

18

EVALUACIÓN

**DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS L.)
BAJO CONDICIONES DE MULCH PLASTICO, ECUADOR**

EVALUACIÓN

DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS L.) BAJO CONDICIONES DE MULCH PLÁSTICO, ECUADOR

EVALUATION OF THE YIELD OF CORN CULTIVATION (ZEA MAYS L.) UNDER PLASTIC MULCH CONDITIONS, ECUADOR

Gabriela Taday-Valdez¹

E-mail: gtaday1@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6051-3497>

Karla Cajamarca-Crespo¹

E-mail: kcajamarc2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8061-0690>

Paola Gálvez-Palomeque¹

E-mail: pgalvez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4080-2019>

Ángel Luna-Romero¹

E-mail: aeluna@utmachala.edu.ec

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

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Taday-Valdez, G., Cajamarca-Crespo, K., Gálvez-Palomeque, P., & Luna-Romero, Á. (2024). Evaluación del rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de Mulch plástico, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 7(1), 172-180.

RESUMEN

Las gramíneas son importantes en el sector agrícola ecuatoriano, como alimento básico para la población y destacada como fuente de ingresos. Este artículo, exploró las tecnologías rentables que permitan elevar la eficiencia en el manejo agronómico. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones del mulch plástico, sobre variables morfológicas. Se implementó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos: testigo (T0), negro (T1), azul (T2) y verde (T3) y tres repeticiones. Los resultados revelaron que las variables de desarrollo presentaron diferencias significativas, en altura de planta T2 y T3, incrementaron entre 8,5 a 9,5 cm con respecto al testigo, mientras T2 en relación al diámetro de tallo aumentó 0,182 cm que representa el 4,53% favoreciendo al uso de mulch. Además, el T3 se asoció con un índice alto de intensidad del color de la clorofila y un incremento de la biomasa fresca y seca de raíces. Por otro lado, al analizar las variables de producción, se encontró que el T1 se relacionó con una mayor longitud y diámetro de la mazorca, mientras que el T3 produjo un aumento en el peso de la mazorca.

Palabras clave:

Maíz, acolchado, variables morfológicas, innovación.

ABSTRACT

Grasses are important in the Ecuadorian agricultural sector, as a staple food for the population and an important source of income. This article explored profitable technologies to increase efficiency in agronomic management. Therefore, the objective of this research was to evaluate the yield of maize (*Zea mays* L.) under plastic mulch conditions, on morphological variables. A completely randomized block design (CRBD) was implemented, with four treatments: control (T0), black (T1), blue (T2) and green (T3) and three replications. The results revealed that the development variables showed significant differences: in plant height, T2 and T3 increased between 8.5 and 9.5 cm with respect to the control, while T2 increased 0.182 cm in stem diameter, which represents 4.53%, favoring the use of mulch. In addition, T3 was associated with a high index of chlorophyll color intensity and an increase in fresh and dry root biomass. On the other hand, when analyzing the production variables, it was found that T1 was associated with greater ear length and diameter, while T3 produced an increase in ear weight.

Keywords:

Corn, mulching, morphological variables, innovation.

INTRODUCCIÓN

La temperatura desempeña un papel crucial en el desarrollo y el funcionamiento de las plantas, ya que influye directamente en la velocidad de los procesos químicos que ocurren en su interior. Específicamente, la temperatura de la región de la raíz tiene una influencia significativa en las actividades fisiológicas de las mismas, como la capacidad de absorber agua y nutrientes esenciales para su crecimiento (Díaz-Pérez, 2009).

Se han analizado diversos procesos fisicoquímicos que conducen a una mejora en la producción de cultivos cuando se utilizan mulch de colores. Estos procesos incluyen la modificación de la radiación solar, la regulación de la temperatura del suelo, la conservación del agua, el aumento de la eficiencia en el uso de nutrientes y la protección contra plagas y enfermedades (Amare & Desta, 2021).

La eficacia del uso del mulch plástico para aumentar la productividad de los cultivos ha sido respaldada por diversos estudios, los resultados de la XXIV Reunión Latinoamericana del Maíz 2022 demostraron que el acolchado plástico en el cultivo de maíz harinoso aumentó significativamente el rendimiento tanto en choclo como en grano seco. Se observó un incremento del 63,61% en el rendimiento de choclo y del 33,08% en el rendimiento de grano seco. Además, se observó una reducción en el ciclo productivo y una mayor altura de planta.

