

06

Recibido: enero, 2023 Aprobado: febrero, 2023 Publicado: abril, 2023

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS* L.) BAJO CONDICIONES DE MULCH PLÁSTICO, ECUADOR

YIELD OF THE CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS* L.) CROP UNDER
PLASTIC MULCH CONDITIONS, ECUADOR

Julissa Brigitte Erreyes-Jara^{1,2}

E-mail: jerreyes3@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5242-4399>

Jonathan Montoya-Alejandro^{1,2}

E-mail: jmontoya2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9803-3369>

Ángel Eduardo Luna-Romero¹

E-mail: aeluna@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4311-9445>

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala.El Oro, Ecuador.

²Semillero de Investigación en Fitotecnia (SINFIT)

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Brigitte Erreyes-Jara, J., Montoya-Alejandro, J., Luna-Romero, A. (2023). Rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de mulch plástico, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 44-51. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

El mulch es una práctica muy antigua que se ha utilizado para mejorar la calidad del suelo y los cultivos. Los diferentes colores de mulch ofrecen ventajas en el desarrollo de cultivos y aumento del rendimiento de las plantas a diferencia que las cultivadas sin mulch. Por lo antes mencionado el objetivo de la presente investigación fue, evaluar el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de mulch plástico en Ecuador. Se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos: testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3) y verde (T4) con tres repeticiones, se usó la prueba estadística Duncan con nivel de significancia ($p < 0,05$). El uso de mulch de color en el suelo demostró aumentar la temperatura en las primeras capas (0 y 10 cm) y mejorar el desarrollo vegetativo y productivo del cultivo en comparación con el tratamiento testigo, con mejores resultados en parámetros como diámetro de tallo (13,80 mm), peso (363,81 g), diámetro (56,29 mm), longitud (23,99 cm), número de fruto (8,27) y biomasa vegetal (149, 61 g). En contexto del rendimiento el mulch negro fue el que mostró mejores resultados con un rendimiento de 60,07 (t ha⁻¹).

Palabra clave:

Mulch, microclima, rendimiento, temperatura, suelo.

ABSTRACT

Mulching is a very old practice that has been used to improve soil and crop quality. The different colors of mulch offer advantages in crop development and increase plant yields in contrast to those grown without mulch. Therefore, the objective of this research was to evaluate the yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under plastic mulch conditions in Ecuador. A completely randomized design was used, with five treatments: control (T0), red (T1), blue (T2), black (T3) and green (T4) with three replications, using the Duncan statistical test with significance level ($p < 0.05$). The use of colored mulch in the soil was shown to increase the temperature in the first layers (0 and 10 cm) and to improve the vegetative and productive development of the crop compared to the control treatment, with better results in parameters such as stem diameter (13.80 mm), weight (363.81 g), diameter (56.29 mm), length (23.99 cm), number of fruit (8.27) and plant biomass (149.61 g). In the context of yield, the black mulch showed the best results with a yield of 60.07 (t ha⁻¹).

Keywords:

Mulch, microclimate, yield, temperature, soil.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de mulch es una práctica muy antigua que ha contribuido en gran medida a mejorar la situación de escasez de alimentos en el mundo, se ha utilizado para mejorar la calidad del suelo y los cultivos, esto se logra colocando una capa superficial de materia seca o plástico que contribuye a regular la temperatura y las propiedades físicas del suelo (Amare & Desta, 2021; You et al., 2021).

El control de malezas, la conservación de la humedad del suelo y la modificación de la temperatura son los principales objetivos del mulch (Karki et al., 2020), siendo el mulch plástico una cubierta del suelo que impide la evaporación del agua, bloquea la radiación directa al suelo y reduce la temperatura durante el día, además impide la erosión y previene el desarrollo de malezas (Sharmila & Singh, 2020).

Los diferentes colores de mulch ofrecen ventajas para el desarrollo de cultivos de hortalizas, inclusive un suelo cubierto tiene una retención nutricional más fuerte, obteniendo mayores rendimientos finales, que las plantas cultivadas sin mulch (Amare & Desta, 2021; Oliveira et al., 2021)

La temperatura del suelo y el microclima son afectados por el uso de mulch plástico, depende de sus propiedades tales como la reflexión, transmisión y absorción de la luz. El color y la composición del mulch plástico tienen un impacto significativo en el perfil de la temperatura del suelo, con influencia sobre el microclima alrededor de las plantas (Torres et al., 2016 ;Mendonça et al., 2021). Se debe enfatizar que las plantas responden a distintos colores de mulch y al ambiente bajo condiciones controladas (Amare & Desta, 2021).

