



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA

**INFLUENCIA DEL ACOLCHADO CON PLÁSTICO NEGRO EN EL
DESARROLLO VEGETATIVO DEL CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arábica*)
MANABÍ 001 EN LA FINCA EXPERIMENTAL LODANA.**

AUTOR

LEIDA LISBETH ORTIZ JAMA

STEVEN ALEXANDER SANTANA ALVIA

TUTOR

ING. FRANCISCO ORLEY CAÑARTE GARCIA

MANTA – ECUADOR (2025-1)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

Nosotros, **Ortiz Jama Leida Lisbeth** y **Santana Alvia Steven Alexander**, declaramos bajo juramento que las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis son de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada por ningún grado o calificación profesional: que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Través de la presente declaración cedemos derechos a propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias especialidad Ingeniería Agropecuaria.



Ortiz Jama Leida Lisbeth

CI: 1315653772



Santana Alvia Steven Alexander

CI: 1724792534

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ciencias de la vida y tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría los estudiantes (Ortiz Jama Leída Lisbeth, Santana Alvia Steven Alexander), legalmente matriculados en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2018-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “INFLUENCIA DEL ACOLCHADO CON PLÁSTICO NEGRO EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DEL CAFÉ ARÁBIGO (Coffea arábica) MANABÍ 001 EN LA FINCA EXPERIMENTAL LODANA”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, Manta 08 de Agosto del 2025.

Lo certifico,



Ing. Francisco Orley Cañarte García
Docente Tutor(a)
Área: Ciencias de la Vida

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí de la carrera de Ingeniería Agropecuaria por habernos permitido estudiar en tan prestigiosa institución y brindado las Herramientas y conocimientos que nos permitieron crecer profesionalmente.

Con profundo respeto dedicamos este trabajo a la Ing. Liz Sabrina Trueba Macías, Mgtr. directora de carrera, Ing. Gabriela Loor Vera; secretaria y a nuestro tutor de tesis el Ing. Francisco Orley Cañarte García por brindarnos su invaluable guía el asesoramiento y conocimiento experto.

Este logro también es dedicado a todos nuestros docentes de cada módulo concluido por el conocimiento y enseñanzas aprendidas durante las clases impartida por cada uno de ellos por inspirarnos a ser unos mejores investigadores.

expresamos nuestra gratitud a todas las personas que nos apoyaron durante nuestra trayectoria académica ¡Gracias!

DEDICATORIA

DEDICATORIA 1.

Dedico esta tesis con todo mi amor y gratitud primeramente a Dios y mis amados padres María Esperanza Jama Delgado y Luis Fernando Ortiz Plaza quienes me dieron la vida y me acompañaron en cada paso de este viaje los que me enseñaron el valor del esfuerzo ¡gracias! por cada palabra de aliento por su paciencia infinita, sacrificio y apoyo, por trabajar cada día y darme la oportunidad de educarme. A mis queridos 4 hermanos, gracias por su amor incondicional, a todos ellos le agradezco grandemente por ser la fuerza eh inspiración que me impulsaban a seguir adelante sin rendirme, por siempre estar para mí, este logro es más suyos que mío sin su amor y fe en mi esta etapa de mi vida no habría sido posible.

Dedico este trabajo a las personas que me ayudaron en mis momentos difíciles a los que creyeron en mí, incluso en los momentos de duda. Al culminar esta etapa les entrego el fruto de su dedicación. Con todo mi amor y cariño les dedico esta tesis a mis más fuentes de motivación.

DEDICATORIA 2.

A mis padres, que son el pilar de mi vida. Gracias por sus sacrificios silenciosos, por su amor incondicional, por sus consejos, por enseñarme a no rendirme nunca. Esta meta es tan mía como tuyas. No hay palabras suficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mí. Su esfuerzo es la raíz que ha sostenido cada uno de mis logros.

A mi hermana y hermano, por ser mi apoyo, por motivarme incluso sin saberlo, por las risas, las palabras de ánimo y por estar presentes en este camino. Cada gesto de ustedes ha hecho más liviano este recorrido.

A mi familia por creer en mi aun en los momentos donde yo mismo dudaba, por su paciencia, por su cariño, por los abrazos que curan y por las palabras que dan esperanza.

A todos ellos, dedico este trabajo con el corazón en la mano, porque detrás de cada página hay parte de su amor, de su esfuerzo y de sus sueños también.

RESUMEN

El presente estudio evaluó la influencia del acolchado con plástico negro en el desarrollo vegetativo del café arábigo (*Coffea arabica*) variedad Manabí 001 en la finca experimental Lodana. Se aplicó un diseño experimental con dos tratamientos (con y sin acolchado) y cuatro repeticiones por tratamiento, durante seis meses. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro del tallo, incidencia de maleza y número de frutos. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba t de Student, complementada con gráficos boxplot para visualizar la distribución de los datos. Los resultados mostraron diferencias significativas en tres de las cuatro variables analizadas, destacando el efecto positivo del acolchado en el crecimiento y rendimiento del cultivo. En particular, se observó un incremento en la altura de las plantas y en la producción de frutos, así como en una reducción de incidencia de malezas.

Se concluye que el uso de acolchado plástico negro mejora significativamente el desarrollo vegetativo del café, lo que sugiere su potencial como práctica agronómica para optimizar la productividad en condiciones similares.

Palabras clave: café, acolchado plástico, análisis estadístico, prueba t de Student, productividad agrícola.

ABSTRACT

This study evaluated the influence of black plastic mulching on the vegetative development of Arabica coffee (*Coffea arabica*), variety Manabí 01, at the Lodana experimental farm. An experimental design was applied with two treatments (with and without mulching) and four replications per treatment over a six-month period. The evaluated variables included plant height, stem diameter, weed incidence, and number of fruits. For statistical analysis, the Student's t-test was used, complemented by boxplot graphs to visualize data distribution. The results showed significant differences in three out of the four analyzed variables, highlighting the positive effect of mulching on crop growth and yield. Specifically, an increase in plant height and fruit production was observed, along with a reduction in weed incidence. It is concluded that the use of black plastic mulch significantly enhances the vegetative development of coffee, suggesting its potential as an agronomic practice to optimize productivity under similar conditions.

Keywords: coffee, plastic mulch, statistical analysis, Student's t-test, agricultural productivity.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT.....	VII
CAPÍTULO I	15
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	17
1.2. OBJETIVOS Y HIPÓTESIS	18
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.3. HIPÓTESIS NULA (Ho).....	18
1.4. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (Ha)	19
1.5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
1.6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
CAPITULO II	20
2.MARCO TEORICO.....	20
2.1. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	20
2.1.1. Cultivo De Café Arábigo	20
a. Origen y taxonomía.....	20
b. Morfología Del Cafeto.....	21
c. Morfología de órganos	21
d. Variedades de café Manabita	23
e. Requerimientos edafoclimáticos	23
f. Preparación Del Terreno	24
2.2. Acolchado de plástico	26

a. Definición y tipos de Acolchado.....	26
b. Acolchado plástico negro.....	26
2.3. Efecto del acolchado de plástico en el suelo	27
a. Regulación de la temperatura del suelo	27
b. Humedad del suelo	28
c. Control de malezas.....	28
2.4. Efectividad Del Acolchado Con Plástico Negro En El Desarrollo De Cultivos	29
2.5. Impacto Económico Del Uso De Acolchado Plástico Negro	29
2.6. Aumento en la productividad	30
2.7 Impacto ambiental y sustentabilidad	30
CAPITULO III	31
3. METODOLOGÍA	31
3.1. Ubicación Del Experimento	31
3.2. Materiales e Insumos	32
3.3. Factores De Estudio	32
3.4. Tratamientos	32
3.5. Diseño Experimental	33
3.6. Análisis Estadístico.....	35
3.7. Modelo Estadístico	35
3.8. Variables Evaluadas.....	35
CAPITULO IV	37
4. RESULTADOS.....	37
CAPITULO V	70
5. DISCUSIÓN	70
CAPITULO VI	71
6. CONCLUSIÓN.....	71
CAPITULO VII	72
7. RECOMENDACIONES.....	72

Referencias Bibliográficas.....	73
Anexos.....	76

Índice de tabla de contenido

Tabla 1. Coffea arábica en Köhler's Medizinal-Pflanzen (1887).....	20
Tabla 2. Características meteorológicas Fuente: García y Zambrano Vera (2022).....	32
Tabla 3. Diseño de tratamientos de la investigación del acolchado de café arábica.....	33
Tabla 4. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).	37
Tabla 5. Resultados del análisis estadístico de altura de plantas según tratamientos. .	37
Tabla 6. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).....	38
Tabla 7. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.	39
Tabla 8. Resultado de la prueba t de Student (Incidencia de malezas).	40
Tabla 9. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.	40
Tabla 10. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).	42
Tabla 11. Resultados del análisis estadístico de altura de plantas según tratamientos	42
Tabla 12. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).....	43
Tabla 13. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.	43
Tabla 14. Resultado de la prueba t de Student (Incidencia de malezas).	44
Tabla 15. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.	45
Tabla 16. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).	46
Tabla 17. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos	46
Tabla 18. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).....	47
Tabla 19. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.	48

Tabla 20. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos	49
Tabla 21. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.	49
Tabla 22. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).	50
Tabla 23. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos	51
Tabla 24. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).....	52
Tabla 25. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.	52
Tabla 26. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos	53
Tabla 27. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.	53
Tabla 28. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).	55
Tabla 29. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos	55
Tabla 30. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).....	56
Tabla 31. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.	56
Tabla 32. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos	57
Tabla 33. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.	58
Tabla 34. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).	59
Tabla 35. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos	59
Tabla 36. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).....	60
Tabla 37. Resultados del análisis estadístico de diámetro de tallo según tratamientos.	61

Tabla 38. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos	62
Tabla 39. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.	62
Tabla 40. Resultados de la prueba t de Student (Número de frutos).....	63
Tabla 41. Resultados del análisis estadístico de número de frutos según tratamientos.	63
Tabla 42. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).	64
Tabla 43. Resultados del análisis estadístico de altura de la planta según tratamientos.	65
Tabla 44. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).....	66
Tabla 45. Resultados del análisis estadístico de diámetro de tallo según tratamientos.	66
Tabla 46. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos	67
Tabla 47. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según	67
Tabla 48. Resultados de la prueba t de Student (Número de frutos).....	68
Tabla 49. Resultados del análisis estadístico de número de frutos según tratamientos.	69

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de distribución de unidades experimentales por tratamiento (T1: con acolchado, T2: sin acolchado)	34
Figura 2. Esquema de distribución de plantas por tratamiento (T1: con acolchado, T2: sin acolchado).....	34
Figura 3. Comparación de altura de la planta (cm) entre tratamientos.....	38
Figura 4. Comparación de diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.	39
Figura 5. Comparación de incidencia de malezas (%) entre tratamientos.....	41
Figura 6. Comparación de altura de planta (cm) entre tratamientos.	43
Figura 7. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.....	44
Figura 8. Comparación Incidencia de maleza (%) entre tratamientos.....	45

Figura 9. Comparación de altura de la planta (cm) entre tratamientos.....	47
Figura 10. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.....	48
Figura 11. Comparación Incidencia de malezas (%) entre tratamientos.	50
Figura 12. Comparación altura de la planta (cm) entre tratamientos.	51
Figura 13. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.....	53
Figura 14. Comparación incidencia de malezas (%) entre tratamientos.	54
Figura 15. Comparación altura de la planta (cm) entre tratamientos.	56
Figura 16. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.....	57
Figura 17. Comparación de incidencia de maleza (%) entre tratamientos.	58
Figura 18. Comparación altura de la planta (cm) entre tratamientos.	60
Figura 19. Comparación del diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.....	61
Figura 20. Comparación de incidencia de malezas (%) entre tratamientos.....	63
Figura 21. Comparación de número de frutos entre tratamientos.	64
Figura 22. Comparación de altura de la planta (cm) entre tratamientos.....	65
Figura 23. Comparación de diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.....	67
Figura 24. Comparación de incidencia de maleza (%) entre tratamientos.	68
Figura 25. Comparación de número de frutos entre tratamientos.	69

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Situación geográfica del cultivo de café en la finca experimental ULEAM Lodana.....	31
Ilustración 2. Cultivo Con acolchado 1,630 m ²	34
Ilustración 3. Cultivo Sin acolchado 1,714 m ²	34
Ilustración 5. Cultivo con acolchado plástico.	76
Ilustración 4. Implementación del acolchado plástico.	76
Ilustración 7. Fungicida.....	76
Ilustración 6. Cultivo sin acolchado plástico	76
Ilustración 9. Aplicación de herbicida	77
Ilustración 8. Fertilizante	77
Ilustración 10. Ejecución de labores de control manual de malezas.....	77

Ilustración 11. Análisis de diámetro del tallo sin acolchado plástico.....	77
Ilustración 13. Análisis de diámetro del tallo sin acolchado plástico	78
Ilustración 12. Evaluación de plantas con acolchado plástico	78
Ilustración 15. Evaluación de incidencia de malezas con acolchado plástico	78
Ilustración 14. Análisis de diámetro del tallo con acolchado plástico	78
Ilustración 17. Floración del café.....	79
Ilustración 16. Evaluación cuantitativa de incidencia de malezas sin acolchado plástico	79
Ilustración 18. Frutos de café.....	79
Ilustración 19. Registro de datos de número de frutos con acolchado plástico	79

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Para Ecuador, el café arábigo (*Coffea arábica*) representa una significativa fuente de ingresos para las comunidades rurales, en especial en provincias como Manabí y Loja. No obstante, la tecnificación es limitada y se observan impactos del cambio climático. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), podría provocar aumentos notables en el rendimiento y calidad del grano mediante la aplicación de métodos sostenibles como el mulching con plástico. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022)

El café arábigo (*Coffea arábica*) constituye aproximadamente el 60% de la producción global de café y es valorado por su gusto fino y rico en aromas y sabores que caracterizan cada variedad del café, su sabor es suave, con notas frescas, frutales y florales y con un toque de acidez equilibrado. Se considera que fue hallado inicialmente en Etiopía y su cultivo se propagó a Asia y América en el siglo XVII. En la actualidad, el cultivo de este café se ha extendido ampliamente, especialmente en zonas tropicales y zonas de gran altitud, donde mejor crece esta planta. Brasil, Centroamérica, África e Indonesia son los países donde más se cultiva. (Porta, 2023)

Para su crecimiento adecuado. se requiere de condiciones específicas como el agua, sol, sombra, mucha humedad y suelo nutritivo son algunos de los requisitos indispensables. Con unas temperaturas demasiado bajas, las plagas o una mala manipulación pueden dañar por completo una cosecha. Esta es una de las razones por las que este café se considera como Aun producto premium. (ConCafé, 2019)

Según la Organización Internacional del Café (ICO) por sus siglas en inglés, el año 2015 Ecuador estaba dentro del listado de uno de los principales productores de café en el mundo, para ese año, el país se ubicaba en la posición número 19 de un total de 20 países, con una participación del 0,49% de la producción mundial, con un total de 42.000 kilos, muy por debajo de países con tradición cafetalera en Latinoamérica como Brasil (puesto N° 1) y Colombia (puesto N° 3).

