

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE NEGOCIOS
AGRONÓMICOS Y FORESTALES



TESIS

**Influencia de la materia orgánica y cobertura plástica en la
productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)
en Cangari, Huanta**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de negocios agronómicos y forestales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Agronomía

PRESENTADO POR:

Pacheco Ñaupá, Brikner

ASESOR:

Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada

CO - ASESOR:

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

HUANTA - PERÚ

2026

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS . BRIKNER PACHECO ÑAUPA.pdf

AUTOR

BRIKNER PACHECO ÑAUPA

RECuento DE PALABRAS

41894 Words

RECuento DE CARACTERES

221272 Characters

RECuento DE PÁGINAS

188 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

13.4MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 31, 2026 10:01 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 31, 2026 10:04 PM GMT-5**● 13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Firmado

digitalmente por
QUISPE QUEZADA
Uriel Rigoberto FAU
20574653798 soft
Fecha: 2026.08.31
22:22:15 -05'00'



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

Creada por Ley N° 29658

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE NEGOCIOS AGRONÓMICOS Y FORESTALES

En la ciudad de Huanta, en el auditorio del local de Estudios Generales (5 esquinas) de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en el Jr. Miguel Lazón N° 370 – cinco esquinas, a los 15 días del mes de octubre de 2026, siendo las 16:30 horas, se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

Dr. Juan Quispe Rodríguez

Mtro. Alfredo Ozejo López

Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada

Mtro. Wiliam Blas Torres Gutierrez

Miembro Titular 1 (Presidente)

Miembro titular 2

Miembro titular 3

Accesitario

Acto seguido se procedió a dar lectura a la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 196-2026-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis **del Bach. Brikner Pacheco Ñaupá**, con la tesis titulada: **"Influencia de la materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) en Cangari, Huanta"**, asesorado por el Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada y coasesorado por el Dr. Enderson Henry Cruz Mamani para optar el Título profesional de: Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales.

Observaciones:

NINGUNO

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluadores, los mismos que fueron defendidos y absueltos por el tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

Aprobado Regular

()

Aprobado Bueno

()

Aprobado Muy Bueno

(X)

Aprobado Excelente

()

Con la calificación de *DIECISIETE* (17)

Siendo las *05:30 pm* se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.

[Firma]
Dr. Juan Quispe Rodríguez
Miembro Titular 1 (Presidente)

[Firma]
Mtro. Alfredo Ozejo López
Miembro Titular 2

[Firma]
Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada
Miembro Titular 3

**“INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA
PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI
(*Brassica oleracea* var. *italica*) EN CANGARI, HUANTA”**

TESISTA

Bach. Brikner Pacheco Ñaupá

ASESOR:

Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada

CIP. N°63037

CO-ASESOR:

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

CIP. N° 285419

DEDICATORIA

A mi familia, por ser mi principal fuente de apoyo, motivación y fortaleza durante este proceso. Gracias por acompañarme con su cariño y confianza, y por impulsarme a seguir adelante para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor de tesis Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada y co-asesor Dr. Enderson Henry Cruz Mamani, por su orientación, apoyo y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Asimismo, a todas las personas que contribuyeron de alguna manera a la realización de esta tesis y me brindaron su apoyo para alcanzar este logro.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado de Cangari, de distrito Iguain, de provincia Huanta, departamento de Ayacucho, durante el periodo comprendido entre diciembre de 2025 y marzo de 2026, con el objetivo de determinar la influencia del uso de materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2×2 , con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron la aplicación de materia orgánica y cobertura plástica. Se evaluaron variables de desarrollo del cultivo, como altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y diámetro de roseta foliar; variables de productivo, como peso de la pella; así como rendimiento y costos de producción. Los resultados mostraron que la aplicación de materia orgánica incrementó significativamente el rendimiento del cultivo de 23.85 a 25.17 t/ha. La cobertura plástica presentó efectos significativos sobre las variables de desarrollo vegetativo. En el caso de la altura de planta, el efecto fue significativo a los 60 y 80 DDT, mientras que, en el número de hojas, diámetro de tallo y diámetro de roseta foliar se observaron efectos significativos a los 30, 60 y 80 DDT. La combinación de materia orgánica y cobertura plástica presentó el mayor rendimiento promedio, con 30.20 t/ha; sin embargo, la interacción entre ambos factores no fue estadísticamente significativa ($p = 0.069$), por lo que este mayor valor observado no permite atribuir un efecto sinérgico estadísticamente comprobado. En cuanto a los costos de producción, el tratamiento T4 presentó el mayor costo, con S/ 51,473.78/ha, mientras que el T1 registró el menor, con S/ 19,903.78/ha. En conjunto, El uso de materia orgánica y cobertura plástica influyó de manera favorable en la productividad del cultivo de brócoli, al mejorar el desarrollo vegetativo y el rendimiento bajo las condiciones agroecológicas de Cangari, Huanta.

Palabras claves: *Brassica oleracea* var. *italica*, vermicompost, cobertura plástica, productividad.

ABSTRACT

This research was conducted in the settlement of Cangari, Iguaín District, Huanta Province, Ayacucho Department, between December 2025 and March 2026, with the objective of determining the influence of organic matter application and plastic mulch on the productivity of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). A randomized complete block design (RCBD) with a 2×2 factorial arrangement was used, comprising four treatments and four replications. The factors evaluated were the application of organic matter and the use of plastic mulch. Crop development variables—such as plant height, number of leaves, stem diameter, and leaf rosette diameter—were assessed, along with productivity variables (head weight), yield, and production costs. The results showed that the application of organic matter significantly increased crop yield from 23.85 to 25.17 t/ha. Plastic mulch had significant effects on vegetative development variables. Regarding plant height, the effect was significant at 60 and 80 days after transplanting (DAT), while significant effects on the number of leaves, stem diameter, and leaf rosette diameter were observed at 30, 60, and 80 DAT. The combination of organic matter and plastic mulch yielded the highest average output at 30.20 t/ha; however, the interaction between the two factors was not statistically significant ($p = 0.069$), meaning the higher value observed does not indicate a statistically proven synergistic effect. Regarding production costs, treatment T4 incurred the highest cost at S/ 51,473.78/ha, whereas T1 recorded the lowest at S/ 19,903.78/ha. Overall, the use of organic matter and plastic mulch favorably influenced broccoli crop productivity by enhancing vegetative development and yield under the agroecological conditions of Cangari, Huanta.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *italic*, vermicompost, plastic mulch, productivity.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	22
CAPITULO I	24
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
1.1. Descripción del problema	24
1.2. Formulación del problema investigación	26
1.2.1. Problema general	26
1.2.2. Problema específico.....	26
1.3. Objetivos de la investigación	26
1.3.1. Objetivo general	26
1.3.2. Objetivos específicos	26
1.4. Justificación e importancia.....	27
1.4.1. Teórica	27
1.4.2. Práctica	27
1.4.3. Metodológica	27
1.4.4. Ambiental	28
1.4.5. Económica	28
1.4.6. Social	28
1.4.7. Importancia	29
1.5. Hipótesis.....	29
1.5.1. Hipótesis general	29
1.5.2. Hipótesis específica	29
1.6. Variables	30
1.6.1. Variable independiente	30
1.6.2. Variables dependientes	30
1.7. Operacionalización de las variables	30
CAPITULO II.....	32

MARCO TEÓRICO	32
2.1. Antecedentes	32
2.1.1. Internacionales	32
2.1.2. Nacionales	39
2.1.3. Locales	40
2.2. Bases teóricas	40
2.2.1. Origen del cultivo de brócoli	40
2.2.2. Taxonomía	40
2.2.3. Descripción botánica	41
2.2.4. Requerimientos agroecológicos	42
2.2.5. Manejo agronómico del cultivo	43
2.2.6. Crecimiento y desarrollo	44
2.2.7. Composición nutricional	44
2.2.8. Producción del cultivo de brócoli	46
2.3. Materia orgánica y cobertura plástica	48
2.3.1. Materia orgánica	48
2.3.2. Cobertura o acolchado plástico	51
2.4. Productividad agrícola	52
2.5. Definición de términos	56
CAPITULO III	57
METODOLOGIA	57
3.1. Tipo y nivel de investigación	57
3.1.1. Tipo de investigación	57
3.1.2. Nivel de investigación	57
3.2. Ámbito temporal y espacial	57
3.2.1. Ámbito temporal	57
3.2.2. Ámbito espacial	57

3.3. Diseño de investigación	60
3.4. Población y muestra	61
3.4.1. Población	61
3.4.2. Muestra	61
3.4.3. Muestreo	61
3.4.4. Características del área experimental	61
3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	63
3.5.1. Técnicas	63
3.5.2. Instrumentos	63
3.6. Procedimientos.....	64
3.6.1. Elección del área de estudio	65
3.6.2. Muestreo para análisis del suelo	65
3.6.3. Preparación de terreno	65
3.6.4. Trazado e instalación del sistema del cultivo	65
3.6.5. Aplicación de la materia orgánica	65
3.6.6. Instalación de la cobertura plástica.....	66
3.6.7. Trasplante del cultivo	66
3.6.8. Riego.....	66
3.6.9. Deshierbo.....	66
3.6.11. Abono complementario	66
3.6.12. Control fitosanitario.....	67
3.6.13. Cosecha.....	67
3.7. Características evaluadas	67
3.7.1. Vegetativas	67
3.7.2. Productivas	68
3.7.3. Costo de producción	68
3.8. Análisis de datos	68

3.9. Método y técnica para la presentación y análisis de datos.....	69
CAPITULO IV	70
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	70
4.1. Resultados	70
4.1.1. Estadística descriptiva	70
4.1.1.1. Altura de planta	70
4.1.1.2. Número de hojas	76
4.1.1.3. Diámetro de tallo	83
4.1.1.4. Diámetro de roseta foliar	89
4.1.1.5. Peso de la pella	95
4.1.1.6. Rendimiento.....	97
4.1.1.7. Comportamiento de las variables según la aplicación de materia orgánica	98
4.1.1.7.1. Variables vegetativas	98
4.1.1.7.2. Variables productivas	100
4.1.1.8. Comportamiento de las variables según la aplicación de cobertura plástica	100
4.1.1.8.1. Variables vegetativas	100
4.1.1.8.2. Variables productivas	101
4.1.1.9. Costo de producción del cultivo de brócoli	102
4.1.2. Estadística inferencial	103
4.1.2.1. Supuestos estadístico	103
4.1.2.2. Análisis de varianza (ANOVA).....	105
4.1.2.2.1. Variables vegetativas	107
4.1.2.2.2. Variables productivas	115
4.2. Discusión.....	117
CAPITULO V.....	124
CONCLUSIONES.....	124

CAPITULO VI	125
RECOMENDACIONES.....	125
CAPITULO VII.....	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXOS	148

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	30
Tabla 2 Clasificación taxonómica del brócoli.....	40
Tabla 3 Composición nutricional del brócoli crudo de 100g de una porción comestible.....	45
Tabla 4 Composición química y vermicompost en relación con el suelo.....	50
Tabla 5 Resultado del análisis físico químico del suelo	60
Tabla 6 Resultado del análisis físico químico del vermicompost.....	63
Tabla 7 Altura (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	70
Tabla 8 Altura de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	71
Tabla 9 Altura de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	73
Tabla 10 Altura (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación.....	75
Tabla 11 Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	76
Tabla 12 Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	78
Tabla 13 Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	79
Tabla 14 Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación	82
Tabla 15 Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	83
Tabla 16 Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	85
Tabla 17 Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	86

Tabla 18 Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación (cm).....	88
Tabla 19 Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	89
Tabla 20 Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	91
Tabla 21 Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	92
Tabla 22 Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación.....	94
Tabla 23 Peso de la pella (g) del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según tratamientos	95
Tabla 24 Rendimiento (t/ha) del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según tratamientos	97
Tabla 25 Promedio de las variables vegetativas del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de materia orgánica en Cangari, Huanta.....	99
Tabla 26 Promedio de las variables productivas del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de materia orgánica en Cangari, Huanta.....	100
Tabla 27 Promedio de las variables vegetativas del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de cobertura plástica en Cangari, Huanta.....	100
Tabla 28 Promedio de las variables productivas del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según la aplicación de cobertura plástica en Cangari, Huanta.....	101
Tabla 29 Costo de producción por tratamiento en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>).....	102
Tabla 30 Prueba de normalidad de los residuos de las variables evaluadas en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>).....	103
Tabla 31 Prueba de homogeneidad de varianza (Levene) de las variables evaluadas en cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>).....	105

Tabla 32 ANOVA para la altura de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	107
Tabla 33 ANOVA para la altura de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	107
Tabla 34 ANOVA para la altura de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	108
Tabla 35 ANOVA para el número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	109
Tabla 36 ANOVA para el número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	109
Tabla 37 ANOVA para el número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	110
Tabla 38 ANOVA para el diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	111
Tabla 39 ANOVA para el diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	112
Tabla 40 ANOVA para el diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	112
Tabla 41 ANOVA para el diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 30 DDT	113
Tabla 42 ANOVA para diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 60 DDT	114
Tabla 43 ANOVA para el diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) a los 80 DDT	114
Tabla 44 ANOVA para el peso de la pella del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)	115
Tabla 45 ANOVA para el rendimiento (t/ha) del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>)	116

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Ubicación geográfica	58
Figura 2 Ámbito de estudio.....	59
Figura 3 Croquis del campo experimental	62
Figura 4 Altura de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos	71
Figura 5 Altura de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos	72
Figura 6 Altura de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos	74
Figura 7 Evolución de la altura (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> Var. <i>italica</i>) según tratamientos durante las etapas de evaluación	76
Figura 8 Número de hojas de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos	77
Figura 9 Número de hojas de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos	79
Figura 10 Número de hojas de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos	81
Figura 11 Incremento del número de hoja de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según tratamientos durante las etapas de evaluación.....	83
Figura 12 Diámetro de tallo de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos.....	84
Figura 13 Diámetro de tallo de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos.....	86
Figura 14 Diámetro de tallo de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos.....	87
Figura 15 Incremento del diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según tratamientos durante las etapas de evaluación.....	89
Figura 16 Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos.....	90

Figura 17 Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos.....	92
Figura 18 Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos.....	93
Figura 19 Incremento del diámetro de la roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) según tratamientos durante las etapas de evaluación	95
Figura 20 Peso de la pella (g) del cultivo de brócoli en función de los tratamientos	96
Figura 21 Rendimiento (t/ha) del cultivo de brócoli en función de los tratamientos	98

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de recolección de datos sobre de variables vegetativas.....	150
Anexo 2 Ficha de recolección de datos sobre variables productivas.....	151
Anexo 3 Registro de datos obtenidos durante las evaluaciones de las variables vegetativas	153
Anexo 4 Registro de datos obtenidos durante las evaluaciones de las variables productivas	165
Anexo 5 Análisis del suelo	169
Anexo 6 Análisis de materia orgánica (vermicompost).....	171
Anexo 7 Registros fotográficos de la ejecución del proyecto de investigación .	172
Anexo 8 Costos de producción por tratamiento.....	184
Anexo 9 Comparación de medias marginales.....	188

INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es una hortaliza de importancia económica y nutricional debido a su elevado contenido de compuestos bioactivos y antioxidantes, así como por su creciente demanda en el mercado (Garza, 2024). En respuesta a la creciente demanda, la producción mundial de coliflor y brócoli ha mostrado un crecimiento sostenido. En el año 2024, la producción mundial de brócoli y coliflor considerados conjuntamente alcanzó 26,86 millones de toneladas, obtenidas en una superficie cosechada de aproximadamente 1,43 millones de hectáreas. La producción se concentra principalmente en Asia, continente que aporta alrededor de 81% del total mundial, seguido por América y Europa, cada uno con una participación de 8,1%. Asimismo, los principales países productores fueron China continental, India, Estados Unidos de América, México y España, lo que muestra la importancia económica y alimentaria de este cultivo en la horticultura mundial (FAOSTAT, 2025).

En el Perú, el cultivo de brócoli representa una alternativa importante para la producción hortícola, concentrándose principalmente en la costa central del país. Durante el año 2023, se registró una producción nacional de 41,663 toneladas y un rendimiento de 14,49 t ha⁻¹ obtenida en una superficie cosechada de 2,875 ha, con una, siendo las principales regiones productoras Lima, Lima Metropolitana y La Libertad, que concentran la mayor superficie cultivada y producción nacional, seguidas por Junín, Arequipa y Tacna, lo que evidencia la importancia del cultivo dentro de la horticultura peruana y su potencial para contribuir al abastecimiento del mercado nacional (MIDAGRI, 2026).

La región Ayacucho cuenta con una superficie agrícola de 448508.5 hectáreas y 113768 productores agropecuarios, predominando la agricultura familiar (MIDAGRI, 2024). Estas características evidencian el potencial agrícola de la región y la necesidad de diversificar la producción mediante hortalizas de mayor valor comercial. No obstante, su producción depende en gran medida de un manejo agronómico adecuado que optimice las condiciones del cultivo. Entre los principales factores que condicionan su desarrollo destacan la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua y las prácticas de manejo aplicadas durante el ciclo del cultivo. En este contexto, la degradación del suelo, la disminución del contenido de

la materia orgánica y la alta dependencia de fertilizantes químicos, constituyen limitantes para la sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola (Calvache, 2004).

Frente a esta problemática, la incorporación de la materia orgánica representa una opción para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, aumentar la disponibilidad de nutrientes y favorecer la retención de humedad, contribuyendo al desarrollo y productividad de los cultivos (Murillo et al., 2019). Asimismo, el uso de cobertura plástica permite conservar la humedad del suelo, regular su temperatura y mejorar la eficiencia en el uso del agua. Además, favorece el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos, al mismo tiempo que reduce la incidencia de las malezas e insectos (Amare & Desta, 2021).

A pesar de estas evidencias, aún existe la necesidad de generar información sobre el comportamiento del cultivo de brócoli frente al uso de materia orgánica y cobertura plástica bajo diferentes condiciones de producción. En ese sentido, resulta necesario evaluar este aspecto, por ello, la presente investigación evalúa la influencia de la aplicación de la materia orgánica y la cobertura plástica sobre el desarrollo vegetativo, la productividad y los costos de producción del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), bajo las condiciones agroecológicas del centro poblado de Cangari, Huanta.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es una de las hortalizas valoradas a nivel mundial, esto se debe a su alto aporte nutricional y potencial de comercialización. Las brassicas son consideradas alimentos funcionales, ya que presentan compuestos bioactivos que no solo aportan valor nutricional, sino que también ejercen efectos beneficiosos a nivel fisiológico (Garza, 2024). Asimismo, el consumo del brócoli ha aumentado por su alto valor nutricional, compuestos antioxidantes y su versatilidad en la cocina ha favorecido el incremento de consumo en los últimos años (Gobierno de México, 2025).

Sin embargo, la producción enfrenta diversos desafíos como la degradación del suelo y la alta dependencia de fertilizantes químicos, lo que dificulta sostener de manera sostenible a largo plazo. Muchos agricultores aplican en exceso los fertilizantes químicos, lo que no solo incrementa los costos de producción que representa entre 20% y 30% de la inversión total, sino que también deteriora la calidad del suelo y perjudica su fertilidad (Calvache, 2004).

Asimismo, Guimarães et al. (2024), mencionan que la producción de hortalizas, caracterizada por el uso frecuente de insumos químicos y la labranza constante, puede afectar negativamente la salud del suelo disminuyendo su contenido de materia orgánica, la diversidad de organismos y las funciones que son necesarias para mantener la fertilidad. Estas condiciones, asociadas a problemas como la acidez y el bajo contenido materia orgánica pueden limitar la retención de agua y afectar el rendimiento y su calidad de los cultivos (Puenayan et al., 2010).

En el caso del brócoli, las condiciones del suelo y como se riega son datos muy importantes, ya que el exceso de agua también puede dañarle. Este cultivo presenta una baja tolerancia al encharcamiento, lo cual es uno de los efectos para la formación de flores, lo que perjudica directamente su valor económico y comercial, ya que es la parte aprovechable del cultivo (Ernesto & Olmos, 2022).

Frente a esta problemática, la incorporación de materia orgánica constituye una alternativa para mejorar las condiciones de los suelos degradados. Su aplicación

puede incrementar la capacidad de retención de agua del suelo, especialmente en la capacidad de campo, aumentando así la cantidad de agua disponible para las plantas y favoreciendo su crecimiento y desarrollo (Lal, 2020). De igual manera, las enmiendas orgánicas mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, lo cual incrementa la disponibilidad del macro y micronutrientes y favorecer la retención de agua, contribuyendo al crecimiento y productividad de los cultivos (Murillo et al., 2019).

Por otro lado, el uso de cobertura plástica constituye otra práctica de manejo que puede modificar las condiciones ambientales de la zona radicular del cultivo (Díaz, 2009). Esta práctica contribuye al control de las malezas entre las hileras, modera la temperatura del suelo, recuden la erosión generada por las lluvias y ayuda a conservar la humedad del suelo (Machanoff et al., 2022). Por ello, su utilización podría contribuir a mejorar las condiciones de crecimiento del cultivo y optimizar el aprovechamiento del agua disponible.

En este contexto, el manejo adecuado de la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua constituye un aspecto relevante para mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo del brócoli. La aplicación de materia orgánica y el uso de cobertura plástica representan prácticas de manejo que pueden modificar las condiciones del crecimiento del cultivo; sin embargo, la respuesta del brócoli frente a estas prácticas puede variar de acuerdo con las condiciones agroecológicas y el manejo empleado.

Por lo tanto, resulta necesario evaluar el efecto de la aplicación de materia orgánica y el uso de cobertura plástica sobre el comportamiento de las variables vegetativas y productivas del cultivo de brócoli, con la finalidad de generar información que contribuya a establecer prácticas de manejo orientadas a mejorar su crecimiento, rendimiento y aprovechamiento eficiente de los recursos del suelo y agua.

1.2. Formulación del problema investigación

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta?

1.2.2. Problema específico

- ¿Cuál es el efecto de la materia orgánica sobre el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta?
- ¿Cuál es la influencia de la cobertura plástica en el desarrollo del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta?
- ¿Cuál es la interacción entre materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta?
- ¿Cuáles son los costos de producción asociados al uso de materia orgánica y cobertura plástica en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del uso de materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la materia orgánica sobre el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.
- Determinar la influencia de la cobertura plástica en el desarrollo del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.
- Determinar la interacción entre materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta
- Comparar los costos de producción asociados al uso de materia orgánica y cobertura plástica en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Teórica

El presente estudio de investigación se enfocó en analizar la influencia de la aplicación de cobertura plástica y materia orgánica sobre la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), empleando ambos factores como prácticas de manejo orientadas a modificar las condiciones de desarrollo del cultivo. Diversos estudios han reportado efectos favorables de la materia orgánica y la cobertura plástica sobre el crecimiento y rendimiento del brócoli; sin embargo, resultó necesario evaluar su comportamiento bajo las condiciones agroecológicas de Cangari, Huanta.

1.4.2. Práctica

Esta investigación presenta importancia práctica ya que busca mejorar la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), en la localidad de Cangari. La incorporación de la materia orgánica presenta una alternativa accesible para mejorar la nutrición del suelo y su estructura, lo cual incrementa su capacidad de retención de agua (FAO, 2021). Por su parte, la cobertura plástica contribuye a disminuir la evaporación y producir un efecto de aislamiento lo cual contribuye a mantener o incrementar moderadamente la temperatura y la humedad del suelo (Tarara, 2000, como se citó en Steinmetz et al., 2016). Asimismo, su implementación disminuye la presión de malezas y plagas (McKenzie y Duncan, 2001, como se citó en Steinmetz et al., 2016). En este sentido, esta propuesta brinda alternativas prácticas de manejo que puedan contribuir a mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo bajo las condiciones locales.

1.4.3. Metodológica

La investigación se enfoca en determinar cómo el uso de materia orgánica y cobertura plástica influye en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), empleando ambos factores como tratamientos experimentales. Para ello, se realizó la recopilación de datos relacionados con el desarrollo vegetativo, las características productivas y el rendimiento del cultivo bajo las diferentes combinaciones de materia orgánica y cobertura plástica.

Asimismo, los datos obtenidos serán sometidos a análisis estadístico, con la finalidad de determinar la influencia de cada factor y la interacción entre ambos sobre las variables evaluadas.

1.4.4. Ambiental

La investigación presenta importancia ambiental debido a que evalúa prácticas de manejo orientadas a mejorar las condiciones del suelo y favorecer un uso más eficiente de los recursos durante la producción de brócoli. La incorporación de materia orgánica puede contribuir al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, así como a la retención de agua y recuperación de suelos degradados (Murillo et al., 2019). Asimismo, la cobertura plástica puede contribuir a disminuir las pérdidas de agua por evaporación y reducir la presencia de malezas, favoreciendo las condiciones de desarrollo del cultivo. En este sentido, la evaluación conjunta de ambas prácticas permitirá generar información sobre su comportamiento como alternativas de manejo bajo las condiciones de producción de Cangari, Huanta.

1.4.5. Económica

La investigación presenta importancia económica debido a que permitirá determinar los costos de producción asociados al uso de materia orgánica y cobertura plástica en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta. La incorporación de estos insumos representa una inversión adicional durante el establecimiento y manejo del cultivo, por lo que resulta necesario cuantificar los costos generados por cada tratamiento y comparar las diferencias existentes entre ellos. Los resultados obtenidos proporcionarán información útil para que los productores conozcan los requerimientos económicos asociados a estas prácticas de manejo y puedan considerarlos en la toma de decisiones relacionadas con la producción del cultivo.

1.4.6. Social

La investigación presenta importancia social porque generará información sobre el comportamiento del cultivo de brócoli frente a la aplicación de materia orgánica y cobertura plástica bajo las condiciones de Cangari, Huanta. Los

resultados podrán constituir una fuente de información para los productores interesados en mejorar el manejo agronómico del cultivo, particularmente en aspectos relacionados con el desarrollo y rendimiento. Asimismo, la información obtenida podrá servir como referencia para orientar futuras investigaciones y la evaluación de alternativas de manejo adaptadas a las condiciones locales de producción.

1.4.7. Importancia

La aplicación de materia orgánica y cobertura plástica en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), no solo interviene en lo agronómico, sino también contribuye a la sostenibilidad del sistema agrícola local. De esa manera estas prácticas pueden contribuir a reducir la dependencia de productos químicos, lo que favorece la salud del suelo, lo cual al mismo tiempo disminuye los costos de producción para los agricultores. En un estudio realizado, el uso de cobertura plástica ha mostrado aumentar de manera notable el rendimiento en el cultivo de maíz, asimismo favoreció en la humedad del suelo, reducción de efectos del estrés por sequía y bajas temperaturas en la región andina (Zambrano et al., 2024). Estos resultados evidencian que este estudio contribuye a conservar el contenido de agua en el suelo, por lo que su incorporación en el cultivo podría generar beneficios similares, al ser una hortaliza que también es sensible a la disponibilidad del agua. En este sentido, la combinación con la materia orgánica puede favorecer no solo a la productividad, sino también la calidad del cultivo, fortaleciendo la sostenibilidad agrícola en dicha localidad.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El uso combinado de materia orgánica y cobertura plástica influye significativamente en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.

1.5.2. Hipótesis específica

- La aplicación de materia orgánica tiene un efecto significativamente el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.

- La cobertura plástica influye significativamente en el desarrollo del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.
- La interacción entre la materia orgánica y la cobertura plástica tiene un efecto significativo sobre la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.
- El uso de materia orgánica y cobertura plástica representa un incremento en los costos de producción en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

- Materia orgánica
- Cobertura plástica

1.6.2. Variables dependientes

- Productividad del cultivo de brócoli

1.7. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE				
Materia orgánica	Materiales provenientes de plantas, animales y microorganismos en diferentes fases de descomposición, junto con restos celulares, tejidos de organismos del suelo y compuestos generados por seres vivos que habitan en él (Román et al., 2013)	Se evaluó mediante la aplicación de vermicompost al suelo antes del trasplante del cultivo de brócoli, considerando tratamientos con y sin aplicación.	Aplicación de materia orgánica.	-Aplicación de materia orgánica: presencia/ausencia. -Dosis de aplicación: (10 t/ha) -Kg por tratamiento: 15
Cobertura plástica	El polietileno se destaca como uno de los plásticos más empleados en el acolchado agrícola por su facilidad de manipulación, gran resistencia a agentes químicos, durabilidad, flexibilidad y por carecer de olor, lo que lo hace más conveniente frente a	Se evaluó mediante la utilización de cobertura plástica blanco-negro de polietileno sobre el suelo, considerando tratamientos con y sin cobertura.	Aplicación de cobertura plástica.	-Aplicación de cobertura plástica: Presencia/ausencia.

otros tipos de polímeros.
(Helaly et al., 2017 citado
por Choudhary et al.,
2021).

