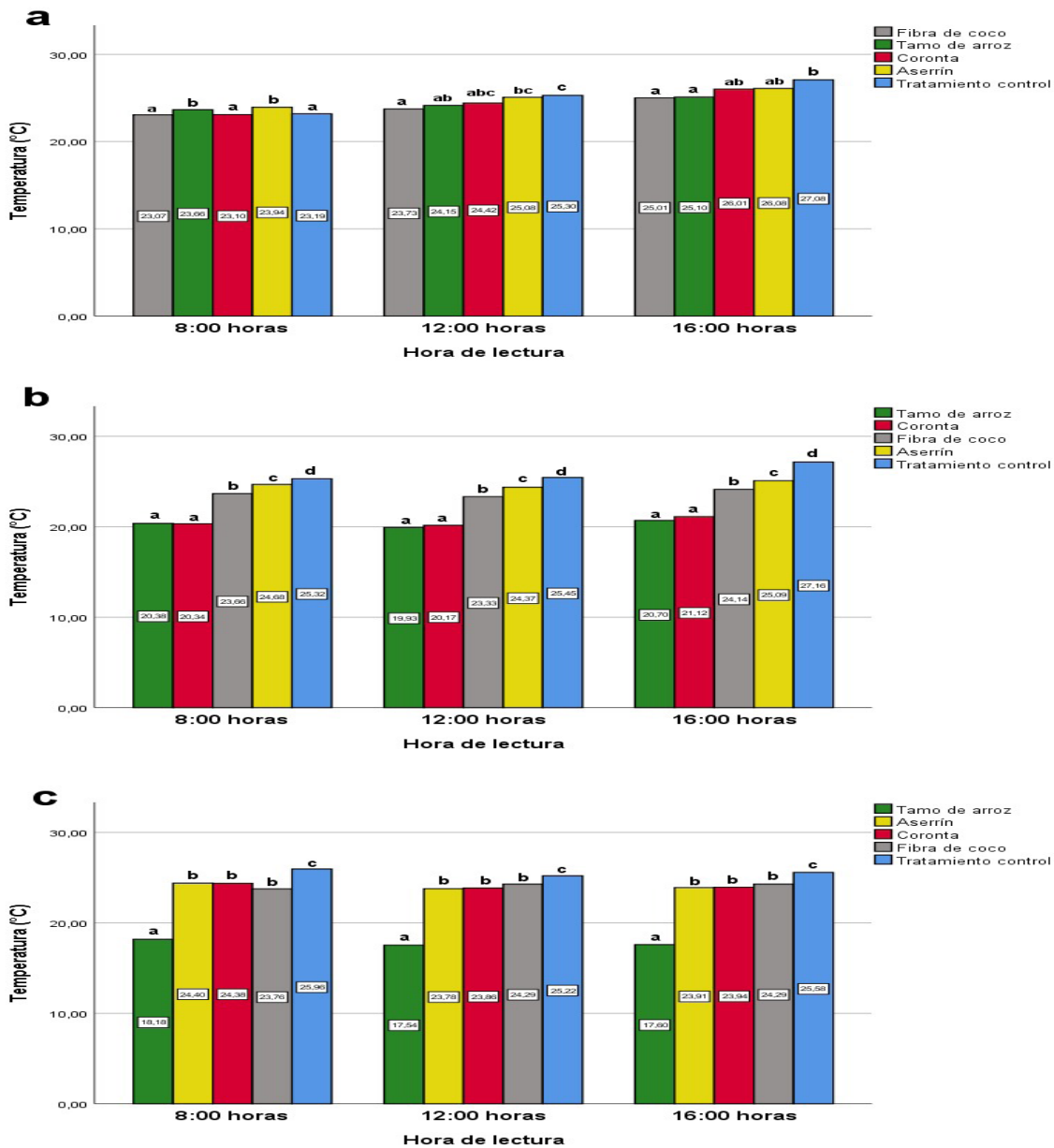


Figura 2. Valores promedio de la geotemperatura para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0, color azul); coronta (T1, color rojo); tamo de arroz (T2, color verde); fibra de coco (T3, color plomo) y aserrín (T4, color amarillo), en las diferentes profundidades de suelo: a) 0 cm, b) 10 cm y c) 30 cm, registradas para las 8:00; 12:00 y 16:00