El cultivo de café en Ecuador posee tanto valor económico, como social y ecológico. La importancia social y económica se basa en la generación de empleo para 105.000 familias de productores; así como para 700.000 familias adicionales vinculadas a los procesos de comercialización, industrialización, transporte y exportación. En el orden ecológico, la importancia del café radica en la amplia adaptabilidad de los cafetales a los distintos agroecosistemas de las cuatro regiones del país: Costa, Sierra, Amazonía e Islas Galápagos.

La actividad agro-productiva del café presenta varios factores que afectan la productividad y la calidad del grano, por repercusiones como la inestabilidad de los precios en el mercado mundial, fenómenos naturales como «El Niño», reducción del área cultivada y edad avanzada de los cafetales; todo lo cual, incide negativamente en la economía de los productores. (Stefania Venegas Sánchez a; Diego Orellana Bueno b; Pablo Pérez Jara c, 2018)

En el periodo 2018/19 produjo cerca de 500 000 sacos de 60 kg pero importó más, específicamente 714 000. entre octubre de 2020 y febrero de 2021 Ecuador exportó unos 198 000 sacos de 60 kg de café. A lo largo de la historia del Ecuador, los precios del café no han sido favorables para los cafetaleros. La falta de rentabilidad, otros cultivos más atractivos y los altos costos de producción han provocado menores rendimientos. Por lo tanto, esto significa que el café ecuatoriano es más caro para los comerciantes y tostadores y no tiene la reputación de calidad que disfrutaban muchos otros orígenes. En este contexto, los productores de café ecuatorianos se esfuerzan cada día por continuar siendo competitivos para el mercado internacional. (Perfec Tdaily Grind, 2022)

El acolchado o “mulching” de plástico negro en terrenos agrícolas, es una técnica realizada tanto en cultivos herbáceos como leñosos para mejorar el control de las malas hierbas modificando la temperatura del suelo el grado de modificación depende de las propiedades del plástico, además este permite disminuir la pérdida de humedad del suelo y disminuyendo la evaporación de agua. El efecto del mismo color de película sobre el rendimiento puede variar entre estaciones, años y latitudes geográficas y, por lo tanto, las respuestas de los cultivos al mantillo pueden variar. El plástico más utilizado en los

espaciadores es la película de polietileno con un espesor de 120 a 200 que pueden venir microperforados para evitar la condensación de agua bajo su superficie.

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El cultivo de café arábigo es una actividad económica importante en muchas partes del mundo, especialmente en las zonas rurales, donde es una importante fuente de ingresos y empleo. Sin embargo, la productividad del café arábigo puede verse afectada por diversos factores agronómicos y ambientales, como la disponibilidad de agua, la temperatura del terreno y la competencia con las malezas. En este marco, se ha identificado que el uso de técnicas de manejo agronómico, como el acolchado con plástico negro, puede ser una estrategia efectiva para mejorar las condiciones de crecimiento del café y optimizar el crecimiento vegetativo.

El uso de acolchado de plástico negro proporciona varios beneficios como mantener la humedad del suelo, regular la temperatura del suelo y reducir la presencia de malezas, que en conjunto mejoran el crecimiento y el vigor del café arábigo.

Por lo tanto, este estudio tiene implicaciones importantes para los productores de café, investigadores y trabajadores de extensión rural interesados en aumentar la productividad del café arábigo a través de prácticas sostenibles y efectivas. Los hallazgos pueden proporcionar recomendaciones prácticas para el manejo de cultivos, apoyando así la sostenibilidad económica y ambiental del cultivo de café en las regiones productoras de café arábigo.

Gracias a un proyecto de investigación en Perú se estudió el efecto de algunos colores del mantillo plástico en el cultivo de fresa demostrando que el color de acolchado plástico negro es el que mejor actúa sobre el control de malezas en las plantas, por otro lado, cualquier otro color de acolchado presenta resultados poco favorables en el manejo de malezas.

El color del mantillo plástico no influye en la altura de las plantas ni en el diámetro de los frutos. Sin embargo, el color del mantillo plástico negro demuestra una mayor cantidad de frutos de calidad extra y un mejor control sobre las malezas en el cultivo.

En la investigación realizada por Calderón et al., (2013) se estableció la humedad gravimétrica y temperatura en cada color diferente de acolchado. Demostrando las temperaturas más elevadas en acolchados plásticos, por otro lado, se evidenció una similar humedad gravimétrica entre las coberturas. El color de acolchado plástico plateado/negro demostró un área foliar mayor 564.7 centímetros cuadrados por cada planta.

En cuanto al rendimiento los resultados más favorables fueron del color de acolchado plástico plateado/negro y de la cobertura de cascarilla de arroz con 347.8 y 279.74 gramos por planta respectivamente, el plástico de color negro demostró el menor rendimiento con 246.43 gramos por planta, sin embargo, los frutos de este resultaron los de mayor calibre. El material de los acolchados no presentó influencia para los sólidos solubles. El acolchado más eficaz dentro de la investigación fue el plateado/negro.

1.2. OBJETIVOS Y HIPÓTESIS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el impacto del uso de acolchado de plástico negro en el desarrollo vegetativo de las plantas de café Arábico.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del acolchado con plástico negro sobre el crecimiento de la planta de café arábigo.
- Analizar la correlación entre las variables sobre el desarrollo vegetativo del café arábigo en las parcelas con y sin acolchado de plástico negro.

1.3. HIPÓTESIS NULA (H₀)

No existe diferencias estadísticas significativa en el mejoramiento del desarrollo vegetativo de las plantas de café cultivadas con acolchado plástico negro en comparación con las plantas cultivadas sin acolchado.

1.4. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H_a)

Existe diferencias estadísticas significativa en el mejoramiento del desarrollo vegetativo de las plantas de café cultivadas con acolchado plástico negro en comparación con las plantas cultivadas sin acolchado.

1.5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influye el uso de acolchado con plástico negro en el desarrollo vegetativo del café arábigo (*Coffea arábica.*), en términos de crecimiento, retención de humedad del suelo y control de malezas, en comparación con el cultivo sin acolchado?

1.6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según estudios, el acolchado plástico puede aumentar la temperatura del suelo hasta en 5°C, lo que crea un microclima favorable para el desarrollo de cultivos como el café. Además, el uso de acolchado plástico reduce el crecimiento de malezas, lo que mejora la absorción de agua y nutrientes por las raíces, optimizando el desarrollo vegetativo de las plantas. (COVERIS, s.f.)

A pesar de estos beneficios observados en otros cultivos, como el maíz y las hortalizas, la implementación de esta técnica en el café arábigo en Ecuador, particularmente en la variedad Manabí 001, no ha sido suficientemente investigada. La falta de estudios detallados sobre el impacto del acolchado plástico en las condiciones particulares de esta región representa una laguna en el conocimiento que esta investigación busca llenar. (ORTEGA, 2024)

Este estudio tiene como objetivo evaluar cómo el acolchado con plástico negro influye en el desarrollo vegetativo del café arábigo en la Finca Experimental Lodana. Los resultados proporcionarán información valiosa para los productores de café sobre estrategias agronómicas que puedan mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo EN Ecuador.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.1.1. Cultivo De Café Arábigo

a. Origen y taxonomía

El cafeto arábigo (*Coffea arábica*) es un arbusto de la familia de las rubiáceas nativo de Etiopía o Yemen; es una de las variedades más cultivadas en todo el mundo, representando aproximadamente el 60-70 % de la producción global de café que produce bebida de buena calidad (obtenido a partir de las semillas tostadas) y la de mayor antigüedad en agricultura, datándose su uso a finales del I milenio en la península arábica. (CAFETO, s.f.)

Tabla 1. Coffea arábica en Köhler's Medizinal-Pflanzen (1887).

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Gentianales
Familia:	Rubiaceae
Subfamilia:	Ixoroideae

Tribu:	Coffeae
Género:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>C.arábica</i>

b. Morfología Del Cafeto

La especie de café más cultivada en el mundo es el *Coffea arábica* L. Y aunque los cafetos de esta especie comúnmente se clasifican como arbustos, en otras especies estos pueden denominarse árboles. Los arbustos y árboles de café son del tipo perenne, leñoso y de un tallo resistente cubierto de corcho.

c. Morfología de órganos

- **Raíz**

La planta de café incluye en la parte inferior del tallo la raíz principal, una más larga y gruesa que va de forma vertical desde el final del tallo hasta el final de la raíz que hace de sostén para las otras raíces más chicas estas pueden alcanzar por lo menos los 50 centímetros si se trata de plantas con más de 5 años.

Por otro lado, las raíces secundarias o ramificaciones son aquellas encargadas de absorber del suelo los nutrientes y el agua ya que estas son las únicas que pueden dividirse en onces partes distintas Xilema, Floema, Periciclo, Endodermis, Parénquima, Epidermis, Protodermis, Meristema, Caliptra.

- **Tallo**

El arbusto de café generalmente está compuesto de un solo tallo o eje central que exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. El tallo sirve también para sostener tanto las ramas como las raíces y se divide en las siguientes partes. Ramas, yema terminal, yema auxiliar, nudos y entrenudos y se encarga de que pasen los nutrientes y suficiente agua hasta la raíz a lo largo de la planta, por su parte los nudos del tallo comienzan el proceso de crecimiento de sus nuevas ramas, los nudos deberán sostener la rama en su lugar y mantenerlas siempre rígidas. Por otro lado, la yema terminal es la que marca el final y comienzo de un nuevo crecimiento.

- **Hojas**

Las hojas de la planta de café, al igual que sus frutos, cambian de color según la etapa en la que estén. Al comienzo, son de color verde claro, pero luego ese tono se oscurece con el tiempo y aunque suene extraño, las hojas del cafeto son cruciales para su supervivencia. Esto se debe a que son las hojas las que forman la planta y le dan su estructura.

Para conocer de la forma más completa posible la morfología y taxonomía del café, es importante conocer las 5 partes que componen a la hoja de la planta de café: limbo, nervio central, peciolo, estipula y margen.

- **Frutos**

El fruto del café es el elemento que nos queda para conocer por completo la morfología del café. Para la planta del café, el fruto es su garantía de supervivencia y reproducción.

Dentro de estos frutos hay dos semillas unidas por el pergamino: una membrana transparente de composición natural, que es lo que le brinda un sabor dulce. Cada semilla, a su vez, posee un núcleo que es el portador del embrión y el encargado del desarrollo de la planta.

d. Variedades de café Manabita

Variedades de Café Cultivadas en Ecuador

Ecuador cultiva principalmente dos variedades de café: *Arábica y Robusta*. Sin embargo, en el mundo del café de especialidad, el Café Arábica es el rey. Las subvariedades más populares de Arábica que se cultivan en el país incluyen:

- **Bourbon:** Famoso por su complejidad y dulzura, el Bourbon es una de las variedades más apreciadas en el mundo del café de especialidad.
- **Typica:** Una variedad clásica que se cultiva en muchas partes del mundo, en Ecuador se cultiva especialmente en regiones de alta altitud, lo que resalta su acidez brillante y delicado cuerpo.
- **Caturra:** Esta variedad es conocida por su resistencia a enfermedades y su capacidad de producir sabores balanceados, con una ligera acidez y un cuerpo agradable.

Estas variedades se seleccionan cuidadosamente para resaltar las características únicas de cada región cafetera del país, lo que permite que los productores ecuatorianos participen en competencias internacionales de café.

e. Requerimientos edafoclimáticos

- **Clima:** Prefiere temperaturas moderadas (18-24 °C) y una alta humedad.
- **Altitud:** Se desarrolla mejor en altitudes de 600 a 2,000 metros sobre el nivel del mar.
- **Suelo:** Los suelos deben ser ricos en nutrientes, bien drenados y con un *pH* ligeramente ácido (6.0-6.5).

La combinación de estos factores hace que la selección de la ubicación y las prácticas de manejo agronómico sean cruciales para el éxito del cultivo de café arábigo.

f. Preparación Del Terreno

Para preparar un terreno es esencial mantenerlo totalmente despejado y libre de malezas, también se debe considerar las condiciones del lote como es el tamaño, la pendiente, la vegetación existente el pH y química del suelo. Es muy importante trabajar bien el área del terreno para asegurarse de que no haya plagas que puedan afectar al cultivo.

Abonado

El café necesita cantidades altas de materia orgánica por ende es necesario añadir estiércol de animales como el de vaca o gallina que es una fuente rica en nutrientes y se utilizan como abono para los árboles de café.

Levantamiento de camas

La superficie del lote del terreno debe quedar totalmente nivelado para realizar el levantamiento de cama que tendría una forma similar a pirámide.

Acolchado

La importancia de las coberturas de las camas es esencial para minimizar la evaporación de agua y aumentar la precocidad del fruto y cosecha evitando el incremento excesivo de maleza.

Colocación del sistema de riego

Después que las camas se encuentren ya listas se procede a instalar el sistema de riego por goteo.

Plantación

Para proceder a trasplantar normalmente se realizan las marcas y perforaciones sobre el acolchado de plástico para realizar la siembra. Las medidas entre plantas e hileras son de 2m entre hilera y 1.25 entre planta.