En los últimos años se ha demostrado que elegir el color correcto de mulch plástico es esencial para la producción de hortalizas. Según informes de investigación, los mulch plásticos de diferentes colores afectan la producción de cultivos de diferentes maneras (Amare & Desta, 2021). No obstante, se desconoce qué color tendría el mejor efecto en el microclima alrededor de la planta, los efectos en la producción de pepinos en varias condiciones climáticas específicas y diferentes tipos suelos (Mutetwa & Mtaita, 2014).

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es un importante cultivo de hortalizas del mundo, de la familia de las Cucurbitáceas (Hallidri, 2001), es un alimento con muchos beneficios para la salud, ya que es rico en nutrientes, proteínas, vitaminas y potasio. Esta planta se cultiva en climas tropicales y subtropicales y puede sembrarse tanto en campo abierto como bajo cubierta, se ha convertido en una de las más importantes hortalizas en la dieta humana por sus grandes propiedades nutricionales (Alekseeva et al., 2019).

La presente investigación resalta el uso del mulch plástico, que se ha convertido en una práctica cultural importante en todo el mundo para los productores de cultivos de hortalizas (Hallidri, 2001; Alekseeva et al., 2019). Ante

la poca disponibilidad de investigaciones acerca del uso del mulch plástico en la producción de pepino, se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de mulch plástico en Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se desarrolló durante el periodo de septiembre a noviembre de 2022, en la granja experimental Santa Inés de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la parroquia El Cambio, provincia de El Oro, Ecuador (Figura 1). Las coordenadas geográficas del sitio de estudio son de 3° 17' 18.79" S, 79° 54' 43.81" O y una altitud de 6 msnm. La temperatura media anual de la zona es de 24 a 26°C. La precipitación media anual es de alrededor de 1250 mm con un periodo lluvioso de diciembre a mayo (Luna-Romero et al., 2018).

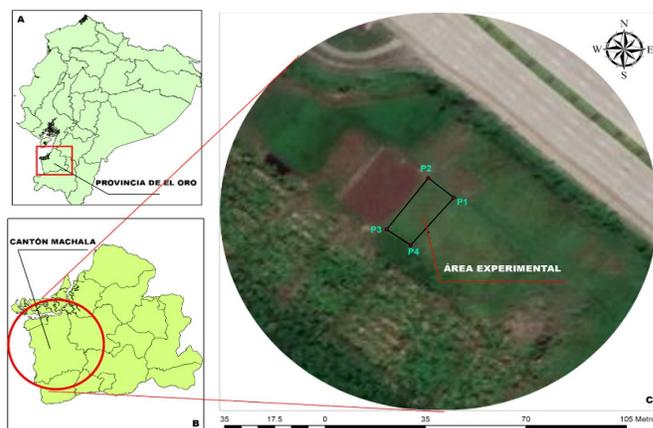


Figura 1. Mapa de ubicación, A) Mapa geográfico del Ecuador B) Provincia de El Oro y C) área de estudio

Diseño del estudio

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), el factor de estudio fue el mulch plástico, con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los mulch plástico evaluados fueron: mulch testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3) y verde (T4). La unidad experimental (UE) constó con camas de 5m² (5 m x 1 m) con un espaciado a 1 m. Por cada UE se seleccionó 10 unidades muestrales (UM) evitando efecto de borde, que se mantuvieron identificadas para continuar con las mediciones posteriores, dando un total de 150 plantas de UM en toda la parcela de estudio.

Medición de variables físicas del suelo y morfológicas en el cultivo

Para determinar las variables del suelo se realizó una calicata donde se recolectó muestras a tres profundidades (0, 10 y 30 cm). Esta práctica consistió colocar suelo alrededor y formar un muro de aproximadamente 1 m x 1,10 m, donde se agregó agua para luego cubrir con un plástico,

y así, impedir la pérdida de agua por evaporación. Para extraer las muestras se utilizó cilindros volumétricos, los parámetros físicos que se determinó fueron densidad aparente (D_a), la humedad gravimétrica (G_w) y humedad volumétrica (V_w) mediante la función de las ecuaciones propuestas por Lowery et al., (1996). Sin embargo, para la determinación de punto de marchitez permanente (PMP) se estimó mediante la ecuación planteada por Silva et al. (1988), descrita en la siguiente ecuación (1).

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

Calor específico del suelo

Con las mismas muestras de suelo se pudo determinar el calor específico, para esto se utilizó calorímetros calibrados, se colocaron 100 g 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, después se introdujo el agua en el calorímetro, se tapó y se registró la temperatura de equilibrio (Unsihuay, 2002).