DEPENDIENTE

Productividad del cultivo de brócoli	Es un indicador que expresa la relación entre los productos generados por un sistema productivo y los recursos utilizados para su producción (Carro & González, 2010). En el cultivo de brócoli, permite valorar la eficiencia productiva del cultivo en función del rendimiento y de las características productivas obtenidas.	Se evaluó mediante indicadores de rendimiento, desarrollo vegetativo y características productivas de la pella, considerando las variables medidas durante el desarrollo y cosecha del cultivo.	Desarrollo	Altura de la planta (cm), número de hojas, diámetro de tallo (cm), diámetro de roseta foliar (cm).
			Rendimiento	Peso de la pella (g).
			Productividad	Rendimiento por hectárea (t/ha).
			Costo de producción	Manejo agronómico, material vegetal, fertilización, sistema de riego por goteo, preparación de terreno, fungicida, insecticida y mano de obra.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Bhandari & Bhandari. (2021) desarrollaron un experimento de campo en Purkot daha, Gulmi, Nepal sobre el “Efecto de diferentes materiales de acolchado sobre el crecimiento y el rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. Itálica)”, con el objetivo de evaluar la idoneidad de los diferentes materiales de acolchado disponible en la localidad frente al acolchado de plástico negro y sin cobertura. El experimento se organizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) que como tratamientos fueron; M0 = Tallo de maíz, M1 = Ramitas y hojas de conífera, M2 = Ramitas y hojas de eupatoria, M3 = Acolchado de plástico negro y M4 = Sin acolchado. Durante el tiempo de ciclo de cultivo se registraron parámetros de crecimiento a los 20, 40 y 60 días después de que se hayan trasplantado (DAT) y los parámetros de rendimiento al momento de la cosecha. Hubo diferencias significativas en los resultados mostrados entre parámetros evaluados, con excepción en el número de hojas, y el diámetro polar y ecuatorial de la cabeza, que no se evidenciaron variaciones estadísticas. El acolchado plástico fue tratamiento más eficiente ya que alcanzó valores máximos casi en todos los indicadores que se midieron. La altura obtuvo 12,34 cm a los 20 DAT, 20,52 cm a los 40 DAT y 32,83 cm a los 60 DAT con el acolchado plástico negro (M3), mientras que los valores más bajos fueron de 9,25 cm a los 20 DAT, 12,38 cm a los 40 DAT y 19,51 cm a los 60 DAT en el tratamiento sin acolchado (M4). En cuanto al diámetro de tallo, a los 40 DAT el mayor valor fue de 0,59 cm en M3, estadísticamente similar a M0, M1 y M2, mientras que el menor valor fue de 0,44 cm en M4. A los 60 DAT, M3 presentó el mayor diámetro de tallo (1,08 cm) y M4 el menor (0,39 cm). Respecto al número de hojas, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en los diferentes momentos de evaluación; sin embargo, los mayores valores se registraron en M3, con 3,91; 5,42 y 8,58 hojas a los 20, 40 y 60 DAT, respectivamente. Asimismo, la extensión de la planta fue influenciada significativamente por el acolchado a los 40 y 60 DAT; a los 20 DAT, el mayor valor fue de 14,15 cm en M3, mientras que a los 40 DAT alcanzó 27,92 cm y a los 60 DAT 40,96 cm, siendo este último estadísticamente similar a M0, M1 y M2; el menor valor a los 40 y 60 DAT correspondió al tratamiento sin acolchado,

con 17,23 y 22,91 cm, respectivamente. En cuanto a la longitud de la hoja grande, a los 20 DAT el mayor valor fue de 10,58 cm en M3 y el menor de 8,43 cm en M4, sin diferencias estadísticas; a los 40 DAT, M3 alcanzó 16,90 cm y M4 11,35 cm, mientras que a los 60 DAT se registraron 28,29 cm y 15,46 cm, respectivamente. Para el ancho de la hoja grande, M3 presentó los valores máximos de 5,70 cm, 9,76 cm y 17,49 cm a los 20, 40 y 60 DAT, respectivamente, mientras que M4 presentó los valores mínimos de 4,23 cm, 6,29 cm y 10,34 cm. En relación con el diámetro de la cabeza, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, el mayor diámetro ecuatorial (12,46 cm) y polar (11,53 cm) se registró en M3, mientras que los menores valores correspondieron al tratamiento control, con 10,02 cm y 9,53 cm, respectivamente. Del mismo modo, el peso promedio de la cabeza fue significativamente mayor en M3, alcanzando 205,5 g, mientras que el menor peso (81,5 g) se obtuvo en M4. Finalmente, el mayor rendimiento, de 13,68 TM/ha, se obtuvo con el acolchado plástico negro (M3), mientras que el menor rendimiento (6,11 TM/ha) correspondió al tratamiento sin acolchado (M4). Mientras los acolchados orgánicos pudieron mostrar resultados intermedios, mejoraron considerablemente tanto el crecimiento y el rendimiento en comparación al que estuvo sin acolchado, lo cual presentó valores más bajos tanto en parámetro productivo como vegetativo, con ello evidenciando la importancia de colocar algún tipo de cobertura.

Cruz et al. (2018) realizaron un ensayo en la granja experimental Querochaca de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, titulado "Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (*Brassica oleraceae*)", con el objetivo de evaluar la aplicación de abonos orgánicos, tales como compost, bocashi, humus y biol, y su efecto en la producción comercial de brócoli. Para ello se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial con 4 tipos de abonos y tres dosis, con 4 repeticiones. El ensayo indicó que la aplicación de compost al suelo tuvo efectos positivos en la variable altura de planta; a los 60 días, los tratamientos A1D1 (compost, 1 kg/m²) y A1D3 (compost, 3 kg/m²) alcanzaron las mayores alturas, con 52,25 cm y 52,11 cm respectivamente, frente a 38,95 cm registrado en el testigo, lo que representó un incremento promedio de 6,77 cm. Asimismo, el compost registró un diámetro de pella de 19,91 cm, peso de pella de 0,97 kg y el rendimiento más alto del estudio,

con 23,10 kg/tratamiento. De las dosis evaluadas, la dosis media D2 (2 kg/m²) de compost obtuvo un diámetro de pella de 19,11 cm, peso de pella de 0,93 kg y un rendimiento de 22,45 kg/tratamiento. Los tratamientos aplicados tuvieron efecto sobre las variables estudiadas, destacándose aquellos realizados con compost, debido a la respuesta favorable del cultivo de brócoli frente a la aplicación de abonos orgánicos al suelo.

Rabbee et al. (2020) realizaron un experimento que se llevó a cabo en el campo de investigación agrícola de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Noakahali, Noakhali, Bangladesh, entre septiembre de 2018 y febrero de 2019, titulado “Crecimiento y rendimiento del brócoli en respuesta al vermicompost y al estiércol de corral” con el fin de determinar los efectos del vermicompost y el estiércol en el crecimiento y rendimiento del brócoli. El experimento de un solo factor se realizó mediante un diseño de bloques completos aleatorizados (DBCA) con tres repeticiones. Se utilizaron tres tratamientos: T0 = Control, T1 = Vermicompost y T2 = Estiércol, así como la variedad Centeuro. A los 30, 45 y 60 después del trasplante (DDT) mientras que las características relacionadas con la inflorescencia y el rendimiento fueron evaluadas posteriormente. Se registraron datos de diferentes etapas de crecimiento de la planta: altura de la planta en diferentes días después del trasplante, número de hojas por planta, longitud de la hoja, diámetro de la hoja, extensión de la planta, días de iniciación de la inflorescencia al 50%, días de maduración de la inflorescencia al 50%, diámetro de la inflorescencia, peso comercializable de la inflorescencia, peso neto de la inflorescencia y rendimiento por parcela. Todos los parámetros registrados fueron estadísticamente significativos entre los tratamientos. La planta más alta (43,67 cm) se puede registrar de T1 (vermicompost) mientras que la altura de planta más baja (38,10 cm) se notificó de control (T0). En cuanto al número de hojas por planta, el tratamiento con vermicompost presentó los mayores valores, con 7,07 hojas a los 30 DDT, 13,23 hojas a los 45 DDT y 16,03 hojas a los 60 DDT, mientras que el control registró 6,00, 9,79 y 13,28 hojas por planta, respectivamente. La mayor longitud de hoja (40,67 cm), diámetro de hoja (16,22 cm), extensión de planta (47,91 cm), inicio temprano de la inflorescencia (73,22 días), maduración temprana de la inflorescencia (89,72 días), diámetro de la inflorescencia (16,16 cm), peso de inflorescencia comercializable (452,67 g), peso neto de inflorescencia (361,43 g) y

rendimiento/parcela (3,94 kg) se encontró en la planta tratada con vermicompost en comparación con el estiércol de granja mientras que los datos más bajos se registraron de control T0 (Control), con 38.02 cm. Al observar los resultados, se puede afirmar que el uso de plantas tratadas con vermicompost produjo un mejor crecimiento y rendimiento, características que contribuyen al desarrollo del brócoli en comparación con otros tratamientos.

Mohammed et al. (2016) realizaron un estudio durante la campaña agrícola 2014-2015 en la granja de investigación de hortalizas de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Duhok, Irak, titulado “Efecto del acolchado y la fertilización orgánica en el crecimiento, el rendimiento y la calidad del brócoli (*Brassica oleracea* var *italica*)”, con el objetivo de evaluar el efecto del acolchado y del fertilizante orgánico sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de brócoli. El experimento se realizó con la variedad Zen Hybrid F1, bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2×3 , con tres repeticiones y ocho plantas por unidad experimental. Se evaluaron dos métodos de acolchado: con acolchado y sin acolchado, y tres niveles de estiércol orgánico: 0, 5 y 10 t/donum. El acolchado se realizó utilizando polietileno negro y el estiércol orgánico se incorporó antes de la plantación. Para la evaluación se seleccionaron aleatoriamente cinco plantas por unidad experimental y se registraron la altura de la planta, el área foliar, el número de hojas y ramas por planta, el peso seco y la altura de la inflorescencia, el rendimiento, el porcentaje de fibra, el contenido de azúcares totales, así como los porcentajes de carbohidratos y clorofila. Los resultados mostraron que el acolchado incrementó significativamente las características vegetativas del brócoli. En cuanto al número de hojas, el acolchado registró 16,56 hojas por planta, frente a 13,89 hojas por planta sin acolchado, mientras que la aplicación de 5 t/donum de estiércol orgánico alcanzó el mayor valor con 17,50 hojas por planta, frente a 13,50 hojas por planta en el tratamiento control. La interacción entre el acolchado y 5 t/donum de estiércol orgánico alcanzó 19,67 hojas por planta, mientras que la combinación sin acolchado y sin estiércol presentó 13,00 hojas por planta. La combinación de acolchado con 5 t/donum de estiércol orgánico alcanzó una altura de planta de 57,07 cm y 19,67 hojas por planta, mientras que el tratamiento sin acolchado y sin estiércol presentó 43,40 cm y 13,00 hojas por planta, respectivamente. En cuanto al rendimiento, el tratamiento con

acolchado y 5 t/donum de estiércol orgánico alcanzó el mayor peso seco de cabeza (9,92 g), rendimiento de 0,71 kg/planta y 15,52 t/ha, frente a 8,65 g, 0,49 kg/planta y 10,80 t/ha, respectivamente, en el tratamiento sin acolchado y sin estiércol. Asimismo, la interacción entre el acolchado y el estiércol orgánico produjo incrementos significativos en todas las características de rendimiento evaluadas. La aplicación conjunta de acolchado y fertilizantes orgánicos fue beneficiosa para incrementar casi todas las características evaluadas en el cultivo de brócoli.

Mashkey et al. (2023) realizaron un experimento durante las temporadas de 2021-2022 y 2022-2023 en la granja experimental de la Lovely Professional University en Phagwara, Punjab, titulado “Efecto del nitrógeno integrado y el acolchado sobre las características de crecimiento, rendimiento y calidad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cv. Palam Samridhi”, con el fin de evaluar el efecto de diversas fuentes de nitrógeno, orgánicas e inorgánicas, y de distintos materiales de acolchado sobre la productividad y los aspectos de calidad del brócoli cultivar Palam Samridhi. El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial, con tres repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos por seis niveles de nitrógeno (N): N0 = control; N1 = 100 % de N mediante urea (217 kg/ha); N2 = 50 % de N mediante urea (108 kg/ha) + 50 % de N mediante estiércol de vacuno (3 t/ha); N3 = 50 % de N mediante urea (108 kg/ha) + 50 % de N mediante estiércol de corral (FYM) (10 t/ha); N4 = 50 % de N mediante urea (108 kg/ha) + 50 % de N mediante vermicompost (4 t/ha); y N5 = 50 % de N mediante urea (108 kg/ha) + 50 % de N mediante gallinaza (1.5 t/ha); y tres niveles de acolchado (M): M0 = control, M1 = acolchado con paja de arroz y M2 = acolchado con polietileno negro. Entre los tratamientos evaluados, los valores más altos de altura de planta (36,12 cm), longitud de hoja (22,39 cm), anchura de hoja (13,30 cm), diámetro del tallo (2,5 cm), extensión de la planta (1687,60 cm²), peso de la pella (367,75 g), rendimiento de pella por hectárea (254,43 q/ha), humedad (91,65 %), sólidos solubles totales (TSS) (8,10 °Brix), materia seca de la pella (12,54 %) y contenido de proteína (3,65 %) se registraron en el tratamiento N5M2 (50 % de nitrógeno mediante urea (108 kg/ha) y 50 % mediante gallinaza (1,5 t/ha) y acolchado de polietileno negro). El tratamiento N5 presentó el mayor diámetro de tallo con 2,40 cm, mientras que N0 registró 1,30 cm; respecto al acolchado, M2 (polietileno negro) alcanzó 2,21 cm, frente a 1,16 cm en M0 (sin

acolchado). Por otro lado, el mayor contenido de clorofila (19,83 %) se observó en el tratamiento N3M2 (50 % de N mediante urea (108 kg/ha) + 50 % de N mediante FYM (10 t/ha) + acolchado de polietileno negro). En cuanto a la prolina (36,58 %), el valor más alto se registró en el tratamiento N4M1 (50 % de N mediante urea (108 kg/ha) + 50 % de N mediante vermicompost (4 t/ha) + acolchado de paja de arroz), el cual resultó superior a los tratamientos individuales y a sus combinaciones en términos generales.

Meem et al. (2024) realizaron un estudio en condiciones de campo en la parcela experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Patuakhali (PSTU) durante la temporada de invierno, de octubre de 2022 a marzo de 2023, utilizando brócoli de los cultivares Imperial (V1) y Premium Crop (V2), titulado “Efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos en el crecimiento y el rendimiento del brócoli”, para ello se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones para estudiar el efecto de diferentes fuentes de nutrientes orgánicos en el crecimiento y el rendimiento del brócoli. El experimento incluyó cinco fuentes distintas de abonos orgánicos, testigo (sin abono), estiércol vacuno (25 t/ha), compost con *Trichoderma* (10 t/ha), vermicompost (12 t/ha) y gallinaza (14 t/ha) con dos cultivares de brócoli: ‘Imperial’ y ‘Premium Crop’. Las diferentes fuentes de abono y los cultivares influyeron significativamente en la altura de la planta, la altura hasta la pella, el número de hojas por planta, la longitud y anchura de la hoja, el diámetro de la pella y del tallo, el peso de la pella principal, el número y peso de las pellas secundarias, así como en el rendimiento por planta, por parcela y por hectárea. El efecto combinado de las diferentes fuentes de abonos orgánicos y los cultivares influyó significativamente en la extensión del dosel de la planta, donde el mayor valor fue de 87,8 cm, obtenido con la combinación de vermicompost y el cultivar ‘Premium Crop’ (M3V2), siendo estadísticamente similar a la combinación de gallinaza con ‘Premium Crop’ (M4V2), que alcanzó 87,2 cm. El menor valor de extensión del dosel fue de 59,4 cm, correspondiente a la combinación sin abono orgánico y el cultivar ‘Imperial’ (M0V1). El mayor rendimiento (17.32 t/ha) se obtuvo con el vermicompost, seguido por la gallinaza en el cultivar ‘Premium Crop’ (15.68 t/ha). En cuanto al peso de la pella principal por planta, el mayor valor fue de 246,7 g, obtenido con la combinación de vermicompost y el cultivar ‘Premium Crop’

(M3V2), mientras que el menor valor fue de 133,7 g, correspondiente al tratamiento sin abono orgánico y el cultivar ‘Imperial’ (M0V1). El rendimiento más bajo (6.62 t/ha) se registró en el tratamiento sin abono con el cultivar ‘Imperial’. El tratamiento testigo presentó los valores más bajos en todos los parámetros estudiados. La combinación de vermicompost y el cultivar ‘Premium Crop’ resultó ser la mejor de todas las combinaciones de tratamientos, incluso en términos de beneficio neto (234.099 Tk/ha) y relación beneficio-costeo (BCR de 3.08).

Yasmin et al. (2021) realizaron un experimento que se llevó a cabo en la Granja de Horticultura del Departamento de Horticultura de la Universidad Agrícola de Bangladesh, titulado “Crecimiento y rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) influenciados por la edad de la plántula y los materiales de acolchado”, con el objetivo de explorar la influencia de la edad de las plántulas y los materiales de acolchado en el crecimiento y el rendimiento del brócoli. El ensayo incluyó tres edades de plántula (21, 28 y 35 días) y cinco materiales de acolchado: control (sin acolchado), polietileno negro, paja de arroz, jacinto de agua y polietileno blanco. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. Los resultados mostraron que la mayor altura de planta (34,91 cm), el mayor número de hojas (15,81) y el mayor rendimiento (12,19 t/ha) se registraron con plántulas de 35 días (tratamiento A3). Entre los tratamientos de acolchado, los valores más altos de altura de planta (33,55 cm), número de hojas (16,66) y rendimiento (11,11 t/ha) se obtuvieron con el acolchado de polietileno negro (tratamiento T2), mientras que la condición de control sin acolchado (tratamiento T1) mostró un 9.80 t/ha. En cuanto a los efectos combinados de la edad de la plántula y los materiales de acolchado, se observó que el mayor número de hojas (16,80) y la mayor altura de planta (36,58 cm) se lograron con la combinación A3T2. Asimismo, el diámetro máximo de la pella principal (15,60 cm), el menor número de días hasta el inicio de la formación de la pella (64,39 días tras el trasplante), el peso de la pella principal (410,31 g), el peso fresco de las hojas (745,33 g), el contenido de materia seca de la pella principal (19,43 %) y el rendimiento (13,41 t/ha) se obtuvieron con el tratamiento A3T2 (plántula de 35 días con polietileno negro), mientras que los valores más bajos se registraron con el tratamiento A1T1 (plántula de 21 días sin acolchado). Se concluyó que las plántulas de 35 días con acolchado de polietileno negro presentaron un mejor desempeño en

cuanto al crecimiento y rendimiento del brócoli, frente a los resultados más bajos obtenidos con plántulas de 21 días sin acolchado. Sin embargo, se puede concluir que la mayor producción de brócoli se obtiene a partir de plántulas de 35 días de edad y acolchado de polietileno negro.

2.1.2. Nacionales

Sarmiento et al. (2023) realizaron una investigación en Tucos, La Tomilla, distrito Cayma, provincia y región Arequipa, Perú, sobre “Efecto del uso de vermicompost, acolchado orgánico y cobertura plástica sobre algunas propiedades del suelo y en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.), en Perú”, con el objetivo de evaluar los efectos de la materia orgánica y los tipos de cobertura. Para ello se estableció con un diseño del bloque completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial de parcelas dividida. Los tipos de coberturas fueron; acolchado orgánico, cobertura plástica y sin cobertura, lo cual se estableció en parcelas grandes, y las dosis de vermicompost (4 y 8 t ha⁻¹) en pequeñas parcelas. Los resultados mostraron que la cobertura plástica presentó los mayores valores de altura de planta a los 30, 60 y 90 DDT, con 9,38; 21,67 y 28,40 cm, respectivamente, además de un peso de pella de 408,90 g, diámetro de pella de 19,55 cm y rendimiento de 16 165,45 kg ha⁻¹. Por su parte, la aplicación de 8 t ha⁻¹ de vermicompost alcanzó mayores valores de altura a los 30, 60 y 90 DDT, con 8,41; 19,59 y 26,30 cm, respectivamente, peso de pella de 330,80 g, diámetro de 17,74 cm y rendimiento de 13 142,44 kg ha⁻¹, en comparación con la dosis de 4 t ha⁻¹. En cuanto a la interacción entre cobertura y vermicompost, el tratamiento PH8 (cobertura plástica + 8 t ha⁻¹ de vermicompost) presentó los mayores valores de altura de planta a los 30, 60 y 90 DDT, con 9,70; 22,27 y 29,93 cm, respectivamente; asimismo, alcanzó el mayor peso de pella (425,30 g), diámetro de pella (20,37 cm) y rendimiento total (16 666,66 kg ha⁻¹), con 98 % de pellas de primera calidad y 2 % de segunda calidad. El tratamiento PH4 (cobertura plástica + 4 t ha⁻¹ de vermicompost) presentó 392,50 g de peso de pella, 18,73 cm de diámetro y 15 664,24 kg ha⁻¹ de rendimiento. En contraste, el tratamiento SH4 (sin cobertura + 4 t ha⁻¹ de vermicompost) registró los menores valores, con 7,10; 16,37 y 22,73 cm de altura a los 30, 60 y 90 DDT, respectivamente, 250,30 g de peso de pella, 14,83 cm de diámetro y 10 125,41 kg ha⁻¹ de rendimiento. Asimismo, este tratamiento pudo permitir y mantener indicadores del suelo en valores adecuados para el cultivo, como la materia orgánica

(4.27%), pH (7.1%), salinidad baja (1,22 dS m⁻¹) y temperatura (13.3°C). No obstante, cuando se realizó el análisis de la rentabilidad, la combinación de estos tratamientos, cobertura plástica con vermicompost 4 y 8 t ha⁻¹, reportó que existe un mayor beneficio económico lo cual es de 96.8%.

2.1.3. Locales

En el contexto local de la región Ayacucho, en el centro poblado de Cangari, Huanta, no se encontraron evidencias documentadas sobre la existencia de investigaciones o proyectos que evalúen la influencia de la materia orgánica y la cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Esta ausencia resalta la necesidad de desarrollar estudios que generen información técnica localmente válida y aplicable a las condiciones agroclimáticas y prácticas de manejo empleadas en la zona.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen del cultivo de brócoli

Según Pino (2016) el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) pertenece a la familia Brassicaceae, a la cual también pertenecen cultivos como la coliflor, el repollo y otras especies de Brassica. Su origen se relaciona con la región del Mediterráneo oriental y Asia Menor, donde fue cultivado desde tiempos antiguos. A través de procesos de selección realizados durante varias generaciones se desarrollaron diferentes formas cultivadas de Brassica oleracea. Posteriormente, el brócoli se difundió en Europa, particularmente en Italia, durante el siglo XVI. La parte comercial del brócoli corresponde principalmente a la pella, constituida por un conjunto de yemas florales inmaduras que se cosechan antes de su apertura. Esta estructura constituye el principal órgano de interés para la producción y comercialización del cultivo.

2.2.2. Taxonomía

Tabla 2

Clasificación taxonómica del brócoli

Categoría	Descripción
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (Angiospermas)

Clase	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>Brassica oleracea</i>
Nombre científico	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>
Nombre común	Brócoli

Nota. Categoría y descripción del brócoli.

2.2.3. Descripción botánica

Tal como indica Tjeertes (2004) a continuación, se presentan las características botánicas más relevantes del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*):

- ❖ **Raíz:** Es fuertemente ramificada, presenta numerosas raíces laterales que favorecen la absorción de manera eficiente del agua y nutrientes desde diferentes profundidades del suelo.
- ❖ **Hábito y tallo:** Este cultivo es una hierba bienal de porte derecho y glabro, que puede alcanzar un 80 cm en su fase vegetativa y hasta 150 cm al florecer. Presenta un tallo no ramificado lo cual se engrosa hacia la parte superior y también presenta un sistema radicular altamente ramificado.
- ❖ **Hojas:** Son alternas y grandes alrededor de la parte superior del tallo. Simples poco sésiles, aunque a veces tiene un peciolo corto, con lámina ovada a oblonga que alcanza a medir 80 x 40 cm. Presenta margen ondulado y están recubiertas de una cutícula cerosa de color verde azulado con nervaduras blanquecinas.
- ❖ **Inflorescencia:** Comprende a un racimo en forma panícula terminal, menos compacto que la coliflor y está formada por varios pedúnculos carnosos más alargados, con cabezuela color verde púrpura.
- ❖ **Fruto:** Es una silicua lineal de 5 y 10 cm de largo y un apéndice terminal alargado, lo cual dentro de ella se desarrollan hasta 30 semillas.
- ❖ **Semilla:** Son globosas de color marrón, presenta un diámetro que es variado entre 2 y 4 mm, con una superficie finamente reticulada.

- ❖ **Plántula:** Presenta germinación epigea, con raíz pivotante y secundaria. El hipocótilo mide de 3 a 5 cm, en tanto, los cotiledones de lámina cordada con un chico muesca apical, se sustentan por un peciolo de 1 a 2 cm.

2.2.4. Requerimientos agroecológicos

- ❖ **Suelo y pH:** Tiene la capacidad de adaptarse a diferentes tipos del suelo, arenosos, arcillosos o francos y muestra un buen desarrollo en suelos ligeros que se calientan de manera rápida en primavera. Asimismo, el pH perfecto se sitúa entre 6,0 y 6,8 en suelos minerales y 5,6 en suelos orgánicos, ya que la acidez en exceso favorece la aparición de la hernia del brócoli (Delahaut & Newenhouse, 2011).
- ❖ **Temperatura óptima:** Presenta más tolerancia al calor que otras brassicáceas, su formación óptima ocurre entre 12 y 20 °C, mientras que altas temperaturas afectan la formación de la cabeza, en tanto, valores por debajo 5°C ralentizan el crecimiento (Torres, 2024). Por otro lado, la exposición a temperaturas más altas combinadas con días largos pueden afectar y ocasionar floración prematura antes de la cosecha (Tasha & Calles, 2023).
- ❖ **Riego y humedad:** Requiere suelos que tengan buen drenaje y buena capacidad de retención de agua, cuando son suelos arenosos es necesario aplicar riego suplementario para garantizar el crecimiento de la planta, formación de la cabeza y brotes secundarios (Orzolek et al., 2012). Necesita en promedio 2.5 a 3.8 cm de agua por semana, no obstante, esto depende de la variedad, sistema de producción, la ubicación y el tipo de suelo. Periodos prolongados de la baja humedad, especialmente en suelos arenosos sin cobertura plástica, afectaría el crecimiento de la planta y reducir el rendimiento (Torres, 2024).
- ❖ **Luz y altitud:** Requiere al menos 6 horas diarias de exposición al sol para que pueda alcanzar un desarrollo óptimo (Tasha & Calles, 2023). Asimismo, se puede desarrollar de manera exitosa en campos abiertos hasta un 3500 m.s.n.m, mientras, altitudes superiores de 3800 m.s.n.m. requieren toldos de protección, como túneles bajos, como en el este de Lasdakh (Spaldon et al., 2022).
- ❖ **Factor climático:** Cultivos vegetales como el repollo, el brócoli y la coliflor son de estación fría , si crece el calor excesivo o frio inadecuado genera

cambios en la fisiología y bioquímico, lo que altera en su potencial nutritivo (Gmižić et al., 2023).

2.2.5. Manejo agronómico del cultivo

Según Zamora (2016) los principales aspectos del manejo agronómico del cultivo comprenden la preparación del suelo, trasplante, fertilización, riego, manejo fitosanitario y cosecha.