Fertilización

Para la respectiva siembra es importante colocar fertilizantes completos y ricos en nitrógeno (N) con el fin de poseer un apropiado desarrollo vegetativo mientras que en la maduración y floración es fundamental aplicar productos con un alto nivel de Fosforo (P) y Potación (K), al igual es importante observar que es una planta vulnerable a la perdida de Boro (B). Cuando la planta muestra estas deficiencias a continuación se debe añadir los siguientes elementos.

Deshierbe

Esta labor se puede realizar de forma manual ya sea con azadón, escarda, rastra, machete etc. O por emergencia se aplica sustancias químicas y fungicidas como es el la Atrazina que se la puede aplicar en dosis de 1.5 y 2 lt/ha.

Riego

El cultivo de acolchado de café requiere de suficiente agua distribuida por todas las camas ya que el plan del riego dependerá mucho del tipo de suelo y las condiciones climáticas del lugar donde haya sido instalado el cultivo.

Eliminación de hojas

Las hojas secas y agostadas deben ser eliminadas y /o desprendidas en cuanto se noten inmediatamente.

Cosecha

Se realiza la recolección de forma manual lo cual depende mucho de la madures del fruto y existen dos técnicas de recolección:

- **Picking:** Aquí los granos se recolectan a mano, uno a uno, seleccionando aquellos que están maduros y dejando en el cafeto los que aún no están a punto y que se recogerán más adelante.
- **Striping:** Por otro lado, se retiran todos los frutos del cafeto de una sola vez, a mano o bien con maquinaria especial.

2.2. Acolchado de plástico

a. Definición y tipos de Acolchado

El acolchado es una técnica agrícola que consiste en cubrir el suelo con diversos materiales, protegiéndolo de las inclemencias del clima y mejorando las condiciones para el desarrollo de los cultivos. Existen dos tipos principales de acolchado: orgánico e inorgánico.

Los acolchados orgánicos: Incluyen materiales como paja, hojas secas, compost y residuos de cultivos, los cuales se descomponen gradualmente y mejoran la fertilidad del suelo

Los acolchados inorgánicos: Como los plásticos, se utilizan principalmente para controlar las malezas, conservar la humedad y regular la temperatura del suelo.

El acolchado plástico ha ganado terreno en la agricultura moderna debido a sus múltiples beneficios, especialmente en cultivos de alto valor como el café. En Ecuador, la implementación de acolchados plásticos en regiones de altura ha demostrado ser efectiva para mejorar la productividad agrícola, principalmente al aumentar la temperatura del suelo y reducir la pérdida de humedad, factores clave en el desarrollo de cultivos en condiciones adversas. (Zambrano, José L. Cartagena, Yamil E. Sangoquiza, Carlos A. López, Victoria

A. Parra, Rafael Maiguashca, Javier A. Rivadeneria, José L. Park., Chang H.)

b. Acolchado plástico negro

Especificaciones sobre el uso de plástico negro como acolchado

El uso de plástico negro como material de acolchado se ha convertido en una práctica común en la agricultura moderna debido a sus múltiples ventajas. El plástico negro, generalmente fabricado a partir de polietileno de baja densidad (LDPE), se utiliza principalmente para crear un microclima favorable alrededor de las plantas, mejorando las condiciones de crecimiento y productividad. Este tipo de acolchado forma una barrera física que reduce la evaporación del agua del suelo, suprime el crecimiento de malezas,

y retiene el calor durante la noche, lo que es crucial en climas fríos o en áreas con fluctuaciones térmicas marcadas.

El grosor del plástico utilizado puede variar según las necesidades del cultivo y las condiciones climáticas. Generalmente, el acolchado de polietileno tiene un grosor de entre 25 a 50 micras, siendo el de 50 micras preferido en zonas ventosas o con una mayor exposición solar debido a su mayor resistencia. Además, el color negro es crucial en la retención del calor, ya que absorbe más radiación solar en comparación con plásticos de otros colores como el blanco o el plateado

En Ecuador, el uso de plástico negro ha sido evaluado principalmente en cultivos de maíz y café en la región de la Sierra, donde las temperaturas nocturnas pueden descender considerablemente. Los estudios han mostrado que este tipo de acolchado no solo mejora la retención de humedad, sino que también aumenta la temperatura del suelo en 2 a 4 °C, favoreciendo la actividad radicular y el crecimiento vegetativo de las plantas.

2.3. Efecto del acolchado de plástico en el suelo

a. Regulación de la temperatura del suelo

La regulación de la temperatura del suelo es otro aspecto crítico del uso de acolchado, especialmente en zonas de gran altitud o climas extremos. Durante el día, el acolchado plástico absorbe la radiación solar, aumentando la temperatura del suelo en hasta 5°C, lo que favorece el desarrollo de las raíces y mejora la absorción de nutrientes. Durante la noche, el acolchado retiene el calor, evitando que el suelo se enfríe demasiado, lo que protege a las plantas de los efectos del frío.

Este control de la temperatura es especialmente beneficioso en cultivos de café en zonas altas de Ecuador, donde las fluctuaciones térmicas entre el día y la noche pueden afectar negativamente el desarrollo de las plantas. El uso de acolchado plástico en estas condiciones ha permitido mantener una temperatura más constante en el suelo, reduciendo el estrés térmico y aumentando la productividad del cultivo.

b. Humedad del suelo

Uno de los principales beneficios del acolchado es su capacidad para conservar la humedad del suelo. Esta técnica es particularmente útil en zonas donde el acceso al agua es limitado, ya que reduce significativamente la evaporación y mantiene el suelo húmedo por más tiempo. En la Sierra ecuatoriana, estudios realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) han demostrado que el uso de acolchado plástico en cultivos como el maíz puede reducir la necesidad de riego en un 30 %, incrementando la eficiencia del uso del agua y permitiendo mayores rendimientos incluso en condiciones de sequía. (INIAP, 2022)

Además, el uso de acolchados orgánicos, aunque se descomponen con el tiempo, también mejora la estructura del suelo y aumenta la capacidad de retención de agua. Esto beneficia el crecimiento de las raíces y reduce el estrés hídrico en las plantas, lo que es crucial en sistemas de agricultura sostenible. Un estudio en cultivos de café en Brasil demostró que los suelos tratados con acolchado orgánico mantenían mejores niveles de humedad durante todo el ciclo productivo, lo que aumentaba el rendimiento de las plantas.

c. Control de malezas

El control de malezas es otro de los beneficios más destacados del acolchado, especialmente del acolchado plástico negro. Este material actúa como una barrera física que bloquea la luz solar, impidiendo la fotosíntesis de las malezas, lo que reduce significativamente su crecimiento. Esto no solo mejora el desarrollo del cultivo principal al reducir la competencia por agua y nutrientes, sino que también disminuye la necesidad de aplicar herbicidas químicos, promoviendo prácticas más sostenibles (Sangoquiza Caiza et al. 2024).

En Ecuador, la implementación de acolchado plástico en cultivos como el maíz y el café ha demostrado ser altamente efectiva en la reducción de malezas. Un estudio realizado por INIAP mostró que, en parcelas con acolchado, se redujo el uso de mano de obra para el control de malezas en un 50 %, lo que representó un ahorro significativo para los agricultores y una mayor eficiencia operativa (INIAP 2022).

2.4. Efectividad Del Acolchado Con Plástico Negro En El Desarrollo De Cultivos

Los estudios realizados en diferentes países han confirmado que el acolchado con plástico negro mejora significativamente el rendimiento de los cultivos al mejorar el entorno radicular. En Brasil, se observó que el uso de plástico negro en cultivos de café permitió un aumento del 25 % en el rendimiento al reducir la necesidad de riego durante los meses secos y mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes.

En Ecuador, el uso de plástico negro ha demostrado ser igualmente beneficioso en cultivos de café en las regiones montañosas. Las investigaciones llevadas a cabo por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) indican que este tipo de acolchado mejora el desarrollo vegetativo de las plantas de café, especialmente en las primeras etapas de crecimiento. Esto se debe a la reducción de la competencia con malezas y al aumento de la temperatura del suelo, lo que favorece la absorción de nutrientes y la actividad microbiana

Un estudio reciente realizado en la región andina de Ecuador demostró que el uso de acolchado plástico negro en parcelas de maíz permitió una mejora en la retención de humedad y un incremento del rendimiento del cultivo en un 35 %. Además, se observó una reducción del 50 % en el uso de mano de obra para el control de malezas, lo que contribuyó a una mayor rentabilidad para los agricultores locales (Zambrano et al. 2022).

2.5. Impacto Económico Del Uso De Acolchado Plástico Negro

El uso de acolchado plástico negro tiene un impacto económico notable para los agricultores, ya que incrementa la productividad de los cultivos y reduce significativamente los costos operativos. Aunque la inversión inicial para la adquisición e instalación del plástico puede ser considerable, los beneficios a largo plazo superan los costos. Según estudios realizados en la Sierra ecuatoriana, la implementación de esta técnica en cultivos de maíz, hortalizas y café ha resultado en un aumento del rendimiento de entre un 20 % y un 40 %, dependiendo de las condiciones climáticas y del manejo agrícola (INIAP 2022).

2.6. Aumento en la productividad

Otro aspecto relevante del impacto económico es el aumento en la productividad de los cultivos. El acolchado plástico no solo protege al suelo de las inclemencias del clima, sino que también mejora el entorno de las raíces al mantener una temperatura estable. En cultivos de café en zonas de altitud, donde las fluctuaciones térmicas son significativas, se ha observado que el acolchado plástico negro mejora el desarrollo radicular y aumenta la absorción de nutrientes, lo que se traduce en un mayor rendimiento de grano.

En Ecuador, las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) han demostrado que el uso de acolchado plástico en parcelas de maíz y café incrementó la productividad entre un 20 % y un 35 %, dependiendo de las condiciones climáticas y el manejo agronómico. Este aumento en la productividad genera una mejora directa en los ingresos de los agricultores, lo que justifica la inversión inicial en la instalación del plástico.

2.7 Impacto ambiental y sustentabilidad

Si bien el acolchado plástico negro tiene claros beneficios económicos, es importante tener en cuenta su impacto ambiental. La gestión adecuada de los residuos plásticos es fundamental para evitar la contaminación del suelo y del agua. En respuesta a esto, varios estudios han propuesto el uso de plásticos biodegradables que mantienen los beneficios del acolchado convencional, pero con un impacto ambiental reducido. Aunque estos plásticos son más costosos, su uso puede ser una inversión sostenible a largo plazo para los agricultores interesados en prácticas más ecológicas (Munguía López et al. 2011).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación Del Experimento

La investigación se realizó en la finca experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. (Uleam) que se encuentra situada en la parroquia de Lodana entre las cabeceras cantonales de Portoviejo y Santa Ana “su ubicación geográfica es de 80 grados 23 latitud este y 1 grado 10 minutos de longitud Sur con elevación 47m sobre el nivel del mar. Está a 15 Km, de Portoviejo”.



Ilustración 1. Situación geográfica del cultivo de café en la finca experimental ULEAM
Lodana

Tabla 2. Características meteorológicas Fuente: García y Zambrano Vera (2022).

Características meteorológicas	
Clima	Tropical
Temperatura	29°C
Humedad relativa	81%
Altitud Promedio	125 m s. n. m.

3.2. Materiales e Insumos

- Palas
 - Machetes
 - Rastrillos
 - Carreta
 - Plástico negro
 - Manguera
 - Goteros
 - Metro
 - Cuadrante de medición
- Insumo**
- Urea

3.3. Factores De Estudio

Se considero para esta investigación los siguientes factores

- Con acolchado plástico Negro
- Sin acolchado (testigo)

3.4. Tratamientos

A continuación, se muestra el diseño de 2 tratamientos presentados en esta investigación:

Tabla 3. Diseño de tratamientos de la investigación del acolchado de café arábica.

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Con Acolchado plástico negro	T1	R1
	T1	R2
	T1	R3
	T1	R4
Sin Acolchado (Testigo)	T2	R1
	T2	R2
	T2	R3
	T2	R4

3.5. Diseño Experimental

El experimento fue realizado utilizando con 4 repeticiones teniendo en cuentas los 2 tratamientos lo cual alcanza un total de 8 unidades experimentales donde se va a ver el efecto del acolchado con plástico negro y su rendimiento y crecimiento en el área de investigación.

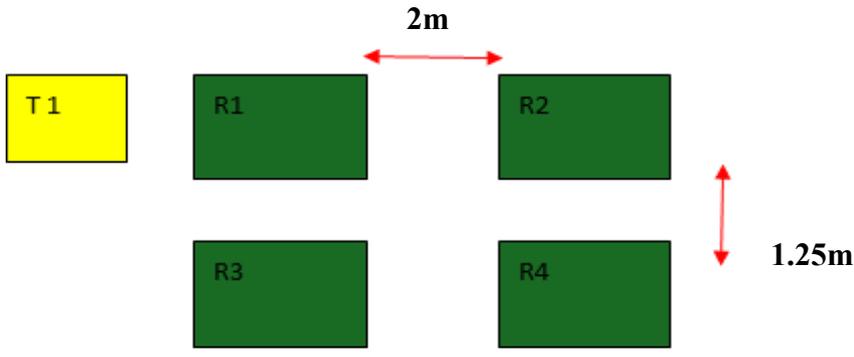


Ilustración 2. Cultivo Con acolchado 1,630 m²

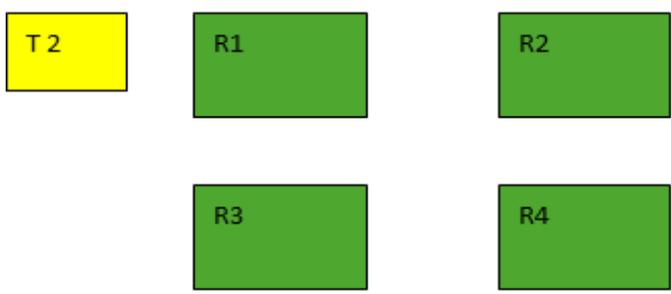


Ilustración 3. Cultivo Sin acolchado 1,714 m²

Figura 1. Esquema de distribución de unidades experimentales por tratamiento (T1: con acolchado, T2: sin acolchado)

UNIDADES EXPERIMENTALES POR TRATAMIENTO

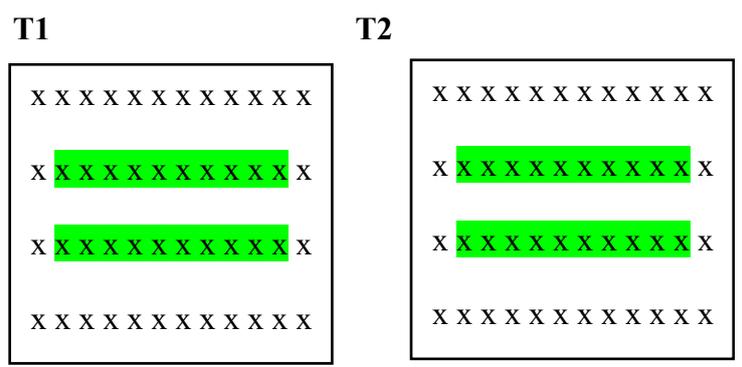


Figura 2. Esquema de distribución de plantas por tratamiento (T1: con acolchado, T2: sin acolchado).