Calibración de termistores

Los termistores NTC (por sus siglas en inglés) consisten en un material semiconductor hecho principalmente de una mezcla de oxígeno y carbono. Esta mezcla se coloca en una tapa de cerámica y se conecta con dos cables. Los cables permiten que la electricidad fluya a través de un material semiconductor. Cuando la corriente fluye a través de un material semiconductor, se calienta y su resistencia disminuye. Esto significa que el tamaño del material semiconductor afecta la resistencia del termistor. La calibración se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, esta práctica consistió en introducir el termistor al igual que el termómetro de mercurio en un vaso de precipitado con agua, para luego con un multímetro medir la resistencia de los NTC en tres temperaturas (5, 25 y 50 °C), con estos valores se calcularon los coeficientes de Steinhart & Hart (1968) con el uso de Thermistor Calculator V1.1 desarrollada por Stanford Research Systems Inc. con fundamento teórico en la siguiente ecuación

$$T^{-1} = A + B \log + C(\log R)^3 \quad (2)$$

Donde, T^{-1} es la temperatura inversa expresada en Kelvin, R es el valor de la resistencia medida del termistor expresada en ohmios (Ω). A , B y C son las constantes que se ajustaron de Steinhart-Hart. Finalmente se obtuvieron las ecuaciones para cada termistor para transformar los valores de resistencia a temperatura.

Manejo del experimento

Preparación del terreno

Consistió en la roturación del suelo con maquinaria agrícola (motocultor), continuando con la construcción manual de las UE, seguido se aplicó de forma edáfica

hongos benéficos del género *Trichoderma* sp. Así mismo, se procedió a colocar el mulch plástico en las UE para luego ser perforados a un diámetro 13 cm a cada 30 cm de distancia para el trasplante de las plántulas.

Trasplante

Las semillas de pepino de la variedad "Marketmore 76", se sembraron primero en bandejas de germinación y luego se trasplantaron de forma manual a los 15 días después de la emergencia. Se utilizaron postes de caña como tutorado a una altura de 2,5 m en cada esquina de las UE, además, se instaló alambre galvanizado de 2,15 mm de diámetro, a una altura de 2 m. Estos alambres se colocaron para que al momento de su crecimiento esta mantenga una mejor aireación, de posición vertical, con la finalidad que los frutos no tengan contacto con el suelo y minimizar la incidencia de enfermedades. Manualmente se colocó la cinta de riego por hilera con emisores espaciados a 45 cm y un gasto por emisor de 0-40 L h⁻¹.

Control de plagas y enfermedades

Para el control preventivo de insectos, se utilizó trampas de dos colores amarillo y azul; el primero para evitar mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pulgones (*Myzus persicae*), minadores (*Liriomyza trifolii*) y dípteros; y el segundo para trips (*Frankliniella occidentalis*). Dos días después del trasplante se aplicó un insecticida orgánico de forma foliar a base de ají (*Capsicum frutescens*), clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y ajo (*Allium sativum*) diluido en un 1 L de agua, la frecuencia de aplicación fue de tres veces por semana. El control de malas hierbas en los surcos se ejecutó semanalmente de forma manual.

Temperatura del suelo

Se instalaron los termistores NTC (Figura 2), calibrados a una profundidad de 0, 10 y 30 cm. Estos termistores se colocaron en cada tratamiento al azar. A partir del 18 de septiembre de 2022, se registraron datos con la ayuda de un multímetro, que monitorean la temperatura del suelo en contacto con cada termistor, obteniendo datos con intervalo de una hora. Las lecturas se tomaron diarias desde las 06:00 hasta las 19:00 horas.

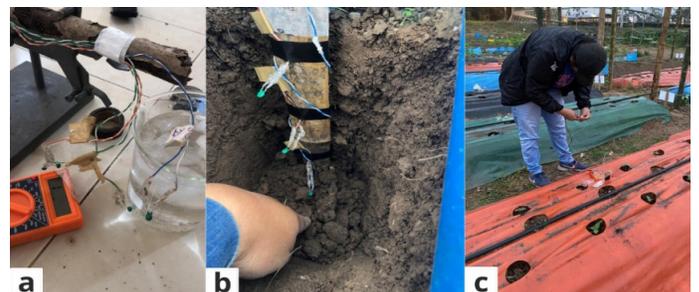


Figura 2. a) Calibración de termistores en laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, b) Instalación en campo a una profundidad de (0, 10 y 30 cm) y c) Toma de datos con los termistores

Variables morfológicas

Las medidas descritas a continuación se tomaron en las UM de cada tratamiento. La altura de las plantas se midió con un flexómetro, considerando la distancia entre la superficie del suelo y el meristema apical del tallo principal. El diámetro del tallo se midió a 1 cm de la superficie del mulch con un calibrador digital. La longitud de fruto se midió con una cinta métrica desde la base hasta el ápice del fruto, el diámetro del fruto se midió con un calibrador digital y por último el peso del fruto se obtuvo mediante una balanza digital gramera.