- ❖ **Preparación del suelo:** Para que haya un buen desarrollo del cultivo, el suelo tiene que presentar drenaje adecuado, aunque se puede adaptar a diferentes texturas, desde arenosos hasta arcillo-limosos, siempre que se realice una adecuada preparación de terreno.
- ❖ **Siembra y trasplante:** Principalmente se establece mediante el trasplante, con plántulas producidas en invernaderos con sustrato comercial, para ello es recomendable realizar en horas tempranas de la mañana, al final de la tarde o también en días nublados, lo cual esto se realiza para reducir el estrés en las plantas.
- ❖ **Fertilización:** La fertilización debe establecerse de acuerdo con las características del suelo, los requerimientos del cultivo y los resultados del análisis de suelo.
- ❖ **Riego:** La raíz no alcanza profundidad, por ello el riego tiene que ser ligero y frecuente para mantener la humedad constante, ya que el desbalance puede provocar maduración prematura de las pellas. En la temporada otoño e invierno la necesidad de agua se aproxima a 50 cm de lámina, aumentando la demanda en la etapa de formación y desarrollo de la cabeza del brócoli.
- ❖ **Plagas y enfermedades:** Existen diversos problemas fitosanitarios, entre ellas se encuentran plagas lepidópteras como *trichoplusia ni*, *pieris rapae*, *hellula undalis* y *plutella xylostella*, así como áfidos como, *brevicoryne brassicae* y *myzus persicae*. Mientras en las enfermedades, el mildiu vellosa (*peronospora parasítica*) es el principales fungosa de este cultivo, en tanto otro lo que causa la pudrición negra es la *xanthomonas campestris pv. Campestris*.
- ❖ **Cosecha:** Se realiza de manera manual cuando el fruto ya presenta firmeza al tacto, con 15 y 18 cm de diámetro y un peso de 450 g aprox. Al momento

de realizar el corte, se incluye parte del tallo un 15 a 20 cm de longitud ya que se aprovecha para el consumo.

2.2.6. Crecimiento y desarrollo

El crecimiento y desarrollo se lleva a cabo a través de diferentes fases que se diferencian claramente, que incluye la germinación, etapa vegetativa, fase reproductiva y por último la madurez del cultivo (Hadley & Pearson, 1999). La fase vegetativa es caracterizada por el incremento en la cantidad de hojas y en el aumento de grosor del tallo, mientras que la fase reproductiva comprende el crecimiento y desarrollo de la pella, a partir de la inflorescencia hasta su cosecha, y estas dos fases incluyen diferentes etapas, como la germinación, etapa juvenil, la inducción floral y la formación de la inflorescencia (Jaramillo, 2006 citado por González, 2016).

La altura constituye uno de los principales indicadores del crecimiento vegetativo y también uno de los componentes importantes relacionados con el rendimiento del cultivo, ya que refleja la capacidad de desarrollo y acumulación de biomasa de la planta (Salas et al., 2009). Asimismo, el desarrollo foliar se encuentra estrechamente relacionado con el crecimiento vegetal, ya que las hojas cumplen un papel fundamental en los procesos fotosintéticos y en la acumulación de biomasa necesaria para el desarrollo de la planta (Kruger & Volin, 2006).

En este sentido, el crecimiento vegetativo del brócoli puede evaluarse mediante características morfológicas como la altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo y diámetro de la roseta foliar, variables que permiten caracterizar el desarrollo de la planta antes de la cosecha.

2.2.7. Composición nutricional

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), considerado miembro de la familia de las crucíferas, se resalta por aportar nutrientes que son esenciales como la fibra dietética, vitamina A, C y K, y minerales como calcio, hierro y potasio juntos con los compuestos antioxidantes (Syed et al., 2023). Estas características contribuyen a su importancia como alimento de consumo fresco y procesado y constituyen uno de los factores que sustentan su importancia productiva y comercial.

Tabla 3*Composición nutricional del brócoli crudo de 100g de una porción comestible*

Nutriente	Cantidad	Unidad
Agua	89.3	g
Energía	34	kcal
Proteína	2.82	g
Grasa total	0.37	g
Carbohidratos	6.64	g
Fibra dietética	2.6	g
Azúcares	1.7	g
Minerales		
Calcio	47	mg
Hierro	0.73	mg
Magnesio	21	mg
Fósforo	66	mg
Potasio	316	mg
Sodio	33	mg
Zinc	0.41	mg
Vitaminas		
Vitamina C	89.2	mg
Tiamina	0.071	mg
Riboflavina	0.117	mg
Niacina	0.639	mg
Vitamina B-6	0.175	mg
Folato	63	µg
Vitamina B-12	0.00	µg
Vitamina A, RAE	31	µg
Vitamina A, IU	623	IU
Vitamina E	0.78	mg
Vitamina D (D2+D3)	0.0	µg
Vitamina D	0	IU
Vitamina K	101.6	µg

Lípidos

Ácidos grasos, saturados	0.039	g
totales		
Ácidos grasos,	0.011	g
monoinsaturados totales		
Ácidos grasos,	0.038	g
poliinsaturados totales		
Colesterol	0	mg

Otros

Cafeína	0	mg
---------	---	----

Nota. Los valores expresados corresponden a la concentración promedio de nutrientes por 100g de brócoli crudo.

2.2.8. Producción del cultivo de brócoli

Hoy en día, el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) se cultiva en grandes extensiones en diferentes países, siendo el este y el sur de China, que constituyen las principales zonas productoras (Yan et al., 2023).

Según FAO (2023) la producción muestra un crecimiento sostenido en los últimos treinta años, siendo alrededor de 12 millones de toneladas en 1994 y 26 millones de toneladas en 2023, lo cual es acompañado de un incremento de manera paralelo en el área de cosecha. Mientras el Perú, durante el mismo periodo paso de 9 mil toneladas a 59 mil toneladas. Ahora, en lo que es el top 10 a nivel mundial de principales productores, Asia, es el mayor productor donde, China presenta un 7.4 e India con un 6.2 millones de toneladas anuales, lo cual son los que lideran ampliamente durante este periodo. Seguido a estos países se encuentra Estados Unidos con 1.2 millones de toneladas, mientras España, México, Italia, Francia, Polonia, Pakistán y el Reino Unido son los que complementan el top.

2.2.8.1. Problemas y limitaciones del cultivo**a) Exigencia en costos de producción**

Hoy en día, el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) se caracteriza por requerir una elevada necesidad de insumos y labores agrícolas. En este sentido, los costos de producción comprenden al conjunto de gastos que se

realizan los agricultores para que obtengan el cultivo, lo cual incluye insumos, manos de obra y otros recursos que son necesarios para que puedan producir.

La variación de los costos está sujeta en gran parte a la disponibilidad de recursos económico que presenta el productor, ya que cuando hay menos capital realizan pocas inversiones en los cultivos, lo cual limita a asesoramientos e innovaciones tecnológicas (Maldonado et al., 2017). Asimismo, también pueden variar de acuerdo a los factores como las prácticas de manejo, el clima, el arrendamiento de tierras, la existencia de plagas, costos de agua y sobre todo la necesidad de la mano de obra (Tourte et al., 2023). Concordando con ello, estudios señalan que, para los agricultores, los principales obstáculos son el alto costo de insumos necesarios, como semillas, fertilizantes y pesticidas, lo cual hace que haya restricción para mantener o expandir la producción de cultivos de alto valor con el brócoli (Kilelu et al., 2024). Estas situaciones reflejan que la rentabilidad no solo depende del rendimiento productivo, sino también de la capacidad que tienen los agricultores para poder gestionar costos en contextos de alta exigencia económica.

En Costa Rica, (SEPSA, 2021) ha reportado que los costos totales para la producción de brócoli por hectárea alcanzan US\$5.716, lo cual de esto se destina cerca de 42,78% a la mano de obra y 38,31% a compra de insumos. Esta alta demanda en recurso económico limita la capacidad de los pequeños agricultores para mantener la producción y pueda comprometer la rentabilidad cuando los precios del mercado son bajos.

Asimismo, la evidencia responde tanto a las limitaciones internas como a condiciones externas de controlar, lo que hace que el cultivo sea menos competitivo frente a otras hortalizas. Entonces, eso obliga a pensar en la necesidad aplicar estrategias orientadas a la reducción de insumos y al uso más moderado de recursos, lo cual garantice la sostenibilidad de la actividad, especialmente en sistemas de menor escala.

b) Variabilidad de precio

Al igual que la mayoría de las hortalizas frescas, el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), es caracterizado por su inestabilidad en el mercado, lo que ocasiona incertidumbre en los ingresos de los agricultores y con ello hay

dificultades en la planificación productiva. Esta volatilidad se debe a varios factores, entre ellos está la estacionalidad, la variación en la oferta y demanda, así como los costos que estas relacionados al transporte y almacenamiento. En este sentido, (Qiao et al., 2023) indican que en los últimos años, las fluctuaciones de precios en los vegetales ponen de relieve la necesidad de identificar factores que los generan y de ese modo establecer políticas adecuadas que puedan contribuir a controlar y mitigar. A su vez, el precio cambiante no solo afecta la rentabilidad, sino que también aumenta la exposición de los pequeños agricultores a tener riesgos económicos, lo que genera distorsiones en el uso de la tierra, minoran la confiabilidad de las proyecciones de oferta y demanda, y favorecen las especulaciones en el mercado agrícola (Gardebroek & Hernández, 2013).

La variabilidad de los precios constituye una limitación estructural que no solo depende del manejo agronómico del cultivo, sino de otros factores externos que están vinculados al mercado. En consecuencia, aun cuando se logre buenos rendimientos, los ingresos finales de los agricultores pueden verse comprometidos por la inestabilidad comercial, lo que desanima nuevas inversiones y provoca incertidumbre en la sostenibilidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).

2.3. Materia orgánica y cobertura plástica

2.3.1. Materia orgánica

Denominada también enmienda orgánica, comprende materiales que derivan de organismos vivos que se ponen al suelo con el objetivo de mejorar su fertilidad y estructura. Representan un pilar fundamental dentro de la agricultura sostenible, ya que contribuyen a mejorar la calidad, optimizar la productividad de los cultivos y sobre todo la protección del medio ambiente (Rastogi et al., 2023). Asimismo, cumplen un papel muy importante en la recuperación de la fertilidad edáfica, al aportar macro y micronutrientes, además de carbono que contribuye a reponer las propiedades físicas y químicas del suelo (Goss et al., 2013). De igual forma, interviene en la degradación y estabilidad del suelo, facilitando todos los nutrientes para las plantas y aporta a mitigar el deterioro de diferentes erosiones (Obalum et al., 2017).

Entonces, es posible reconocer que la materia orgánica integra un insumo de gran valor en la agricultura, pero su aporte real depende de cómo se maneja. Es decir, los beneficios que presenta no tienen que ser vistos de manera absoluta, ya que, junto con el potencial de mejorar la fertilidad del suelo, también hay riesgos que necesitan control y seguimiento adecuado. En este sentido, es necesario detallar los tipos de materia orgánica que se emplean en los sistemas agrícolas, comprendiendo sus características, ventajas y posibles limitaciones.

2.3.1.1. Tipos de materia orgánica

Tomando en cuenta los impactos ambientales y económicos del uso intensivo de los productos fertilizantes químicos, es importante evaluar alternativas de manejo más sostenible.

Compost

Biochar

Vermicompost

Constituye una alternativa eficiente para valorizar residuos de origen industrial, agrícola, municipal y doméstico, y desde hace mucho tiempo se han implementado distintas tecnologías para su desarrollo (Enebe & Erasmus, 2023). Asimismo, consiste en la descomposición y estabilización de residuos orgánicos mediante la acción juntamente con lombrices y microorganismos, lo cual de ello resulta un abono rico en nutrientes; su aplicación ha demostrado muchos beneficios, entre ellos está la reducción de riego, supresión de malezas, disminución de plagas, una mayor tasa de germinación de semillas y un aumento en el rendimiento de los cultivos (Abad & Shafiqi, 2024). De ese modo, enriquece el suelo con nutrientes importantes, ácidos húmicos, hormonas de crecimiento y enzimas, lo que favorece la fotosíntesis, la nutrición vegetal y productividad de los cultivos; además, mejora la calidad del suelo, mitiga la degradación edáfica, lo cual al mismo tiempo favorece el secuestro de C y aporta a la sostenibilidad agrícola (Oyege & Balaji, 2023). En relación con las propiedades del suelo, el vermicompost también puede mejorar su fertilidad mediante cambios favorables en sus características físicas, químicas y biológicas, como la aireación, porosidad, retención de agua y

contenido de materia orgánica, condiciones que pueden contribuir al crecimiento y rendimiento de los cultivos (Lim et al., 2014).

A pesar que se atribuyeron muchos beneficios al vermicompost, su adopción aún se encuentra atrasada o no tomada en cuenta en la agricultura convencional, lo cual se debe por el desconocimiento de los productores, limitada disponibilidad de infraestructura para que puedan elaborar a gran escala y fácil acceso a insumos químicos. Esto indica la necesidad de fortalecer la investigación aplicada y la extensión agrícola que promuevan su utilización como una opción sostenible.

En este marco, resulta conveniente mostrar la composición química del vermicompost con respecto al suelo de referencia, con el fin de mostrar su potencial como insumo agrícola.

Tabla 4

Composición química y vermicompost en relación con el suelo

Parámetro	Suelo	Vermicompost
pH (H ₂ O)	5.7	9.5
pH (KCl)	3.7	8.1
Carbono orgánico (%)	0.1	4.2
Materia orgánica (%)	0.1	13.4
Nitrógeno	16.1	91.9
Relación C/N	0.006	0.046
Fósforo Bray (mg/kg)	13.2	26.9
Calcio (cmol/kg)	0.2	0.8
Magnesio (cmol/kg)	0.1	1
Potasio (cmol/kg)	0.1	1.5
Sodio (cmol/kg)	0.1	0.6

Nota. Los datos muestran el contenido de nutrientes y la calidad química del vermicompost, en comparación con el suelo sin incorporar materia orgánica. Fuente: (Olougou et al., 2025).

2.3.2. Cobertura o acolchado plástico

El uso de este material en la agricultura se empleó durante décadas como una estrategia para mantener la humedad del suelo y bajar el crecimiento de malezas, contribuyendo a corregir la eficiencia en el manejo del agua; siendo más utilizado en polietileno ya que es eficaz por su resistencia mecánica, bajo costo y capacidad para proteger la radiación solar (Mansoor et al., 2022). A nivel mundial, representa aproximadamente 16% de los plásticos agrícolas, con alrededor de 2,5 millones de toneladas métricas usadas a nivel mundial cada año. (Shcherbatyuk et al., 2025). Sin embargo, su uso continuo ha provocado una creciente acumulación de microplásticos en suelos agrícolas, lo que se convierte en un problema para los ecosistemas y ha impulsado el desarrollo de normativas que están orientadas a promover el uso de materiales biodegradables (Wan et al., 2025). En este sentido, los biodegradables se presentan como una alternativa ecosostenible, ya que pueden incorporarse al suelo y degradarse de forma natural; no obstante, sus efectos a largo plazo sobre las propiedades y comunidades microbianas del suelo todavía están completamente esclarecidas (Campanale et al., 2024).

2.3.2.1. Tipo de acolchado plástico

Existe variedad de materiales de acolchado para su uso en la agricultura, lo cuales son beneficiosos para las plantas y suelo al suprimir el crecimiento de malezas, reducir la evaporación y mejorar diferentes condiciones ambientales (Chalker, 2007).

a. Acolchados plásticos por material

Materiales elaborados de origen sintético, diseñados para tener una mayor durabilidad y control físico del ambiente del suelo.

- **Plástico de polietileno (PE)**
- **Plástico de polipropileno**
- **Geotextiles**

b. Acolchado plástico por color

El acolchado plástico desempeña un papel importante en la forma en que refleja o absorbe la energía solar, lo que modifica las condiciones micro climáticas

que rodean a las hortalizas y afecta directamente su desarrollo y rendimiento (Lamont, 2005).

Negro

Es el tipo más común y ampliamente usada, ya que absorbe de manera eficiente las radiaciones ultravioletas, visibles e infrarrojas del sol; esta característica incrementa notablemente la temperatura del suelo, ya que puede retener una alta proporción de la energía solar incidente (Amare & Desta, 2021). Asimismo, el acolchado de polietileno negro constituye una práctica que favorece el crecimiento y rendimiento del cultivo de brócoli, debido a su contribución en la conservación de la humedad del suelo y en la generación de condiciones favorables para el desarrollo del cultivo (Thentu et al., 2016).

Blanco/negro

La cobertura plástica blanco/negro, presenta doble cara, generalmente utilizada con la cara superficie blanca hacia arriba; presenta ventajas adicionales, ya que la cara negra ayuda a controlar las malezas, mientras que la cara blanca refleja la luz incidente, evitando el sobrecalentamiento del plástico y aumentando la radiación que llega al follaje, lo cual, de esto, las plantas aprovechan mejor esa luz en la fotosíntesis, lo que provoca incremento de la productividad (Valenzuela & Gutiérrez, 1999). Asimismo, Lamont (2017) indica que estos acolchados reflejan gran parte de la radiación solar hacia la parte aérea de la plantas, lo que puede ocasionar un leve descenso de la temperatura del suelo, alrededor de 1,1 °C a 2,5 cm de profundidad y 0,4 °C a 10 cm, en comparación con suelos que están sin cubrir; este efecto resulta útil para cultivos como el coliflor o tomate en temporada de verano, ya que la radiación de la temperatura del suelo ayuda a mejorar las condiciones de establecimiento y desarrollo de las plantas.

2.4.Productividad agrícola

La productividad agrícola es la relación existente entre la cantidad de productos obtenidos y los insumos que se utilizan durante el proceso de producción (Nastis & Michailidis, 2020). En los sistemas hortícolas, la productividad puede estar condicionada por factores ambientales, genéticos y de manejo, entre ellos la

disponibilidad de agua y nutrientes, las condiciones del suelo y las prácticas agronómicas empleadas durante el desarrollo del cultivo (Crespo, 2020).

Dentro de estas prácticas, el uso de la cobertura plástica y materia orgánica es eficaz para mitigar los efectos de la sequía al mejorar las propiedades físicas del suelo (Saputra et al., 2025).

La cobertura plástica permite reducir la evaporación del agua en un rango del 28 al 58,8%, eleva la temperatura del suelo entre 2 y 3°C, mejora la humedad del suelo entre un 4,6 y un 22% y controlar las malezas, ya que está fabricada con polietileno de baja densidad, material que destaca por su alta resistencia (Beriot et al., 2021; Saputra et al., 2025). Asimismo, favorece el incremento del rendimiento de los cultivos, baja la necesidad de aplicar pesticidas, optimiza el uso de agua y satisface la creciente demanda alimentaria a nivel mundial (Serrano et al., 2021).

Por otro lado, la materia orgánica tiene diferente actuación, influyendo de manera determinante en las propiedades físicas del suelo, afectando directamente en su calidad y en el mantenimiento de su salud; además, su incorporación mejora la estructura del suelo, disminuir la compactación, aumentar tanto la infiltración y retener el agua (N. Kumar, 2025). De forma más específica, incide directamente en la estructura, agregación y aireación del suelo, lo que aumenta su capacidad de infiltración entre un 39 y un 44%, y aumenta la retención de agua hasta un 50% y favorece un desarrollo radicular más eficiente (Saputra et al., 2025). En este sentido, una de las fuentes de materia orgánica es el vermicompost, aporta de manera significativa al incremento de la disponibilidad de nutrientes, potencia la productividad del cultivo y fortalece su tolerancia frente a plagas y enfermedades (Oyege & Balaji, 2023).

Dicho esto, diversos estudios han evaluado el uso combinado de vermicompost y cobertura plástica, reportando efectos favorables sobre el rendimiento y la productividad en diversos cultivos (Moreno et al., 2024). De igual forma, la aplicación de cobertura plástica con la incorporación de paja u otros residuos orgánicos, modifica de manera significativa la estructura taxonómica y funcional de las comunidades microbianas del suelo y favoreciendo los ciclos

biogeoquímicos del carbono y nitrógeno, especialmente en suelo áridas y semiáridas (Li et al., 2021).

2.4.1. Rendimiento del brócoli

El rendimiento de un cultivo se entiende como la cantidad de producto obtenida por unidad de superficie cultivada (Fermont & Benson, 2011). Este indicador puede variar según las condiciones ambientales y el manejo agronómico del cultivo. Asimismo, el potencial de rendimiento se refiere a la máxima producción que puede alcanzar una variedad cuando se desarrolla bajo condiciones favorables y sin limitaciones significativas de agua, nutrientes, plagas, enfermedades y otros factores que puedan generar estrés (Evans & Fischer, 1999).

En el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), el manejo adecuado del riego constituye uno de los factores que pueden influir en el rendimiento y calidad de la producción (Elshikha et al., 2025). Asimismo, la densidad de siembra puede afectar el rendimiento y las características de las pellas, debido a la competencia entre plantas por agua, nutrientes, luz y espacio (Vivanco, 2023). Por ello, el rendimiento del brócoli depende de la interacción de factores genéticos, ambientales y de manejo agronómico.

2.4.1.1. Indicadores del rendimiento

En el cultivo de brócoli, el rendimiento está relacionado principalmente con la producción de pellas comerciales obtenidas por unidad de superficie. El peso fresco de la pella constituye uno de los componentes utilizados para estimar la producción del cultivo, debido a que la pella representa la principal estructura comercial cosechada (Athokpam et al., 2023).

Rendimiento por hectárea (t/ha): se estima a partir de la producción obtenida en la unidad experimental y su conversión a toneladas por hectárea, considerando el área efectiva de la parcela experimental.

2.4.2. Desarrollo del brócoli

El desarrollo del brócoli comprende diferentes etapas que se extienden desde el trasplante hasta la formación y cosecha de la pella. Durante la primera

etapa predomina el crecimiento vegetativo, mientras que posteriormente se produce la transición hacia la fase reproductiva y la formación de la pella (Hadley & Pearson, 1998). El crecimiento y desarrollo del cultivo están condicionados por factores ambientales y de manejo, principalmente la temperatura, disponibilidad de agua y nutrientes y radiación solar. Las temperaturas elevadas y la limitada disponibilidad de agua pueden afectar el desarrollo de las plantas y la formación de pellas, generando alteraciones en su tamaño, compactación y calidad (Bjorkman & Pearson, 1998; Cuesta & Fusari, 2022). Asimismo, un manejo adecuado del agua y de los nutrientes resulta necesario para favorecer el crecimiento vegetativo y alcanzar un adecuado potencial productivo (Rocha, 2016).

Por tanto, el desarrollo del brócoli refleja la respuesta conjunta de la planta a sus características genéticas y a las condiciones ambientales y de manejo presentes durante el ciclo del cultivo.

2.4.2.1. Evaluación del desarrollo

Se realiza mediante la observación y registro de las características morfológicas que indican el avance de la planta mediante sus etapas. Estas variables permiten identificar el estado fisiológico, así como anticipar la fase de formación de la cabeza comercial.

Para su evaluación se consideran las siguientes variables:

Altura de la planta (cm): Se determina midiendo desde la base del tallo hasta el ápice más alto de la planta, para ello se utilizó cinta métrica.

Número de hojas: Se determina mediante el conteo directo de las hojas completamente desarrolladas de cada planta escogida dentro de la unidad experimental.

Diámetro de tallo: Se determina midiendo el grosor del tallo principal con un vernier digital, expresando los resultados en cm.

Diámetro de la roseta foliar: Se determina midiendo la distancia entre los extremos de las hojas más externas de la roseta mediante una cinta métrica. Los resultados se registraron en cm.

2.5. Definición de términos

- ❖ **Materia o enmienda orgánica:** Son materiales de origen biológico que proceden de las plantas, animales o microorganismos, que se añaden al suelo para mejorar sus propiedades físicas, química y biológicas (Neina, 2019 citado por Rastogi et al., 2023).
- ❖ **Cobertura plástica:** Un material que está empleada de manera similar al mantillo, lo cual está destinado a reducir la proliferación de malezas y conservar la humedad del suelo. Por otra parte, esta técnica evidenció mejoras en la temperatura, densidades aparentes, contenido del agua, disponibilidad de nutrientes y estabilidad de agregados, lo cual impacta positivamente en el crecimiento y rendimiento de los cultivos al cambiar el microclima edáfico (Thilagam et al., 2025).
- ❖ **Acolchado:** Una técnica en la agricultura que implica colocar material orgánico o sintético sobre el suelo con el objetivo de favorecer el desarrollo y la producción del cultivo. El acolchado orgánico, mayormente se coloca en huertas o áreas pequeñas, ya que requiere mayor mano de obra y además la disponibilidad limitada de insumos. Mientras el acolchado sintético, aportan nutrientes al suelo durante su descomposición (George, 2024).
- ❖ **Productividad:** Un indicador que evidencia la eficiencia de un sistema productivo, puesto a que compara la cantidad de bienes o servicios obtenidos con los recursos que se emplean en su obtención, mostrando la relación entre insumos y resultados (Gonzalez & Carro, 2010).
- ❖ **Rendimiento del cultivo:** Se entiende como la cantidad de producción agrícola que se obtuvo por unidad de superficie, lo cual es muy empleado en granos, legumbres y cereales, que se expresan en unidades como toneladas o libras por acre. Para estimar en una región más grande, se usan muestras representativas de áreas cosechadas (Hayes, 2024).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, debido a que busca generar información de utilidad práctica sobre el efecto de la aplicación de materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) bajo las condiciones de Cangari, Huanta. La investigación aplicada se distingue de la investigación básica o pura, ya que se orienta a la identificación de problemáticas concretas del contexto y plantea soluciones prácticas basadas en los conocimientos generados por la investigación fundamental (Castro et al., 2022).

3.1.2. Nivel de investigación

La investigación corresponde al nivel explicativo, debido a que busca determinar el efecto de la aplicación de materia orgánica y cobertura plástica sobre las variables evaluadas del cultivo de brócoli, mediante la manipulación de ambos factores y la comparación de los resultados obtenidos entre los tratamientos experimentales. En ese sentido, (Galarza, 2020) sostiene que este tipo de investigación pretende explicar y determinar los fenómenos observados.

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.2.1. Ámbito temporal

Esta investigación tuvo una duración aproximada de 3 meses, iniciando el 30 de diciembre del 2025 a marzo del 2026, que comprende desde el trasplante hasta la cosecha, llevándose a cabo en el Centro Poblado de Cangari, distrito de Iguain, provincia de Huanta y departamento de Ayacucho, ubicado a una altitud de 2403 m.s.n.m.

3.2.2. Ámbito espacial

Ubicación política:

- Centro poblado: Cangari
- Distrito: Iguain
- Provincia: Huanta

- Región: Ayacucho

Ubicación geográfica:

- Altitud: 2403 m s. n. m.
- Coordenadas geográficas: 12°59'19" S 74°17'09" W

Figura 1

Ubicación geográfica



Nota. Ubicación del centro poblado de Cangari. Fuente: Google earth pro.

Figura 2*Ámbito de estudio*

Nota. Área de intervención. Fuente: Google earth pro.

3.2.2.1. Características del suelo

Las características fisicoquímicas del suelo que se emplea en la investigación se presentan en la tabla 5, donde se muestran los resultados del análisis. El suelo presenta una textura franca, con un pH ligeramente alcalino y niveles moderados de conductividad eléctrica. El contenido de materia orgánica del suelo es bajo y los nutrientes disponibles se encuentran en rangos variables, mientras que la capacidad de intercambio catiónico evidencia una disponibilidad media de bases intercambiables.

Tabla 5*Resultado del análisis físico químico del suelo*

Ensayo	Unidad	LC	Resultados
pH	Unid. pH	0,1	7,3
Conductividad eléctrica	mS/m	1,0	12,4
Materia orgánica	%	0,2	2,3
Arena	%	-	47,11
Arcilla	%	-	21,60
Limo	%	-	31,29
Clase textural	-	-	Franco
Carbonato de calcio equivalente	%	0,2	2,6
Fósforo disponible	Mg/kg	0,1	24,2
Potasio disponible	Mg/kg	2,7	563,2
Nitrógeno total	%	-	0,12
CICe	Cmol (+)/kg	-	25,08
Calcio (Ca)	Cmol (+)/kg	0,2	18,5
Magnesio (Mg)	Cmol (+)/kg	0,1	4,5
Sodio (Na)	Cmol (+)/kg	0,1	0,7
Potasio (K)	Cmol (+)/kg	0,1	1,4

Nota. Los valores corresponden al análisis del laboratorio realizado al suelo del área experimental. Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare INIA – CANAAN.