Zambrano et al. (2022), indican que en la producción de hortalizas el acolchado plástico resultó ser la opción más rentable, con el 35,91%. Estos resultados son consistentes con investigaciones anteriores llevadas a cabo en China, donde también se encontró que el acolchado plástico era la alternativa más rentable. Investigaciones en cultivo de tomate demuestran que el color plata y negro proporcionaron un aumento significativo en el rendimiento, con una mejora del 44,9% y 33,3% respectivamente en comparación con el tratamiento sin acolchado (Inzunza-Ibarra et al., 2017).

En cultivo de jalapeño de acuerdo con Inzunza et al (2010), se observó un aumento en la cantidad de nutrientes extraídos tanto por la planta como por el fruto del chile jalapeño en los tratamientos con acolchado, en comparación con los tratamientos sin acolchar. La modificación del color de los acolchados plásticos busca influir en el microclima de las plantas y el suelo. Al cambiar el color de los acolchados, se altera la cantidad y calidad de luz que reciben las plantas, lo que a su vez tiene un impacto en su crecimiento y desarrollo, incluyendo la producción de los cultivos.

Además, los acolchados plásticos también afectan directamente el microclima al modificar la radiación y reducir la evaporación del agua del suelo. Esto resulta en una mejora en la calidad de los cultivos, un aumento en

la producción y una cosecha más temprana (Amare & Desta, 2021).

De acuerdo Hernández (2019), en Ecuador el maíz representa un cultivo de gran importancia alimenticia, el maíz amarillo duro, utilizado principalmente en la producción de alimento balanceado, se lleva a cabo principalmente en la región litoral. Además, es el cultivo transitorio más prominente en términos de superficie sembrada, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), reporta que, en Ecuador posee un área cosecha de 366,138 has, con una producción promedio de 1 699 369.99 ton ha⁻¹. Lo que atribuye a ser uno de los principales asociados a la seguridad alimentaria de la población.

El mulch plástico tiene como finalidad mejorar las condiciones del suelo, reducir la evaporación de agua, controlar la maleza y mejorar la calidad de los cultivos, es por ello que objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones del mulch plástico, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental del Campus Santa Inés, de la Universidad Técnica de Machala, que se encuentra localizada en la parroquia El Cambio, provincia de El Oro, Ecuador, ubicada a 6 msnm (Figura 1). El lugar posee un clima cálido-tropical, afectado por la corriente fría de Humboldt y la aparición de la corriente cálida de El Niño. La temperatura media anual es de 24°C a 26°C, con una temperatura mínima promedio de 17°C y una temperatura máxima de 31°C (Gobierno Autónomo Descentralizado de Machala, 2015).