- Se evaluarán 20 planta por unidad experimental.
- El número total de plantas por unidad experimental es de 160 plantas

3.6. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos serán tabulados en una tabla de Excel y posteriormente se analizarán haciendo uso del software INFOSTAT en donde se los va a comparar aplicando la prueba de hipótesis estadística mediante **T Student** al ($p < 0.05\%$) de manera que permitirá saber si hubo o no significancia en alguno de los tratamientos.

3.7. Modelo Estadístico

El modelo estadístico para este diseño es:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

μ = medida de la población.

\bar{x} = medida de la distribución de los datos.

n = tamaño de muestra.

s = error estándar de la muestra

3.8. Variables Evaluadas.

La recolección de datos comenzó desde el momento en que las plantas están en crecimiento y desarrollo utilizando técnicas morfométricas y herramientas de campo para obtener datos cada 30 días. Se evaluarán las siguientes variables:

Variable Dependiente

- **Altura de planta de café:** Las mediciones se realizarán desde la base del tallo (nivel del suelo) de la planta hasta la punta del ápice en 20 plantas por cada repetición seleccionadas cada 30 días con la ayuda de un flexómetro.
- **Diámetro de tallo:** Para medir el diámetro del tallo de la planta de café se va a utilizar un vernier, a una altura de 5 cm desde la base del tallo (nivel del suelo) cada 30 días.
- **Incidencia de Maleza:** Para medir el porcentaje de malezas se utilizó como unidad de muestreo un cuadro de 1m x 1m instalado aleatoriamente, el muestreo se llevó a cabo cada 30 días utilizando el método de cobertura repetida y se mide el número de veces que determinada especie toca con la vara de cobertura.
- **Número de Frutos de café:** El fruto también llamado cereza tiene una curva sigmoidea de crecimiento, con un período inicial muy lento que dura los primeros 45-60 días después de la polinización. Para la evaluación se realiza un conteo manual en cada planta seleccionada, considerando únicamente los frutos desarrollados visibles al momento de la evaluación.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico de las variables evaluadas en el desarrollo vegetativo del café arábigo (*Coffea arábica*) con y sin acolchado plástico negro. Se aplicó la prueba t de Student para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

4.1. Comparación de tratamientos-Febrero

4.1.1. Altura de la planta

Tabla 4. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Altura de la planta (cm)	56.35	52.38	2,53	0.0124

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 5. Resultados del análisis estadístico de altura de plantas según tratamientos.

Variable:Altura de la planta (cm) - Clasific:Tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	56,35	52,38
Varianza	80,13	117,22
Media (1) -Media (2)	3,98	
LI (95)	0,87	
LS (95)	7,08	
pHomVar	0,0929	
T	2,53	
gl	158	
p-valor	0,0124	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Altura de la planta), la media con acolchado fue de 56.35 y sin acolchado fue de 52.28. El estadístico t fue de 2.53 y el valor p fue de 0.0124, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora la altura de la planta en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.1.2. Gráfico comparativo (Altura de la planta)

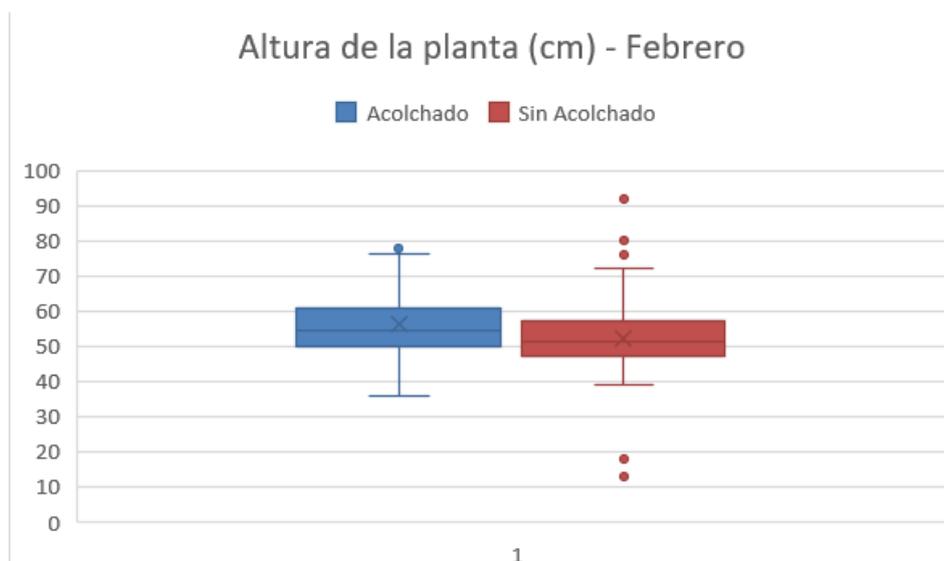


Figura 3. Comparación de altura de la planta (cm) entre tratamientos.

4.1.3. Diámetro del tallo

Tabla 6. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Diámetro del tallo (cm)	2.66	2.38	0.97	0.3342

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 7. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.

Variable: Diámetro del tallo (cm) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	2,66	2,38
Varianza	0,53	6,48
Media (1) - Media (2)	0,29	
LI (95)	-0,30	
LS (95)	0,88	
pHomVar	<0,0001	
T	0,97	
gl	92	
p-valor	0,3342	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Diámetro del tallo), la media con acolchado fue de 2.66 y sin acolchado fue de 2.38. El estadístico t fue de 0.97 y el valor p fue de 0.3342, lo que indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro no mejora significativamente el diámetro del tallo en comparación con el tratamiento sin acolchado.

1.2.1 Gráfico comparativo (Diámetro del tallo)

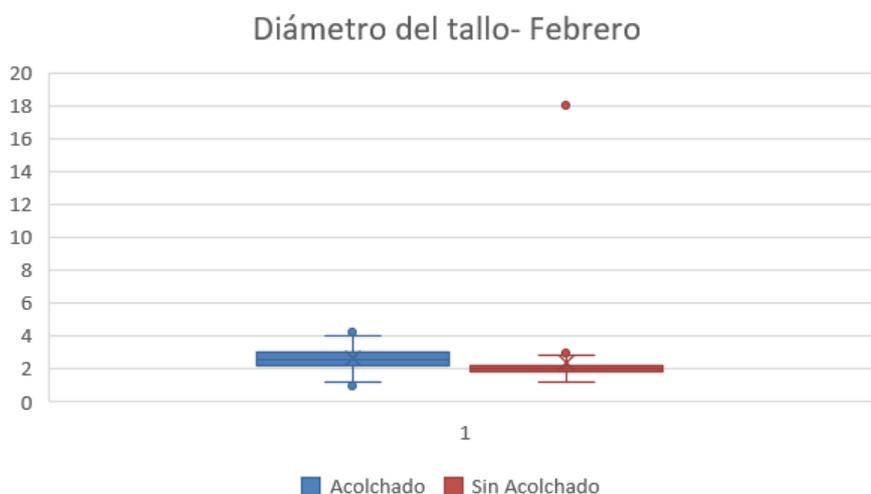


Figura 4. Comparación de diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.

4.1.5. Incidencia de malezas

Tabla 8. Resultado de la prueba t de Student (Incidencia de malezas).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Incidencia de malezas (%)	0.35	0.43	-2.52	0.0128

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 9. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.

Variable: Incidencia de malezas (%) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	0,35	0,43
Varianza	0,03	0,04
Media (1) - Media (2)	-0,08	
LI (95)	-0,14	
LS (95)	-0,02	
pHomVar	0,1041	
T	-2,52	
gl	158	
p-valor	0,0128	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Incidencia de malezas) la media con acolchado fue de 0.35 y sin acolchado fue de 0.43. El estadístico t fue de -2.52 y el valor p fue de 0.0128, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico reduce significativamente la incidencia de malezas en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.1.1. Gráfico comparativo (Incidencia de malezas)

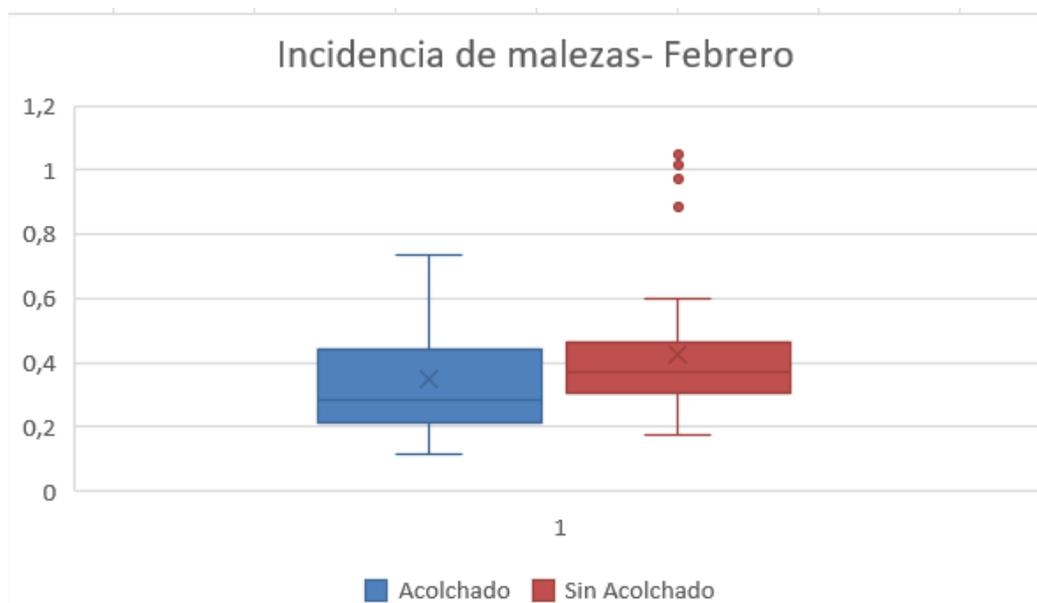


Figura 5. Comparación de incidencia de malezas (%) entre tratamientos.

4.1.7. Número de frutos

Durante el primer mes de evaluación, no se realizó la prueba t de Student para la variable número de frutos, debido a que todos los datos registrados fueron cero. Esta ausencia de producción impide aplicar pruebas estadísticas paramétricas, ya que no existe variabilidad en los datos y no se cumplen los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianza. Por lo tanto, se considera que en ese mes no hubo producción de frutos en ninguno de los tratamientos.

4.2.Comparación de tratamientos- Marzo

4.2.1. Altura de la planta

Tabla 10. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Altura de la planta (cm)	64.83	61.65	2.48	0.0143

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 11. Resultados del análisis estadístico de altura de plantas según tratamientos

Variable:Altura de la planta (cm) - Clasific:Tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	64,83	61,65
Varianza	60,32	71,17
Media (1) -Media (2)	3,18	
LI (95)	0,64	
LS (95)	5,71	
pHomVar	0,4642	
T	2,48	
gl	158	
p-valor	0,0143	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Altura de la planta), la media con acolchado fue de 64.83 y sin acolchado fue de 61.65. El estadístico t fue de 2.48 y el valor p fue de 0.0143, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente la altura de la planta en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.2.2 Gráfico comparativo (Altura de la planta)

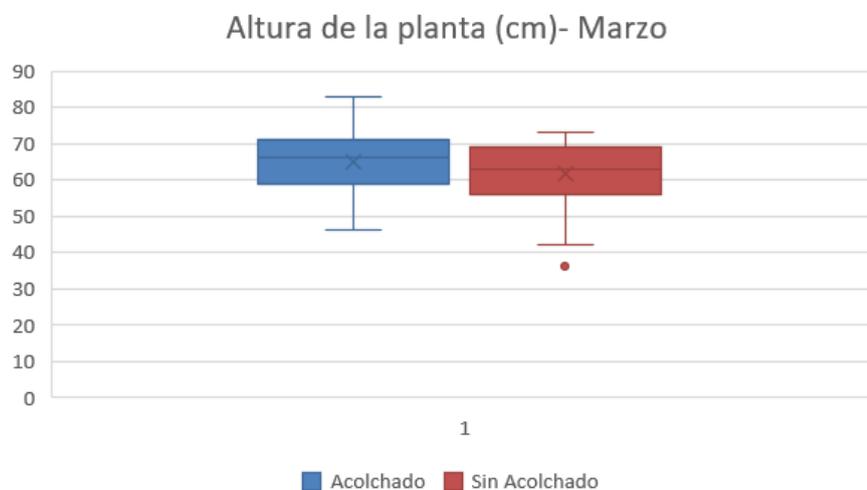


Figura 6. Comparación de altura de planta (cm) entre tratamientos.

4.2.3 Diámetro del tallo

Tabla 12. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Diámetro del tallo (cm)	1.86	1.54	4.18	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 13. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.