3.3. Diseño de investigación

La investigación se empleó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 x 2, que corresponde a dos factores experimentales: materia orgánica y cobertura plástica. La materia orgánica (factor A) se evaluó en dos niveles; con y sin aplicación de vermicompost; mientras que la cobertura plástica (factor B) también se evaluó en dos niveles: con y sin cobertura plástica. La combinación de ambos factores generó cuatro tratamientos experimentales: T1 (sin materia orgánica y sin cobertura plástica), T2 (sin materia orgánica y con cobertura plástica), T3 (con materia orgánica y sin cobertura plástica) y T4 (con materia orgánica y con cobertura plástica). Cada tratamiento se estableció en cuatro

repeticiones, obteniéndose un total de 16 unidades experimentales, distribuidas aleatoriamente dentro de los bloques.

3.4.Población y muestra

3.4.1. Población

La población estuvo constituida por las 480 plantas de brócoli establecidas en las 16 unidades experimentales del área de estudio, considerando cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

3.4.2. Muestra

Cada unidad experimental estuvo conformada por 30 plantas de brócoli, y para la evaluación de las variables de estudio solo se seleccionaron 13 plantas de manera aleatoria, cantidad considerada suficiente para obtener un valor representativo.

3.4.3. Muestreo

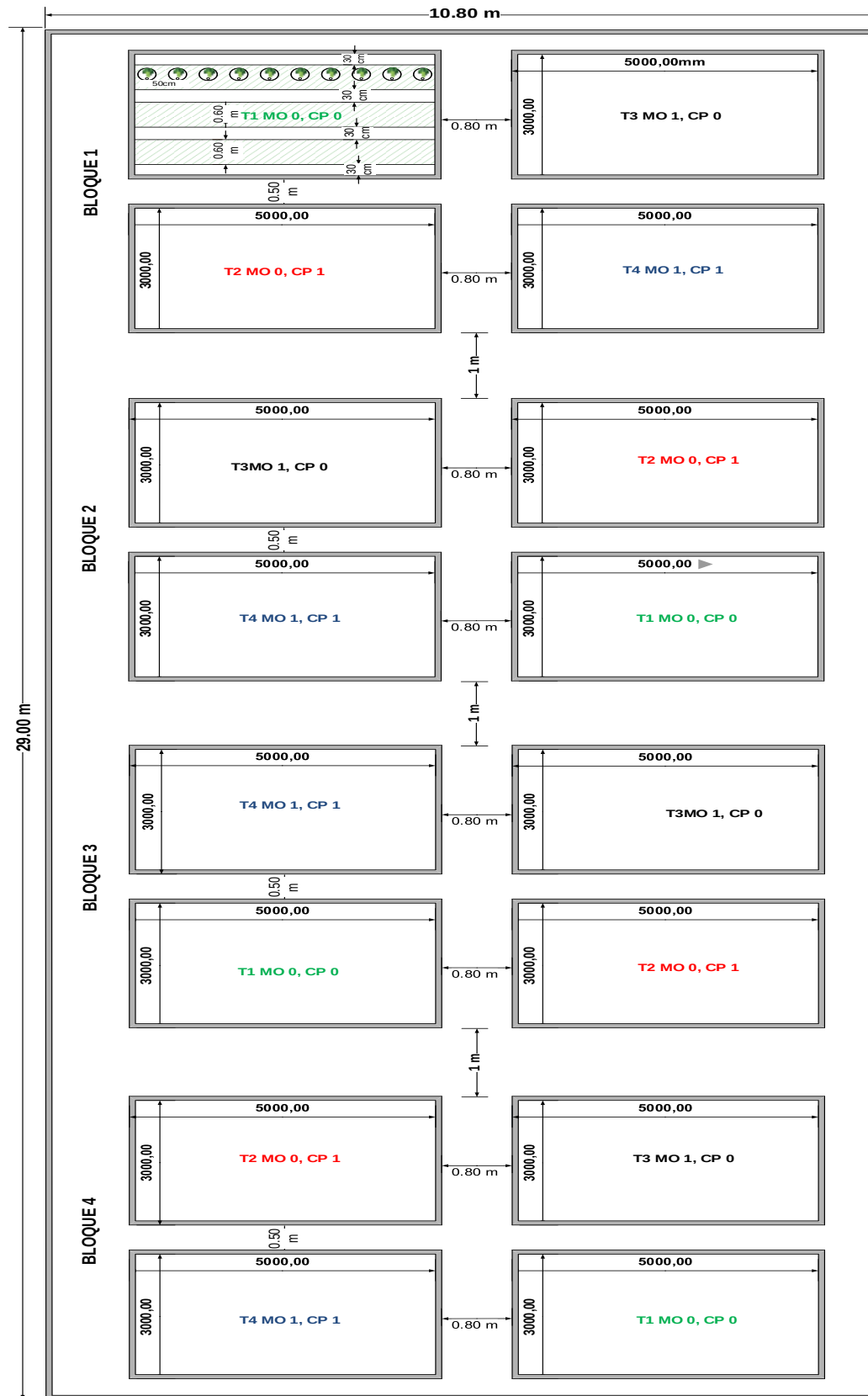
La selección de las plantas dentro de cada unidad experimental se realizó de manera aleatoria, procurando que todas las plantas elegibles dentro de la unidad tuvieran la misma posibilidad de ser seleccionadas (Salinas, 2004).

3.4.4. Características del área experimental

- Repeticiones: 4
- Tratamientos: 4
- Número total de unidades experimentales: 16
- Área total del experimento: 313.2 m²
- Área total de unidad experimental: 3 m x 5 m = 15 m²
- Cantidad de camas por unidad experimental: 3
- Dimensiones de cada cama: 0.60 m x 5 m
- Separación entre camas: 0.30 m
- Separación entre plantas: 0.50 m
- Número de plantas por unidad experimental: 30
- Número de plantas por cama: 10
- Número de plantas en el experimento: 480
- Pasillo entre unidades experimentales: 0.65 m (promedio)
- Pasillo entre bloques: 1 m

Figura 3

Croquis del campo experimental



3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.5.1. Técnicas

- Medición cuantitativa: Se aplicó para registrar datos numéricos sobre variables como la altura de plantas, diámetro de la pella, número de hojas, diámetro de roseta foliar, peso fresco de la pella, diámetro polar de la pella, diámetro ecuatorial y rendimiento del cultivo del brócoli por hectárea.
- Registro sistemático: Se registró de manera ordenada y periódica los datos observados y medidos en hoja de campo de acuerdo al cronograma establecida.

3.5.2. Instrumentos

3.5.2.1. Material experimental:

Plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)

Se utilizan plántulas del cultivar “Imperial”, obtenido a partir de semillero y utilizado como material vegetativo para establecer el experimento.

Materia orgánica

La materia orgánica que se utilizó en este estudio corresponde a vermicompost. Las características fisicoquímicas del vermicompost se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6

Resultado del análisis físico químico del vermicompost

Ensayo	Unidad	LC	Resultados
pH	Unid. pH	-	7,4
Conductividad eléctrica	mS/m	-	3,2
Nitrógeno total	%	-	1,73
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	-	1,30
Potasio (K ₂ O)	%	-	0,57
Calcio (CaO)	%	-	1,63
Magnesio (MgO)	%	-	0,90
Materia orgánica	%	-	42,02

Nota. Los datos corresponden al análisis físico químico realizado al vermicompost empleado como fuente de materia orgánica en el estudio. Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare INIA – CANAAN.

Cobertura plástica (Mulch)

Se utilizó plástico agrícola de polietileno bicapa (blanco/negro), con un espesor de 25 micras, con aditivos estabilizadores de ultravioleta.

3.5.2.2. Material de registro y medición

- Hoja de campo
- Cinta métrica
- Regla milimétrica
- Wincha
- Costales de transporte
- Letreros de identificación de tratamientos

3.5.2.3. Equipos

- Balanza analítica
- Calibre vernier digital
- Implementos de riego por goteo
- Tanque Rotoplas

3.5.2.4. Herramientas

- Pala
- Pico
- Azadón
- Carretilla

3.5.2.5. Insumos complementarios

- Nitrato de amonio 33%

3.6. Procedimientos

El establecimiento del experimento presenta varias fases operativas que permitieron evaluar la influencia de la materia orgánica y de la cobertura plástica en la productividad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). A continuación, se detalla las siguientes etapas que se realizaron.

3.6.1. Elección del área de estudio

El área que se seleccionó para la ejecución del estudio se ubica en la localidad de Cangari, de distrito Iguain y de provincia de Huanta, un lugar que presenta condiciones favorables para el establecimiento del cultivo del brócoli. El suelo es de textura franca, con buena porosidad y drenaje, que permite un adecuado desarrollo radicular. Está situada cerca de un canal de riego lo que facilita el acceso al riego durante el ciclo de cultivo.

3.6.2. Muestreo para análisis del suelo

Se realizó antes de instalar el experimento, mediante un recorrido en zigzag, tomando muestras a una profundidad de 30 cm. Posteriormente, se homogenizaron las submuestras para obtener una muestra compuesta representativa, de la cual se obtuvo 1 kg de muestra que fue enviado al laboratorio para su análisis físico químico.

3.6.3. Preparación de terreno

Dentro de esta actividad se incluyeron limpieza del área, eliminación de restos vegetales y malezas, arado del suelo con tractor agrícola y nivelación del terreno con el propósito de obtener superficie uniforme y favorable para el crecimiento del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).

3.6.4. Trazado e instalación del sistema del cultivo

Se realizó de acuerdo con las dimensiones establecidas en el diseño del estudio. Se delimitó cada parcela y se procedió a la formación de los surcos, construyendo camas de 0.60 m de ancho, con una separación de 0.30 m entre camas y pasillos de 0.65 m, lo que garantizó un adecuado espacio. Posteriormente, se instaló el sistema de riego por goteo empleando una cinta con emisores ubicados cada 0.50 m, permitiendo una distribución uniforme del agua en toda la superficie cultivada.

3.6.5. Aplicación de la materia orgánica

Se aplicó el vermicompost como abono de fondo en dosis 10 t ha^{-1} , según el tratamiento correspondiente. La aplicación se realizó de forma uniforme sobre las camas y posteriormente se incorporó manualmente al suelo, mezclándolo con la

tierra a una profundidad de 15 a 20 cm dentro de cada unidad experimental, antes de realizar el trasplante definitivo.

3.6.6. Instalación de la cobertura plástica

La cobertura plástica blanco/negro se instaló sobre las camas luego de instalar el sistema de riego por goteo. Fue fijado adecuadamente en los bordes y se realizaron agujeros en los puntos de plantación para realizar el trasplante de las plántulas, de acuerdo con los tratamientos establecidos.

3.6.7. Trasplante del cultivo

Se realizó con plántulas que presentaban una altura aproximada de 5 cm y 3-4 folíolos bien desarrollados, y se estableció a 0.50 m entre plantas y 0.30 m entre camas.

3.6.8. Riego

Se realizó mediante el riego por goteo, empleando un volumen aproximado de $4533.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de agua durante el ciclo del cultivo.

3.6.9. Deshierbo

El primer deshierbo se realizó a los 20 DDT, ya que había presencia de malezas que competían con las plantas. Luego, debido a la temporada de lluvias, se pudo evidenciar un crecimiento constante de malezas, por lo que se efectuó de manera periódica durante el ciclo de cultivo.

Sin embargo, en las unidades experimentales con cobertura plástica, no fue necesario, ya que actuó como una barrera física que impidió la aparición de malezas.

3.6.10. Aporque

Se realizó a los 30 DDT, con el propósito de mejorar la estabilidad de las plantas y asimismo favorecer el desarrollo del sistema radicular.

3.6.11. Abono complementario

Se realizó con nitrato de amonio (33% de nitrógeno), a una dosis de 222 kg ha^{-1} , aplicada vía fertirriego en tres fracciones 30-40-30 a los 15,35 y 60 DDT.

3.6.12. Control fitosanitario

La polilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), los trips (*Thysanoptera*) y la mosca de la col (*Delia radicum*) se presentaron a los 10 DDT. En ese momento se realizó la primera aplicación de insecticidas y una segunda aplicación a los 30 DDT, sin registrarse posteriormente nuevos ataques significativos. Los problemas fúngicos y el amarillamiento de las hojas se presentaron a partir de los 40 DDT. Para controlar el mildiu (*Hyaloperonospora brassicae*) se utilizó el fungicida Cymoxanil + Mancozeb, y para *Alternaria* (*Alternaria brassicae*) se utilizó Azoxystrobin + Tebuconazole, con frecuencia de 10 a 13 días, y se suspendió a los 15 días antes de la cosecha.

3.6.13. Cosecha

Se realizó en el momento cuando los botones florales permanecieron pequeños, cerrados y agrupados de manera compacta dentro de la inflorescencia (García-manso et al., 2021). La cosecha se realizó entre 20 al 25 de marzo, ya que no hubo maduración uniforme de las pellas. Los tratamientos con cobertura plástica con materia orgánica y aquellos con solo cobertura plástica presentaron una maduración más temprana, mientras que solo la materia orgánica y el testigo maduraron en cosechas posteriores, completando el ciclo de cultivo de 84 días.

3.7. Características evaluadas

3.7.1. Vegetativas

Las 13 plantas por unidad experimental fueron evaluadas a los 30, 60 DDT y a los 80 DDT. Se registraron, la altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo y diámetro de roseta foliar.

La altura se midió desde la base del tallo hasta la hoja más alta utilizando una regla.

EL número de hojas se contó directamente solo las hojas verdaderas desarrolladas.

El diámetro del tallo se determinó utilizando un calibrador vernier digital expresado, realizando la medición por debajo de la intersección de la primera hoja verdadera de la planta, expresando la unidad de medida en milímetros.

El diámetro de la roseta foliar se midió considerando la distancia entre los cantos opuestos de las hojas más extremas.

3.7.2. Productivas

Las 13 plantas por unidad experimental se evaluaron al momento de la cosecha, registrándose el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso de la pella y el rendimiento por hectárea.

El peso de la pella se determinó inmediatamente después de la cosecha mediante una balanza analítica, luego se calculó el peso total por unidad experimental desde la suma del peso de las pellas que se cosecharon.

El rendimiento se determinó a partir de la producción total de pellas cosechadas en cada unidad experimental. Para ello, se sumó el peso de las pellas obtenidas en cada unidad experimental y posteriormente se extrapoló la producción a toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$), considerando el área efectiva evaluada.

3.7.3. Costo de producción

Se determinaron mediante la sumatoria de los costos directos que se generaron durante el manejo agronómico del cultivo de brócoli para cada tratamiento, expresados por hectáreas. Para ello, se consideró los costos correspondientes a los insumos, mano de obra, labores culturales, materiales y demás actividades durante el desarrollo, incluyendo la aplicación de materia orgánica (Vermicompost) y la instalación de cobertura plástica, según correspondió a cada tratamiento.

3.8. Análisis de datos

Los datos obtenidos durante la evaluación del experimento fueron organizados, codificados y depurados en Microsoft Excel. Posteriormente, se realizó el análisis estadístico mediante el software SPSS versión 21.0.0.0. Para las variables vegetativas y productivas se calcularon estadísticos descriptivos, considerando la media y la desviación estándar de las cuatro repeticiones correspondientes a cada tratamiento. Posteriormente, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente a un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2×2 , considerando como factores la materia orgánica (A) y la

cobertura plástica (B), así como la interacción entre ambos factores ($A \times B$). Asimismo, se consideró el efecto de los bloques establecido en el diseño experimental. El análisis se realizó con un nivel de significancia de 5 % ($\alpha = 0,05$). Para verificar el cumplimiento de los supuestos del modelo, se evaluó la normalidad de los residuos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Levene. La significancia estadística de los efectos de los factores, su interacción y los bloques se determinó a partir del valor de p , considerando significativo cuando $p < 0,05$.

3.9.Método y técnica para la presentación y análisis de datos

Los resultados obtenidos se presentaron mediante tablas y gráficos estadísticos, de acuerdo con la naturaleza de cada variable evaluada. Los resultados descriptivos se expresaron mediante medias y desviaciones estándar, mientras que los resultados del análisis de varianza se presentaron mediante tablas que incluyen los grados de libertad, valores de F y niveles de significancia (p). La presentación de los resultados permitió facilitar su interpretación y posterior discusión en función de los objetivos planteados.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados

4.1.1. Estadística descriptiva

4.1.1.1. Altura de planta

Tabla 7

Altura (cm) de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 30 DDT

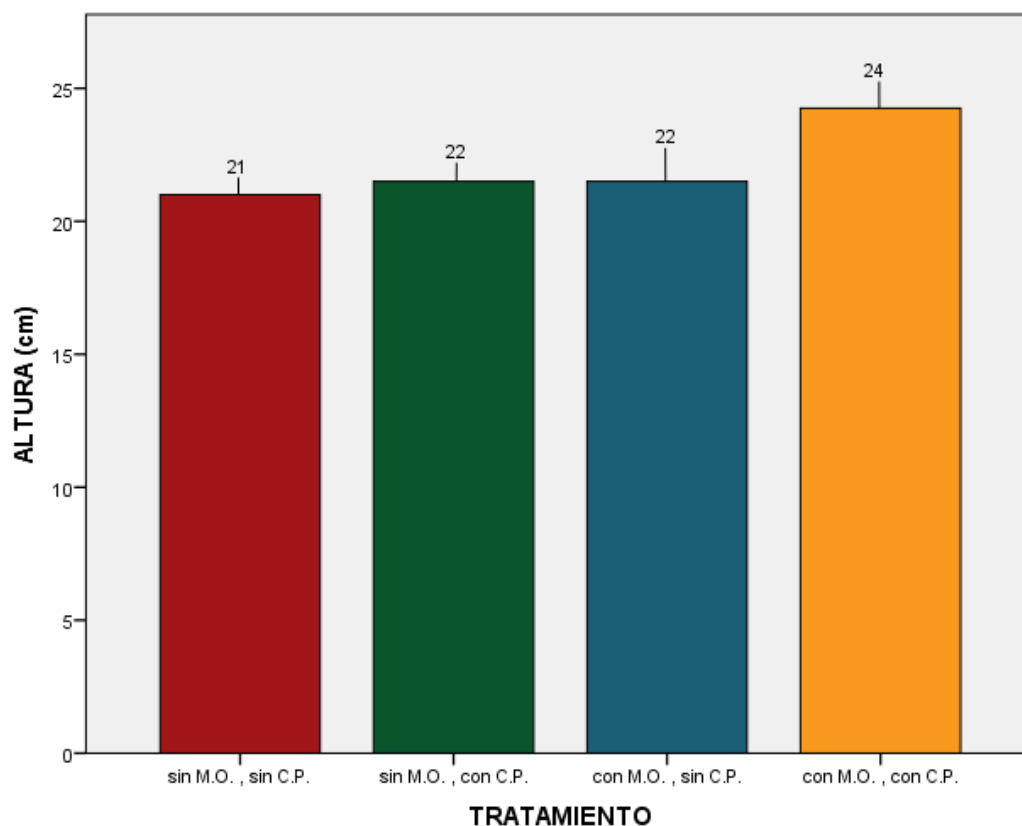
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
ALTURA_30DDT (cm)	T1 = sin M.O., sin C.P.	21.00	1.414	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	21.50	3.109	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	21.50	2.517	4
	T4 = con M.O., con C.P.	24.25	2.630	4

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 7 presenta los estadísticos descriptivos de la altura de la planta a los 30 DDT. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 24.25 cm, la mayor altura promedio de planta, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó 21.00 cm, el menor valor. Por otra parte, los tratamientos en los que se aplicó un solo factor mostraron una altura promedio de 21.50 cm.

Figura 4

Altura de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos



La figura 4 presenta la altura promedio de las plantas del cultivo de brócoli a los 30 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) registró la mayor altura, con 24,25 cm, seguido por los tratamientos T2 (sin M.O., con C.P.) y T3 (con M.O., sin C.P.), ambos con valores de 22 cm. Por su parte, el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó la menor altura, con 21 cm.

Tabla 8

*Altura de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) a los 60 DDT*

Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
ALTURA_60DDT (cm)	T1 = sin M.O., sin C.P.	47.00	2.449	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	51.00	1826	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	47.75	3.304	4

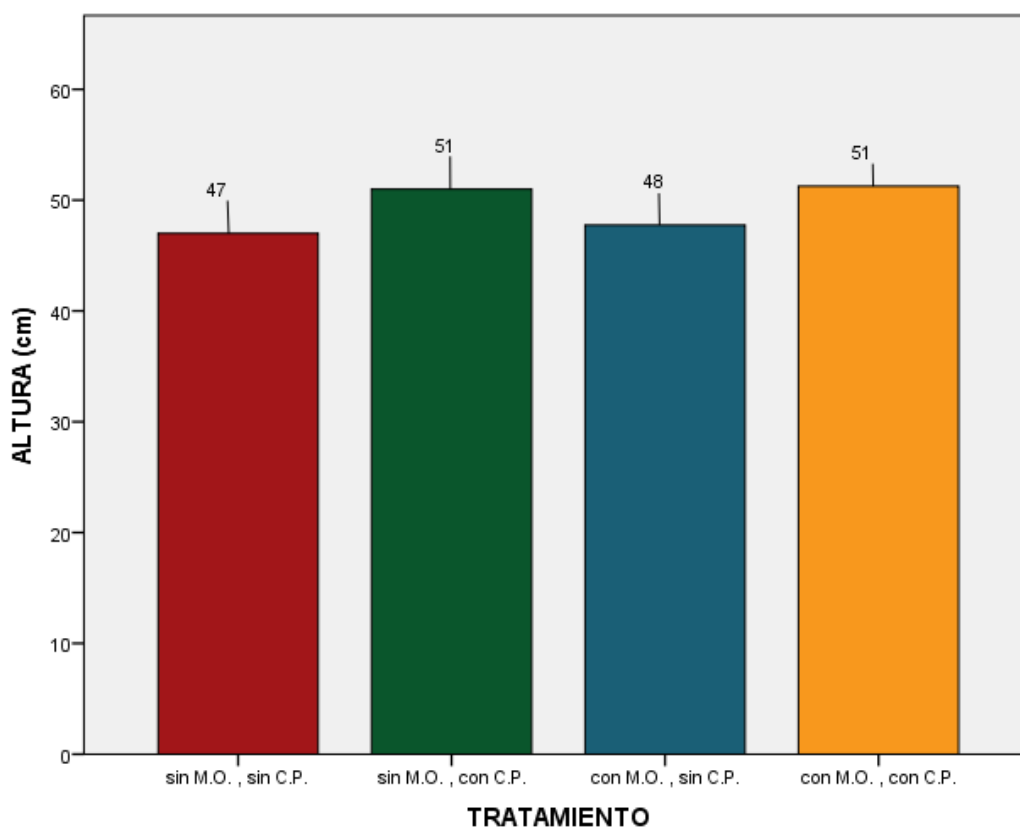
T4 = con M.O., con C.P.	51.25	0.957	4
-------------------------	-------	-------	---

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 8 presenta los estadísticos descriptivos de la altura de la planta del cultivo de brócoli a los 60 DDT según la aplicación de los tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 51.25 cm la mayor altura promedio de planta, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 51.00 cm. Por otra parte, el T3 (con M.O., sin C.P) presentó una altura promedio de 47.75 cm, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) obtuvo 47.00 cm el menor valor promedio. La variabilidad de los datos fue menor en el T4, evidenciada por una desviación estándar de 0.957 cm y un rango de 2 cm, lo que indica una mayor uniformidad en las alturas que se registraron.

Figura 5

Altura de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos



La figura 5 presenta la altura promedio de las plantas del cultivo de brócoli a los 60 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T2 (sin

M.O., con C.P.) y el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzaron la mayor altura, con 51 cm en ambos casos. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.) registro una altura de 48 cm, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó la altura menor, con 47 cm.

Tabla 9

Altura de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 80 DDT

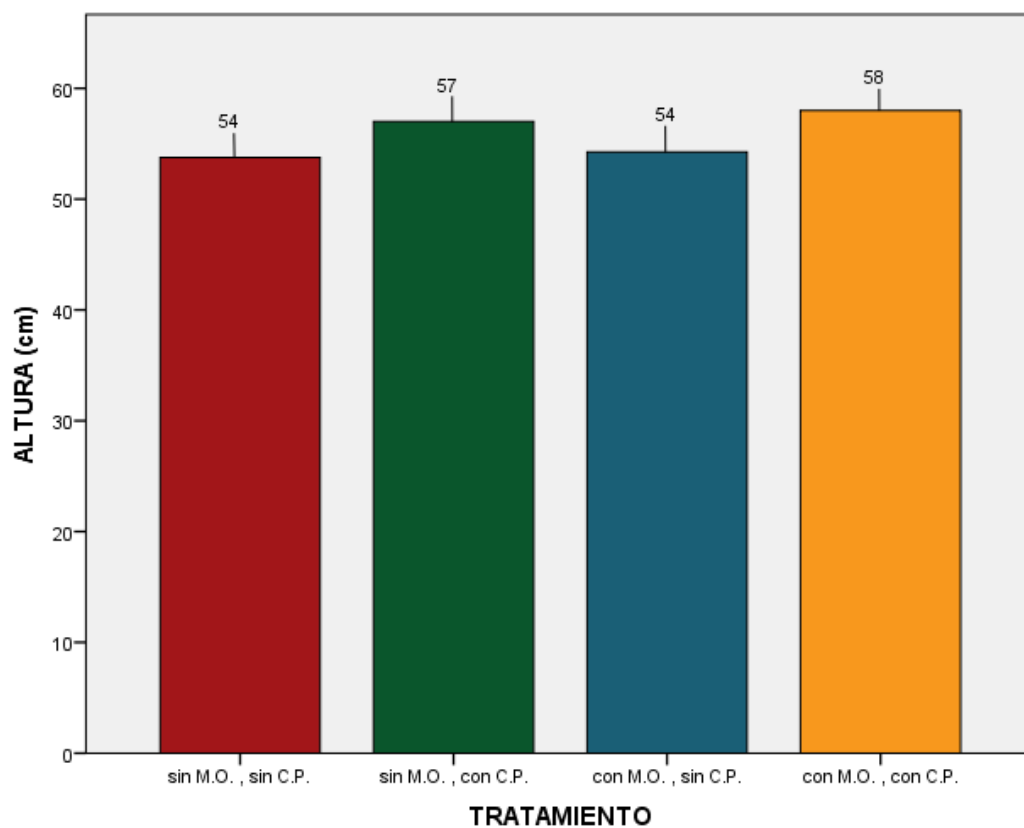
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
ALTURA_80 DDT (cm)	T1 = sin M.O., sin C.P.	53.75	1.258	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	57.00	1.414	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	54.25	1.500	4
	T4 = con M.O., con C.P.	58.00	1.826	4

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 9 presenta los estadísticos descriptivos de la altura de la planta del cultivo de brócoli a los 80 DDT según la aplicación de los tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 58.00 cm la mayor altura promedio de planta, seguido del T2 (sin M.O., con C.P) con 57.00 cm. El T3 (con M.O., sin C.P.) alcanzó una altura de 54.25 cm, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó 53.75 cm, el menor valor. La menor variabilidad se registró en los tratamientos T1 y T2, ya que presentaron una desviación estándar de 1.26 cm y 1.41 cm, indicando una mayor uniformidad en las alturas registradas.

Figura 6

Altura de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos



La figura 6 presenta la altura promedio de las plantas del cultivo de brócoli a los 80 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó la mayor altura, con 58 cm, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 57 cm. Mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) y T3 (con M.O., sin C.P.) registraron la menor altura, con 54 cm en ambos casos.