El contenido de clorofila se midió en campo seleccionando la tercera hoja desde arriba a los 15, 30 y 65 días después del trasplante (ddt) en todos los tratamientos con ayuda del medidor SPAD-502 PLUS. La biomasa vegetal total se determinaron los pesos húmedos y secos de la planta entera, mientras que se excluyó el fruto. Las muestras se tomaron al finalizar la cosecha. Para la determinación del peso seco, las muestras se secaron a 70 °C durante 48 h en una estufa de secado.

Rendimiento, número total de frutos

El rendimiento se determinó por el peso de frutos recolectados de cada parcela experimental, luego el peso total se transformó a toneladas por hectáreas. El número total de frutos se procedió a contabilizar los frutos por planta, para luego ser promediado.

Análisis estadístico

Todos los datos se sometieron a un ANOVA de un factor inter-grupos utilizando el software IBM SPSS 25 con el fin de determinar las diferencias estadísticas entre las medias, con un nivel de significancia del 5% ($p < 0,05$) con comparaciones post hoc mediante las pruebas de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas de suelo

En la Tabla 1 se detallan los valores de las propiedades físicas del suelo para las tres profundidades muestreadas, que fueron analizadas en laboratorio de suelos, donde los

valores promedios del perfil fueron: D_a de 1,30 g cm⁻³, G_w de 32,79%, PMP de 19,26 % y C_{ss} de 0,16 cal g⁻¹ °C⁻¹.

Tabla 1. Resultados de propiedades físicas de suelo para tres profundidades (Prf), densidad aparente (D_a), humedad gravimétrica (G_w), el calor específico del suelo seco (C_{ss}) y punto de marchitez permanente (PMP)

Prf (cm)	D_a (g cm ⁻³)	G_w (%)	C_{ss} (cal g ⁻¹ °C ⁻¹)	PMP (%)
0	1,28	32,88	0,11	19,33
10	1,30	32,62	0,15	19,14
30	1,33	32,86	0,21	19,32

Temperatura del suelo

Con la información de geotemperaturas se realizó el análisis estadístico para las 8:00; 12:00 y 16:00 horas (Batallas et al., 2022). Los tratamientos muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) (Tabla 2). En los 0 cm de profundidad, la mayor temperatura promedio se registró en mulch de color azul (T2) con 29,02 °C en horario de 8:00 horas, mientras que el color negro (T3) para las 12:00 y 16:00 horas registró el mejor promedio, 28,94 °C y, 30,58 °C, respectivamente. En profundidad de 10 cm, el T2 registró las mejores temperaturas para 8:00 y 12:00 horas, 23,27 °C y, 26,22 °C, respectivamente; mientras el T3 con 30,57 °C fue el mejor tratamiento para las 16:00 horas.

Por último, en profundidad de 30 cm, los valores registraron un comportamiento diferente al patrón establecido en los primeros niveles de profundidad, donde el sin mulch testigo (T0), y el mulch color verde (T4) contiene las temperaturas más altas. De igual manera en el trabajo de investigación de Rangarajan & Ingall, (2001), encontraron temperaturas más altas en el mulch plástico de color negro y azul, donde su investigación se basó en el color del plástico y su efecto a la calidad y rendimiento del radicchio (*Cichorium intybus*), así mismo Hallidri, (2001) menciona que la mayor temperatura a una profundidad de 10 y 30 cm destaca en el plástico negro donde compara los diferentes materiales de mulch en el crecimiento, rendimiento y calidad de pepino.

Tabla 2. Resultados de temperatura del suelo (°C) a una profundidad (Prf) de 0, 10 y 30 cm, en los tratamientos (Trt) de mulch testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3) y verde (T4) donde se muestra temperaturas de las 8:00, 12:00 y 16:00 horas; valores máximos (Max), mínimos (Min) y medias (Med)

Prf (cm)	Trt	Temperatura del suelo (°C)								
		8:00			12:00			16:00		
		Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med
0	T0	22,46	17,84	20,46c	32,85	18,51	20,98c	36,82	18,59	22,05d
	T1	26,00	20,85	23,37c	25,29	17,88	22,71c	25,74	21,34	23,45c
	T2	31,29	26,96	29,02 ^a	31,02	25,58	28,56b	31,16	26,18	28,73b
	T3	27,18	22,17	25,11b	37,12	24,02	28,94a	40,44	23,99	30,58a
	T4	23,63	19,68	21,54d	27,93	19,15	21,52a	25,09	19,92	21,90d