Flujo de calor neto del suelo

En cuanto a flujo de calor, se puede observar que todos los tratamientos mostraron un comportamiento de tipo homogéneo en el primer horizonte de suelo (0 cm), donde se obtuvo una ganancia máxima de energía que no supera las $100 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ en horas de la tarde. Sin embargo, el T0 presentó variaciones en ciertas horas de los registros por la exposición directa de la radiación. El tratamiento T0 manifestó una ganancia máxima de energía, superior a los demás tratamientos, logrando alcanzar

hasta $150 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ en las profundidades de 20 y 30 cm (Figura 2a). Los tratamientos T0 y T3 se diferenciaron de los demás tratamientos generando ganancias de energía máxima superiores a $100 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ (Figura 2b). El tratamiento T3 obtuvo una ganancia máxima de energía superior a $100 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ diferenciándose de cada uno de los tratamientos en el segundo y tercer horizonte (Figura 2c). Finalmente, El tratamiento T2 presentó una ganancia máxima de energía superior a $100 \text{ kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ distinguiéndose de cada uno de los tratamientos (Figura 2d).

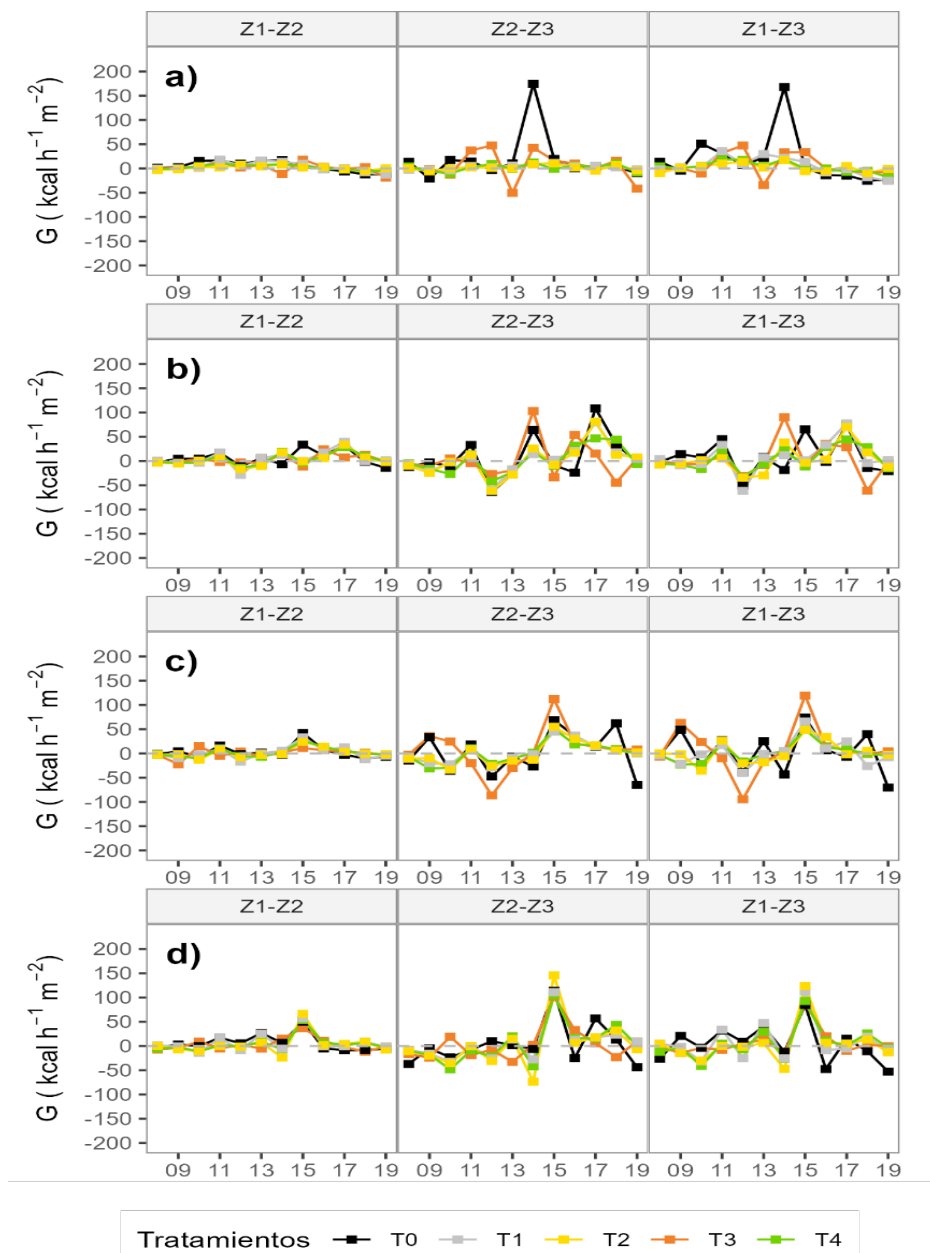


Figura 2. Comportamiento del flujo de calor determinados para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0, color negro); corona (T1, color gris); tamo de arroz (T2, color amarillo); fibra de coco (T3, color naranja) y aserrín (T4, color verde), en las diferentes profundidades de suelo expresada en capas de 0-10 cm (Z1-Z2); 10-30 cm (Z2-Z3); 0-30 cm (Z1-Z3). Durante los días a) 29/07/2022; b) 01/08/2022; c) 02/08/2022; d) 04/08/2022, desde las 8:00 hasta las 19:00 horas