Tabla 10

Altura (cm) de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación

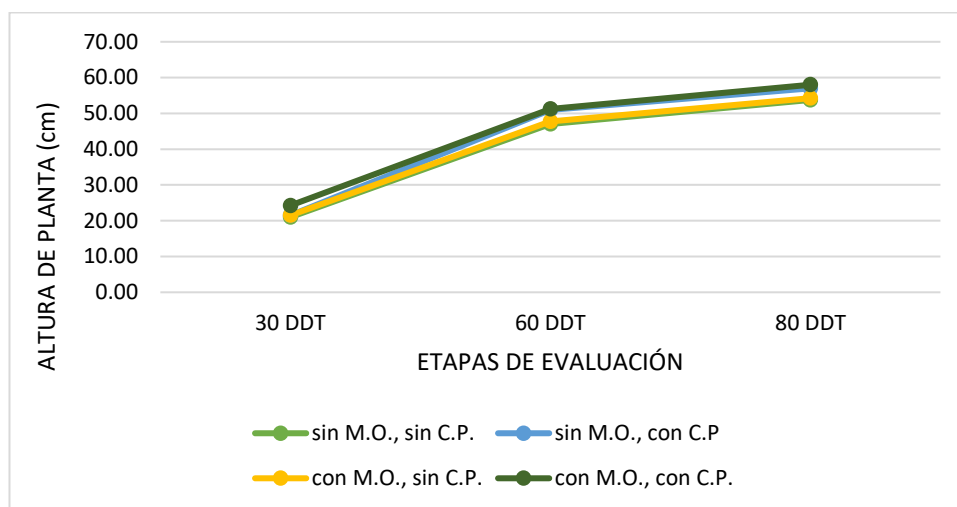
TRATAMIENTO		ALTURA		
		30DDT	60DDT	80 DDT
T1= sin M.O., sin C.P.	Media	21.00	47.00	53.75
	Desviación estándar	1.414	2.449	1.258
	N	4	4	4
T2= sin M.O., con C.P.	Media	21.50	51.00	57.00
	Desviación estándar	3.109	1.826	1.414
	N	4	4	4
T3= con M.O., sin C.P.	Media	21.50	47.75	54.25
	Desviación estándar	2.517	3.304	1.500
	N	4	4	4
T4= con M.O., con C.P.	Media	24.25	51.25	58.00
	Desviación estándar	2.630	.957	1.826
	N	4	4	4
Total	Media	22.06	49.25	55.75
	Desviación estándar	2.594	2.840	2.295
	N	16	16	16

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; DDT: después del trasplante.

La altura de la planta aumentó constantemente durante el ciclo de cultivo en todos los tratamientos. A los 30 DDT, el T4 presentó 24.25 cm, la mayor altura, mientras que el T1 registró 21.00, el menor valor. Esta tendencia se mantuvo a los 60 DDT y a los 80 DDT, donde el T4 alcanzó las mayores alturas promedio 51.25 cm y 58.00 cm.

Figura 7

Evolución de la altura (cm) de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea Var. italica) según tratamientos durante las etapas de evaluación



La figura 7 muestra la evolución de la altura de planta del cultivo de brócoli durante las etapas de evaluación en los cuatro tratamientos. En todos los tratamientos se observó un incremento progresivo de la altura conforme avanzó el ciclo de cultivo.

4.1.1.2. Número de hojas

Tabla 11

Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 30 DDT

Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
NÚMERO DE HOJAS_30 DDT	T1 = sin M.O., sin C.P.	5.1550	0.25645	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	5.8475	0.10844	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	5.6750	0.42273	4
	T4 = con M.O., con C.P.	6.4200	0.71391	4

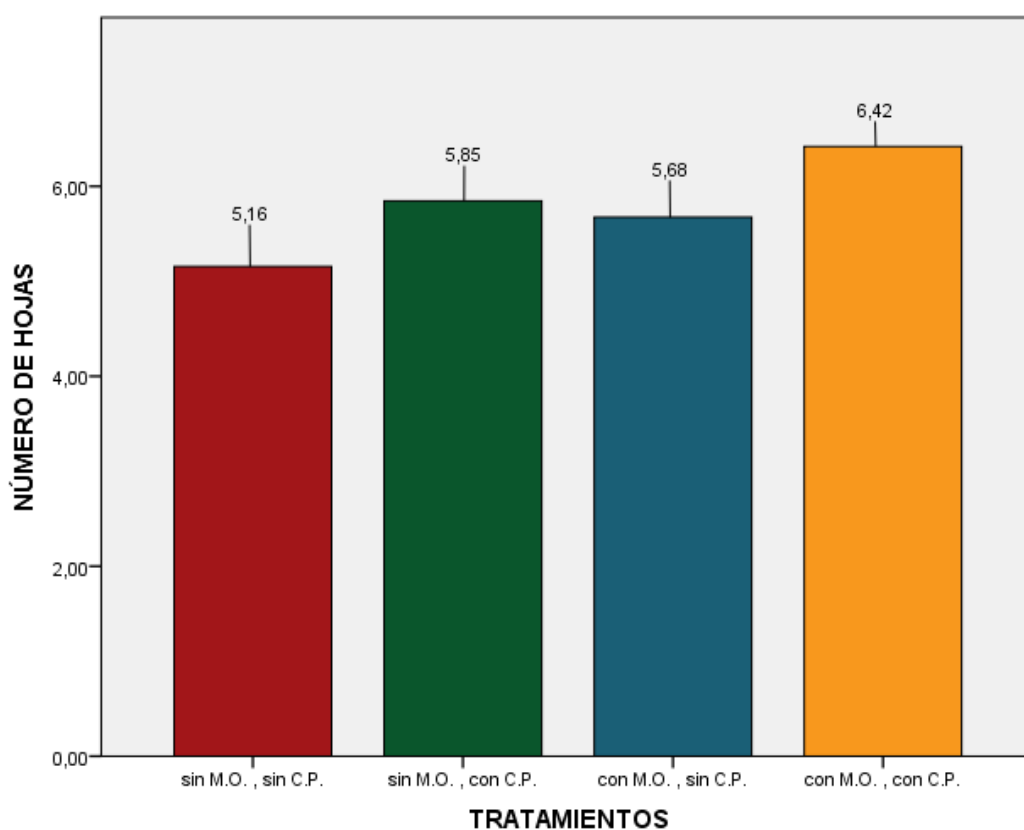
Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 11 presenta los estadísticos descriptivos del número de hojas de la planta del cultivo de brócoli a los 30 DDT según la aplicación de los cuatro

tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 6.42 hojas por planta, siendo el mayor número promedio, seguido del T2 (sin M.O., con C.P.), con 5.85 hojas y T3 (con M.O., sin C.P.), con 5.68 hojas. El T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó la menor media, con 5.16 hojas por planta. Asimismo, la variabilidad fue menor en T1 y T2, ya que evidencian valores menores de desviación estándar de 0.26 y 0.11, mientras que el T4 registró la mayor dispersión de los datos de 0.71.

Figura 8

Número de hojas de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos



La figura 8 presenta el número promedio de hojas de las plantas del cultivo de brócoli a los 30 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor número de hojas, con 6.42, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), y T3 (con M.O., sin C.P.), con promedios de 5.85 y 5.68 hojas por planta. Mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor número de hojas, con 5.16.

Tabla 12

Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 60 DDT

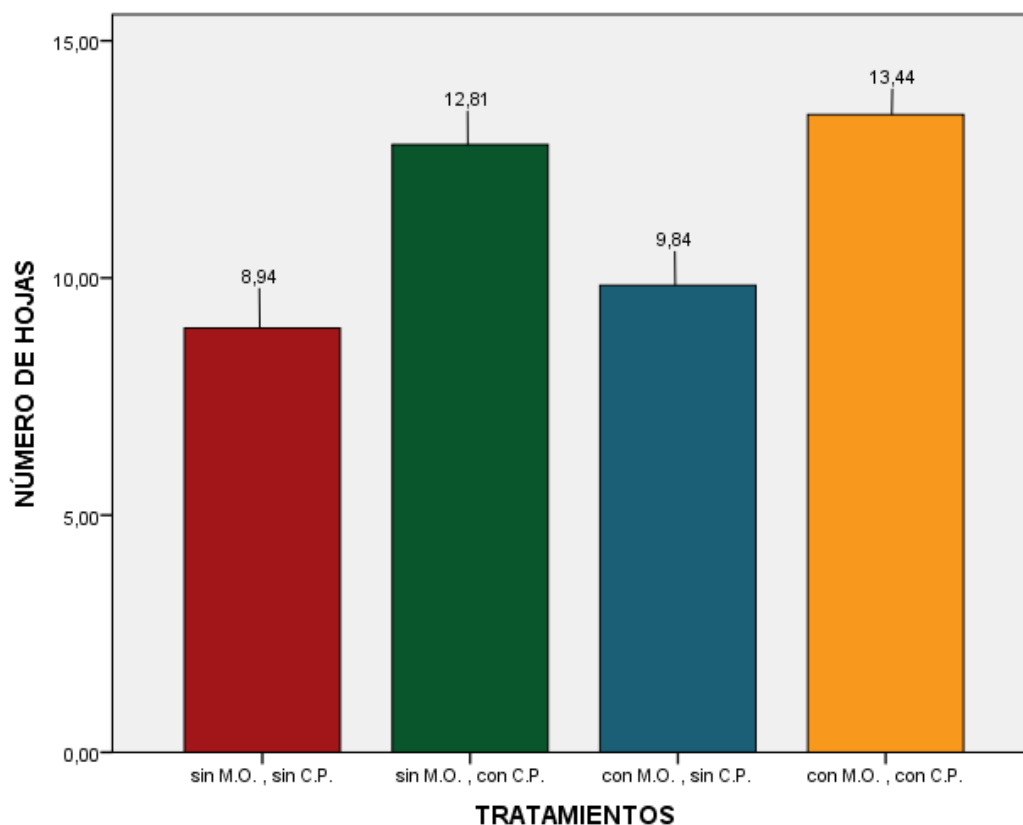
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
NÚMERO DE HOJAS_60 DDT	T1 = sin M.O., sin C.P.	8.9425	0.36609	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	12.8100	0.19339	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	9.8450	0.54495	4
	T4 = con M.O., con C.P.	13.4425	0.49311	4

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 12 presenta los estadísticos descriptivos del número de hojas de la planta del cultivo de brócoli a los 60 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 13.44 hojas por planta, siendo el mayor número promedio de hojas, seguido del T2 (sin M.O., con C.P), con 12.81 hojas. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.), tuvo 9.85 hojas, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó la menor media, con 8.94 hojas por planta. Asimismo, la variabilidad fue menor en T1 y T2, ya que evidencian valores menores de desviación estándar de 0.37 y 0.19, mientras que el T3 registró la mayor dispersión de los datos de 0.54 hojas.

Figura 9

Número de hojas de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos



La figura 9 presenta el número promedio de hojas de las plantas del cultivo de brócoli a los 60 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor número de hojas, con 13.44, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 12.81 hojas. Mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) y T3 (con M.O., sin C.P.), presentaron el menor número de hojas de 8.94 y 9.84 hojas por planta.

Tabla 13

*Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) a los 80 DDT*

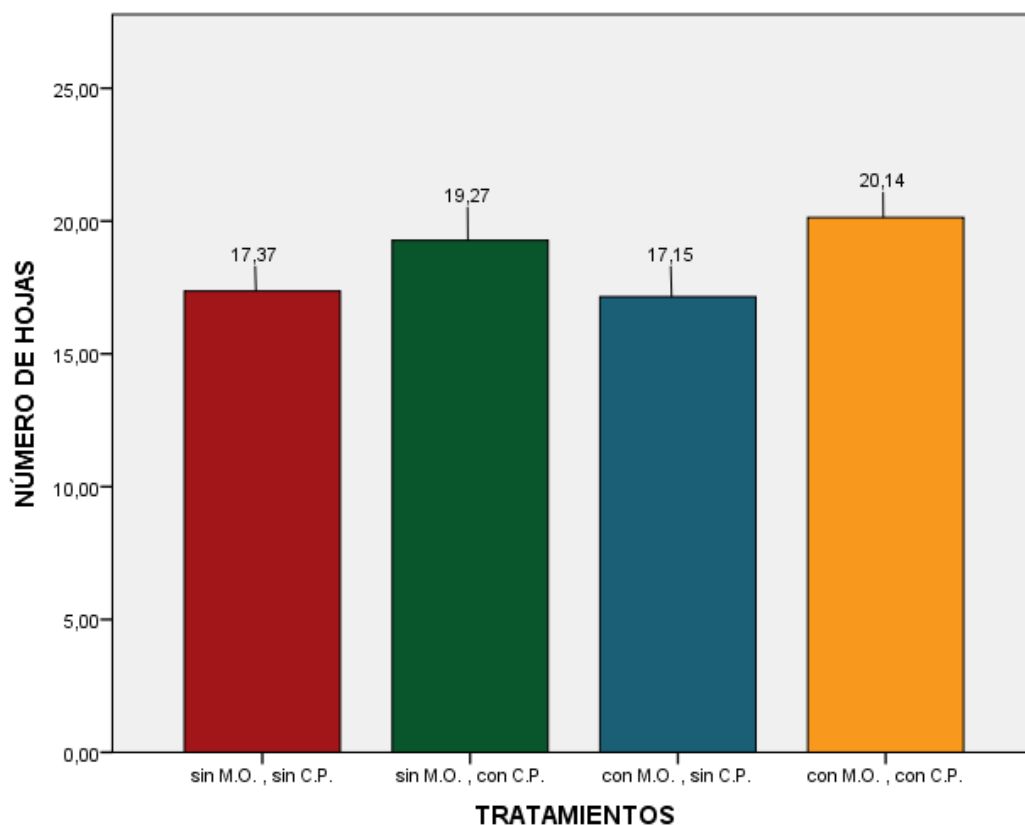
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
NÚMERO DE HOJAS_80 DDT	T1 = sin M.O., sin C.P.	17.3675	0.28941	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	19.2700	0.44332	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	17.1525	1.37197	4
	T4 = con M.O., con C.P.	20.1350	0.54727	4

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 13 presenta los estadísticos descriptivos del número de hojas de la planta del cultivo de brócoli a los 80 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 20.14 hojas por planta, siendo el mayor número promedio de hojas, seguido del T2 (sin M.O., con C.P), con 19.27 hojas. Por su parte, el T1 (sin M.O., sin C.P.) y T3 (con M.O., sin C.P.), presentaron los menores registros, con 17.37 y 17.15 hojas por planta. Asimismo, el T3 presentó la mayor variabilidad de los datos, que es que evidenciada por una desviación estándar de 1.37 hojas, mientras que el T1 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 0.29 hojas.

Figura 10

Número de hojas de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos



La figura 10 presenta el número promedio de hojas de las plantas del cultivo de brócoli a los 80 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor número de hojas, con 20.14, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 19.27 hojas. Mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) y T3 (con M.O., sin C.P.), presentaron el menor número de hojas, con 17.37 y 17.15 hojas por planta.

Tabla 14

Número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación

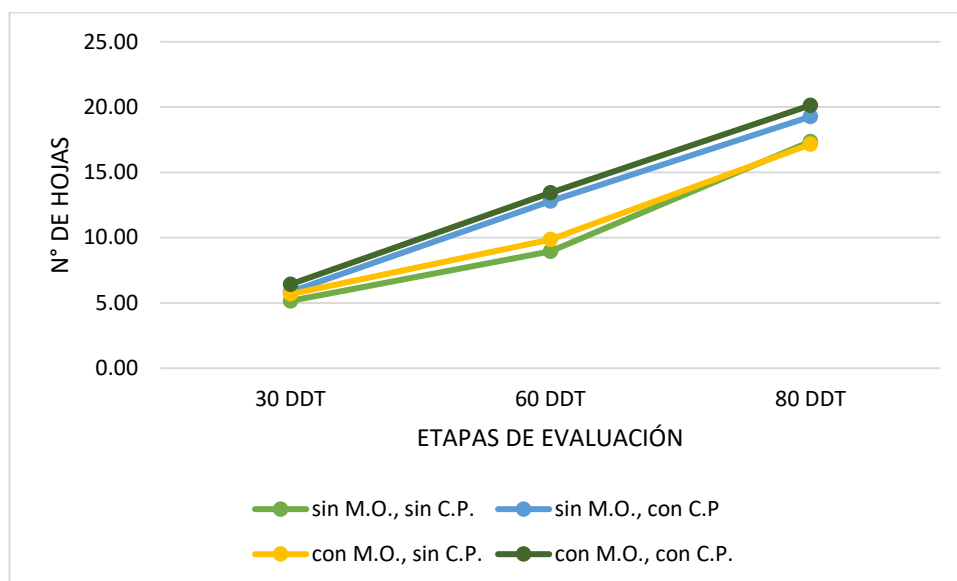
TRATAMIENTO		NÚMERO DE HOJAS		
		30 DDT	60 DDT	80 DDT
	Media	5.1550	8.9425	17.3675
T1= sin M.O., sin C.P.	Desviación estándar	.25645	.36609	.28941
	N	4	4	4
	Media	5.8475	12.8100	19.2700
T2= sin M.O., con C.P.	Desviación estándar	.10844	.19339	.44332
	N	4	4	4
	Media	5.6750	9.8450	17.1525
T3= con M.O., sin C.P.	Desviación estándar	.42273	.54495	1.37197
	N	4	4	4
	Media	6.4200	13.4425	20.1350
T4= con M.O., con C.P.	Desviación estándar	.71391	.49311	.54727
	N	4	4	4
	Media	5.7744	11.2600	18.4813
Total	Desviación estándar	.60885	2.00483	1.47960
	N	16	16	16

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; DDT: después del trasplante.

El número de hojas por planta aumentó constantemente durante el ciclo de cultivo en todos los tratamientos. A los 30 DDT, el T4 presentó 6.42, el mayor número de hojas, mientras que el T1 registró 5.15, el menor valor. Esta tendencia se mantuvo a los 60 DDT y a los 80 DDT, donde el T4 alcanzó las mayores alturas promedio 13.44 y 20.13 hojas por planta.

Figura 11

*Incremento del número de hoja de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) según tratamientos durante las etapas de evaluación*



La figura 11 muestra la evolución del número de hojas de planta del cultivo de brócoli durante las etapas de evaluación en los cuatro tratamientos. En todos los tratamientos se observó un incremento progresivo del número de hojas conforme avanzó el ciclo de cultivo.

4.1.1.3. Diámetro de tallo

Tabla 15

*Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) a los 30 DDT*

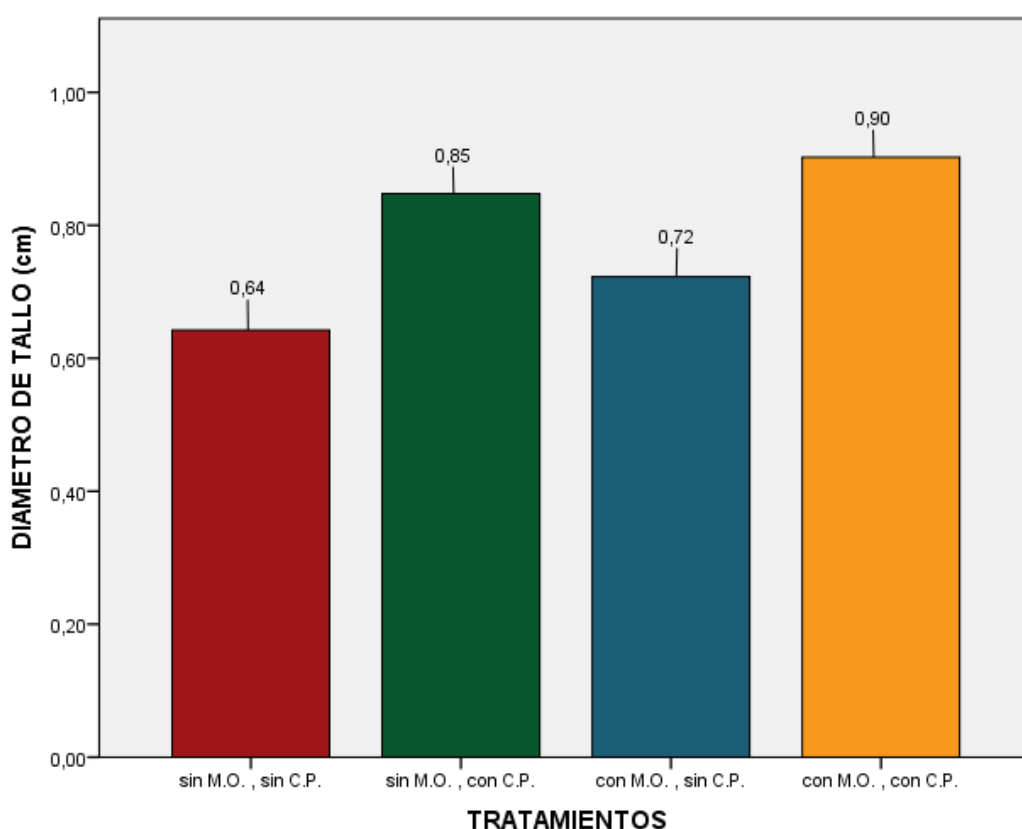
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
DIÁMETRO DE TALLO_30DDT	T1 = sin M.O., sin C.P.	0.6425	0.06076	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	0.8475	0.03096	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	0.7225	0.05315	4
	T4 = con M.O., con C.P.	0.9025	0.11147	4

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 15 presenta los estadísticos descriptivos del diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli a los 30 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 0.90 cm, siendo el mayor diámetro de tallo, seguido del T2 (sin M.O., con C.P.), con 0.85 cm. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 0.72 cm, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor diámetro de tallo, con 0.64 cm. Asimismo, el T4 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 0.11 cm, mientras que el T2 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 0.03 cm.

Figura 12

Diámetro de tallo de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos



La figura 12 presenta el diámetro de tallo de las plantas del cultivo de brócoli a los 30 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor diámetro de tallo, con 0.90 cm, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 0.85. Mientras que el T3 (con M.O., sin

C.P.) registró un diámetro de 0.72, y el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 0.64 cm.

Tabla 16

*Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) a los 60 DDT*

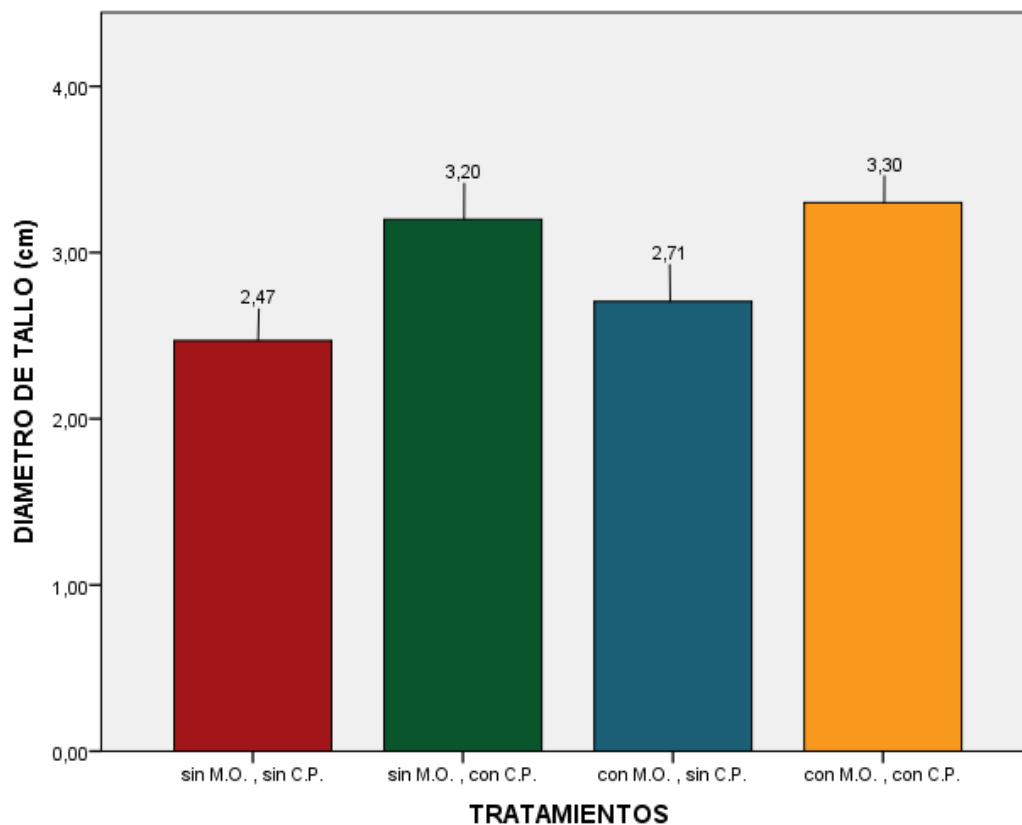
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
DIÁMETRO DE TALLO_60DDT	T1 = sin M.O., sin C.P.	2.4700	0.27031	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	3.2000	0.09345	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	2.7050	0.13675	4
	T4 = con M.O., con C.P.	3.3000	0.13441	4

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 16 presenta los estadísticos descriptivos del diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli a los 60 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 3.30 cm, siendo el mayor diámetro de tallo, seguido del T2 (sin M.O., con C.P.), con 3.20 cm. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 2.71 cm, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor diámetro de tallo, con 2.47 cm. Asimismo, el T1 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 0.27 cm, mientras que el T2 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 0.09 cm.

Figura 13

Diámetro de tallo de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos



La figura 13 muestra el diámetro de tallo de las plantas del cultivo de brócoli a los 60 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor diámetro de tallo, con 3.30 cm, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 3.20 cm. Mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) registró un diámetro de 2.71 cm, y el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 2.47 cm.

Tabla 17

*Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) a los 80 DDT*

Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
DIÁMETRO DE	T1 = sin M.O., sin C.P.	3.6550	0.11846	4
TALLO_80 DDT	T2 = sin M.O., con C.P.	4.1075	0.09811	4

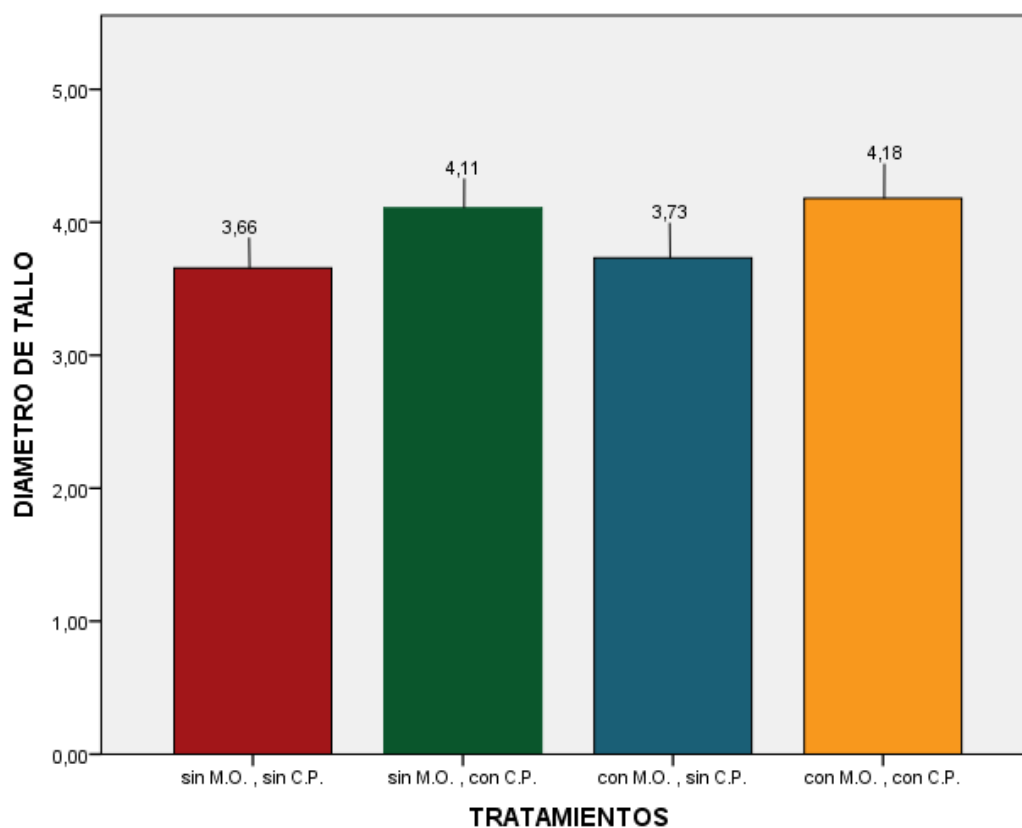
T3 = con M.O., sin C.P.	3.7325	0.27146	4
T4 = con M.O., con C.P.	4.1800	0.28012	4

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 17 muestra los estadísticos descriptivos del diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli a los 80 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 4.18 cm, siendo el mayor diámetro de tallo, seguido del T2 (sin M.O., con C.P.), con 4.11 cm. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 3.73 cm, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor diámetro de tallo, con 3.66 cm. Asimismo, el T4 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 0.28 cm, mientras que el T2 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 0.10 cm.

Figura 14

Diámetro de tallo de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos



La figura 14 muestra el diámetro de tallo de las plantas del cultivo de brócoli a los 80 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor diámetro de tallo, con 4,18 cm, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 4,11 cm. Mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) registró un diámetro de 3,73 cm, y el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 3,66 cm.