10	T0	23,22	16,90	19,62d	28,70	15,40	22,72b	34,50	19,08	22,05d
	T1	24,35	20,13	22,13b	24,63	19,37	22,31b	27,80	20,04	23,45c
	T2	24,55	21,44	23,27a	32,29	22,81	26,22a	36,40	23,39	28,73b
	T3	23,46	19,61	21,39c	23,14	19,49	21,04c	23,41	19,76	30,57a
	T4	26,57	19,01	21,43c	26,57	18,93	22,12b	29,15	19,74	21,89d
30	T0	19,12	15,94	17,43a	19,67	13,91	17,91b	24,55	15,66	19,54a
	T1	10,31	5,89	7,81e	10,57	5,82	7,63e	9,73	5,61	7,80d
	T2	16,52	10,35	13,85c	17,15	8,41	14,04c	19,16	9,66	15,79b
	T3	12,83	9,97	11,18d	12,56	9,79	10,94d	13,04	10,03	11,35c
	T4	20,30	13,49	16,09b	25,82	14,39	18,69a	29,10	15,29	20,13a

Las letras en minúscula representan diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Efecto del mulch sobre los caracteres de crecimiento

Altura de planta

Los resultados de altura después de los 15 ddt entre los tratamientos mostraron que no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las plantas. Sin embargo, la altura tuvo una diferencia significativa a los 30 ddt el T1 alcanzó el valor medio máximo de 99,99 cm frente al T0 con 84,91 cm, en cambio a los 65 ddt entre el T1, alcanzó un valor medio máximo de 292,83 cm a diferencia de los demás tratamientos, donde T0 se encontró con el valor más bajo, promedio de 192,28 cm (Figura 3).

Las lecturas de los 30 y 65 ddt evidencian la influencia del mulch rojo sobre el desarrollo del cultivo en comparación con el suelo desnudo, según You et al., (2021), este color permite una mayor reflexión de la luz efecto que favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Hallidri (2001), en investigación con cultivo de pepino menciona que el mulch plástico (negro, plateado y transparente) también influye de manera significativa en la altura de la planta con respecto al control y mulch orgánico. Asimismo, Karki et al., (2020) manifiestan que el mulch plástico (plateado-negro) presentó mejores resultados en dos de cuatro evaluaciones de altura del pepino; sin embargo, el ensayo también implicó tratamientos de mulch orgánico.

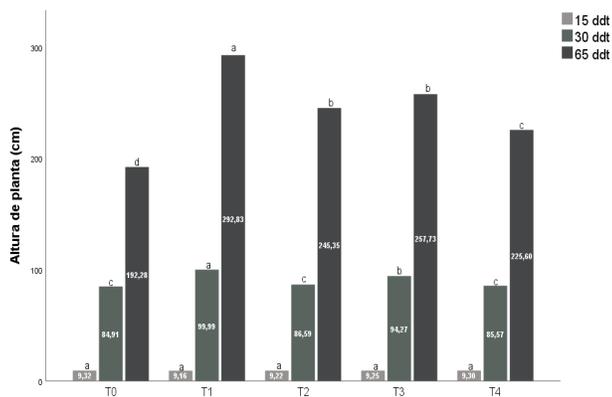


Figura 3. Altura de planta (cm) tomados a los 15, 30 y 65 días de trasplante (ddt); para mulch testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3), verde (T4), las letras demuestran la diferencia significativa por la prueba de Duncan ($p < 0,05$)

Diámetro de tallo

Los resultados obtenidos luego de 15 ddt no mostraron diferencias significativas en el diámetro de tallo. En cambio, a los 30 y 65 ddt mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en T3, 11,38 mm y 13,80 mm, respectivamente. Hallidri, (2001) y Mutetwa & Mtaita, (2014), obtuvieron los diámetros máximos de planta, en el mulch plástico negro, demostrando que tiene efecto en el diámetro de la planta de pepino. Franquera, (2015), considera que el mulch de color transmite, absorbe y refleja diferentes longitudes de onda, estas propiedades se priorizan a través de los fitocromos que regulan la elongación y el diámetro del tallo (Figura 4).

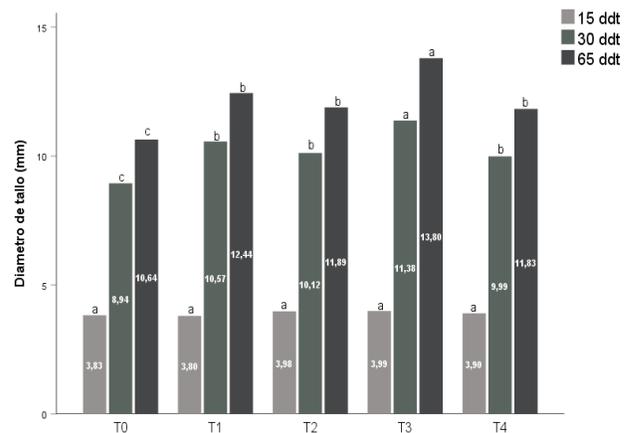


Figura 4. Diámetro del tallo (mm) tomados a los 15, 30 y 65 días después de trasplante (ddt); para mulch testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3), verde (T4), las letras demuestran la diferencia significativa por la prueba de Duncan ($p < 0,05$)