Altura de planta

Los valores promedio de altura de planta de pimiento registrado a los 10 ddt no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la variable entre los diferentes tratamientos. Los valores promedio de altura de plantas de pimiento a los 25 ddt se observan en la Figura 3. Los

tratamientos T0 y T2 mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de tratamientos y presentaron las plantas de mayor altura con 17,87 cm y 17,67 cm respectivamente, siendo idénticos estadísticamente. T4 registró plantas de menor altura con 16,50 cm.

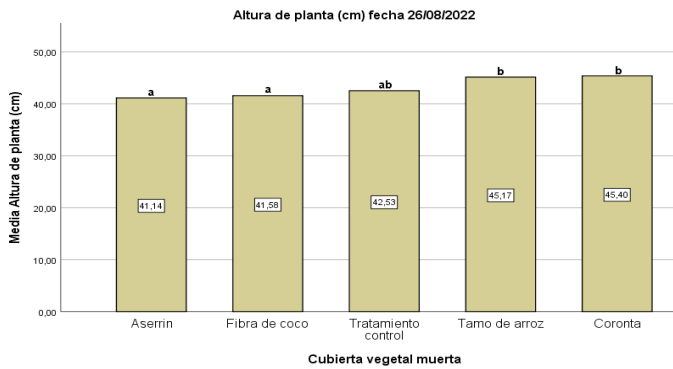


Figura 3. Valores promedios de altura de planta a los 25 ddt (12/08/2022) para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0); coronta (T1); tamo de arroz (T2); fibra de coco (T3) y aserrín (T4)

En la Figura 4 se muestran los valores promedios de altura de planta de pimiento a los 40 ddt. Los tratamientos T1 y T2 mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) con el resto de tratamientos y exhibieron las plantas de mayor altura promedio con 45,40 cm y 45,17 cm respectivamente siendo idénticos estadísticamente. Resultados similares reportaron Mohamed et al. (2018), sobre el efecto positivo de la cobertura de tamo de arroz frente a coberturas tales como paja de trigo y del bagazo de caña de azúcar en época de verano donde se caracteriza por poseer elevadas temperaturas. Contrario a esto, Los tratamientos T3 y T4 presentaron las plantas de menor altura promedio con 41,58 cm y 41,14 cm respectivamente.

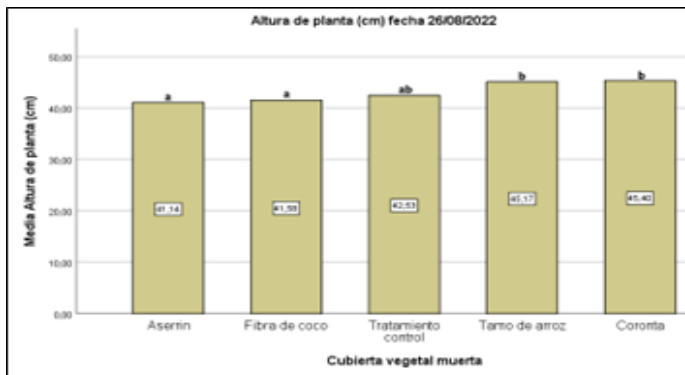


Figura 4. Valores promedios de altura de planta a los 40 ddt (26/08/2022) para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0); coronta (T1); tamo de arroz (T2); fibra de coco (T3) y aserrín (T4)