Variable: *Diámetro del tallo (cm)* - Clasific: *Tratamiento* - prueba: *Bilateral*

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	1,86	1,54
Varianza	0,25	0,20
Media (1) -Media (2)	0,32	
LI (95)	0,17	
LS (95)	0,46	
pHomVar	0,2983	
T	4,18	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Diámetro del tallo), la media con acolchado fue de 1.86 y sin acolchado fue de 1.54. El estadístico t fue de 4.18 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente el diámetro del tallo en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.2.4 Gráfico comparativo (Diámetro del tallo)

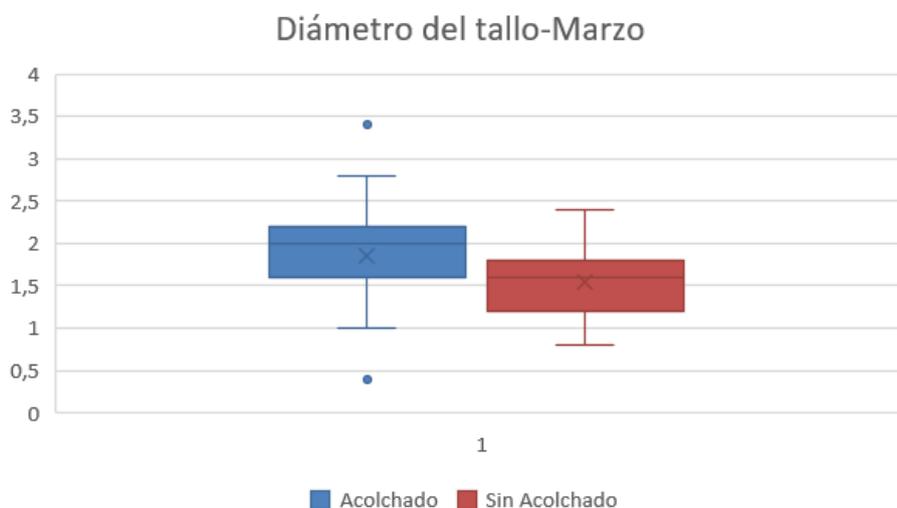


Figura 7. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.

4.2.5 Incidencia de malezas

Tabla 14. Resultado de la prueba t de Student (Incidencia de malezas).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Incidencia de malezas (%)	0.53	0.70	-5.09	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 15. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.

Variable: Incidencia de malezas (%).1 - Clasific: Tratamientos - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	0,53	0,70
Varianza	0,03	0,05
Media (1)-Media (2)	-0,17	
LI (95)	-0,23	
LS (95)	-0,10	
pHomVar	0,0261	
T	-5,09	
gl	150	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Incidencia de malezas) la media con acolchado fue de 0.53 y sin acolchado fue de 0.70. El estadístico t fue de -5.09 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico reduce significativamente la incidencia de malezas en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.2.6. Gráfico comparativo (Incidencia de malezas)

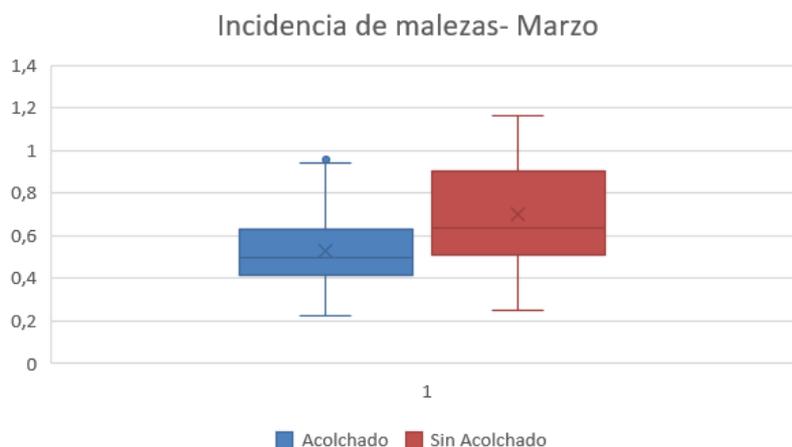


Figura 8. Comparación Incidencia de maleza (%) entre tratamientos

4.2.7 Número de frutos

Durante el segundo mes de evaluación, no se realizó la prueba t de Student para la variable número de frutos, debido a que todos los datos registrados fueron cero. Esta ausencia de producción impide aplicar pruebas estadísticas paramétricas, ya que no existe variabilidad en los datos y no se cumplen los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianza. Por lo tanto, se considera que en ese mes no hubo producción de frutos en ninguno de los tratamientos.

4.3.Comparación de tratamientos- Abril

4.3.1. Altura de la planta

Tabla 16. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Altura de la planta (cm)	67.73	58.09	6.17	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 17. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos

Variable:Altura de la planta (cm) - Clasific:Tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	67,73	58,09
Varianza	105,52	89,80
Media (1)-Media (2)	9,64	
LI (95)	6,55	
LS (95)	12,72	
pHomVar	0,4752	
T	6,17	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Altura de la planta), la media con acolchado fue de 67.73 y sin acolchado fue de 58.09. El estadístico t fue de 6.17 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente la altura de la planta en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.3.2. Gráfico comparativo (altura de la planta)

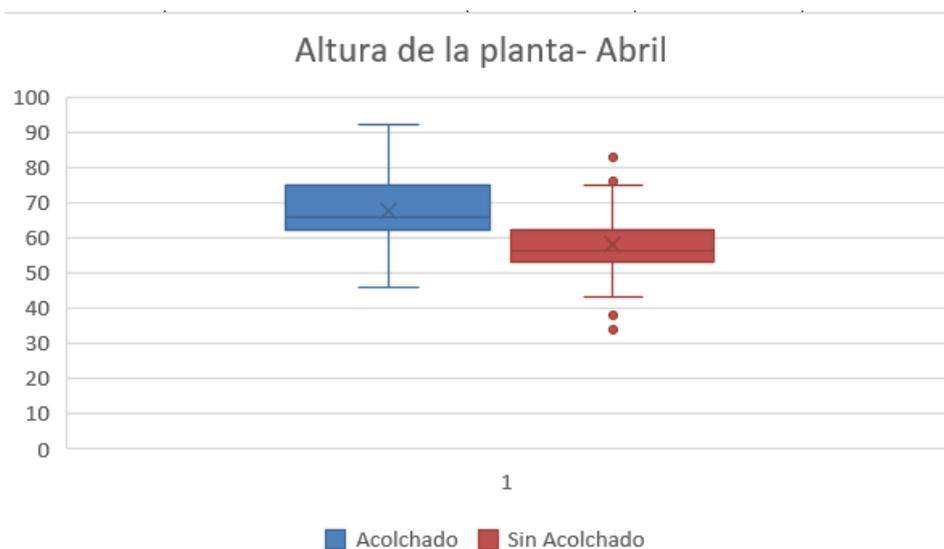


Figura 9. Comparación de altura de la planta (cm) entre tratamientos.

4.3.3. Diámetro del tallo

Tabla 18. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Diámetro del tallo (cm)	2.27	2.15	1.25	0.2147

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 19. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.

Variable: Diámetro del tallo (cm) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	2,27	2,15
Varianza	0,49	0,26
Media (1) - Media (2)	0,12	
LI (95)	-0,07	
LS (95)	0,31	
pHomVar	0,0051	
T	1,25	
gl	145	
p-valor	0,2147	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Diámetro del tallo), la media con acolchado fue de 2.27 y sin acolchado fue de 2.15. El estadístico t fue de 1.25 y el valor p fue de 0.2147, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro no mejora significativamente el diámetro del tallo en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.3.4. Gráfico comparativo (Diámetro del tallo)

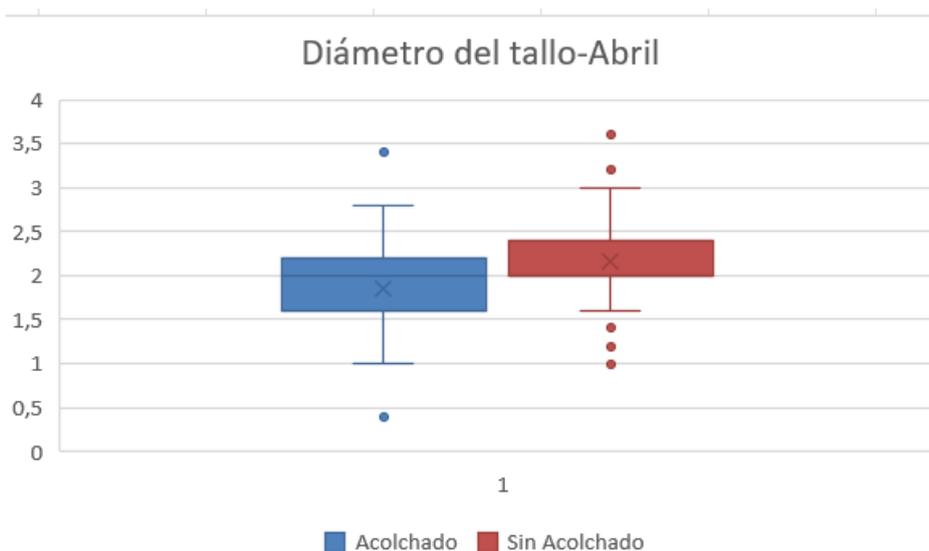


Figura 10. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.

4.3.5. Incidencia de malezas

Tabla 20. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Incidencia de malezas (%)	0.49	0.60	-3.30	0.0012

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 21. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.

Variable: Incidencia de malezas (%) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	0,49	0,60
Varianza	0,05	0,04
Media (1) - Media (2)	-0,11	
LI (95)	-0,17	
LS (95)	-0,04	
pHomVar	0,3493	
T	-3,30	
gl	158	
p-valor	0,0012	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Incidencia de malezas) la media con acolchado fue de 0.49 y sin acolchado fue de 0.60. El estadístico t fue de -3.30 y el valor p fue de 0.0012, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico reduce significativamente la incidencia de malezas en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.3.6. Gráfico comparativo (Incidencia de malezas)

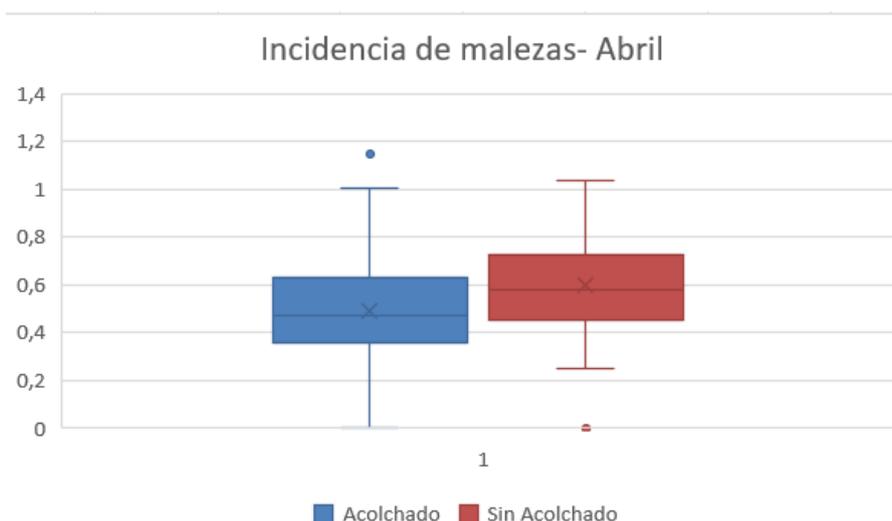


Figura 11. Comparación Incidencia de malezas (%) entre tratamientos.

4.3.7. Número de frutos

Durante el tercer mes de evaluación, no se realizó la prueba t de Student para la variable número de frutos, debido a que todos los datos registrados fueron cero. Esta ausencia de producción impide aplicar pruebas estadísticas paramétricas, ya que no existe variabilidad en los datos y no se cumplen los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianza. Por lo tanto, se considera que en ese mes no hubo producción de frutos en ninguno de los tratamientos.

4.4. Comparación de tratamientos- Mayo

4.4.1. Altura de la planta

Tabla 22. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Altura de la planta (cm)	67.64	61.15	4.34	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 23. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos
Variable: Altura de la planta (cm) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	67,64	61,15
Varianza	104,89	73,93
Media (1) -Media (2)	6,49	
LI (95)	3,53	
LS (95)	9,44	
pHomVar	0,1221	
T	4,34	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Altura de la planta), la media con acolchado fue de 67.64 y sin acolchado fue de 61.15. El estadístico t fue de 4.34 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente la altura de la planta en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.4.2. Gráfico comparativo (Altura de la planta)

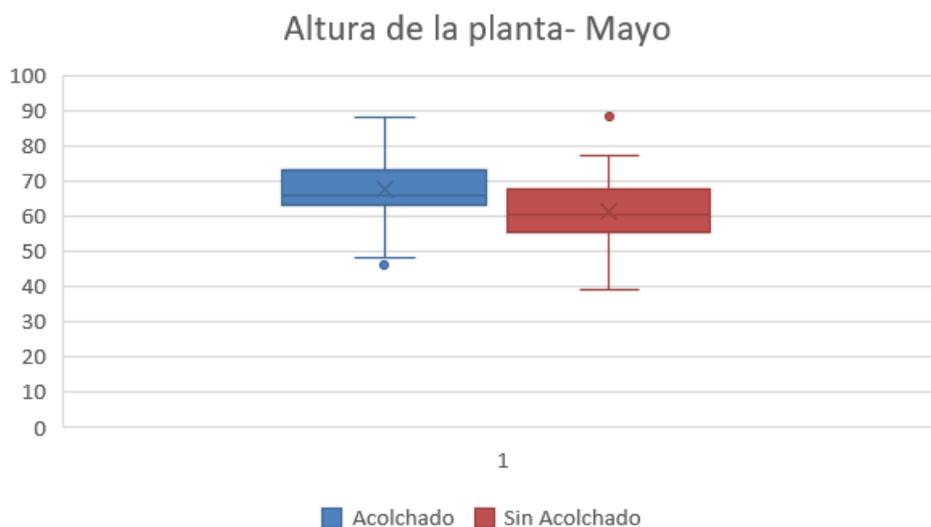


Figura 12. Comparación altura de la planta (cm) entre tratamientos.