Medición de clorofila

La diferencia en la concentración de clorofila entre los tratamientos fue significativa. A los 30 y 65 ddt el T1 mostró una mayor concentración de clorofila con 60,46 $\mu\text{g mL}^{-1}$ y 74,80 $\mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente, en comparación con todos los tratamientos, incluyendo el T0 (50,65 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Por tanto, el mulch plástico afectó significativamente la concentración de clorofila en las hojas de pepino en comparación con el tratamiento control, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por López-Tolentino et al., (2017)

quienes indican que las mayores concentraciones de clorofila fueron a los 55 días después de la siembra con el mulch de color rojo. Por otro lado Franquera, (2015), en un ensayo con lechuga (*Lactuca sativa* L.) evaluó las concentraciones de clorofila bajo condiciones de mulch plástico, donde el color rojo y amarillo presentaron los mejores resultados. Este efecto del mulch plástico rojo se debe a que absorbe una determinada longitud de onda de luz y la fracción que refleja afecta positivamente las propiedades fisiológicas de la planta (Franquera, 2015).

Tabla 3. Medición de la clorofila ($\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$) a los 15, 30 y 65 días después de trasplante (ddt) en los tratamientos mulch testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3) y verde (T4)

ddt	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
15	44,30a	50,02a	47,50a	49,52a	46,75a
30	45,96b	60,46a	49,16b	51,89b	48,29b
65	50,65c	74,81a	61,34b	62,34b	66,39b

Las letras en minúscula representan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Biomasa Vegetal

El resultado en peso fresco de la biomasa (PFB) y peso seco de la biomasa (PSB) realizado a los 65 ddt, obtuvo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, siendo el T3 el que registró un peso mayor con 1079,07 g en PFB y 149,61 g en PSB, mientras que el T0, presentó los valores más bajos con 181,44 g y 20,37 g respectivamente (Tabla 4). Los datos concuerdan parcialmente con Mutetwa & Mtaita, (2014) quienes muestran en su investigación basada en los diferentes efectos de distintos colores de mulch que el color gris (plata) presenta mayor biomasa. Por otro lado, Torres et al., (2016) en el cultivo de pepino mencionan que los resultados referentes a peso seco de la biomasa fueron mayores para el tratamiento de color rojo.

Tabla 4. Comparación de medias en los tratamientos (Trt) de mulch testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3) y verde (T4) para el peso fresco de la biomasa (PFB) y peso seco de la biomasa (PSB), expresada en gramos (g), a los 65 días después del trasplante (ddt)

Trt	PFB (g)	PSB (g)
T0	181,44 ^c	20,37 ^b
T1	990,73 ^{ab}	104,90 ^{ab}
T2	554,73 ^{bc}	73,47 ^{ab}
T3	1079,07 ^a	149,61 ^a
T4	374,13 ^c	34,70 ^b

Las letras en minúscula representan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Rendimiento

En la Tabla 5 se muestran los valores promedio de peso, longitud y diámetro de la fruta, los cuáles fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$) con respecto al tratamiento control, siendo el T3 el que mayor promedio registró (363,81 g, 23,99 cm y 56,29 mm, respectivamente). Por otro lado, el T0 presentó los valores más bajos (289,60 g, 21,15 cm y 55,01 mm, respectivamente) (Tabla 5). Sin embargo, Fonseca et al., (2003), en su investigación en pepino mostro que no hubo influencia en el peso y diámetro de la fruta pero en longitud fue mayor en el mulch negro. Karki et al., (2020), en su investigación de pepino, mostro que el mulch color plata-negro (doble mulch) y el negro obtuvieron mayor peso (g), diámetro (cm) y longitud de fruto (cm). Asimismo, Mutetwa & Mtaita, (2014), manifiestan que el mulch gris (plata) registraron mejores resultados en las variables antes mencionadas, seguidos cuantitativamente por el color negro; es decir, presentan resultados cuasi-similares a esta investigación con respecto al mulch color negro (T3).

El número de frutos por planta presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en los diferentes tratamientos. El T3 obtuvo el valor promedio máximo con 8,27, con respecto al T0 (5,77), esto concuerda con los resultados obtenidos por Fonseca et al. (2003), en su proyecto de pepino, donde obtuvo mayor número de frutos por planta en el mulch negro, a diferencia de Mutetwa & Mtaita, (2014), obtuvieron una influencia en el número de frutos por planta en el mulch gris (plata) seguido por el mulch negro su investigación se basa en efectos diferentes colores de mulch en la producción de pepino, sin embargo Soleymani et al., (2015), demostró que el número de frutos por planta en el cultivo de pepino fue similar con todos los mulch siendo superior al tratamiento control, su investigación se basó en mulch transparente, negro y sin mulch.