Diámetro de tallo

Los valores promedios de diámetro de tallo del pimiento

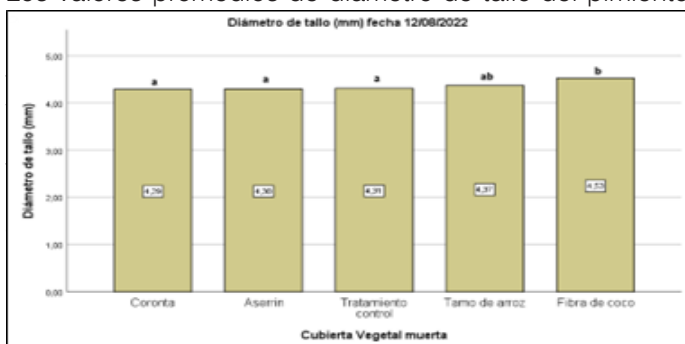


Figura 5. Valores promedios de diámetro de tallo expresado en mm a los 25 ddt (12/08/2022) para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0); coronta (T1); tamo de arroz (T2); fibra de coco (T3) y aserrín (T4)

Los tratamientos T1 y T2 presentaron las plantas de mayor diámetro de tallo promedio con 9,77 mm y 9,63 mm respectivamente siendo idénticos estadísticamente. Bhutia L et al. (2018) manifiesta que la utilización de tamo de arroz como cobertura, permite reducir el estrés causado por cambios de temperatura, lo que conlleva a un incremento en el tamaño del diámetro de tallo en pimiento. Los tratamientos T0; T4 y T3 presentaron las plantas de menor diámetro de tallo con 8,99 mm; 9,74 mm y 8,62 mm respectivamente siendo semejantes estadísticamente (Figura 6).

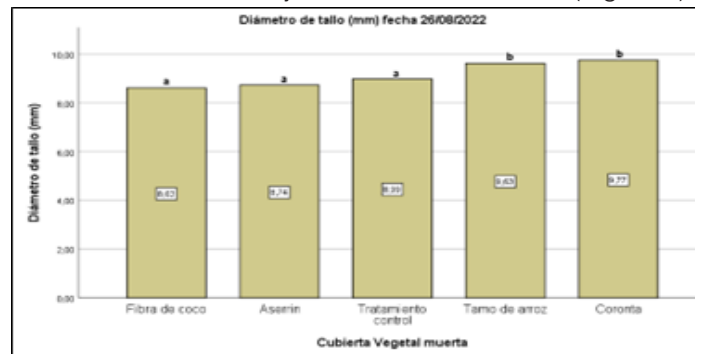


Figura 6. Valores promedios de diámetro de tallo expresado en mm de planta a los 40 ddt (26/08/2022) para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0); coronta (T1); tamo de arroz (T2); fibra de coco (T3) y aserrín (T4)

Numero de hojas

En la Figura 7 se muestran los valores promedios del número de hojas de pimiento a los 10 ddt. T1 presentó las plantas con mayor número de hojas promedio con 7,20 hojas. T3 y T2 presentaron las plantas con menor número de hojas promedio con 6,53 y 6,40 hojas respectivamente siendo semejantes estadísticamente.

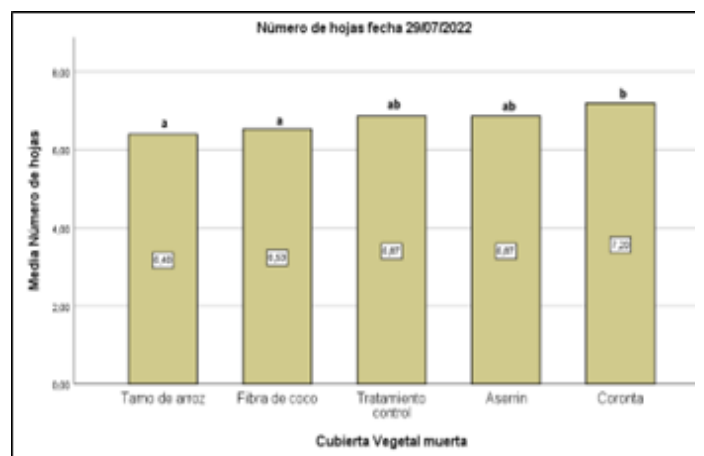


Figura 7. Valores promedios de número de hojas de tallo a los 10 ddt (29/07/2022) para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0); coronta (T1); tamo de arroz (T2); fibra de coco (T3) y aserrín (T4)