4.4.3. Diámetro del tallo

Tabla 24. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Diámetro del tallo (cm)	2.39	2.24	2.03	0.0443

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 25. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.

Variable:Diámetro del tallo (cm) - Clasific:Tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	2,39	2,24
Varianza	0,27	0,18
Media (1) -Media (2)	0,15	
LI (95)	3,9E-03	
LS (95)	0,30	
pHomVar	0,0730	
T	2,03	
gl	158	
p-valor	0,0443	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Diámetro del tallo), la media con acolchado fue de 2.39 y sin acolchado fue de 2.24. El estadístico t fue de 2.03 y el valor p fue de 0.0443, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente el diámetro del tallo en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.4.4. Gráfico comparativo (Diámetro del tallo)

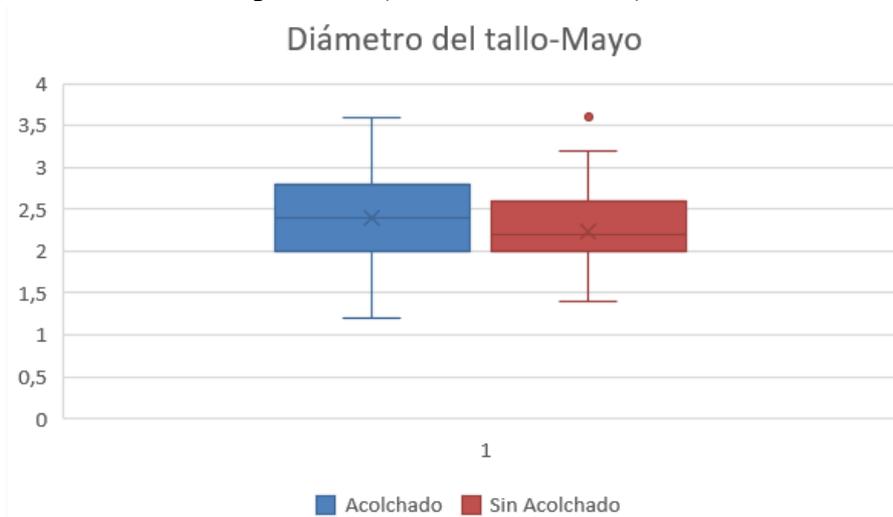


Figura 13. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.

4.4.5. Incidencia de malezas

Tabla 26. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Incidencia de malezas (%)	0.40	0.61	-6.11	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 27. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.

Variable: Incidencia de malezas (%) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	0,40	0,61
Varianza	0,04	0,06
Media (1) - Media (2)	-0,21	
LI (95)	-0,28	
LS (95)	-0,14	
pHomVar	0,1286	
T	-6,11	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Incidencia de malezas) la media con acolchado fue de 0.40 y sin acolchado fue de 0.61. El estadístico t fue de -6.11 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico reduce significativamente la incidencia de malezas en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.4.6. Gráfico comparativo (Incidencia de maleza)

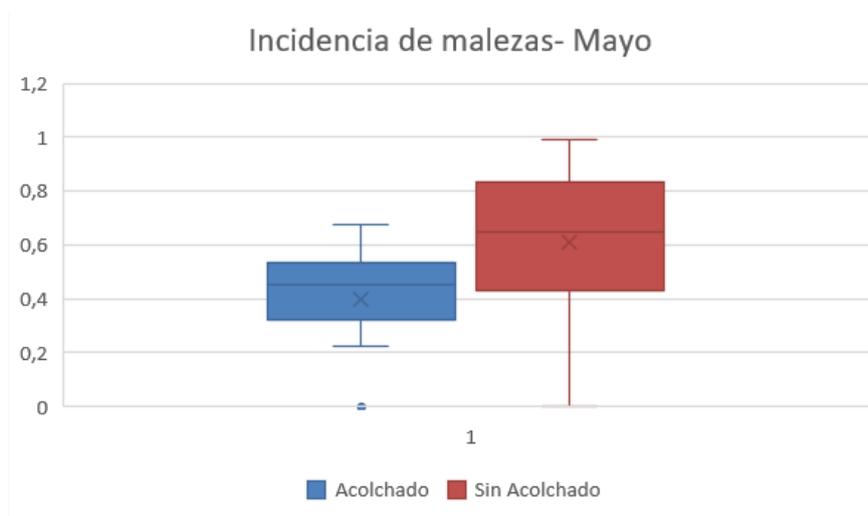


Figura 14. Comparación incidencia de malezas (%) entre tratamientos.

4.4.7 Número de frutos

Durante el cuarto mes de evaluación, no se realizó la prueba t de Student para la variable número de frutos, debido a que todos los datos registrados fueron cero. Esta ausencia de producción impide aplicar pruebas estadísticas paramétricas, ya que no existe variabilidad en los datos y no se cumplen los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianza. Por lo tanto, se considera que en ese mes no hubo producción de frutos en ninguno de los tratamientos.

4.5.Comparación de tratamientos- Junio

4.5.1. Altura de la planta

Tabla 28. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Altura de la planta (cm)	73.41	63.09	6.87	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 29. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos

Variable:Altura de la planta (cm) - Clasific:Tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	73,41	63,09
Varianza	110,30	70,64
Media (1) -Media (2)	10,33	
LI (95)	7,35	
LS (95)	13,30	
pHomVar	0,0493	
T	6,87	
gl	152	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020)

Para la variable (Altura de la planta), la media con acolchado fue de 73.41 y sin acolchado fue de 63.09. El estadístico t fue de 6.87 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente la altura de la planta en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.5.2. Gráfico comparativo (Altura de la planta)

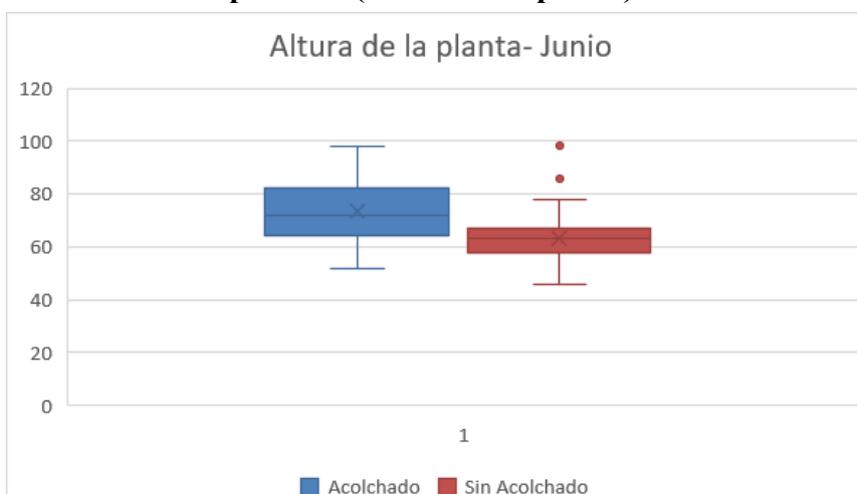


Figura 15. Comparación altura de la planta (cm) entre tratamientos.

4.5.3. Diámetro del tallo

Tabla 30. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Diámetro del tallo (cm)	2.52	2.26	3.61	0.0004

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 31. Resultados del análisis estadístico de diámetro del tallo según tratamientos.

Variable: Diámetro del tallo (cm) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	2,52	2,26
Varianza	0,23	0,19
Media (1) - Media (2)	0,26	
LI (95)	0,12	
LS (95)	0,41	
pHomVar	0,3931	
T	3,61	
gl	158	
p-valor	0,0004	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020)

Para la variable (Diámetro del tallo), la media con acolchado fue de 2.52 y sin acolchado fue de 2.26. El estadístico t fue de 3.61 y el valor p fue de 0.0004, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente el diámetro del tallo en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.5.4. Gráfico comparativo de (Diámetro del tallo)

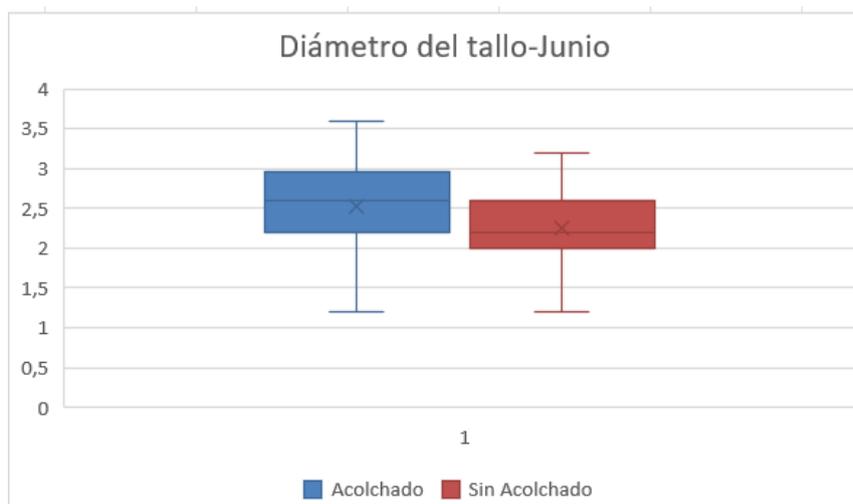


Figura 16. Comparación diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.

4.5.5. Incidencia de malezas

Tabla 32. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Incidencia de malezas (%)	0.43	0.56	-3.78	0.0002

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 33. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según tratamientos.

Variable: Incidencia de malezas (%) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	0,43	0,56
Varianza	0,03	0,07
Media (1) - Media (2)	-0,13	
LI (95)	-0,20	
LS (95)	-0,06	
pHomVar	0,0003	
T	-3,78	
gl	138	
p-valor	0,0002	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Incidencia de malezas) la media con acolchado fue de 0.43 y sin acolchado fue de 0.56. El estadístico t fue de -3.78 y el valor p fue de 0.0002, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico reduce significativamente la incidencia de malezas en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.5.6 Gráfico comparativo de (Incidencia de maleza)

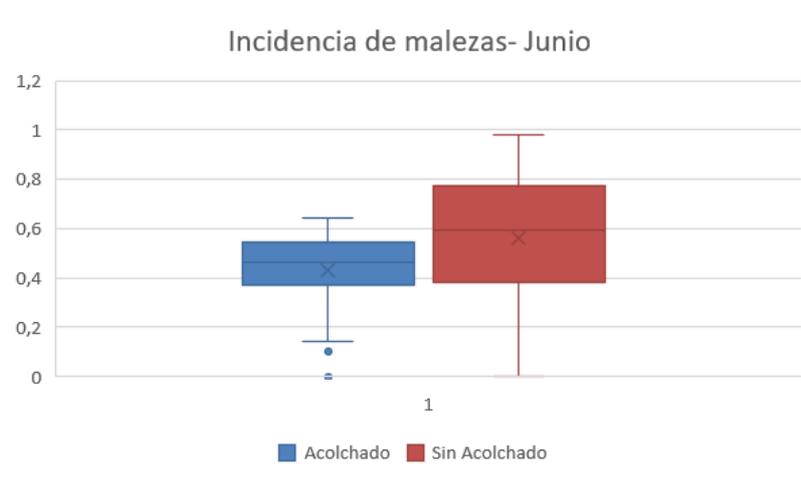


Figura 17. Comparación de incidencia de maleza (%) entre tratamientos.

4.5.7. Número de frutos

Durante el quinto mes de evaluación, no se realizó la prueba t de Student para la variable número de frutos, debido a que todos los datos registrados fueron cero. Esta ausencia de producción impide aplicar pruebas estadísticas paramétricas, ya que no existe variabilidad en los datos y no se cumplen los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianza. Por lo tanto, se considera que en ese mes no hubo producción de frutos en ninguno de los tratamientos.

4.6. Comparación de tratamientos- Julio

4.6.1. Altura de la planta

Tabla 34. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Altura de la planta (cm)	73.70	64.43	5.05	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 35. Resultados del análisis estadístico de altura de planta (cm) según tratamientos

Variable: Altura de la planta (cm) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	73,70	64,43
Varianza	135,30	134,80
Media (1) - Media (2)	9,28	
LI (95)	5,65	
LS (95)	12,90	
pHomVar	0,9870	
T	5,05	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Altura de la planta), la media con acolchado fue de 73.70 y sin acolchado fue de 64.43. El estadístico t fue de 5.05 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente la altura de la planta en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.6.2. Gráfico comparativo de (Altura de la planta)

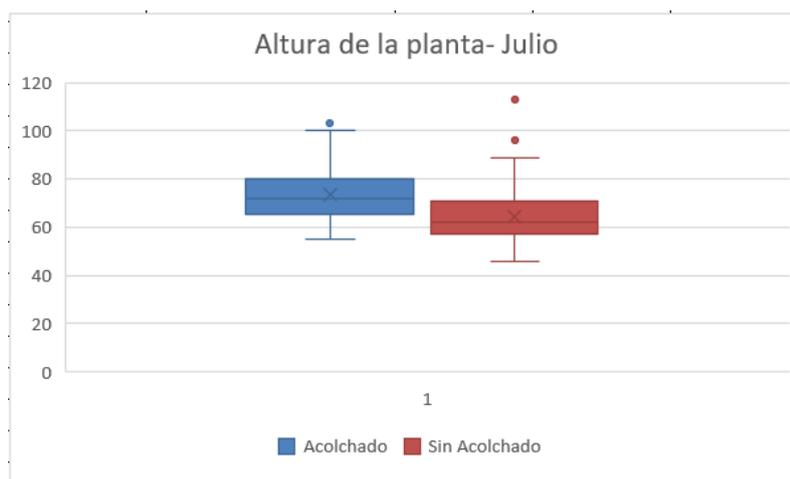


Figura 18. Comparación altura de la planta (cm) entre tratamientos.

4.6.3. Diámetro del tallo

Tabla 36. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Diámetro del tallo (cm)	2.49	2.16	4.63	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 37. Resultados del análisis estadístico de diámetro de tallo según tratamientos.