Tabla 5. Valores de rendimiento en el cultivo de pepino en los tratamientos (Trt) de mulch testigo (T0), rojo (T1), azul (T2), negro (T3) y verde (T4); detallando el peso promedio de la fruta en gramos (g), longitud en centímetros (cm), números de frutas por planta (NFP) y el rendimiento con tonelada hectárea (t ha^{-1})

Trt	Peso (g)	Lng (cm)	D (mm)	NFP	Rnd (t ha^{-1})
T0	280,69 ^c	21,15 ^c	51,66 ^c	5,77 ^d	32,44 ^d
T1	352,11 ^{ab}	22,32 ^b	55,22 ^{ab}	7,67 ^b	54,01 ^b
T2	356,94 ^{ab}	22,50 ^b	54,25 ^b	6,77 ^c	48,34 ^c
T3	363,81 ^a	23,99 ^a	56,29 ^a	8,27 ^a	60,07 ^a
T4	342,07 ^b	22,69 ^b	55,01 ^b	7,17 ^c	49,19 ^c

Las letras en minúscula representan diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

En la Tabla 5 se evidencia que entre los tratamientos hay diferencias significativas ($p < 0,05$) en el rendimiento de frutos de pepino. Entre todos los tratamientos de mulch, el T3 (60,07 t ha^{-1}) obtuvo el mayor rendimiento de frutos,

seguido del T1 (54,01 t ha⁻¹), mientras que T0 (32,44 t ha⁻¹) el menor rendimiento, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Karki et al. (2020), en su proyecto de pepino, mostró que el mulch plata-negro y el mulch negro obtuvieron mayores rendimientos (t ha⁻¹) similar en Soleymani et al., (2015) que obtuvo un rendimiento total mayor en mulch de color negro. Fonseca (2003) menciona que una de las ventajas del mulch plástico es la cosecha temprana, por otro lado, Oliveira et al., (2021) mostró que el suelo cubierto con mulch plástico tiene una mayor retención de nutrientes que el suelo descubierto y, por lo tanto tiene mayores rendimientos.

CONCLUSIONES

El uso de mulch de color en el suelo demostró aumentar la temperatura en las primeras capas (0 y 10 cm) y mejorar el desarrollo vegetativo y productivo del cultivo de pepino en comparación con el tratamiento sin mulch, con mejores resultados en parámetros como diámetro de tallo (13,80 mm), peso (363,81 g), diámetro (56,29 mm), longitud (23,99 cm) y número de fruto (8,27) y biomasa vegetal total (149, 61 g). Sin embargo, la altura de la planta (292,83 cm) y la clorofila (74,80 µg mL⁻¹) se vieron influenciadas por el mulch de color rojo. En contexto del rendimiento el mulch negro fue el que mostró mejores resultados con un rendimiento de 60,07 (t ha⁻¹). Se recomienda seguir probando la cobertura plástica en diferentes climas y suelos de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alekseeva, K. L., Shatilov, M. V., & Razin, O. A. (2019). Economic efficiency of biological protection of cucumber from root rot in a closed ground. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 395(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012051>
- Amare, G., & Desta, B. (2021). Coloured plastic mulches: impact on soil properties and crop productivity. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00201-8>
- Batallas, P. A., Jaramillo Aguilar, E. E., & Luna-Romero, A. E. (2022). Evaluación morfológica del pimiento (capsicum annun l.) bajo coberturas plásticas de diferentes colores, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 143–152. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Fonseca, I. C. de B., Klar, A. E., Goto, R., & Neves, C. S. V. J. (2003). Colored polyethylene soil covers and grafting effects on cucumber flowering and yield. *Scientia Agricola*, 60(4), 643–649. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162003000400006>
- Franquera, E. N. (2015). Effects of Plastic Mulch Color on the Total Soluble Solids , Total Sugars and Chlorophyll Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L .). *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 2(8), 18–24. <http://www.ijraf.org/pdf/v2-i8/4.pdf>