En la Figura 8 se muestran los valores promedios del número de hojas de pimienta a los 25 ddt. Los tratamientos T3; T0; T4 y T2 exhibieron las plantas con mayor número de hojas promedio con 11,40; 11,40; 10,93 y 10,60 hojas respectivamente siendo semejantes estadísticamente. Mientras que T1 presentó las plantas con menor número de hojas promedio con 9,80 hojas.

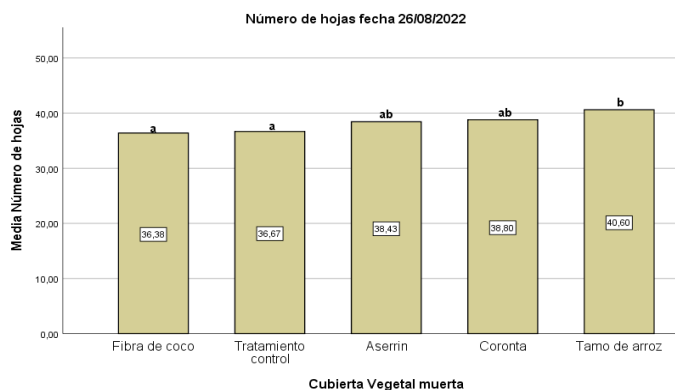


Figura 8. Valores promedios de número de hojas de planta a los 25 ddt (12/08/2022) para los tratamientos de suelo sin cobertura (T0); coronta (T1); tamo de arroz (T2); fibra de coco (T3) y aserrín (T4)

En la Figura 9 se muestran los valores promedios del número de hojas de pimienta a los 40 ddt. El T2 presentó las plantas con promedio más alto con 40,6 hojas. T3 presentó las plantas con el promedio más bajo con 36,38 hojas. Mohamed et al. (2018) reportó que el mulch de tamo de arroz posee un efecto significativo en la producción de número de hojas con respecto a las coberturas vegetales de paja de trigo y bagazo de caña de azúcar.

Respecto a la variable de índice de área foliar, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable entre los diferentes tratamientos de estudio.

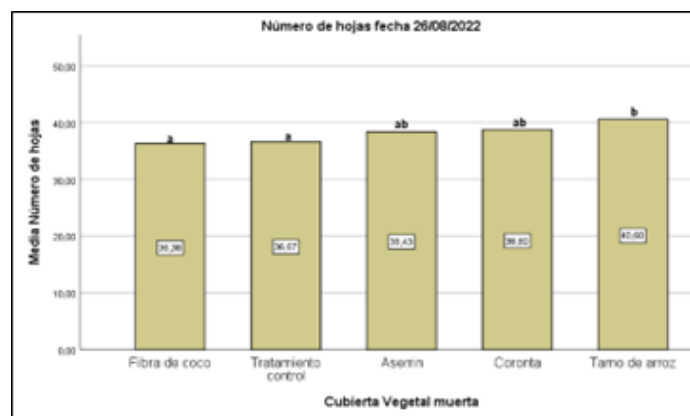


Figura 9. Valores promedios de número de hojas de planta a los 40 ddt

CONCLUSIONES

Basado en el estudio, se observó que la aplicación de coberturas vegetales muertas es capaz de alterar el microclima. El mulch de tamo de arroz ha presentado una tendencia a reducir la geotemperatura en cada una de las profundidades evaluadas. En relación al flujo neto de