Variable: Diámetro del tallo (cm) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	2,49	2,16
Varianza	0,21	0,20
Media (1) - Media (2)	0,33	
LI (95)	0,19	
LS (95)	0,47	
pHomVar	0,7608	
T	4,63	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Diámetro del tallo), la media con acolchado fue de 2.49 y sin acolchado fue de 2.16. El estadístico t fue de 4.63 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente el diámetro del tallo en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.6.4. Gráfico comparativo de (Diámetro del tallo)

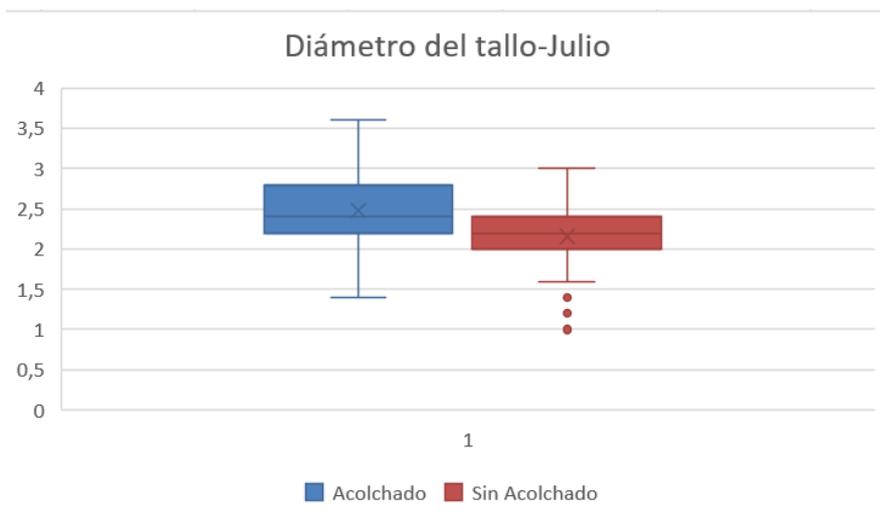


Figura 19. Comparación del diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.

4.6.5. Incidencia de malezas

Tabla 38. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Incidencia de malezas (%)	0.39	0.52	-3.38	0.0009

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 39. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según *Variable:Incidencia de malezas (%) - Clasific:Tratamiento - prueba:Bilateral*

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	0,39	0,52
Varianza	0,05	0,07
Media (1) -Media (2)	-0,13	
LI (95)	-0,21	
LS (95)	-0,06	
pHomVar	0,1023	
T	-3,38	
gl	158	
p-valor	0,0009	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Incidencia de malezas) la media con acolchado fue de 0.39 y sin acolchado fue de 0.52. El estadístico t fue de -3.38 y el valor p fue de 0.0009, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico reduce significativamente la incidencia de malezas en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.6.6. Gráfico comparativo de (Incidencias de malezas)

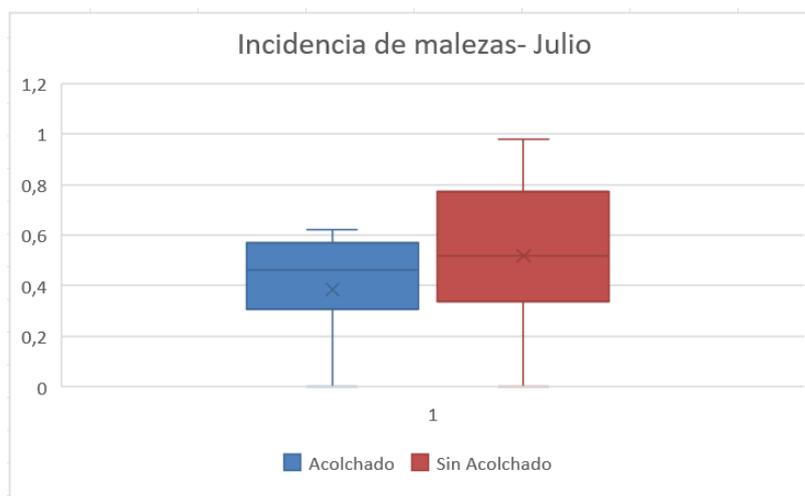


Figura 20. Comparación de incidencia de malezas (%) entre tratamientos

4.6.7. Número de frutos

Tabla 40. Resultados de la prueba t de Student (Número de frutos).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Número de frutos (cm)	20.43	14.05	1.96	0.0518

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 41. Resultados del análisis estadístico de número de frutos según tratamientos.

Variable: Número de frutos - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	20,43	14,05
Varianza	475,71	372,96
Media (1) - Media (2)	6,38	
LI (95)	-0,05	
LS (95)	12,82	
pHomVar	0,2816	
T	1,96	
gl	158	
p-valor	0,0518	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020)

Para la variable (Numero de frutos) la media con acolchado fue de 20.43 y sin acolchado fue de 14.05. El estadístico t fue de 1.96 y el valor p fue de 0.0518, lo que no indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y no se acepta la hipótesis alternativa. Sin embargo, se observa una tendencia positiva que sugiere que le acolchado podría aumentar el número de frutos, lo cual podría confirmarse con estudios adicionales.

4.6.8. Gráfico comparativo de (Número de frutos)

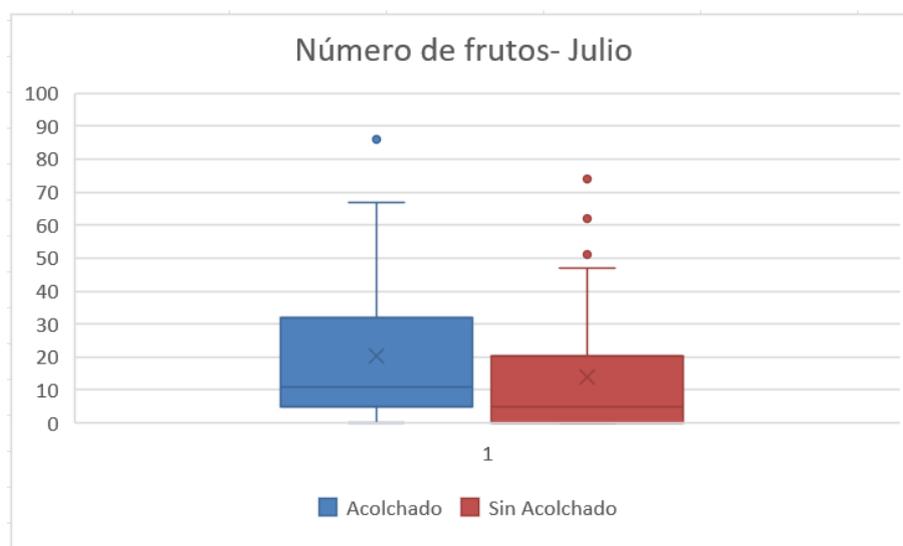


Figura 21. Comparación de número de frutos entre tratamientos.

4.7. Comparación de tratamientos- Agosto

4.7.1. Altura de la planta

Tabla 42. Resultados de la prueba t de Student (Altura de la planta).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Altura de la planta (cm)	80.55	60.40	11.15	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 43. Resultados del análisis estadístico de altura de la planta según tratamientos.

Variable: *Altura de la planta (cm)* - Clasific: *Tratamiento* - prueba: *Bilateral*

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	80,55	60,40
Varianza	116,58	144,52
Media (1) -Media (2)	20,15	
LI (95)	16,58	
LS (95)	23,72	
pHomVar	0,3417	
T	11,15	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Altura de la planta), la media con acolchado fue de 80.55 y sin acolchado fue de 60.40. El estadístico t fue de 11.15 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente la altura de la planta en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.7.2. Gráfico comparativo de (Altura de la planta)

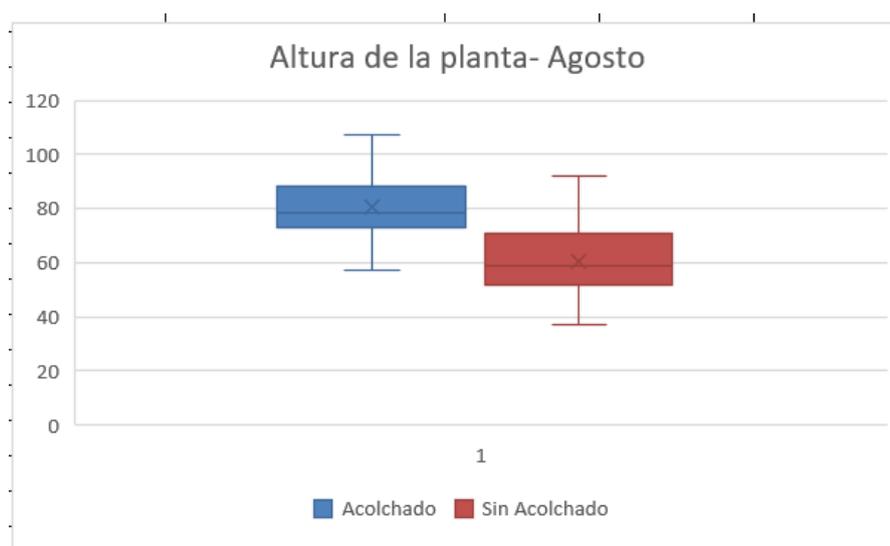


Figura 22. Comparación de altura de la planta (cm) entre tratamientos.

4.7.3. Diámetro del tallo

Tabla 44. Resultados de la prueba t de Student (Diámetro del tallo).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Diámetro del tallo (cm)	2.76	2.30	5.59	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 45. Resultados del análisis estadístico de diámetro de tallo según tratamientos.

Variable:Diámetro del tallo (cm) - Clasific:Tratamiento - prueba:Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	2,76	2,30
Varianza	0,24	0,31
Media (1) -Media (2)	0,47	
LI (95)	0,30	
LS (95)	0,63	
pHomVar	0,2915	
T	5,59	
gl	158	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Diámetro del tallo), la media con acolchado fue de 2.76 y sin acolchado fue de 2.30. El estadístico t fue de 5.59 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro mejora significativamente el diámetro del tallo en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.7.4. Gráfico comparativo de (Diámetro del tallo)

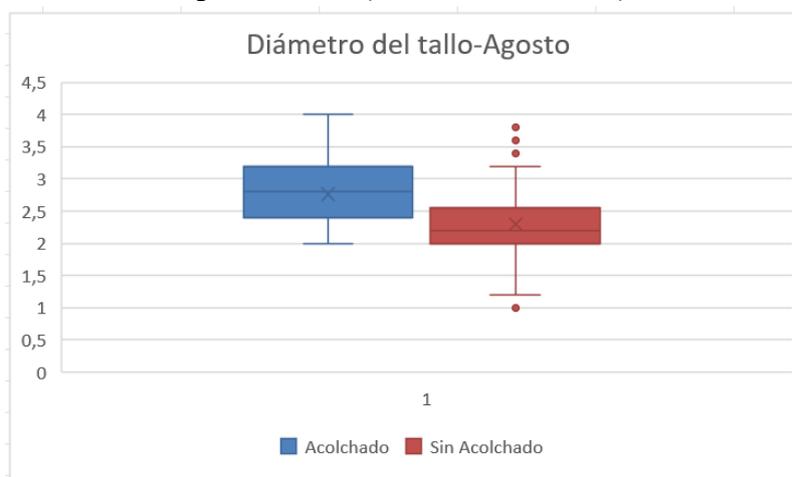


Figura 23. Comparación de diámetro del tallo (cm) entre tratamientos.

4.7.5. Incidencia de maleza

Tabla 46. Resultados del análisis estadístico de (Incidencia de malezas) según tratamientos

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Incidencia de malezas (%)	0.10	0.25	-4.73	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 47. Resultados del análisis estadístico de incidencia de malezas según

Variable: Incidencia de malezas (%) - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1 Acolchado	Grupo 2 Sin Acolchado
n	80	80
Media	0,10	0,25
Varianza	0,03	0,06
Media (1) - Media (2)	-0,16	
LI (95)	-0,22	
LS (95)	-0,09	
pHomVar	0,0003	
T	-4,73	
gl	138	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Incidencia de malezas) la media con acolchado fue de 0.10 y sin acolchado fue de 0.25. El estadístico t fue de -4.73 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico reduce significativamente la incidencia de malezas en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.7.6. Gráfico comparativo de (Incidencia de maleza)

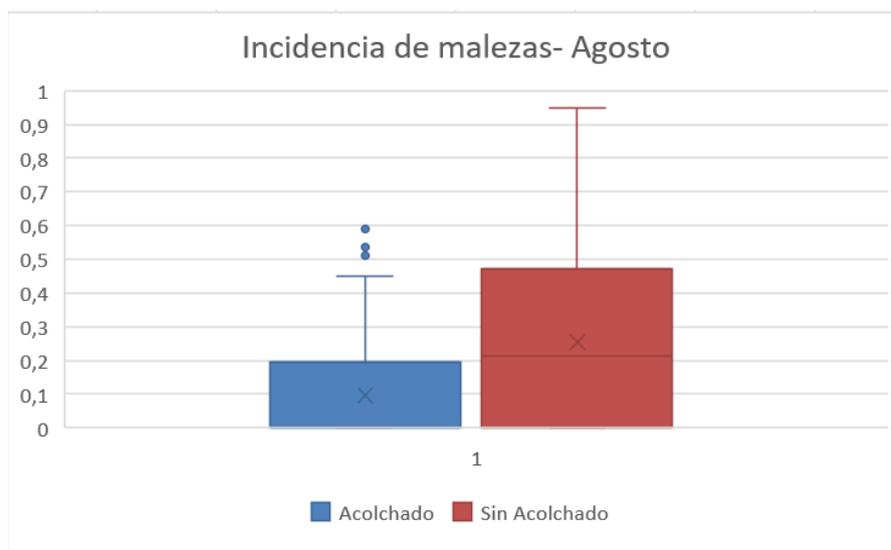


Figura 24. Comparación de incidencia de maleza (%) entre tratamientos.

4.7.7. Número de frutos

Tabla 48. Resultados de la prueba t de Student (Número de frutos).

Variable	Media con acolchado	Media sin acolchado	T-stat	P-valor
Número de frutos (cm)	64.73	27.00	5.64	0.0001

Prueba T para muestras Independientes

Tabla 49. Resultados del análisis estadístico de número de frutos según tratamientos.