Tabla 18

Diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación (cm)

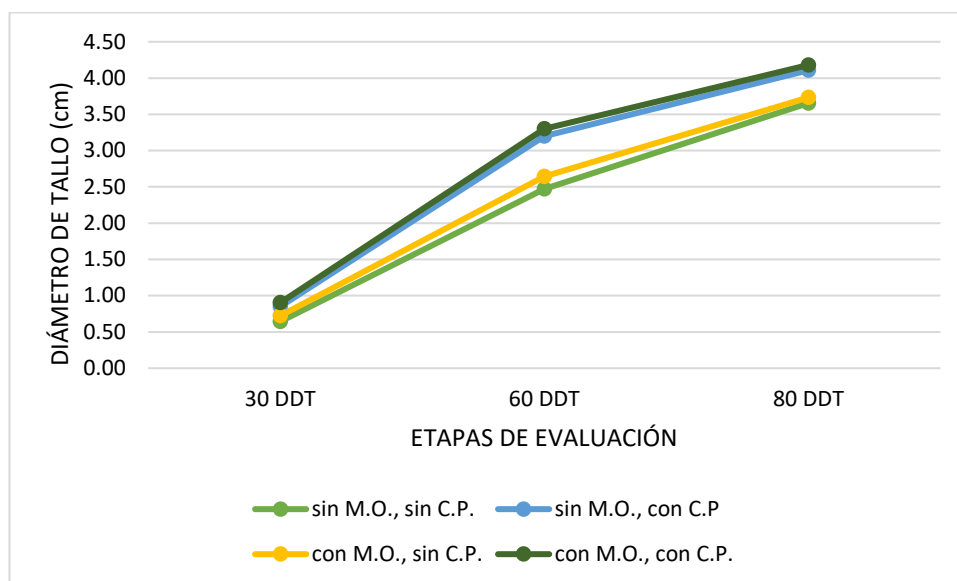
TRATAMIENTO		DIÁMETRO DE TALLO		
		30 DDT	60 DDT	80 DDT
T1= sin M.O., sin C.P.	Media	.6425	2.4700	3.6550
	Desviación estándar	.06076	.27031	.11846
	N	4	4	4
T2= sin M.O., con C.P.	Media	.8475	3.2000	4.1075
	Desviación estándar	.03096	.09345	.09811
	N	4	4	4
T3= con M.O., sin C.P.	Media	.7225	2.7050	3.7325
	Desviación estándar	.05315	.13675	.27146
	N	4	4	4
T4= con M.O., con C.P.	Media	.9025	3.3000	4.1800
	Desviación estándar	.11147	.13441	.28012
	N	4	4	4
Total	Media	.7788	2.9188	3.9188
	Desviación estándar	.12296	.38659	.30111
	N	16	16	16

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; DDT: después del trasplante.

El diámetro de tallo por planta aumentó constantemente durante el ciclo de cultivo en todos los tratamientos. A los 30 DDT, el T4 presentó 0.90 cm, el mayor diámetro, mientras que el T1 registró 0.64 cm, el menor valor. Esta tendencia se mantuvo a los 60 DDT y en la 80 DDT, donde el T4 alcanzó los mayores diámetros 3.30 cm y 4.18 cm.

Figura 15

*Incremento del diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) según tratamientos durante las etapas de evaluación*



La figura 15 muestra la evolución del diámetro de tallo de las plantas del cultivo de brócoli durante las diferentes etapas de evaluación en los cuatro tratamientos. En todos los tratamientos se observó un incremento progresivo del diámetro conforme avanzó el ciclo del cultivo. Durante todo el periodo, el T4 (con M.O., con C.P.) mantuvo los mayores, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) registró menor. Asimismo, se puede apreciar que, a partir de los 60 DDT, el aumento fue menos pronunciado en todos los tratamientos, reflejando una tendencia a estabilizarse hacia la etapa de cosecha.

4.1.1.4. Diámetro de roseta foliar

Tabla 19

*Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) a los 30 DDT*

Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
DIÁMETRO DE ROSETA	T1 = sin M.O., sin C.P.	30.50	4.655	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	39.00	0.816	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	28.75	3.202	4

FOLIAR 30 DDT	T4 = con M.O., con C.P.	42.25	6.994	4
---------------	-------------------------	-------	-------	---

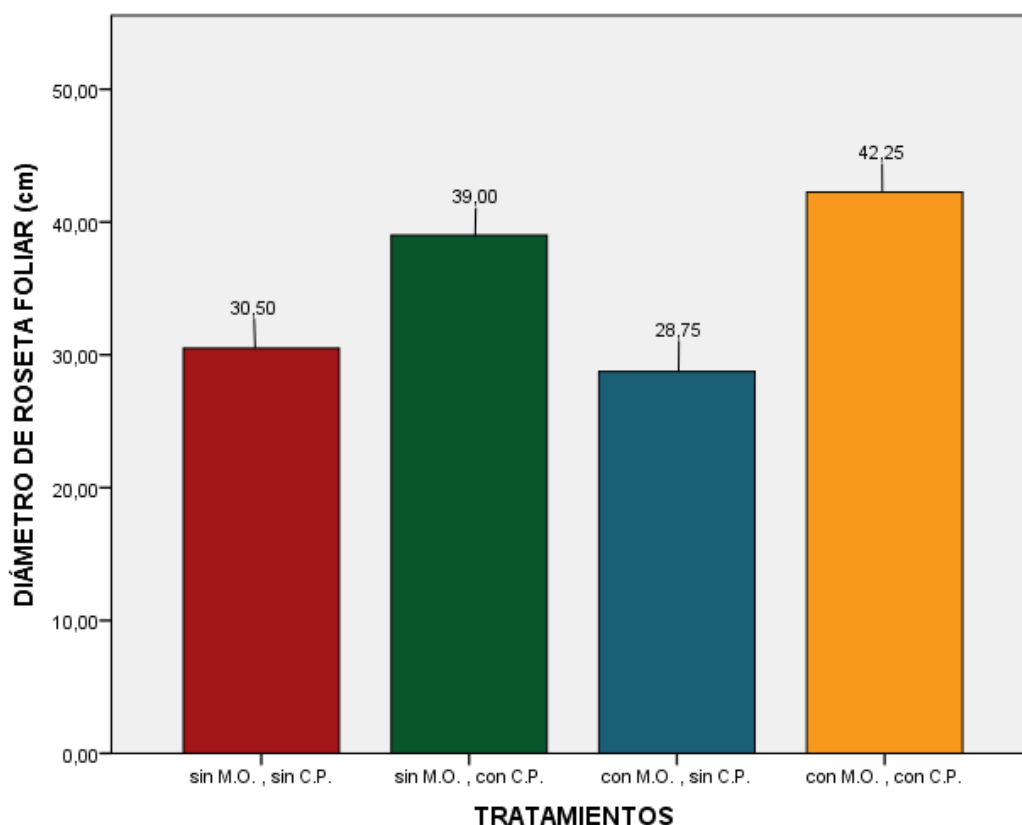
(cm)

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 19 muestra los estadísticos descriptivos del diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli a los 30 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 42.25 cm, siendo el mayor diámetro de roseta foliar, seguido del T2 (sin M.O., con C.P.), con 39 cm. Por su parte, el T1 (sin M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 30.50 cm, mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) presentó el menor diámetro de roseta foliar, con 28.75 cm. Asimismo, el T4 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 6.99 cm, mientras que el T2 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 0.82 cm.

Figura 16

Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del brócoli a los 30 DDT en función de los tratamientos



La figura 16 muestra el diámetro de roseta foliar de las plantas del cultivo de brócoli a los 30 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor diámetro de roseta foliar, con 42.25 cm, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 39 cm. Mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) registró un diámetro de 30.50 cm, y el T3 (con M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 28.75 cm.

Tabla 20

Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 60 DDT

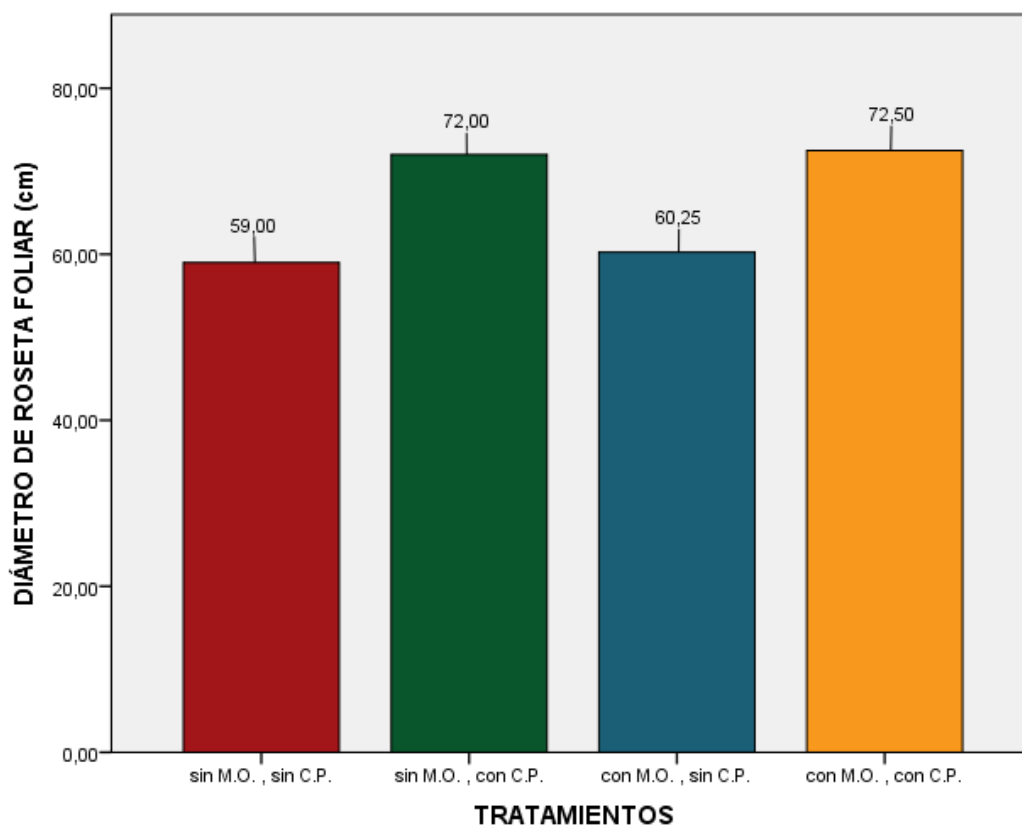
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
DIÁMETRO DE	T1 = sin M.O., sin C.P.	59.00	1.414	4
ROSETA	T2 = sin M.O., con C.P.	72.00	1.414	4
FOLIAR _60	T3 = con M.O., sin C.P.	60.25	3.775	4
DDT (cm)	T4 = con M.O., con C.P.	72.50	5.066	4

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 20 muestra los estadísticos descriptivos del diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli a los 60 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 72.50 cm, siendo el mayor diámetro de roseta foliar, seguido del T2 (sin M.O., con C.P.), con 72.00 cm. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 60.25 cm, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presento el menor diámetro de roseta foliar, con 59.00 cm. Asimismo, el T4 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 5.07 cm y, mientras que el T1 y T2 registraron la menor dispersión, los dos con una desviación estándar de 1.41 cm.

Figura 17

Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del brócoli a los 60 DDT en función de los tratamientos



La figura 17 muestra el diámetro de roseta foliar de las plantas del cultivo de brócoli a los 60 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor diámetro de roseta foliar, con 72.50 cm, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 72.00 cm. Mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) registró un diámetro de 60.25 cm, y el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 59.00 cm.

Tabla 21

*Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) a los 80 DDT*

Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
DIÁMETRO DE ROSETA	T1 = sin M.O., sin C.P.	73.00	2.708	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	79.50	1.291	4

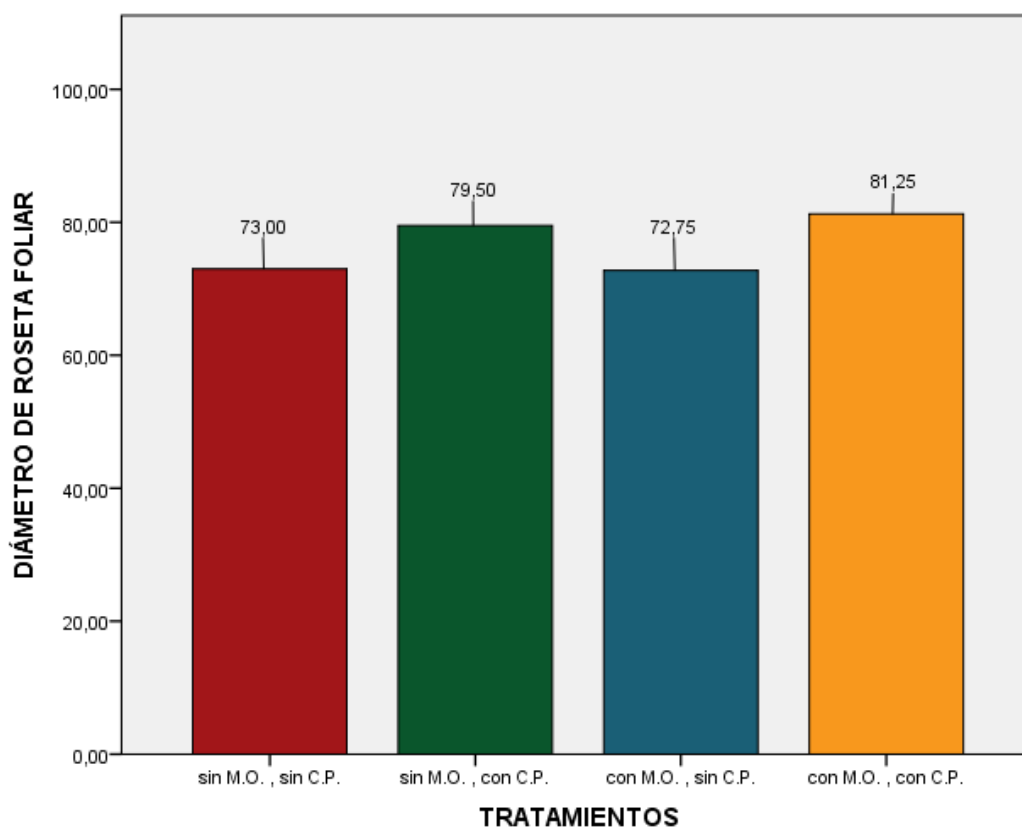
FOLIAR_80 DDT	T3 = con M.O., sin C.P.	72.75	4.031	4
(cm)	T4 = con M.O., con C.P.	81.25	0.957	4

Nota. M.O.:materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 21 muestra los estadísticos descriptivos del diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli a los 80 DDT según la aplicación de los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 81.25 cm, siendo el mayor diámetro de roseta foliar, seguido del T2 (sin M.O., con C.P), con 79.50 cm. Por su parte, el T1 (sin M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 73.00 cm, mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) presentó el menor diámetro de roseta foliar, con 72.75 cm. Asimismo, el T3 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 4.03 cm, mientras que el T4 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 0,97 cm.

Figura 18

Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del brócoli a los 80 DDT en función de los tratamientos



La figura 18 muestra el diámetro de roseta foliar de las plantas del cultivo de brócoli a los 80 DDT en los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) diámetro de roseta foliar, con 81.25 cm, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 79.50 cm. Mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) registró un diámetro de 73 cm, y el T3 (con M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 72.75 cm.

Tabla 22

Diámetro de roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de tratamientos y etapas de evaluación

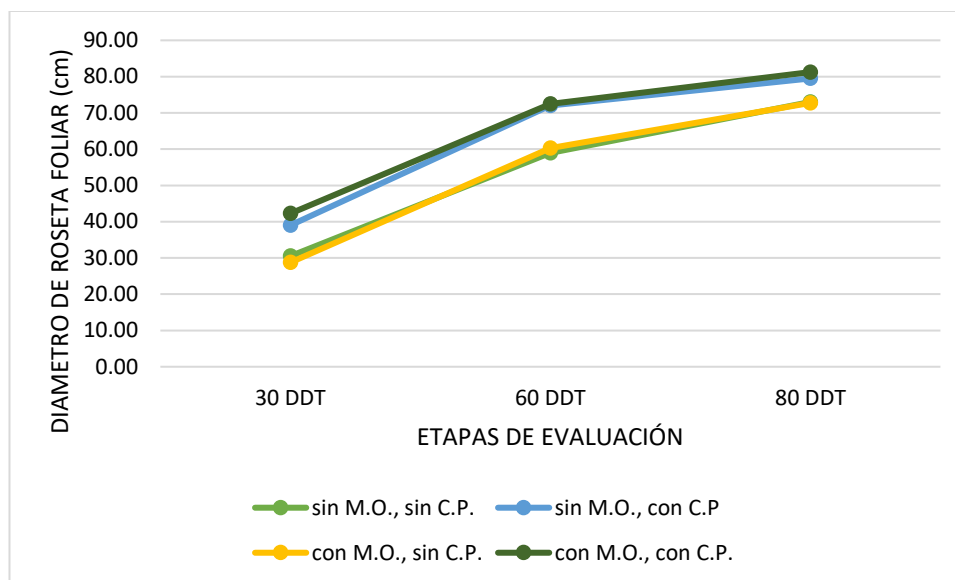
TRATAMIENTO		DIÁMETRO DE ROSETA FOLIAR		
		30 DDT	60 DDT	80 DDT
T1= sin M.O., sin C.P.	Media	30.5000	59.0000	73.0000
	Desviación estándar	4.65475	1.41421	2.70801
	N	4	4	4
T2= sin M.O., con C.P.	Media	39.0000	72.0000	79.5000
	Desviación estándar	.81650	1.41421	1.29099
	N	4	4	4
T3= con M.O., sin C.P.	Media	28.7500	60.2500	72.7500
	Desviación estándar	3.20156	3.77492	4.03113
	N	4	4	4
T4= con M.O., con C.P.	Media	42.2500	72.5000	81.2500
	Desviación estándar	6.99405	5.06623	.95743
	N	4	4	4
Total	Media	35.1250	65.9375	76.6250
	Desviación estándar	7.09812	7.17838	4.54423
	N	16	16	16

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; DDT: después del trasplante.

El diámetro de roseta foliar por planta aumentó constantemente durante el ciclo de cultivo en todos los tratamientos. A los 30 DDT, el T4 presentó 42.25 cm, el mayor diámetro, mientras que el T3 registró 28.75 cm, el menor valor. Esta tendencia se mantuvo a los 60 DDT y a los 80 DDT, donde el T4 alcanzó los mayores diámetros 72.50 cm y 81.25 cm.

Figura 19

*Incremento del diámetro de la roseta foliar (cm) de la planta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) según tratamientos durante las etapas de evaluación*



La figura 19 muestra la evolución del diámetro de la roseta foliar de las plantas del cultivo de brócoli durante las diferentes etapas de evaluación en los cuatro tratamientos. En todos los tratamientos se observó un incremento progresivo del diámetro conforme avanzó el ciclo del cultivo. Durante todo el periodo, el T4 (con M.O., con C.P.) mantuvo los mayores, mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) registró menor valor a los 30 DDT y a los 80 DDT. Asimismo, se puede apreciar que, a partir de los 60 DDT, el aumento fue menos pronunciado en todos los tratamientos, reflejando una tendencia a estabilizarse hacia los 80 DDT.

4.1.1.5. Peso de la pella

Tabla 23

*Peso de la pella (g) del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) según tratamientos*

Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
PESO DE LA	T1 = sin M.O., sin C.P.	882.575	26.0398	4
PELLA (g)	T2 = sin M.O., con C.P.	1263.450	41.3525	4

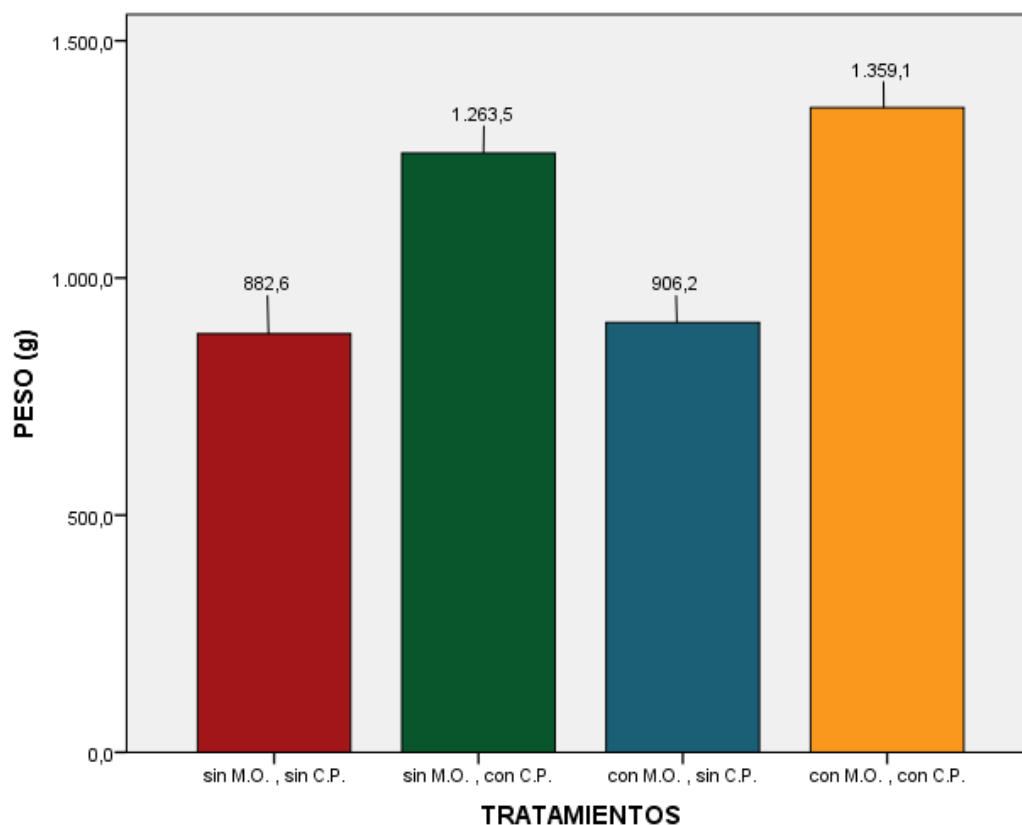
T3 = con M.O., sin C.P.	906.175	47.8490	4
T4 = con M.O., con C.P.	1359.075	66.2602	4

Nota. M.O.:materia orgnica; C.P.: cobertura plastica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 23 muestra los estadísticos descriptivos del peso de la pella del brócoli en los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 1359.08 g, siendo el mayor peso promedio, seguido del T2 (sin M.O., con C.P), con 1263.45 g. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 906.18 g, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presento el menor peso promedio, con 882.58 g. Asimismo, el T4 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 66.26 g, mientras que el T1 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 26.04 g.

Figura 20

Peso de la pella (g) del cultivo de brócoli en función de los tratamientos



La figura 20 muestra el peso promedio de la pella de brócoli los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor peso, con 1359.08 g, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 1263.45 g. Mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) registró un peso de 906.18 g, y el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 882.58 g.

4.1.1.6. Rendimiento

Tabla 24

Rendimiento (t/ha) del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según tratamientos

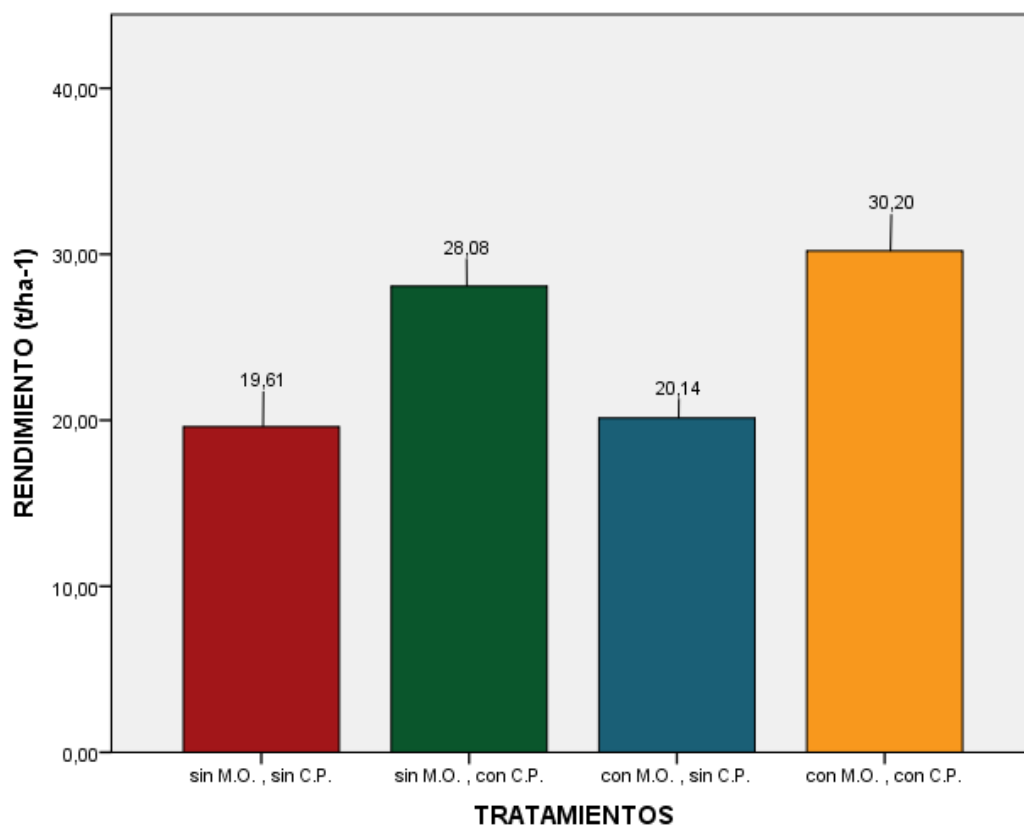
Variable	Tratamiento	Media	Desviación estándar	n
RENDIMIENTO (t/ha)	T1 = sin M.O., sin C.P.	19.6125	0.58140	4
	T2 = sin M.O., con C.P.	28.0775	0.92168	4
	T3 = con M.O., sin C.P.	20.1375	1.06353	4
	T4 = con M.O., con C.P.	30.1975	1.47518	4

Nota. M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica; n: número de repeticiones por tratamiento.

La tabla 24 muestra los estadísticos descriptivos del rendimiento (t/ha) del brócoli en los cuatro tratamientos evaluados. Se observa que el T4 (con M.O., con C.P.) registró 30.20 t/ha, siendo el mayor rendimiento promedio, seguido del T2 (sin M.O., con C.P.), con 28.08 t/ha. Por su parte, el T3 (con M.O., sin C.P.) alcanzó una media de 20.14 t/ha, mientras que el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor rendimiento, con 19.61 t/ha. Asimismo, el T4 presentó la mayor variabilidad de los datos, evidenciada por una desviación estándar de 1.48 t/ha, mientras que el T1 registró la menor dispersión, con una desviación estándar de 0.58 t/ha.

Figura 21

Rendimiento (t/ha) del cultivo de brócoli en función de los tratamientos



La figura 21 muestra el rendimiento (t/ha) de brócoli los cuatro tratamientos que se evaluaron. Se aprecia que el T4 (con M.O., con C.P.) alcanzó el mayor rendimiento, con 30.20 t/ha, seguido del tratamiento T2 (sin M.O., con C.P.), con 28.08 t/ha. Mientras que el T3 (con M.O., sin C.P.) registró un rendimiento de 20.14 t/ha, y el T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor valor, con 19.61 t/ha.

4.1.1.7. Comportamiento de las variables según la aplicación de materia orgánica

4.1.1.7.1. Variables vegetativas

Tabla 25

Promedio de las variables vegetativas del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de materia orgánica en Cangari, Huanta

Variables	Sin materia orgánica	Con materia orgánica
Altura 30 DDT	21.250	22.875
Altura 60 DDT	49.000	49.500
Altura 80 DDT	55.375	56.125
N° de hojas 30 DDT	5.501	6.048
N° de hojas 60 DDT	10.876	11.644
N° de hojas 80 DDT	18.319	18.644
Diámetro de tallo 30 DDT	0.746	0.813
Diámetro de tallo 60 DDT	2.835	2.971
Diámetro de tallo 80 DDT	3.881	3.956
Diam. Roseta foliar 30 DDT	34.750	35.500
Diam. Roseta foliar 60 DDT	65.500	66.375
Diam. Roseta foliar 80 DDT	76.250	77.000

Nota. DDT: después del trasplante.