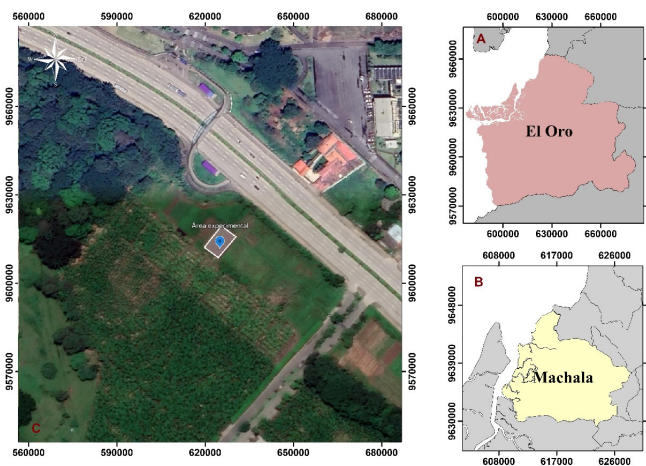


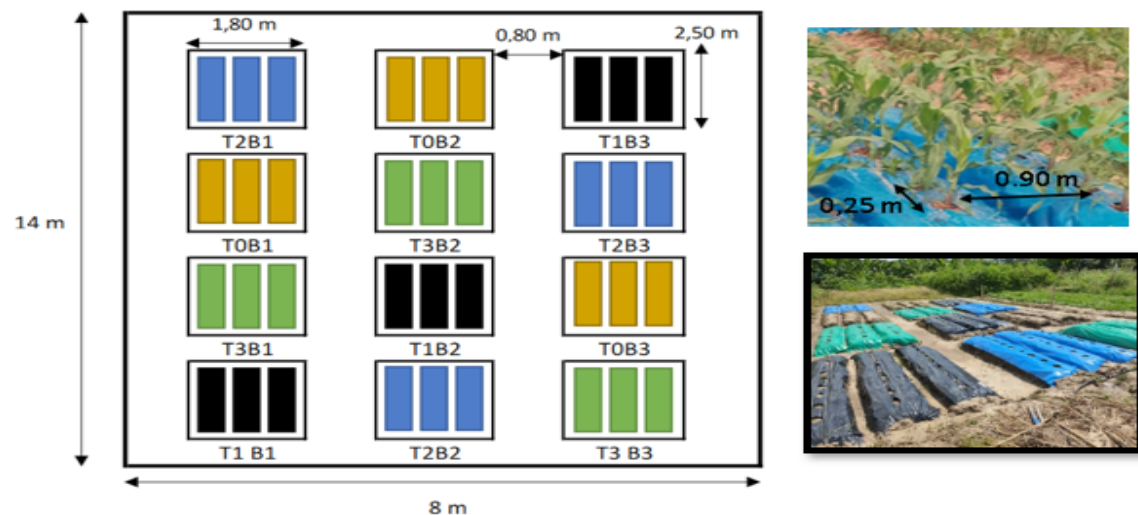
Figura 1. Ubicación geográfica del espacio experimental, situado en la provincia de El Oro – Machala, específicamente en la Granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias; km 5 1/2 vía Pasaje a Machala.

En la investigación se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), como se observa en la figura

2, donde el factor fue el mulch plástico y se establecieron diferentes colores para evaluar su efecto, es decir, cuatro tratamientos con tres repeticiones. Los colores utilizados fueron: (T0) testigo absoluto (siembra tradicional), (T1) negro, (T2) azul y (T3) verde. Se organizaron en tres bloques, con un total de doce unidades experimentales (UE). Cada UE tenía una superficie de 4,5 m² y consistía en una cama de 2,50 m de longitud y 1,80 m de ancho. La distancia entre las camas fue de 0,80 m. Dentro de cada UE se establecieron tres hileras y nueve plantas en cada una, por tanto, se obtuvo un total de 324 plantas dentro del área experimental.

La siembra se realizó el día 16 de marzo del 2023 de forma directa. Se tomaron datos específicamente de las plantas ubicadas en la segunda hilera con el fin de eliminar cualquier efecto de borde que pudiera afectar los resultados del ensayo. Los datos morfológicos se registraron cada quince días e incluyeron la altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas. Los datos de producción, como la longitud, el diámetro y el peso de las mazorcas, se obtuvieron al finalizar el experimento. Además, se midieron la biomasa fresca y seca de las raíces.

1A



1B



1C

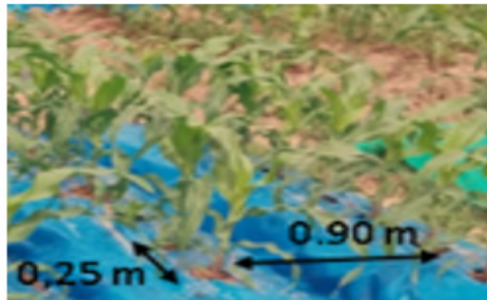


Figura 2. Diseño experimental. A) Esquema de distribución de los tratamientos para el estudio. B) Vista panorámica del experimento en campo. C) Distancia entre plantas e hileras.

Para la preparación del suelo se empleó un motocultor, con la finalidad de mejorar la aireación. Se procedió a delimitar las UE con sus respectivos pasillos con las medidas indicadas anteriormente, y, posterior a esto, se aplicaron hongos benéficos como *Trichoderma spp.* (Figura 3), que tienen la capacidad de crecer y desarrollarse rápidamente, producen una amplia gama de enzimas que se activan cuando se encuentran hongos fitopatógenos, que los convierte en una opción de control preventivo de enfermedades (Chiriboga et al., 2017). Las UE se cubrieron con los acolchados de los diferentes tratamientos, se perforaron con molde de 7,5 cm de diámetro, donde ubicaron dos semillas y luego se realizó raleo.