Variable: Número de frutos - Clasific: Tratamiento - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	Acolchado	Sin Acolchado
n	80	80
Media	64,73	27,00
Varianza	2181,87	1392,38
Media (1) -Media (2)	37,73	
LI (95)	24,52	
LS (95)	50,93	
pHomVar	0,0475	
T	5,64	
gl	152	
p-valor	<0,0001	

Nota: Análisis realizado con el software INFOSTAT (Versión 2020).

Para la variable (Número de frutos) la media con acolchado fue de 64.73 y sin acolchado fue de 27.00. El estadístico t fue de 5.64 y el valor p fue de 0.0001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que el acolchado plástico negro incrementa significativamente el número de frutos en comparación con el tratamiento sin acolchado.

4.7.8. Gráfico comparativo de (Número de frutos)

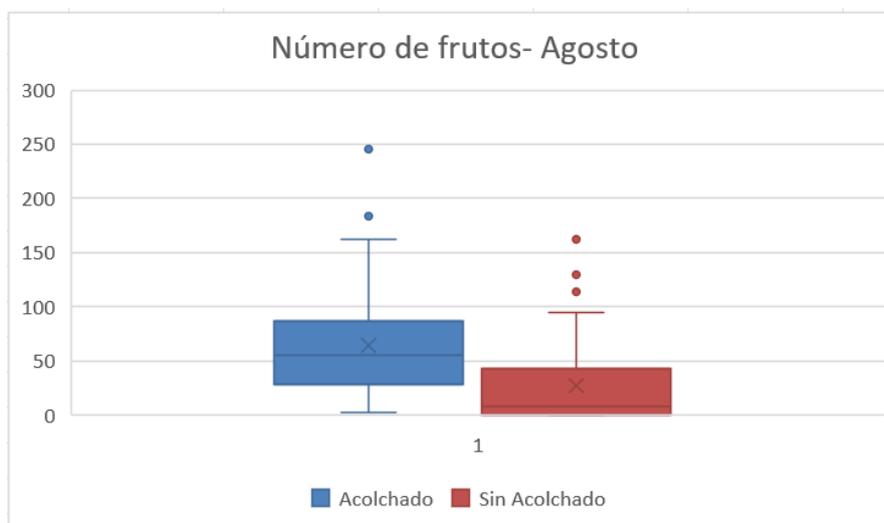


Figura 25. Comparación de número de frutos entre tratamientos.

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que el acolchado plástico negro tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en el desarrollo vegetativo del café arábigo (*Coffea arábica*), variedad Manabí 01. Las variables evaluadas; altura de la planta, diámetro del tallo, número de frutos e incidencia de malezas, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que valida la hipótesis planteada.

La mejora en la altura de las plantas y el diámetro del tallo pueden atribuirse a la capacidad del acolchado para regular la temperatura del suelo y conservar la humedad, condiciones que favorecen el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes. Zambrano et al. (2022) reportaron que el acolchado plástico negro en cultivos de la Sierra ecuatoriana aumentó la temperatura del suelo entre 2 y 4 °C, lo que mejoró el crecimiento vegetativo y la eficiencia en el uso de nutrientes.

En cuanto a la incidencia de maleza, se observó una reducción significativa en las parcelas con acolchado. Este resultado coincide con estudios por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que mostraron que el acolchado plástico actúa como barrera física, bloqueando la luz solar y reduciendo la germinación de malezas. Esto no solo mejora el desarrollo del cultivo principal, sino que también disminuye la necesidad de deshierbe manual o químico, promoviendo prácticas más sostenibles (INIAP, 2022).

Respecto al número de frutos, el tratamiento con acolchado mostró una producción significativamente mayor. Este resultado puede explicarse por el mejor entorno radicular y menor competencia por recursos, lo cual también fue reportado por Muñoz- Balalcazar et al. (2021) en estudios sobre manejo agronómico en café en Colombia, donde prácticas como el acolchado contribuyeron a mejorar el rendimiento del grano.

Estos resultados refuerzan la evidencia científica sobre los beneficios del acolchado plástico negro en cultivos perennes. Su aplicación en café arábigo bajo condiciones tropicales como las de la finca experimental Lodana demuestran su potencial como

herramienta agronómica para mejorar la productividad, reducir costos operativos y avanzar hacia una agricultura más eficiente y sostenible.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIÓN

A lo largo de siete meses de evaluación continua, se analizaron cuatro variables clave del desarrollo vegetativo del café arábigo (*Coffea arábica*): altura de la planta, diámetro del tallo, incidencia de malezas y número de frutos, bajo dos tratamientos (con y sin acolchado plástico negro). Los resultados obtenidos mediante la prueba t de Student evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las evaluaciones mensuales.

El tratamiento con acolchado plástico negro mostró consistentemente un efecto positivo en la altura de la planta y en la reducción de la incidencia de malezas, con significancia estadísticamente en todos los meses evaluados. En cuanto al diámetro del tallo se observaron mejoras significativas en la mayoría de los meses, mientras que la variable número de frutos presentó una tendencia positiva, alcanzando significancia en las etapas finales del estudio.

Estos hallazgos permiten concluir que el uso de acolchado plástico negro representa una estrategia agronómica efectiva para mejorar el desarrollo vegetativo del café arábigo en condiciones similares a las de la finca experimental Lodana. Su implementación contribuye a optimizar la absorción de nutrientes, conservar la humedad del suelo, reducir la competencia con malezas y aumentar el rendimiento del cultivo, lo que respalda su recomendación como práctica sostenible y rentable para productores cafetaleros.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda implementar el acolchado plástico negro en cultivos de café arábigo en zonas con condiciones similares a las de la finca experimental Lodana, especialmente durante las etapas iniciales de desarrollo vegetativo.
- 2.** Es aconsejable capacitar al personal técnico en el manejo adecuado del acolchado, incluyendo su instalación, mantenimiento y retiro, para maximizar sus beneficios agronómicos y minimizar el impacto ambiental.
- 3.** Comparar el acolchado plástico negro con alternativas biodegradables o acolchados orgánicos, con el fin de identificar opciones más sostenibles y ambientalmente responsables.

Referencias Bibliográficas

CAFETO. (s.f.). Obtenido de <https://costarica.inaturalist.org/taxa/64342-Coffeaarabica>

Carlos Díaz González, Belarmino Santos Coello. (s.f.).

ConCafé. (31 de Enero de 2019). *Tipos de café en grano: Café Arábica y Café Robusta*. Obtenido de Café arábica o arábigo: <https://concafe.es/tipos-de-cafe-en-grano-cafe-arabica-ycafe-robusta/?srsltid=AfmBOor6KMgyuite0DTxRLLUSW0x8UvNnmX1DktSe82hVgu1sEghZ2 Or>

COVERIS. (s.f.). *Evaluación de uso de acolchado plástico en el cultivo de café. Finca La Hilda*. Obtenido de <https://marianovargasblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/09/j-gc3b3mez-ppt-mulch-cafc3a9.pdf>

Daniel Ramírez-Valerio, Fiorella García-Jiménez. (10 de Febrero de 2021). *Manejo del minador de la hoja (leucoptera coffeella) en el cultivo de café en Costa Rica*. Obtenido de Control del minador de la hoja (Leucoptera coffeella) en el cultivo de café en Costa Rica.: [https://www.redalyc.org/journal/436/43672373010/html/#:~:text=El%20minador%20\(L eucop tera%20coffeella\)%20es,pa%C3%ADs%20sino%20hasta%20el%202019.](https://www.redalyc.org/journal/436/43672373010/html/#:~:text=El%20minador%20(L eucop tera%20coffeella)%20es,pa%C3%ADs%20sino%20hasta%20el%202019.)

INIAP. (2022). *Evaluación del acolchado plástico en la producción de maíz harinoso en la Sierra del Ecuador*. Obtenido de Repositorio Digital INIAP.

Juan Munguía-López Alejandro, Zermeño-González, Ma. del Rosario Quezada-Martín, Luis Ibarra-Jiménez, Marco Antonio Arellano-García . (2011). *BALANCE DE ENERGÍA EN EL CULTIVO DE CHILE MORRÓN BAJO ACOLCHADO PLÁSTICO*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57322342009>

Lezaun, I. A. (Agosto de 2020). *Hormiga arriera, una plaga evolucionada, eusocial y polimórfica*. Obtenido de Control biológico : <https://croplifela.org/es/plagas/listado-deplagas/hormiga-arriera-atta-cephalotes>

Martine Dorais, P. (28 de Octubre de 2003). *The use of supplemental lighting for vegetable crop production : Light intensity, crop response, nutrition, crop management, cultural practices*. Obtenido de <https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/69919/the-use-of-supplementallighting-for-vegetable-crop-production-light-intensity-crop-response-nutrition-cropmanagement-cultural-practices>

Ministerio de Agricultura y Ganaderia . (2022). *Informe anual de producción cafetalera en Ecuador*. . Obtenido de [https://www.google.com/search?q=Ministerio+de+Agricultura+y+Ganader%C3%ADa+\(MA+G\).+\(2022\).+Informe+anual+de+producci%C3%B3n+cafetalera+en+Ecuad](https://www.google.com/search?q=Ministerio+de+Agricultura+y+Ganader%C3%ADa+(MA+G).+(2022).+Informe+anual+de+producci%C3%B3n+cafetalera+en+Ecuad)

ORTEGA, E. S. (2024). *ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE CAFÉ ARÁBIGO EN ECUADOR Y OPORTUNIDADES DE EXPORTACIÓN AL MERCADO EUROPEO*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28930/1/UPS-GT005656.pdf>

Perfect Daily Grind. (7 de Marzo de 2022). *¿Por qué Ecuador importa tanto café?* Obtenido de Producción frente a importación: <https://perfectdailygrind.com/es/2022/03/07/por-que-ecuador-importa-tanto-cafe/>

Porta, J. (16 de Noviembre de 2023). *¿Qué es el café arábica?* . Obtenido de Origen y Características: <https://www.ciano.coffee/blogs/news/que-es-el-cafe-arabica-origen-y-caracteristicas?srsltid=AfmBOoriFjwbIeXLZrw8rYzrZSWL0Vdyrrb6oynhvfjGiX4d1vgUEp5s>

Reza Ghorbani, Alireza Koocheki, Carlos Leifert. (Octubre de 2009). *Manejo del suelo para el control sostenible de enfermedades en los cultivos: una revisión*. Obtenido

de

https://www.researchgate.net/publication/225203670_Soil_Management_for_Sustainable_Crop_Disease_Control_A_Review

Stefania Venegas Sánchez a; Diego Orellana Bueno b; Pablo Pérez Jara c. (20 de 03 de 2018). *La realidad Ecuatoriana en la producción de café*. Obtenido de

<https://www.recimundo.com/index.php/es/article/download/218/html>

Valencia, G. (s.f.). *Nutrición Mineral del Cafeto*. Obtenido de Deficiencia del Potasio: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/717/6/6%20Nutrici%C3%B3n%20mineral%20cafeto.pdf>

W. Zribi, José María Faci González, Ramón Aragüés Lafarga. (2011). *Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3689040>

Zambrano, José L. Cartagena, Yamil E. Sangoquiza, Carlos A. López, Victoria A. Parra, Rafael Maiguashca, Javier A. Rivadeneria, José L. Park., Chang H. (s.f.). *Evaluación del acolchado plástico en la producción de maíz harinoso (Zea mays L. var. amylacea St.) en la Sierra del Ecuador*. Obtenido de Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana del Maíz 2022: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8270429>

Zribi, Wided Faci González, José María Aragüés Lafarga, Ramón. (2011). *Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas*. Obtenido de Zribi, W; Faci, JM; Aragüés, R. 2011. Efectos del acolchado sobre la hum <http://hdl.handle.net/10532/1796>

Anexos



Ilustración 5. Implementación del acolchado plástico.



Ilustración 4. Cultivo con acolchado plástico.



Ilustración 7. Cultivo sin acolchado plástico

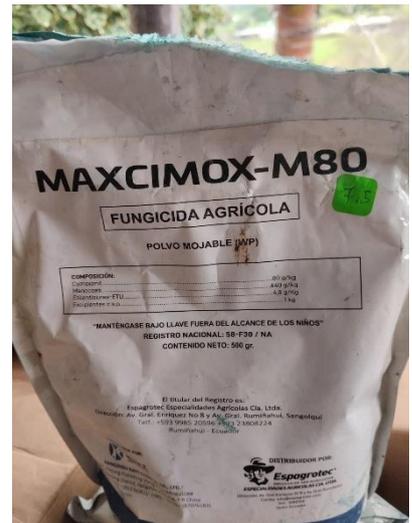


Ilustración 6. Fungicida



Ilustración 9. Fertilizante



Ilustración 8. Aplicación de herbicida



Ilustración 10. Ejecución de labores de control manual de malezas



Ilustración 11. Análisis de diámetro del tallo sin acolchado plástico



Ilustración 13. Evaluación de plantas con acolchado plástico



Ilustración 12. Análisis de diámetro del tallo sin acolchado plástico



Ilustración 15. Análisis de diámetro del tallo con acolchado plástico



Ilustración 14. Evaluación de incidencia de malezas con acolchado plástico



Ilustración 17. Evaluación cuantitativa de incidencia de malezas sin acolchado plástico



Ilustración 16. Floración del café



Ilustración 18. Frutos de café



Ilustración 19. Registro de datos de número de frutos con acolchado plástico

ACTIVIDADES	Agosto				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aprobación de tema y proyecto de comisión académica.	X																																			
Planificación de tutorías.						X				X				X				X				X				X				X				X		
Identificación del área de trabajo.					X																															
Limpieza del are del cultivo y arvenses.							X				X				X				X				X				X				X				X	
Aplicación del acolchado plástico negro					X																															
Labores culturales del cultivo					X				X				X				X				X				X				X				X			
Toma de datos del área de investigación								X				X				X				X				X				X				X				
Monitoreo							X				X				X				X				X				X				X				X	
Evaluación de los tratamientos							X				X				X				X				X				X				X				X	
Desarrollo del trabajo de investigación							X				X																X									
Elaboración del documento final																							X	X	X						X					
Análisis de resultados																																				
Revisión final																																		X	X	X
Entrega de documentación.																																		X	X	X