La tabla 25 presenta promedios de las variables vegetativas del cultivo de brócoli, en los tratamientos con y sin aplicación de materia orgánica. Su aplicación favoreció el crecimiento vegetativo del cultivo, al registrar mayores valores promedio en todas las variables evaluadas. La altura de la planta aumentó en 1.63 cm a los 30 DDT, 0.50 cm a los 60 DDT, y 0.75 cm a los 80 DDT, respecto al tratamiento sin materia orgánica. De igual manera, el número de hojas presentó aumentos de 0.55, 0.77 y 0.33 hojas en las tres etapas de evaluación, respectivamente. Asimismo, el diámetro de tallo mostró incrementos de 0.067 cm, 0.136 cm y 0.075 cm, mientras que el diámetro de la roseta foliar aumentó en 0.75 cm, 0.88 cm y 0.75 cm. En términos descriptivos, los tratamientos con aplicación de materia orgánica presentaron mayores promedios en las variables vegetativas evaluadas.

4.1.1.7.2. Variables productivas

Tabla 26

Promedio de las variables productivas del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de materia orgánica en Cangari, Huanta

Variables	Sin materia orgánica	Con materia orgánica
Peso de la pella (g)	1073.013	1132.625
Rendimiento (t/ha)	23.845	25.168

La tabla 26 presenta promedios de las variables productivas del cultivo de brócoli, en los tratamientos con y sin aplicación de materia orgánica. El peso de la pella se incrementó en 59,61 g, al pasar de 1073.01 g a 1132.63 g. De igual manera, el rendimiento productivo del cultivo aumentó en 1,32 t/ha pasado de 23.85 t/ha en los tratamientos sin materia orgánica a 25.17 t/ha en los tratamientos con aplicación de este insumo. En términos descriptivos, los tratamientos con aplicación de materia orgánica presentaron mayores promedios en las variables productivas evaluadas.

4.1.1.8. Comportamiento de las variables según la aplicación de cobertura plástica

4.1.1.8.1. Variables vegetativas

Tabla 27

Promedio de las variables vegetativas del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de cobertura plástica en Cangari, Huanta

Variables	Sin cobertura plástica	Con cobertura plástica
Altura 30 DDT	21.250	22.875
Altura 60 DDT	47.375	51.125
Altura 80 DDT	54.000	57.500
Nº de hojas 30 DDT	5.415	6.134
Nº de hojas 60 DDT	9.394	13.126
Nº de hojas 80 DDT	17.260	19.703
Diámetro de tallo 30 DDT	0.683	0.876

Diámetro de tallo 60 DDT	2.556	3.250
Diámetro de tallo 80 DDT	3.694	4.144
Diam. Roseta foliar 30 DDT	29.625	40.625
Diam. Roseta foliar 60 DDT	59.625	72.250
Diam. Roseta foliar 80 DDT	72.875	80.375

Nota. DDT: después del trasplante.

La tabla 27 presenta promedios de las variables vegetativas del cultivo de brócoli, en los tratamientos con y sin aplicación de cobertura plástica. Su aplicación favoreció el crecimiento vegetativo del cultivo, al registrar mayores valores promedio en todas las variables evaluadas. La altura de la planta incrementó en 1.63 cm a los 30 DDT, 3.75 cm a los 60 DDT y 3.50 cm a la 80 DDT. De igual manera, el número de hojas presentó aumentos de 0.72, 3.73 y 2.44 hojas en las evaluaciones realizadas en las tres etapas, respectivamente. Asimismo, el diámetro de tallo registró aumentos de 0.19 cm, 0.69 cm y 0.45 cm, mientras que diámetro de roseta de foliar registró incrementos de 11.00 cm, 12.63 cm y 7.50 cm con respecto a los tratamientos sin cobertura plástica. En términos descriptivos, los tratamientos con cobertura plástica presentaron mayores promedios en las variables vegetativas evaluadas.

4.1.1.8.2. Variables productivas

Tabla 28

Promedio de las variables productivas del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) según la aplicación de cobertura plástica en Cangari, Huanta

Variables	Sin cobertura plástica	Con cobertura plástica
Peso de la pella (g)	894.375	1311.262
Rendimiento (t/ha)	19.875	29.138

La tabla 28 presenta promedios de las variables productivas del cultivo de brócoli, en los tratamientos con y sin aplicación de cobertura plástica. El peso de la pella aumentó en 416.89 g, pasando de 894.38 g a 1311.26 g, lo que representa el mayor incremento entre las variables evaluadas. Por su parte, el rendimiento presentó un incremento de 9,26 t/ha, pasando de 19,88 t/ha en los tratamientos sin cobertura

plástica a 29,14 t/ha en los tratamientos con cobertura plástica. En términos descriptivos, los tratamientos con cobertura plástica presentaron mayores promedios en las variables productivas evaluadas.

4.1.1.9. Costo de producción del cultivo de brócoli

Tabla 29

Costo de producción por tratamiento en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica)

Tratamiento	Materia orgánica	Cobertura plástica	Costo total (S/ha ⁻¹)
T1= sin M.O., sin C.P.	No	No	19903.78
T2 = sin M.O., con C.P.	No	Sí	26813.78
T3 = con M.O., sin C.P.	Sí	No	44563.78
T4 = con M.O., con C.P.	Sí	Sí	51473.78

Nota. S/ha: Soles por hectárea; M.O.: materia orgánica; C.P.: cobertura plástica.

La Tabla 29 presenta los costos totales de producción por hectárea correspondientes a los cuatro tratamientos evaluados. El tratamiento T1, sin aplicación de materia orgánica y sin cobertura plástica, presentó el menor costo de producción, con S/ 19903,78 por hectárea. El tratamiento T2, correspondiente a la aplicación de cobertura plástica sin materia orgánica, registró un costo de S/ 26813,78 por hectárea. Por su parte, el tratamiento T3, con aplicación de materia orgánica y sin cobertura plástica, presentó un costo de S/ 44 563,78 por hectárea. Finalmente, el tratamiento T4, que combinó la aplicación de materia orgánica y cobertura plástica, presentó el mayor costo de producción, con S/ 51 473,78 por hectárea. Las diferencias observadas entre tratamientos estuvieron asociadas principalmente a la incorporación de los insumos y labores adicionales requeridos para la aplicación de materia orgánica y la instalación de la cobertura plástica. En consecuencia, el tratamiento T4 representó la mayor inversión de producción, mientras que T1 presentó el menor costo. **Anexo 8.**

4.1.2. Estadística inferencial

4.1.2.1. Supuestos estadístico

A. Normalidad de residuos

Para verificar el supuesto de normalidad de los residuos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Hipótesis:

- H_0 : Los residuos de la variable evaluada presentan una distribución normal.
- H_1 : Los residuos de la variable evaluada no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

- Si $p \geq 0,05$, no se rechaza H_0 y se considera que no existen evidencias estadísticas de incumplimiento del supuesto de normalidad.
- Si $p < 0,05$, se rechaza H_0 y se considera que los residuos no presentan una distribución normal.

Tabla 30

Prueba de normalidad de los residuos de las variables evaluadas en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica)

VARIABLES	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Altura 30 DDT	.938	16	0.327
Altura 60 DDT	.977	16	0.938
Altura 80 DDT	.970	16	0.840
Número de hojas 30 DDT	.920	16	0.172
Número de hojas 60 DDT	.939	16	0.341
Número de hojas 80 DDT	.937	16	0.317
Diámetro de tallo 30 DDT	.956	16	0.594
Diámetro de tallo 60 DDT	.958	16	0.618
Diámetro de tallo 80 DDT	.909	16	0.111
Diámetro de roseta foliar 30 DDT	.968	16	0.799
Diámetro de roseta foliar 60 DDT	.891	16	0.058

Diámetro de roseta foliar 80 DDT	.990	16	0.999
Peso de la pella	.939	16	0.341
Rendimiento (t/h ⁻¹)	.939	16	0.332

Nota. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. *gl*: Grados de libertad, *Sig.*: Nivel de significancia.

En la Tabla 30 se observa que todas las variables consideradas en el análisis presentaron valores de significancia superiores a 0,05. Por tanto, no se rechazó la hipótesis nula de normalidad de los residuos y se determinó que no existen evidencias estadísticas de incumplimiento del supuesto de normalidad para las variables analizadas.

B. Homogeneidad de varianza

Para verificar el supuesto de homogeneidad de varianzas se utilizó la prueba de Levene, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Hipótesis:

- H_0 : Las varianzas de los tratamientos son homogéneas para la variable evaluada.
- H_1 : Las varianzas de los tratamientos no son homogéneas para la variable evaluada.

Criterio de decisión:

- Si $p \geq 0,05$, no se rechaza H_0 y se considera que existe homogeneidad de varianzas.
- Si $p < 0,05$, se rechaza H_0 y se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 31

Prueba de homogeneidad de varianza (Levene) de las variables evaluadas en cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica)

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura 30 DDT	,936	3	12	.454
Altura 60 DDT	1,731	3	12	.214
Altura 80 DDT	,711	3	12	.564
Número de hojas 30 DDT	2,809	3	12	.085
Número de hojas 60 DDT	,968	3	12	.440
Número de hojas 80 DDT	2,779	3	12	.087
Diámetro de tallo 30 DDT	2,129	3	12	.150
Diámetro de tallo 60 DDT	3,374	3	12	.055
Diámetro de tallo 80 DDT	2,612	3	12	.099
Diámetro de roseta foliar 30 DDT	1,653	3	12	.230
Diámetro de roseta foliar 60 DDT	2,389	3	12	.120
Diámetro de roseta foliar 80 DDT	1,970	3	12	.172
Peso de la pella	2,219	3	12	.139
Rendimiento (t/h ⁻¹)	2,208	3	12	.140

Nota. Resultados de la prueba de homogeneidad de varianza de Levene. gl1: Grados de libertad del numerador; gl2: grados de libertad del denominador; sig.: nivel de significancia.

En la Tabla 31 se observa que todas las variables consideradas en el análisis presentaron valores de significancia superiores a 0,05. Por tanto, no se rechazó la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas y se determinó que no existen evidencias estadísticas de incumplimiento de este supuesto para las variables analizadas.

4.1.2.2. Análisis de varianza (ANOVA)

A continuación, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de las variables consideradas en la operacionalización de la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), agrupadas en variables vegetativas y variables productivas. El análisis permitió determinar el

efecto de la materia orgánica, la cobertura plástica y la interacción entre ambos factores, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Hipótesis:

Factor A (Materia orgánica)

- Hipótesis nula ($H_0 A$): La materia orgánica no tiene un efecto significativo en las variables de crecimiento y producción evaluadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).
- Hipótesis alterna ($H_1 A$): La materia orgánica tiene un efecto significativo en las variables de crecimiento y producción evaluadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).

Factor B (Cobertura plástica)

- Hipótesis nula ($H_0 B$): La cobertura plástica no influye significativamente en las variables de crecimiento y producción evaluadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).
- Hipótesis alterna ($H_1 B$): La cobertura plástica influye significativamente en las variables de crecimiento y producción evaluadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).

Interacción A x B

- Hipótesis nula ($H_0 AB$): No existe interacción significativa entre la materia orgánica y la cobertura plástica sobre las variables de crecimiento y producción evaluadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).
- Hipótesis alterna ($H_1 AB$): Existe interacción significativa entre la materia orgánica y la cobertura plástica sobre las variables de crecimiento y producción evaluadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).

Criterio de decisión:

- Si $p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula.

- Si $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula.

4.1.2.2.1. Variables vegetativas

Tabla 32

ANOVA para la altura de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 30 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	2.042	0.187
Factor B (Cobertura plástica)	1	2.042	0.187
Factor A x Factor B	1	0.979	0.348
Bloque	3	1.816	0.214

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para la altura de brócoli a los 30 DDT, mostró que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 2.042$ y $p = 0.187$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0A). De igual modo, el factor cobertura plástica tampoco presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 2,042$ y $p = 0.187$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0B). Asimismo, la interacción entre los dos factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.979$ y $p = 0.348$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB).

Tabla 33

ANOVA para la altura de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 60 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	0.155	0.703
Factor B (Cobertura plástica)	1	8.728	0.016
Factor A x Factor B	1	0.039	0.848
Bloque	3	0.248	0.835

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para la altura de brócoli a los 60 DDT, mostró que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 0.155$ y $p = 0.703$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Mientras, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 8.728$ y $p = 0.016$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), indicando que influyó en la altura en esta etapa de evaluación. Asimismo, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.039$ y $p = 0.848$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. Igualmente, en el efecto de los bloques no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los bloques.

Tabla 34

ANOVA para la altura de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 80 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	1.013	0.341
Factor B (Cobertura plástica)	1	22.050	0.001
Factor A x Factor B	1	0.113	0.745
Bloque	3	1.125	0.389

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para la altura de brócoli a los 80 DDT, mostró que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 1.013$ y $p = 0.341$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Mientras, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 22.050$ y $p = 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), indicando que influyó en la altura en esta etapa de evaluación. Asimismo, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.113$ y $p = 0.745$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. Igualmente, en el efecto de los bloques no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los bloques.

Tabla 35

ANOVA para el número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 30 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	10.685	0.010
Factor B (Cobertura plástica)	1	18.449	0.002
Factor A x Factor B	1	0.025	0.879
Bloque	3	3.857	0.050

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el número de hojas de la planta de brócoli a los 30 DDT, mostró que el factor materia orgánica presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 10.685$ y $p = 0.010$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0A) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1A), indicando que la aplicación de este factor influyó significativamente en esta variable durante esta etapa de evaluación. De igual modo, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 18.449$ y $p = 0.002$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Asimismo, la interacción entre los dos factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.025$ y $p = 0.879$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. Mientras, el efecto de los bloques fue significativo, con un valor de $F = 3.857$ y $p = 0.050$.

Tabla 36

ANOVA para el número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 60 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	12.281	0.007
Factor B (Cobertura plástica)	1	290.442	0.000
Factor A x Factor B	1	0.380	0.553
Bloque	3	0.709	0.571

Nota. gl: Grados de libertad; *F:* Valor de F calculado; *Sig.:* Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el número de hojas de la planta de brócoli a los 60 DDT, mostró que el factor materia orgánica presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 12.281$ y $p = 0.007$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0A) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1A), indicando que la aplicación de este factor influyó significativamente en esta variable durante esta etapa de evaluación. De igual modo, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 290.442$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Por otro lado, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.380$ y $p = 0.553$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 0.709$ y $p = 0.571$.

Tabla 37

ANOVA para el número de hojas de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 80 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	0.955	0.354
Factor B (Cobertura plástica)	1	53.914	0.000
Factor A x Factor B	1	2.635	0.139
Bloque	3	2.563	0.120

Nota. gl: Grados de libertad; *F:* Valor de F calculado; *Sig.:* Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el número de hojas de la planta de brócoli a los 80 DDT, indica que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 0.955$ y $p = 0.354$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Por otro lado, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 53.914$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de

evaluación. Mientras, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 2.635$ y $p = 0.139$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 2.563$ y $p = 0.120$.

Tabla 38

ANOVA para el diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 30 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	3.285	0.103
Factor B (Cobertura plástica)	1	28.092	0.000
Factor A x Factor B	1	0.141	0.716
Bloque	3	0.706	0.572

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el diámetro de tallo de la planta de brócoli a los 30 DDT, indica que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 3.285$ $p = 0.103$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Por otro lado, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 28.092$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Mientras, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.141$ y $p = 0.716$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 0.706$ y $p = 0.572$.

Tabla 39

ANOVA para el diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 60 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	2.293	0.164
Factor B (Cobertura plástica)	1	59.448	0.000
Factor A x Factor B	1	0.162	0.696
Bloque	3	0.105	0.995

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el diámetro de tallo de la planta de brócoli a los 60 DDT, indica que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 2.293$ $p = 0.164$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Por otro lado, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 59.448$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Mientras, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.162$ y $p = 0.696$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 0.105$ y $p = 0.995$.

Tabla 40

ANOVA para el diámetro de tallo de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 80 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	0.655	0.439
Factor B (Cobertura plástica)	1	23.594	0.001
Factor A x Factor B	1	0.001	0.979
Bloque	3	2.121	0.168

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el diámetro de tallo de la planta de brócoli a los 80 DDT, indica que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 0.655$ y $p = 0.439$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Por otro lado, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 23.594$ y $p = 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Mientras, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.001$ y $p = 0.979$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 2.121$ y $p = 0.168$.

Tabla 41

ANOVA para el diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 30 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	0.118	0.739
Factor B (Cobertura plástica)	1	25.436	0.001
Factor A x Factor B	1	1.314	0.281
Bloque	3	1.283	0.338

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el diámetro de roseta foliar de la planta de brócoli a los 30 DDT, indica que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 0.118$ y $p = 0.739$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Por otro lado, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 25.436$ y $p = 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Mientras, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 1.314$ y $p = 0.281$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es

independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 1.283$ y $p = 0.338$.

Tabla 42

ANOVA para diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 60 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	0.375	0.556
Factor B (Cobertura plástica)	1	78.003	0.000
Factor A x Factor B	1	0.069	0.779
Bloque	3	2.373	0.138

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el diámetro de roseta foliar de la planta de brócoli a los 60 DDT, indica que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 0.375$ $p = 0.556$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Por otro lado, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 78.003$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Mientras, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.069$ y $p = 0.779$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 2.373$ y $p = 0.138$.

Tabla 43

ANOVA para el diámetro de roseta foliar de la planta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) a los 80 DDT

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	0.491	0.501
Factor B (Cobertura plástica)	1	49.091	0.000
Factor A x Factor B	1	0.73	0.375

Bloque	3	2.709	0.108
--------	---	-------	-------

Nota. gl: Grados de libertad; *F:* Valor de F calculado; *Sig.:* Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el diámetro de roseta foliar de la planta de brócoli a los 80 DDT, indica que el factor materia orgánica no presentó efecto significativo sobre esta variable ya que obtiene un valor de $F = 0.491$ $p = 0.501$, por lo que no rechazó la hipótesis nula (H_0A). Por otro lado, el factor cobertura plástica presentó un efecto significativo, con un valor de $F = 49.091$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable durante esta etapa de evaluación. Mientras, la interacción de los factores no presentó significancia estadística ya que registra un valor de $F = 0.73$ y $p = 0.375$, por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB), indicando que su efecto es independiente. En cuanto a los efectos de los bloques tampoco fue significativo, con un valor de $F = 2.709$ y $p = 0.108$.

4.1.2.2.2. Variables productivas

Tabla 44

ANOVA para el peso de la pella del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica)

Fuente de variación	<i>gl</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Factor A (materia orgánica)	1	11.777	0.007
Factor B (Cobertura plástica)	1	575.952	0.000
Factor A x Factor B	1	4.298	0.068
Bloque	3	4.513	0.034

Nota. gl: Grados de libertad; *F:* Valor de F calculado; *Sig.:* Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el peso de la pella del brócoli, mostró que el factor materia orgánica tuvo un efecto significativo sobre el peso de la pella, con $F = 11.777$ y $p = 0.007$, por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0A) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1A), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable. Asimismo, el factor cobertura plástica presentó un efecto altamente significativo, con $F = 575.952$ y $p < 0.001$, por lo que se rechazó la

hipótesis nula (H_0B) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1B), evidenciando que este factor influyó significativamente sobre esta variable. Mientras, la interacción entre los dos factores no fue significativo ($F = 4.298$; $p = 0.068$), por lo que no se rechazó la hipótesis nula (H_0AB). Por otra parte, el efecto de los bloques presentó significancia, con $F = 4.513$ y $p = 0.034$, lo que indica que existieron diferencias entre los bloques del área experimental. Esta variabilidad podría estar relacionada con diferencias espaciales en las condiciones micro ambientales o edáficas del terreno, las cuales pudieron influir en el peso de la pella. En este sentido, la significancia de los bloques resalta la importancia del diseño de bloques completos al azar, ya que permitió controlar parte de la variabilidad existente en el área experimental y mejorar la precisión en la evaluación de los tratamientos.

Tabla 45

ANOVA para el rendimiento (t/ha) del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica)

Fuente de variación	gl	F	Sig.
Factor A (materia orgánica)	1	11.680	0.008
Factor B (Cobertura plástica)	1	572.938	0.000
Factor A x Factor B	1	4.247	0.069
Bloque	3	2.698	0.034

Nota. gl: Grados de libertad; F: Valor de F calculado; Sig.: Nivel de significancia.

El análisis de varianza para el rendimiento (t/ha) del cultivo de brócoli, mostró que el factor materia orgánica tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento, ya que indica un valor de $F = 11.680$ y $p = 0.008$. Asimismo, el factor cobertura plástica presentó un efecto altamente significativo, con un valor de $F = 572.938$ y $p < 0.001$. Por otro lado, la interacción entre los dos factores no fue significativa, al registrar un valor de $F = 4.247$ y $p = 0.069$. Mientras, el efecto de los bloques presentó significancia, ya que presenta un valor de $F = 2.698$ y $p = 0.034$, lo que indica que existieron diferencias entre los bloques del área experimental. Esta variabilidad podría estar relacionada con diferencias espaciales en las condiciones micro ambientales o edáficas del terreno, las cuales pudieron influir en el rendimiento del cultivo. En este sentido, la significancia de los bloques resalta la importancia del diseño de bloques completos al azar, ya que permitió

controlar parte de la variabilidad existente en el área experimental y mejorar la precisión en la evaluación de los tratamientos.

4.2. Discusión

En la presente investigación se evidenció que la aplicación de la materia orgánica y cobertura plástica influyó de manera diferente sobre las variables evaluadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). En conjunto, los tratamientos que incluyeron cobertura plástica, sola o en combinación con materia orgánica, mostraron los mejores resultados en la mayoría de las variables.

En la altura de la planta de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) se observó un incremento progresivo durante las evaluaciones. El T4 (con M.O., con C.P.) presentó los mayores valores a los 30, 60 y 80 DDT, con 24.25, 51.25 y 58.00 cm, respectivamente. Este hallazgo coincide con lo reportado por Sarmiento et al. (2023), quienes registraron los mayores valores de altura en el tratamiento PH8 (cobertura plástica + 8 t/ha de vermicompost), con 9,70; 22,27 y 29,93 cm a los 30, 60 y 80 DDT, respectivamente. En comparación, en la presente investigación se obtuvieron valores superiores, alcanzando 58,00 cm en el T4 a los 80 DDT. Esta diferencia podría estar relacionada, entre otros factores, con la mayor dosis de vermicompost utilizada en el presente estudio (10 t/ha), frente a las 8 t/ha empleadas en PH8, además de las condiciones particulares de manejo y crecimiento del cultivo. Asimismo, Bhandari & Bhandari (2021), también encontraron que la cobertura plástica negra presentó los mayores valores de altura de planta de brócoli, alcanzando 12,34 cm a los 20 DAT, 20.52 cm a los 40 DAT y 32.83 cm a los 60 DAT, frente a 9.25 cm, 12.38 cm y 19.51 cm, respectivamente, en el tratamiento sin cobertura; los autores atribuyen este comportamiento a que la cobertura plástica favoreció un mayor ritmo de crecimiento del cultivo y una mayor eficiencia en la asimilación neta de carbono, además de incrementar el área foliar de la planta. Esta respuesta coincide con la observada en el presente estudio, donde el tratamiento con cobertura plástica y sin materia orgánica (T2) presentó mayores alturas que el tratamiento sin cobertura y sin materia orgánica (T1), alcanzando 51.00 cm frente a 47.00 cm a los 60 DDT, valores superiores a lo que reportó el presente autor, lo que podría estar relacionado con las diferencias en las condiciones de manejo, crecimiento y evaluación del cultivo. Por otra parte, Cruz et al. (2018) encontraron

que los tratamientos con compost (1 kg/m² y 3 kg/m²) alcanzaron las mayores alturas a los 60 días (52,25 cm y 52,11 cm, respectivamente), frente a 38,95 cm en el testigo; los autores atribuyeron este incremento a que el compost mejora la capacidad reguladora del suelo, reduce las oscilaciones de pH e incrementa la capacidad de intercambio catiónico y la fertilidad. En el presente estudio, el tratamiento con materia orgánica sin cobertura plástica (T3) alcanzó 47.75 cm a los 60 DDT, valor inferior al reportado por el presente autor. Esta diferencia podría estar relacionada con la fuente y dosis de materia orgánica empleada, las condiciones edafoclimáticas y las características propias del manejo del cultivo. No obstante, al comparar T3 con T1, se observa que la aplicación de materia orgánica incrementó la altura de 47.00 a 47.75 cm, evidenciando una respuesta favorable del cultivo al aporte orgánico.

En el número de hojas del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) se observó un incremento progresivo durante las evaluaciones. El T4 (con M.O., con C.P.) presentó los mayores valores a los 30, 60 y 80 DDT, con 6.42, 13.44 y 20.14 hojas, respectivamente. Estos resultados coinciden con Mohammed et al. (2016), encontraron que la interacción alcanzando 19.67 hojas por planta con la combinación de acolchado + 5 t/donum de estiércol, mientras que la combinación sin acolchado + 0 t/donum presentó 13.00 hojas. acolchado alcanzó 16.56 hojas frente a 13.89 sin acolchado, mientras que la aplicación de 5 t/donum de estiércol registró 17.50 hojas frente a 13.50 en el tratamiento sin fertilizante. Los autores señalaron que este incremento estuvo relacionado con una mayor disponibilidad de humedad en la zona radicular y una reducción de la evaporación por efecto del acolchado, favoreciendo además la absorción de nutrientes. En el presente estudio se observó una respuesta similar, donde la combinación de cobertura plástica y vermicompost (T4) alcanzó el mayor número de hojas, con 20.14 hojas a los 80 DDT. Además, la dosis de 10 t/ha de vermicompost utilizada en esta investigación fue superior a la empleada por el presente autor, lo que podría haber contribuido al mayor desarrollo foliar observado. Asimismo, Bhandari & Bhandari (2021), registraron que el acolchado plástico negro presentó los mayores valores numéricos, con 3.91, 5.42 y 8.58 hojas por planta a los 20, 40 y 60 DDT, respectivamente. Esta tendencia coincide con la observada en el presente estudio, donde el tratamiento con cobertura plástica y sin materia orgánica (T2) presentó mayores valores que el

tratamiento sin cobertura ni materia orgánica (T1), alcanzando 19.27 y 17.37 hojas a los 80 DDT, respectivamente. Esto evidencia una respuesta favorable del cultivo al uso de la cobertura plástica. Por otra parte, con la aplicación de vermicompost, Rabbee et al. (2020), observaron un mayor número de hojas alcanzando 7,07, 13,23 y 16,03 hojas a los 30, 45 y 60 DDT, respectivamente, frente a 6,00, 9,79 y 13,28 hojas en el tratamiento control. Los autores atribuyeron esta respuesta al mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del vermicompost, elementos que favorecen el crecimiento vegetativo. En el presente estudio también se observó una respuesta favorable a la aplicación de materia orgánica, ya que el T3 presentó 9.85 hojas frente a 8.94 hojas del T1 a los 60 DDT, mientras que a los 80 DDT el T4 alcanzó 20.14 hojas frente a 19.27 hojas del T2, evidenciando el efecto positivo del vermicompost sobre el desarrollo foliar.

En el diámetro de tallo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) se observó un incremento progresivo durante las evaluaciones. El T4 (con M.O., con C.P.) presentó los mayores valores a los 30, 60 y 80 DDT, con 0.90, 3.30 y 4.18 cm, respectivamente. Estos resultados coinciden con Bhandari & Bhandari (2021), quienes encontraron que el acolchado plástico negro alcanzó 0.59 cm y 1.08 cm, a los 40 y 60 DDT, respectivamente, mientras que el tratamiento sin acolchado presentó 0.44 cm y 0.39 cm. Los autores señalaron que este comportamiento podría deberse a que el acolchado proporciona un ambiente favorable para el crecimiento vigoroso de las raíces y los brotes, lo que favorecería el desarrollo del tallo. Esta respuesta es similar a la observada en el presente estudio, donde el tratamiento con cobertura plástica (T2) presentó mayores diámetros que el tratamiento sin cobertura ni materia orgánica (T1) en todas las evaluaciones. Por otra parte, Mashkey et al. (2023), encontraron que el polietileno negro presentó 2.21 cm, frente a 1.16 cm sin acolchado. Los autores señalaron que el equilibrio de nutrientes favorece el desarrollo y expansión celular, formando tallos más gruesos, y que el acolchado puede favorecer la eficiencia de absorción de nutrientes. Por tanto, en el presente estudio se obtuvieron valores superiores a los reportados por el presente autor, lo que podría estar relacionado con las condiciones más favorables para el crecimiento de la planta generadas por la cobertura plástica y el aporte de materia orgánica.