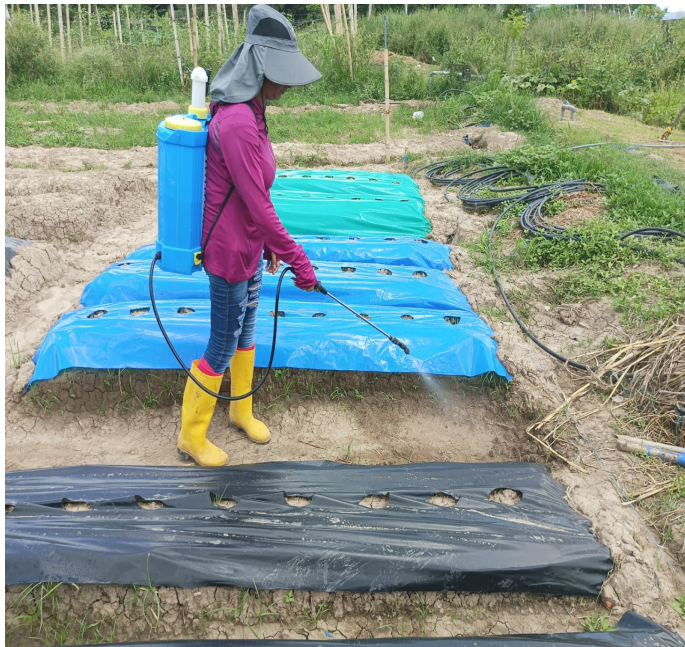


Figura 3. Aplicación de *Trichoderma* spp.

El ciclo de cultivo tuvo lugar entre marzo a julio, donde los primeros meses del cultivo coincidió con el periodo de mayor precipitación (enero a mayo). Por esta razón, se llevó a cabo un riego moderado en las últimas semanas. Esto concuerda con los reportes de Luna-Romero et al. (2018), en cuya investigación indicaron que históricamente ha habido un elevado nivel de precipitaciones en la cuenca del río Jubones durante dicho periodo.

Se implementó un control efectivo de arvenses de manera semanal mediante métodos manuales en áreas sin cobertura y en los pasillos. Asimismo, se utilizó un producto fitosanitario con chlorpirifos como ingrediente activo para controlar los insectos plagas en el cultivo, aplicando con una dosis de 1,2 L ha⁻¹.

Variables de desarrollo

Altura de planta fue medida desde la base en contacto con el suelo hasta el punto más alto de la misma, se utilizó un flexómetro y la unidad se registró en metros. El diámetro de tallo se midió con un calibrador vernier por encima de la base de la planta (aproximadamente a 5 cm). Para contar el número de hojas, se realizaron conteos manuales, teniendo en cuenta la calidad de las hojas y descartando aquellas que presentaban daños o enfermedades visibles.

Índice de la intensidad del color de la clorofila

Una vez seleccionadas las hojas, se procedió a ubicar el dispositivo de medición portátil SPAD en la superficie de la hoja, evitando cualquier obstrucción de luz. El dispositivo, mediante una pequeña abertura, emite una luz verde sobre la hoja y mide la cantidad de luz que es absorbida por la clorofila presente en la hoja. Esta absorción de luz

es indicativa de la cantidad de clorofila y, por ende, de la capacidad fotosintética de la planta.

Variables de Producción

Se recolectaron las mazorcas de cada planta evaluada, asegurándose de seleccionar únicamente aquellas en buen estado. Posteriormente, se procedió a registrar individualmente el peso de cada mazorca utilizando una balanza precisa. Asimismo, se midió el diámetro de cada mazorca en el punto más ancho utilizando un calibrador y se registró la medida en centímetros. Para determinar el largo de las mazorcas, se colocaron en posición horizontal y se empleó una cinta métrica para obtener la medida en centímetros.

Masa fresca y seca de raíces

Se eligieron tres plantas por cada Unidad Experimental (UE) para asegurar una muestra representativa. Para extraer las plantas del suelo se siguió un proceso meticuloso, tomando cuidado de no dañar las raíces y mantener su integridad (Figura 4). Posteriormente, las raíces fueron cortadas y lavadas con agua para eliminar cualquier residuo. Luego, se utilizó una balanza para medir el peso de las raíces en gramos. Las raíces fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Técnica de Machala) y se colocaron en una estufa a una temperatura de 170 °C durante 24 horas. Después de esto, las muestras fueron retiradas de la estufa y colocadas en un desecador. Finalmente, se pesaron las raíces para obtener su masa seca.