- Hallidri, M. (2001). Comparison of the different mulching materials on the growth, yield and quality of cucumber (CUCUMIS SATIVUS L.). *Acta Horticulturae*, 559, 49–53. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2001.559.3>
- Karki, A., Sapkota, B., Bist, P., Bista, K., Dutta, J. P., Marahatta, S., & Shrestha, B. (2020). Mulching materials affect growth and yield characters of cucumber (*Cucumis sativus* cv. Malini) under drip irrigation condition in Chitwan, Nepal. *Journal of Agriculture and Forestry University*, 4(May 2018), 153–159. <https://doi.org/10.3126/jafu.v4i1.47061>
- Lamont, W. J. (2017). Plastic Mulches for the Production of Vegetable Crops. In *A Guide to the Manufacture, Performance, and Potential of Plastics in Agriculture*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102170-5.00003-8>
- López-Tolentino, G., Ibarra-Jiménez, L., Méndez-Prieto, A., Lozano-del Río, A. J., Lira-Saldivar, R. H., Valenzuela-Soto, J. H., Lozano-Cavazos, C. J., & Torres-Olivar, V. (2017). Photosynthesis, growth, and fruit yield of cucumber in response to oxo-degradable plastic mulches. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 67(1), 77–84. <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1224376>
- Lowery, B., Hickey, W. J., & Lai, R. (1996). Soil Water Parameters and Soil Quality. *Methods for Assessing Soil Quality*, 143–155. <https://doi.org/10.2136/sssaspe-cpub49.c8>
- Luna-Romero, A., Ramírez, I., Sánchez, C., Conde, J., Agurto, L., & Villaseñor, D. (2018). Spatio-temporal distribution of precipitation in the Jubones river basin, Ecuador: 1975-2013. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 63–70. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.07>
- 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>
- Mutetwa, M., & Mtaita, T. (2014). Effect of Different Mulch Colors on Cucumber Production. *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 2(4), 178–184. <https://doi.org/10.17957/ijgiass/2.4.600>
- Oliveira, T. A. de, Mousinho, F. E. P., Barbosa, R., Carvalho, L. H. de, & Alves, T. S. (2021). Mulch films based on poly(butylene adipate-co-terephthalate)/carnauba wax/sugar cane residue: Effects on soil temperature and moisture. *Journal of Composite Materials*, 55(23), 3175–3190. <https://doi.org/10.1177/00219983211011658>

- Rangarajan, A., & Ingall, B. (2001). Mulch color affects radicchio quality and yield. *HortScience*, 36(7), 1240–1243. <https://doi.org/10.21273/hortsci.36.7.1240>
- Sharmila, S., & Singh, R. (2020). A review of mulching on vegetable crops production. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2020*;, 9(6), 1889–1893. <http://www.phytojournal.com/archives/2020/vol9issue6/PartAA/9-6-137-128.pdf>
- Soleymani, R., Hassandokht, M., Res, V. A.-I. J. A. A., & 2015, undefined. (2015). Mulch and planting method on quantitative traits of cucumber. *Citeseer*, 6(1), 28–35. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.674.2917&rep=rep1&type=pdf>
- Torres, V., Valdez Aguilar, L. A., Cárdenas Flores, A., Lira Saldivar, H., Hernández Suárez, M., & Ibarra Jiménez, L. (2016). Effect of colored plastic mulch on growth, yield and nutrient status in cucumber under shade house and open field conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 39(14), 2144–2152. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1201108>
- Unsihuay, F. (2002). Evaluación del efecto de la disminución de la radiación absorbida en la temperatura del suelo y flujo de calor en el suelo. *Anales Científicos*, 87–100. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/30915341/tema8-libre.pdf?1392090997=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DObtencion+de+hibridos+somaticos+interes.pdf&Expires=1676578624&Signature=LEdlhrhjkAMZ-VcjPkEr8hizxyCp~c8JztcIKybBh7wd-Svhr401d~5irIMVylE59S11tSZxbMbxhe4a0xJwrzQRIt~Kzeqz~pP4nj9r6qcG2TpyjDjTzTWQQgfCdwdAbHYe9EmoSl479L8zTZadPTtW0d8O3rnwodztl-op-Ggyht6d9wKvkhucQz2v9OwngYmM~AXADV5U-HysgTM5svF~TrqaXH0Z9NasOx8u9GtEWE7q6LYO-tlgfzNgwynGK5hGvsCYTG0ZY7-77qgarqYc7zqt-leGdOURQ0J1kQd9OM~bSkpy2zAdXzWC8oUeeP-fRDjTdOIOMLLjC1ebb3F~hHw &Key-Pair-Id=APKA-JLOHF5GGSLRBV4ZA#page=87>
- You, S., Liu, H., Li, Z., Zhou, Y., Zhou, H., Zheng, W., Gao, Y., Li, J., & Zhang, X. (2021). Soil environment and spectra properties coregulate tomato growth, fruit quality, and yield in different colored biodegradable paper mulching during the summer season. *Scientia Horticulturae*, 275, 109632. <https://doi.org/10.1016/J.SCIEN-TA.2020.109632>