calor, las coberturas vegetales lograron alterar la geotemperatura principalmente por el cambio del coeficiente de reflexión (albedo) produciendo una modificación del balance de la radiación neta sobre la superficie, con ganancias de energía máxima superior a las 100 kcal h⁻¹ m⁻² en los tratamientos T0; T2 y T3. La morfología se ha visto influenciada en cada una de las coberturas vegetales, denotando que el mejor resultado relacionado a altura de planta, lo obtuvo el tratamiento con cobertura de coronta y la cubierta de tamo de arroz. En lo que respecta a la variable diámetro de tallo el tratamiento con cobertura de coronta y la cubierta de tamo de arroz presentó los mejores resultados. Por otro lado, en la variable número de hojas por planta se pudo observar que la cubierta de tamo de arroz tuvo las plantas con mayor número de hojas. Por último, la variable índice de área foliar no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bhutia L, K., VK, K., Meetei NG, T., & Bhutia D, N. (2018). Effects Of Climate Change On Growth And Development Of Chilli. *Agrotechnology*, 07(02), 2–5. <https://doi.org/10.4172/2168-9881.1000180>
- FAO. (2020). Fao. FAOSTAT - *Producción Agrícola* [Online]. <https://www.fao.org/faostat/es/#country/58>
- GAD Machala. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Machala.
- Infante, F. (2016). La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en león *Guanajuato México*. 16, 393–406.
- IPCC. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
- Keesstra, S. D., Rodrigo-Comino, J., Novara, A., Giménez-Morera, A., Pulido, M., Di Prima, S., & Cerdà, A. (2019). Straw mulch as a sustainable solution to decrease runoff and erosion in glyphosate-treated clementine plantations in Eastern Spain. An assessment using rainfall simulation experiments. *Catena*, 174, 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.11.007>
- Lense, G. H. E., Parreiras, T. C., Moreira, R. S., Avanzi, J. C., & Mincato, R. L. (2021). Effect of spatial-temporal variation of land use and land cover on soil erosion. *Revista Caatinga*, 34(1), 90–98. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021V34N110RC>
- Li, Q., Zhu, Y., Shanguan, W., Wang, X., Li, L., & Yu, F. (September 2021). An attention-aware LSTM model for soil moisture and soil temperature prediction. *Geoderma*, 409, 115651. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115651>

- Li, R., Li, Q., & Pan, L. (2021). Review of organic mulching effects on soil and water loss. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(1), 136–151. <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1718111>
- Lowery, B., Hickey, W. J., & Lai, R. (1996). Soil Water Parameters and Soil Quality. *Methods for Assessing Soil Quality*, 143–155.
- Mendonça, S. R., Ávila, M. C. R., Vital, R. G., Evangelista, Z. R., Pontes, N. de C., & Nascimento, A. dos R. (2021). The effect of different mulching on tomato development and yield. *Scientia Horticulturae*, 275(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109657>
- Mohamed, E., AboEl-Kasem, S., Mahmoud, M., & ElKasas, A. (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://doi.org/10.21608/sinjas.2018.79035>
- Puig, P. (1950). Curso teórico-práctico de ecuaciones diferenciales aplicado a la Física y Técnica. Biblioteca Matemática.
- Reis, L. S., de Azevedo, C. A. V., Albuquerque, A. W., & Junior, J. F. S. (2013). Leaf area index and productivity of tomatoes under greenhouse conditions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(4), 386–391. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400005>
- Segura-Castruita, M. A. (2014). The Soils of Mexico. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 66(1), 223–224. <https://doi.org/10.18268/BSGM2014v66n1a16>
- Silva, A. (1988). Aspectos metodológicos en la determinación de la capacidad de retener agua de los suelos del Uruguay. *Boletín de Investigación*, 10(20).
- Steinhart, J. S., & Hart, S. R. (1968). Calibration curves for thermistors. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 15(4), 497–503. [https://doi.org/10.1016/0011-7471\(68\)90057-0](https://doi.org/10.1016/0011-7471(68)90057-0)
- Thakur, M., & Kumar, R. (2021). Light conditions and mulch modulates the damask rose (*Rosa damascena* Mill.) yield, quality, and soil environment under mid hill conditions of the western Himalaya. *Industrial Crops and Products*, 163(6), 113317. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113317>
- Vázquez, A. P., Trinidad, D. A. L., & Merino, F. C. G. (2018). Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(1), 175–189.
- Wang, J., Zhang, Y., Gong, S., Xu, D., Snyder, R., Chen, Y., Zhao, Y., & Yan, Q. (2018). Effects of straw mulching on microclimate characteristics and evapotranspiration of drip-irrigated winter wheat in North China Plain. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(2), 122–131. <https://doi.org/10.25165/ijabe.20181102.3192>