Figura 4. Extracción de la raíz del suelo, para posteriormente obtener las variables: Masa fresca de raíces (MFR) y Masa seca de raíces (MSR).

Los resultados se analizaron mediante un ANOVA de un factor intergrupos utilizando el software IBM SPSS versión con el objetivo de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes

tratamientos del factor de estudio en comparación con el tratamiento control. Para realizar las comparaciones múltiples, se utilizó la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto a la altura de planta. Se observó que, a lo largo de todas las etapas evaluadas, los tratamientos con cobertura plástica sobresalieron, exhibiendo una mayor altura en comparación con el tratamiento sin cobertura. Por ejemplo, a los 90 días después de la siembra (DDS), se encontró que los tratamientos T3 (verde) y T2 (azul) tuvieron los promedios más altos, dentro del mismo grupo según prueba de Duncan ($p < 0,05$), con valores de 2,494 m y 2,484 m, respectivamente. Por el contrario, el tratamiento T0 presentó el promedio más bajo de 2,399 m, es decir, el mulch incrementó entre un 8,5 cm a 9,5 cm. Estos resultados son similares a los obtenidos por Zambrano et al. (2022), estos autores evidenciaron que el uso de acolchado plástico condujo a un aumento estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en la altura promedio de las plantas de maíz; sin embargo, el color con mejor resultado fue el blanco, donde presentó una diferencia de 35,46 cm con respecto al control.

Tabla 1. Altura de planta, promedio y desviación estándar expresada en m, a distintos días después de la siembra (DDS), bajo efecto de los tratamientos (Tr) del mulch plástico: testigo (T0), negro (T1), azul (T2) y verde (T3).

Tr	DDS			
	30	45	60	90
T0	0,25 b 0,02	0,413 b 0,020	1,031 b 0,059	2,399 b 0,151
T1	0,26 ab 0,029	0,421 ab 0,034	1,051 ab 0,060	2,435 ab 0,179
T2	0,264 a 0,156	0,436 a 0,036	1,081 a 0,062	2,484 a 0,107
T3	0,263 a 0,016	0,437 a 0,028	1,086 a 0,072	2,494 a 0,107

Medias que tienen letras iguales dentro de la misma columna indican que no difieren entre sí por la prueba de Duncan, con 5% de probabilidad.

El diámetro del tallo, expresado en cm, en las distintas etapas de muestreo, se registró que existe diferencia significativa entre el mulch y el suelo sin cobertura (Tabla 2). La evaluación realizada a los 90 DDS, resaltó al T2 como el tratamiento más relevante (4,198 cm), frente a los tratamientos T1 y T0 con los valores más bajos con medias de 4,075 cm y 4,016 cm, respectivamente, de tal forma que el uso de mulch aumentó 0,182 cm, que a su vez representa el 4,53 %. Montemayor et al. (2018), en su investigación en Comarca Lagunera (México), con una altitud media de 1100 m, reportaron que las plantas producidas con mulch plástico, en este caso el que resaltó fue el mulch blanco y presentó un diámetro con una diferencia de 0,33 cm, lo cual representa un aumento del 13,4% en comparación con el testigo.

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar expresados en cm del diámetro de tallo, a diferentes días después de la siembra (DDS), para los Tratamiento (Tr): testigo (T0), negro (T1), azul (T2) y verde (T3).

Tr	DDS			
	30	45	60	90
T0	1,940 b 0,128	2,581 c 0,124	3,052 b 0,098	4,016 b 0,153
T1	1,938 b 0,183	2,584 c 0,131	3,057 b 0,196	4,075 b 0,247
T2	2,011 ab 0,230	2,784 a 0,232	3,173 a 0,216	4,198 a 0,238
T3	2,088 a 0,124	2,675 b 0,126	3,091 ab 0,097	4,119 ab 0,189

Medias que tienen letras iguales dentro de la misma columna indican que no difieren entre sí por la prueba de Duncan, con 5% de probabilidad.

En la tabla 3, con respecto a la variable número de hojas, en la evaluación realizada a los 90 DDS, se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el mulch respecto al control, donde, los tratamientos con mulch fueron superiores, en el cual destacó T2 (azul) con media de 14,07 hojas, seguido de T3 (verde) con 14 hojas y T2 con 13,81 hojas. En contraste, el T0 (testigo) presenta el promedio más bajo, con 13,67 hojas. Bajo este contexto, los primeros parámetros morfológicas se mantienen dentro de los valores más altos para el mulch color azul.

Tabla 3 Número de hojas, a diferentes días después de la siembra (DDS), para los tratamientos (Tr): testigo (T0), negro (T1), azul (T2) y verde (T3).

Tr	DDS			
	30	45	60	90
T0	6,63 b 0,297	9,13 b 0,305	11,01 b 0,335	13,33 b 0,620
T1	6,89 a 0,485	9,22 b 0,500	11,02 b 0,470	13,81 a 0,786
T2	7,12 a 0,478	9,49 a 0,552	11,36 a 0,679	14,07 a 0,730
T3	7,10 a 0,378	9,33 ab 0,364	11,18 ab 0,636	14,00 a 0,734

Medias que tienen letras iguales dentro de la misma columna indican que no difieren entre sí por la prueba de Duncan, con 5% de probabilidad.

Índice de la intensidad del color de la clorofila

Los resultados obtenidos mostraron que la intensidad del color de la clorofila, se ve favorecida en T4 y T3 con medias de 56,04 y 55,86 como se observa en la Figura 5, existió diferencias significativas frente a los tratamientos T1 y T2, que obtuvieron las medias más bajas 53,69 y 53,04, respectivamente. Estos resultados coinciden con Hernández & Kubota (2016), que en su investigación demostró que las plántulas de pepino expuestas a una intensidad mayor de luz azul experimentaron un incremento significativo en la concentración de clorofila. Por otro lado, Suárez (2019), en su investigación en cultivo de frijol, sostuvo que el acolchado negro tiene la capacidad de absorber e irradiar energía de manera eficiente. Sin embargo, gran parte de la energía solar que el plástico negro absorbe se pierde hacia la atmósfera debido a los procesos de radiación.

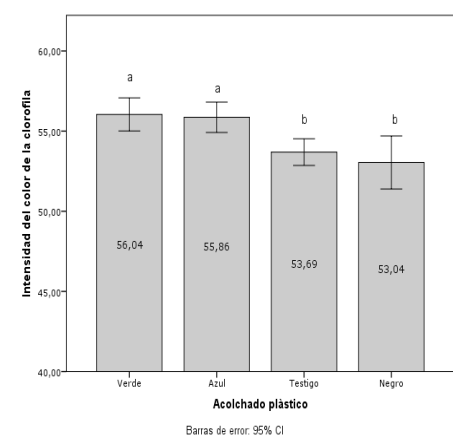


Figura 5. Resultados de la prueba de post hot con la prueba de Duncan ($p < 0,05$) para la variable intensidad del color clorofila (SPAD) en los diferentes tratamientos, T0: (Testigo), T1: negro, T2: azul y T3: verde.

Al momento de la cosecha (Figura 6), se analizaron distintas variables que se evidencia en la tabla 4, donde se presentan dos subgrupos obtenidos de la prueba de Duncan con diferencias significativas en la variable longitud de mazorca (LM). Por un lado, el T1 (negro) y T2 (azul) presentaron la mayor longitud promedio, 20,27 cm y 20,03 cm, respectivamente. Por otro lado, tanto el T3 como el T0 presentan valores más bajos, 19,43 cm y 19,09 cm, respectivamente. Estos resultados contrastan con los obtenidos en un estudio realizado en Montemayor et al. (2018), donde el color negro mostró la longitud promedio más baja en los tratamientos evaluados. No obstante, los resultados de esta investigación son superiores al acolchado blanco, el cual obtuvo una longitud promedio de 18,2 cm.

Tabla 4 Resultados de las variables longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), peso de mazorca (PM); para los tratamientos (Tr), T0 (sin cubierta), T1 (negro), T2 (azul) y T3 (verde), mediante pruebas paramétricas ANOVA de un factor.

Tr	LM (cm)	DM (cm)	PM (g)
T0	19,09 b \pm 1,04	4,64 a \pm 0,20	255,74 b \pm 23,99
T1	20,27 a \pm 1,29	4,72 a \pm 0,30	272,15 a \pm 30,62

T2	20,03 a ±1,09	4,69 a ± 0,22	273,33 a ± 26,19
T3	19,43 b ±1,02	4,71 a ± 0,27	274,59 a ± 24,49

Medias que tienen letras iguales dentro de la misma columna indican que no difieren entre sí por la prueba de Duncan, con 5% de probabilidad.

En la evaluación del diámetro de mazorca (Tabla 4), no se observaron diferencias significativas. Sin embargo, existe una tendencia mayor de diámetro de mazorca en T1 (negro), con una media de 4,72 cm. Seguido de T3 (verde), T2 (azul) y T0 (sin cubierta), con valores de 4,71 cm, 4,69 cm y 4,64 cm, respectivamente. Montemayor et al. (2018), en su investigación sobre el cultivo de maíz que fue sembrado en los primeros días de mayo, no obtuvo diferencias significativas para esta variable, sin embargo, los resultados para el acolchado negro con una media de 4,8 cm fueron superiores al de esta investigación.

Mendoza & Gaitán (2013), mencionan que existe una relación directamente proporcional entre el diámetro y la longitud de la mazorca en el cultivo de maíz. Por tal motivo, los tratamientos que involucraron el uso de acolchado como técnica de manejo del suelo muestran resultados superiores, debido a que mejoran las propiedades físicas del suelo y evitan la competencia con las malezas.

La implementación de mulch resultó en un aumento en la variable peso de mazorcas (PM), donde el T3 (verde), T2 (azul) y T1 (negro) registraron los valores más altos (274,59 g, 273,33 g y 272,15 g, respectivamente) y con diferencia significativa frente al tratamiento sin cubierta con un valor de 255,74 g. La investigación llevada a cabo por Inzunza et al. (2010), proporciona evidencia sólida que respalda la afirmación de que el uso de acolchados plásticos tiene un impacto positivo sobre las condiciones del suelo. La investigación demuestra que estos acolchados crean un microclima óptimo para el crecimiento de los cultivos, lo cual influye en un incremento significativo del peso de las mazorcas.



Figura 6. Cosecha de los diversos tratamientos realizados para el periodo marzo a junio del 2023, con fines de

evaluar los parámetros: largo de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM) y peso de mazorca (PM).

Masa fresca de raíces y Masa seca de raíces

El uso de acolchados tuvo una incidencia positiva en relación a la variable masa fresca de raíces, con una fiabilidad estimada del 95% ($p < 0,05$). El T3 presentó un incremento en la masa radicular, con una media de 131,11 g. En la tabla 5 se observa una diferencia considerable con respecto a los demás tratamientos, T1 con una media 123,78 g; T2 con 120,67g y con la media más baja T0 con 101,11g. de igual forma el mejor desarrollo en masa seca de raíces correspondió al T3 con 27,67 g, seguido de T1 (26,67 g), T2 (26,22 g) y finalmente T0 con 24,78 g.

Los resultados de esta investigación concuerdan con Zribi et al. (2011), que en su investigación reportaron que la implementación de mulch plástico tiene un efecto beneficioso en la disminución de la escorrentía y la erosión del suelo. Además, se ha observado que esto contribuye a mejorar la estructura del suelo al aumentar su porosidad, lo que a su vez favorece el desarrollo de las raíces de las plantas. Martínez et al. (2004), indican que un suelo acolchado con plástico proporciona un entorno óptimo para el crecimiento de las raíces de las plantas. Esto resulta gracias a la mayor cantidad de humedad disponible. A medida que se desarrollan más raíces, no solo se mejora la estructura del suelo, sino que también se garantiza que la planta pueda absorber más eficientemente agua, sales minerales y nutrientes.

Tabla 5. Resultados de las variables Masa Fresca de Raíces (MFR), Masa seca de raíces (MSR), para los tratamientos (Tr), T0 (sin cubierta), T1 (negro), T2 (azul) y T3 (verde), mediante pruebas paramétricas ANOVA de un factor.

Tr	MFR (g)	MSR (g)
T0	105,11 b ± 18,591	24,78 b ± 2,108
T1	123,78 ab ± 28,239	26,67 ab ± 2,345
T2	120,67 ab ± 26,561	26,22 ab ± 1,481
T3	131,11 a ± 20,799	27,67 a ± 3,082

Las letras minúsculas dentro de cada línea indican diferencias significativas ($p < 0,05$) por la prueba de Duncan.

CONCLUSIONES

La utilización del mulch plástico tuvo un impacto significativo en las variables morfológicas analizadas en relación con la altura de planta, se observó un efecto relevante el T2 durante los primeros 30 días, mientras que, en las etapas posteriores del cultivo, el T3 mostró mejores resultados. El T2 del mulch también influyó en el incremento

del diámetro del tallo y el número de hojas en todas las etapas analizadas.

El T3 presentó los mejores resultados en términos del índice de clorofila, así como en la biomasa fresca y seca de las raíces. En la etapa de cosecha, se observó que el T1 tuvo una mayor incidencia en el diámetro y longitud de las mazorcas, mientras que el T3 verde se asoció con un mayor peso. Además, se recomienda realizar el ensayo en otra época del año, con diferentes condiciones climatológicas, también se podrían realizar ensayos del cultivo de maíz con enfoque de forraje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amare, G., & Desta, B. (2021). Coloured plastic mulches: impact on soil properties and crop productivity. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1).
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2017). Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades: Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Díaz-Pérez, J. C. (2009). Root zone temperature, plant growth and yield of broccoli [Brassica oleracea (Plenck) var. italica] as affected by plastic film mulches. *Scientia Horticulturae*, 123(2).
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Machala. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Machala*. https://www.machala.gob.ec/SIL/2021/ter/plate/PDOT_CANT%C3%93N%20MACHALA%202019.pdf
- Hernández Nopsa, J. F. (2019). Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5598/1/iniapeepia2019maiz.pdf>
- Hernández, R., & Kubota, C. (2016). Physiological responses of cucumber seedlings under different blue and red photon flux ratios using LEDs. *Environmental and Experimental Botany*, 121, 66–74.
- Inzunza, M., Villa, M., Catalán, E., & Román, A. (2010). Extracción de nutrientes y producción de chile Jalapeño bajo acolchado plástico y niveles de riego. *Terra Latinoamericana*, 28(3).
- Inzunza-Ibarra, M. A., Catalán-Valencia, E. A., Villa-Castorena, M., López-López, R., & Sifuentes-Ibarra, E. (2017). Respuesta del tomate a tipos de acolchado plástico y niveles de riego con cinta. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(1). <https://doi.org/10.35196/rfm.2017.1.9-16>
- Martínez Saldaña, J., Macías Rodríguez, H., Mendoza Moreno, S. F., & Medina Cázares, T. (2004). *Producción de hortalizas con el uso de plásticos como acolchado*. CENID-RASPA y NIFAP. http://cenid-raspa.inifap.gob.mx/demo/modulo/Folletos%20tecnicos/2004/4_Produccion%20de%20Hortalizas%20con%20el%20Uso%20de%20Pl%C3%A1sticos%20como%20Acolchado.pdf
- Mendoza, C., & Gaitán, J. (2013). *Caracterización y evaluación preliminar de 33 accesiones de maíz (Zea mays L.) colectadas en Nicaragua, Tisma, Masaya, Postrera 2011*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía.
- Montemayor Trejo, J. A., Suárez González, E., Munguía López, J. P., Segura Castruita, M. Á., Mendoza Villareal, R., & Woo Reza, J. L. (2018). Acolchados plásticos para la producción de maíz (Zea mays L.) forrajero en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 20, 4107-4115.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Cultivos y productos de ganadería*. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/Es/#data/QCL/Visualize>
- Suárez, J. (2019). *Efectos del color del acolchado sobre el desarrollo y producción en tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. (Tesis de maestría). Universidad de Guadalajara.
- Zambrano, J. L., Cartagena, Y. E., Sangoquiza, C. A., López, V. A., Parra, R., Manguashca, J. A., Rivadeneria, J. L., & Park, C. H. (2022). Evaluación del acolchado plástico en la producción de maíz harinoso (Zea mays L. var. amylacea St.) en la Sierra del Ecuador. (Ponencia). *XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz*. Lima, Perú.
- Zribi, W., Faci González, J. M., & Aragüés Lafarga, R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.