En el diámetro de roseta foliar del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) se observó un incremento progresivo durante las evaluaciones. El T4 (con M.O., con C.P.) presentó los mayores valores a los 30, 60 y 80 DDT, con 42.25, 72.50 y 81.25 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Bhandari & Bhandari (2021), quienes encontraron que la extensión de la planta fue favorecida por el uso de acolchado, a los 40 y 60 DAT. El acolchado plástico negro alcanzó 27.92 y 40.96 cm, respectivamente, mientras que el tratamiento sin acolchado registró 17.23 y 22.91 cm. Los autores atribuyeron este comportamiento al efecto del acolchado sobre la temperatura y humedad del suelo, condiciones que favorecen el desarrollo de las raíces y, consecuentemente, un mayor crecimiento de la planta. De manera similar, en la presente investigación, los tratamientos con cobertura plástica presentaron mayores valores que sus respectivos tratamientos sin cobertura, observándose que T2 superó a T1 y T4 superó a T3, lo que evidencia una respuesta favorable al uso de la cobertura plástica. Por su parte, con relación a la materia orgánica, Rabbee et al. (2020), encontraron que la extensión de la planta, alcanzó con el tratamiento con vermicompost 47.91 cm, mientras que el control presentó 38.02 cm. Los autores señalaron que este incremento podría estar relacionado con el aumento del número de hojas, así como de la longitud y diámetro de estas, características que contribuyen a una mayor expansión de la planta. En la presente investigación también se observó una respuesta favorable a la aplicación de materia orgánica, ya que el T3 presentó mayores valores que el T1 a los 60 y 80 DDT, mientras que el T4 superó al T2 en las tres evaluaciones, evidenciando el efecto positivo del vermicompost sobre la expansión de la roseta foliar. De igual manera, Meem et al. (2024) encontraron el mayor valor de 87.8 cm, obtenido con vermicompost en el cultivar 'Premium Crop', mientras que el menor valor fue de 59.4 cm en el tratamiento sin abono orgánico del cultivar 'Imperial'. Los autores señalaron que la aplicación de abonos orgánicos incrementó la actividad de los microorganismos, favoreciendo una mayor disponibilidad y absorción de nutrientes esenciales y, como consecuencia, un mayor desarrollo de las hojas y de la morfología de la planta. Estos resultados respaldan la respuesta observada en el presente estudio, donde la aplicación de vermicompost, especialmente en combinación con la cobertura plástica (T4), favoreció una mayor expansión de la roseta foliar.

En el peso de la pella del brócoli, (*Brassica oleracea* var. *italica*), se observó diferencias entre los tratamientos evaluados. El mayor peso promedio se registró en el T4 (con M.O., con C.P.), con 1359.08 g. Estos resultados coinciden con lo reportado por Sarmiento et al. (2023) quienes encontraron en la combinación de ambos factores, el tratamiento con cobertura plástica + 8 t/ha de vermicompost alcanzó 425.30 g, mientras que sin cobertura + 4 t/ha de vermicompost presentó 250.30 g. Asimismo, evidenciaron que la cobertura plástica y la aplicación de vermicompost favorecieron el peso de la pella, alcanzando 408.90 g con cobertura plástica y 330.80 g con 8 t/ha de vermicompost. En la presente investigación se observó un comportamiento similar, ya que la combinación de cobertura plástica y materia orgánica produjo el mayor peso de pella; sin embargo, los valores obtenidos fueron superiores a los reportados por el presente autor. Esta diferencia podría estar relacionada, entre otros factores, con la mayor dosis de vermicompost utilizada en el presente estudio (10 t/ha), frente a las 8 t/ha empleadas por dichos autores, además del efecto combinado con la cobertura plástica, lo que pudo favorecer una mayor disponibilidad de nutrientes y acumulación de biomasa en la pella. Asimismo, Bhandari & Bhandari (2021) encontraron que el acolchado plástico negro registró un 205.5 g, frente a 81.5 g en el tratamiento sin acolchado. Los autores señalaron que la superioridad de los tratamientos con acolchado estuvo relacionada con las condiciones favorables generadas por este para el crecimiento y desarrollo del cultivo. Esta tendencia coincide con la observada en la presente investigación, donde los tratamientos con cobertura plástica presentaron mayores valores de peso de pella, con 1359.08 g en T4 y 1263.45 g en T2, frente a los tratamientos sin cobertura. Esto sugiere que la cobertura plástica pudo favorecer la conservación de la humedad del suelo y generar condiciones más estables para el desarrollo del cultivo, permitiendo una mayor producción de biomasa y, por consiguiente, un mayor peso de la pella. Por otro lado, Meem et al. (2024), encontraron el mayor peso, de 246.7 g, obtenido con vermicompost en el cultivar ‘Premium Crop’, mientras que el menor, de 133.7 g, correspondió al tratamiento sin abono orgánico en el cultivar ‘Imperial’. Los autores señalaron que los abonos orgánicos pudieron proporcionar condiciones adecuadas para el crecimiento y suministrar suficientes nutrientes a las plantas, favoreciendo una mayor producción. Este comportamiento también se relaciona con los resultados del presente estudio, donde el tratamiento con materia orgánica y cobertura plástica (T4) alcanzó el

mayor peso de pella. La mayor respuesta observada podría atribuirse al aporte de nutrientes provenientes de la materia orgánica, complementado con las condiciones favorables generadas por la cobertura plástica, lo que habría permitido un mejor crecimiento y acumulación de biomasa en la pella. En conjunto, los resultados sugieren un efecto favorable de ambos factores sobre la producción del cultivo, destacando la combinación de materia orgánica y cobertura plástica.

En el rendimiento por hectárea del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), se observaron diferencias entre los tratamientos evaluados. El mayor rendimiento se registró en el T4 (con M.O., con C.P.), con 30.20 t/ha. Estos resultados coinciden con Sarmiento et al. (2023) quienes obtuvieron el mayor rendimiento, de 16 666,66 kg/ha, con la combinación de cobertura plástica + 8 t/ha de vermicompost, mientras que sin cobertura + 4 t/ha de vermicompost alcanzaron 10 125,41 kg/ha. Asimismo, solo con la cobertura plástica un rendimiento de 16 165,45 kg/ha y solo con vermicompost, alcanzando 13 142,44 kg/ha con 8 t/ha. Los autores señalaron que la cobertura favorece el aprovechamiento de nutrientes y genera condiciones adecuadas de humedad y temperatura del suelo. En comparación con estos resultados, en el presente estudio se obtuvieron mayores rendimientos, alcanzando 30.20 t/ha en el tratamiento con cobertura plástica + materia orgánica. Esta diferencia podría estar relacionada, entre otros factores, con la mayor dosis de vermicompost utilizada en la presente investigación (10 t/ha), frente a las 8 t/ha empleadas por el presente autor, además del efecto combinado con la cobertura plástica, lo que pudo favorecer mejores condiciones para el crecimiento y producción del cultivo. Asimismo, Bhandari & Bhandari (2021), quienes reportaron el mayor rendimiento con acolchado plástico negro, con 13.68 t/ha, frente a 6.11 t/ha en el tratamiento sin acolchado. Los autores relacionaron esta respuesta con las condiciones favorables generadas por el acolchado, principalmente la conservación de la humedad y el incremento de la temperatura del suelo, que favorecen el crecimiento y la absorción de nutrientes. Esta tendencia coincide con la observada en el presente estudio, donde el tratamiento con cobertura plástica y sin materia orgánica (T2) alcanzó 28.08 t/ha, superando al tratamiento sin cobertura ni materia orgánica (T1), que registró 19.61 t/ha. Además, los rendimientos obtenidos fueron superiores a los reportados por este autor lo que podría estar relacionado con las condiciones particulares de manejo y crecimiento del cultivo. De igual manera,

Yasmin et al. (2021), obtuvieron resultados coincidentes, ya que el polietileno negro presentó el mayor rendimiento entre los materiales de acolchado, con 11.11 t/ha, mientras que el tratamiento sin acolchado alcanzó 9.80 t/ha. Los autores señalaron que el acolchado favorece la conservación de la humedad y mantiene condiciones adecuadas de temperatura del suelo. Estos resultados respaldan la respuesta favorable de la cobertura plástica observada en la presente investigación, reforzando su contribución al incremento del rendimiento. En cuanto a la materia orgánica, los resultados coinciden con Meem et al. (2024) quienes encontraron el mayor valor con vermicompost, con 17.32 t/ha, mientras que el tratamiento sin abono orgánico presentó 6.62 t/ha. Los autores señalaron que los abonos orgánicos proporcionan condiciones adecuadas para el crecimiento y suministran nutrientes suficientes, favoreciendo una mayor producción. En la presente investigación también se observó una respuesta favorable a la aplicación de materia orgánica, ya que el T3 superó al T1. Asimismo, el T4, que combinó materia orgánica y cobertura plástica, alcanzó el mayor rendimiento. Los valores superiores obtenidos en el presente estudio podrían estar relacionados con la utilización de una dosis de 10 t/ha de vermicompost, además del efecto complementario de la cobertura plástica, que en conjunto pudieron favorecer mejores condiciones para el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

Respecto a los costos de producción, el mayor costo se registró en el tratamiento T4 (con M.O., C.P.), con 51 473.78 soles por hectárea, debido a la incorporación simultánea de ambos insumos, lo que incrementó los costos de adquisición, aplicación y mano de obra. En contraste, el tratamiento T1 (sin M.O., sin C.P.) presentó el menor costo de producción, con 19 903.78 soles por hectárea, al no requerir la utilización de dichos insumos ni las labores asociadas a su aplicación. Las diferencias observadas entre los tratamientos responden principalmente al tipo de manejo agronómico aplicado, ya que la incorporación de materia orgánica y cobertura plástica implica una mayor inversión inicial durante el establecimiento del cultivo. Cabe señalar que este mayor costo en el T4 estuvo acompañado de un mayor rendimiento por hectárea, tal como se detalló previamente.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- El uso de materia orgánica y cobertura plástica influyó en la productividad del cultivo de brócoli bajo las condiciones de Cangari, Huanta, evidenciándose efectos significativos de ambos factores sobre el rendimiento. El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T4 (materia orgánica + cobertura plástica), con 30.20 t/ha, mientras que la interacción entre ambos factores no fue significativa.
- La aplicación de materia orgánica tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo de brócoli ($F = 11.680$; $p = 0.008 < 0.05$). El rendimiento promedio con aplicación de materia orgánica fue de 25.17 t/ha, superior al obtenido sin aplicación de materia orgánica, que alcanzó 23.85 t/ha, evidenciando una respuesta favorable del cultivo al uso de materia orgánica.
- La cobertura plástica influyó significativamente en el desarrollo del cultivo de brócoli durante las evaluaciones, excepto en la altura de planta a los 30 DDT, donde su efecto no fue significativo.
- La interacción entre la materia orgánica y la cobertura plástica no presentó un efecto significativo sobre la productividad del cultivo de brócoli ($F = 4.247$; $p = 0.069 > 0.05$). Aunque el tratamiento T4, correspondiente a la aplicación conjunta de materia orgánica y cobertura plástica, presentó el mayor rendimiento con 30.20 t/ha, estadísticamente no se evidenció un efecto de interacción significativo entre ambos factores.
- Los costos de producción variaron según el manejo aplicado, registrándose el mayor costo en el tratamiento T4 (con M.O., con C.P.), con S/ 51,473.78/ha, debido a la incorporación de ambos insumos y las labores asociadas a su aplicación, mientras que el menor costo correspondió al T1 (sin M.O., sin C.P.), con S/ 19,903.78/ha. Los tratamientos T2 y T3 presentaron costos intermedios, asociados al uso individual de cobertura plástica y materia orgánica, respectivamente.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- A los productores de brócoli de Cangari, Huanta, considerar:
 - a) El uso de cobertura plástica como parte del manejo del cultivo, debido a su influencia significativa sobre el desarrollo y rendimiento del brócoli bajo las condiciones evaluadas.
 - b) La aplicación de vermicompost a una dosis de 10 t/ha, debido al efecto significativo de la materia orgánica sobre el rendimiento del cultivo.
 - c) Como alternativa de manejo para la producción de brócoli, el uso conjunto de vermicompost a una dosis de 10 t/ha y cobertura plástica, tomando como referencia que el tratamiento T4 presentó el mayor rendimiento, con 30.20 t/ha.
- A los investigadores y estudiantes que desarrollen trabajos similares, evaluar diferentes dosis de vermicompost y tipos de cobertura plástica en otras condiciones edafoclimáticas, con la finalidad de determinar si la respuesta del cultivo se mantiene bajo diferentes ambientes de producción.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, Q., & Shafiqi, S. (2024). Vermicompost: Importancia y beneficios para la agricultura. *Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 3(2), 202–207. <https://doi.org/10.55544/jrasb.3.2.36>
- Abdelbaset, M. M., Dewedar, O. M., Youssef, E. A., Molina-Martinez, J. M., & El-Shafie, A. F. (2023). Reducción de pérdidas por percolación profunda mediante una capa geotextil a diferentes profundidades de suelo y niveles de riego para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) (Limor). *Agronomy*, 13(6), 1652. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061652>
- AgriSoft. (2024). Tela no tejida de polipropileno agrícola. *SOFT NONWOVENS*. <https://www.softnw.com/es/agrisoft-4/>
- Alfaro Quinto, D. del P. (2023). *Rendimiento en brócoli (Brassica oleracea var. italica) cv. Avenger empleando enmiendas orgánicas*. [Tesis de ingeniera agrónoma, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú] <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6093>
- Amare, G., & Desta, B. (2021). Mantillos plásticos coloreados: impacto en las propiedades del suelo y la productividad de los cultivos. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(4), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00201-8>
- Andrés, C. M. C., Pérez de la Lastra, J. M., Munguira, E. B., Juan, C. A., & Pérez-Lebeña, E. (2025). Los múltiples beneficios del brócoli para la salud: una revisión de glucosinolatos, compuestos fenólicos y péptidos antimicrobianos. *Molecules*, 30(11), 2262. <https://doi.org/10.3390/molecules30112262>
- Ankita, G. S., Bahadur, V., & Dawson, J. (2024). Efecto de abonos orgánicos y biofertilizantes en el crecimiento, rendimiento y calidad del brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Research in Agronomy*, 7(7), 209–212. <https://doi.org/10.33545/2618060X.2024.v7.i7c.1021>

- Anshu, & Sankhyan, N. K. (2023). Geotextiles: Una herramienta multiusos y su importancia en la agricultura. *Just Agriuculture*, 3(6), 73–75.
- Astarini, I. A., Defiani, M. R., Suriani, N. L., Griffiths, P. D., Stefanova, K., & Siddique, K. H. M. (2020). Adaptación del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) a altitudes altas y bajas en Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(11), 5263–5269. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211129>
- Athokpam, V., Chamroy, T., Janardhana, V., Thangjam, R., & Singh, C. (2023). Efecto de la aplicación de micronutrientes en el brócoli: Una revisión. *The Pharma Innovation*, 12(9), 2807–2811. www.thepharmajournal.com
- Balana, B. B., Aghadi, C. N., & Ogunniyi, A. I. (2022). Mejorar los medios de vida mediante la gestión de pérdidas poscosecha : evidencia de Nigeria. *Food Sec*, 14, 249–265. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01196-2>
- Beriot, N., Zornoza, R., Zomer, P., Ozbolat, O., Lloret, E., Ortega, R., Miralles, I., Lwanga, E. H., & Geissen, V. (2021). Acolchado plástico en agricultura: acumulación de restos de plástico y de residuos de pesticidas en el suelo y efectos en la comunidad microbiana. *CONDEGRES*, 28–31. <https://portalinvestigacion.upct.es/documentos/65d88706b64b07012e89e086>
- Bhandari, S. R., & Kwak, J. H. (2015). Composición química y actividad antioxidante en diferentes tejidos de vegetales del género Brassica. *Molecules*, 20(1), 1228–1243. <https://doi.org/10.3390/molecules20011228>
- Bhandari, S., & Bhandari, A. (2021). Efecto de diferentes materiales de acolchado sobre el crecimiento y el rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Fundamental and Applied Agriculture*, 6(3), 265–271. <https://doi.org/10.5455/faa.81106>
- Bhardwaj, R. L. (2013). Efecto del acolchado en la producción de cultivos en condiciones de secano: una revisión. *AGRICULTURAL RESEARCH COMMUNICATION CENTRE*, 34(3), 188–197. <https://doi.org/10.5958/j.0976-0741.34.3.003>

- Bjorkman, T., & Pearson, K. J. (1998). Detención del desarrollo de la inflorescencia en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) por altas temperaturas. *Journal of Experimental Botany*, 49(318), 101–106. <https://doi.org/10.1093/jxb/49.318.101>
- Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2009). Impactos de la eliminación de residuos de cultivos en la productividad del suelo y la calidad ambiental. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(3), 139–163. <https://doi.org/10.1080/07352680902776507>
- Calvache Ulloa, A. M. (2004). Fertilización en brócoli. *Central University of Ecuador*, 1–144. <https://www.researchgate.net/publication/303652815>
- Cameron J. (2022). Breve nota sobre la productividad agrícola. *Revista Global de Agricultura y Ciencias Agrícolas*, 10(1), 3–004. <https://doi.org/10.15651/GJAS.22.10.002>
- Campanale, C., Galafassi, S., Pippo, F. Di, Pojar, I., & Uricchio, V. F. (2024). Una revisión crítica de las películas de acolchado plástico biodegradable en la agricultura: definiciones, antecedentes científicos y posibles impactos. *Tendencias TrAC En Química Analítica*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117391>
- Castro, M. J. J., Gómez, M. L. K., & Camargo, C. E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140–174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Chalker-Scott, L. (2007). Impacto de los mantillos en las plantas de jardinería y el medio ambiente: una revisión. *Horticultural Research Institute*, 25(4), 239–249. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-25.4.239>
- Chipana, A. N. (2021). *Influencia de los factores productivos en la rentabilidad económica del cultivo del maíz amiláceo (zea mayz l.) en la Provincia de Tarata, región Tacna - 2019*. [Tesis de ingeniero en economía agraria,

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú].
<https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4347>

Corrêa, C. V., Mendes, A., Gouveia, D. S., Novaes, B., Martins, M., Emília, A., Tavares, B., Brito, N. De, Lanna, L., Ismael, A., Cardoso, I., & Evangelista, R. M. (2016). Respuesta del brócoli a la aplicación de azufre en el abonado superficial en presencia o ausencia de compost orgánico en el momento de la siembra. *Revista Africana de Investigación Agrícola*, 11(35), 3287–3292.
<https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11398>

Crespo, L. G. J. (2020). Factores que influyen en el manejo integrado de nutrientes para la producción agrícola. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 24(3), 19–39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83765451004>

Cruz, T. E., Vega, C., Gutiérrez, A. A., González, R. M., Saltos, E. R., & González, R. V. (2018). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (*Brassica oleraceae*). *Revista de Investigación Talentos*, 5(1), 1–8.
<https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/23>

Cuesta, G., & Fusari, G. C. M. (2022). Nuevos aportes en la producción y procesamiento de Brócoli (*Brassica oleracea* L var. *itálica Plenck*): una revisión. *Asociación Argentina de Horticultura*, 41(106), 223–245.
<https://doi.org/http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/3g9w3m0o4>

Del Pozo, L. C. (2021). Estimación de la relación empírica entre el acceso a infraestructura de riego y la productividad de las unidades agrícolas en el Perú. *Ministerio de Economía y Finanzas*, 1–5.
<https://cies.org.pe/investigacion/estimacion-de-la-relacion-entre-el-acceso-infraestructura-de-riego-y-la/>

Delahaut, K. A., & Newenhouse, A. C. (2011). Cultivo de brócoli, coliflor, repollo y otras coles en Wisconsin. *Horticultura de Wisconsin*, A3684.
<https://hort.extension.wisc.edu/articles/growing-broccoli-cauliflower-cabbage-and-other-cole-crops-wisconsin-0/>

- Delgado-Pacheco, V., López-Orona, C. A., Tirado-Ramírez, M. A., Rubio-Aragón, W. A., Medina-lopez, R., & López-Urquidez, G. A. (2025). Diferentes colores de acolchado plástico en la modificación del microclima, rendimiento y calidad de la cebolla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16(6). <https://doi.org/10.29312/remexca.v16i6.3793>
- Demirors, M. (2011). La historia del polietileno. *ACS Symposium Series*, 1080(9), 115–145. <https://doi.org/10.1021/bk-2011-1080.ch009>
- Díaz, P. J. C. (2009). *Temperatura de la zona radicular, crecimiento de la planta y rendimiento del brócoli (Brassica oleracea (Plenck) var. itálica)* afectados por el uso de acolchados de película plástica. *Scientia Horticulturae*, 123(12), 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.08.014>
- Dinoro, J. N., Paxton, N. C., Skewes, J., Yue, Z., Lewis, P. M., Thompson, R. G., Beirne, S., Woodruff, M. A., & Wallace, G. G. (2022). Enfoques de sinterización láser para la ingeniería de tejidos óseos. *Polymers*, 14(12), 1–29. <https://doi.org/10.3390/polym14122336>
- Dristy, R. D., Rahman, M. H., Hossain, M. M., Jahan, T., Sarker, R., & Akhi, D. (2026). Efectos de los abonos orgánicos y los acolchados en el crecimiento y rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Bangladesh. *PLANT SCIENCIE TODAY*, 13(2), 1–9. <https://doi.org/10.14719/pst.9661>
- Elshikha, D. E., Attalah, S., Waller, P., Hunsaker, D., Sanyal, D., Sanchez, C., Norton, R., Alshraah, S., Singh, B., Thorp, K. R., Williams, C., Mostafa, A., Orr, E., & Elsadek, E. A. (2025). Optimización del rendimiento y la productividad hídrica del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Arizona. *Extensión Cooperativa de La Universidad de Arizona*. <https://extension.arizona.edu/publication/optimizing-broccoli-brassica-oleracea-var-italica-yield-and-water-productivity-arizona>
- Enebe, M. C., & Erasmus, M. (2023). Tecnología de vermicompostaje: una perspectiva sobre las tecnologías de producción de vermicompost, limitaciones y perspectivas. *Journal of Environmental Management*, 345, 118585. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118585>

- Epelde, L., Jauregi, L., Urrea, J., Ibarretxe, L., Romo, J., Goikoetxea, I., & Garbisu, C. (2018). Caracterización de Enmiendas Orgánicas Compostadas para Uso Agrícola. *Front. Sustain. Food Syst.*, 2(44). <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00044>
- Ernesto, J., & Olmos, P. (2022). El encharcamiento prolongado reduce el crecimiento y el rendimiento de las plantas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) Recopilación. *Journal of Crop Health*, 74(2), 249–257. <https://doi.org/10.1007/s10343-021-00605-y>
- Escobar, E. H. (2021). Evaluación de la extracción de n, p y k en el cultivo de brócoli var. *Avenger*. Repositorio Institucional de La Universidad Técnica de Ambato, 1–53. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640>
- Escobosa-García, I., Vázquez-Medina, M. M., Samaniego-Gámez, B. Y., Valle-Gough, R. E., Vázquez-Angulo, J. C., & Núñez-Ramírez, F. (2022). Efecto del acolchado en repollo cultivado en el Valle de Mexicali. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 28, 197–206. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3275>
- Evans, L. T., & Fischer, R. A. (1999). Potencial de rendimiento: su definición, medición y significado. *Crop Science*, 39(6), 1544–1551. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.3961544x>
- Ewert, F. (2004). Modelización de las respuestas de las plantas al aumento de CO₂: ¿Qué importancia tiene el índice de área foliar? *Annals of Botany*, 93(6), 619–627. <https://doi.org/10.1093/aob/mch101>
- FAO. (2021). Uso de enmiendas orgánicas en el suelo. *The Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO TECA*. www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1618077/
- FAO. (2023). Cultivos y productos de ganadería. *Base de Datos Estadísticos de La FAO*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

- FAOSTAT. (2025). Cultivos y productos de ganadería. *La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura*. <https://doi.org/https://www.fao.org/faostat/>
- Fermont, A., & Benson, T. (2011). Estimación del rendimiento de los cultivos alimentarios cultivados por pequeños agricultores: una revisión en el contexto de Uganda. *A Review in the Uganda Context*, June, 1–57. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/10568/154345>
- Fernández, M. E. J. (2020). *Caracterización físico-química de biofertilizantes producidos a partir de la fermentación anaeróbica de residuos en establos lecheros*. [Tesis de ingeniería agronómica, Universidad Central del Ecuador, Quito]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/challenge>
- Ferreira, P. A. A., Ceretta, C. A., Lourenzi, C. R., De Conti, L., Marchezan, C., Giroto, E., Tiecher, T. L., Palermo, N. M., Parent, L. É., & Brunetto, G. (2022). Efectos a largo plazo del estiércol animal sobre la recuperación de nutrientes y la calidad del suelo en Hapludalf típico ácido en condiciones de labranza cero. *Agronomy*, 12(2), 243. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020243>
- Franco-López, J. A., Uribe-Gómez, J. A., & Agudelo-Vallejo, S. (2021). Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso. *Revista CEA*, 7(15), e1800. <https://doi.org/10.22430/24223182.1800>
- Galarza, R. C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3). <https://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- García-manso, A., Macías-macías, M., García-orellana, C. J., & González-, H. M. (2021). Hacia la cosecha selectiva y automática de brócoli para la industria agroalimentaria. *Computadoras y Electrónica En La Agricultura*, 188, 106263. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106263>
- Gardebroek, C., & Hernández, M. A. (2013). Análisis de la transmisión de la volatilidad entre los mercados estadounidenses del petróleo, el etanol y el

maíz. *Economía de La Energía*, 40, 119–129.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.06.013>.

Garza Charneca, A. (2024). *Evaluación agronómica y aptitud comercial para la industria del congelado de variedades de brócoli (Brassica oleracea var. italica)*. [Universidad de Zaragoza] 1–79.
<https://zaguan.unizar.es/record/112622/files/TAZ-TFG-2022-641.pdf>

Gaspar, R. A. H. (2021). *Rendimiento y calidad de Brócoli (Brassica oleracea var. italica) cv. imperial empleando cuatro densidades de siembra en el Valle Chillón*. [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú].
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122635/records/65fc2cdfce216acd4b80f038>

George, W. D. (2002). Producción comercial de hortalizas con acolchado plástico. *NM STATE*, 575–646. <https://pubs.nmsu.edu/h/H245/>

George, W. D. (2024). Producción comercial de hortalizas con plástico acolchado. *New Mexico State University*, 1–7. <https://pubs-nmsu-edu.translate.google/h/H245/?xtrsl=en&xtrtl=es&xtrhl=es&xtrpto=tc>

Gmižić, D., Pinterić, M., Lazarus, M., & Šola, I. (2023). Valor nutricional de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L. convar. *botrytis* (L.) Alef. var. *cymosa* Duch.) debido a los altos cambios de temperatura de crecimiento. *Foods*, 12(3), 582. <https://doi.org/10.3390/foods12030582>

Gobierno de México. (2025). Propuesta de México para la elaboración de una norma para Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). *FAO/OMS – Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization*, 1–13. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

González, de C. B. (2016). *Estudio del comportamiento de cultivares de brócoli y determinación de las necesidades hídricas y coeficiente de cultivo 'kc.'* [Grado de ingeniería agrícola y de medio rural, Universidad de la Laguna, La laguna].

https://www.academia.edu/28050163/ESTUDIO_DEL_COMPORTAMIENTO_DE_CULTIVARES_DE_BR%3%93COLI_Y_DETERMINACI%3%93N_DE_LAS_NECESIDADES_H%3%8DDRICAS_Y_COEFICIENTE_DE_CULTIVO_Kc

Gonzalez, G. D., & Carro, P. R. (2010). Calidad, productividad y competitividad. *Administración de La Operaciones*, 2.

<http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607/>

González-Cifuentes, A. I., Reta-Sanchez, D. G., Cueto Wong, J. A., Sánchez Duarte, J. I., Ochoa Martínez, E., & Reyes González, A. (2022). Aporte de carbono y nitrógeno al suelo por residuos de cultivos forrajeros alternativos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(5), 773–784.

<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.2714>

Goss, M. J., Tubeileh, A., & Goorahoo, D. (2013). Una revisión del uso de enmiendas orgánicas y el riesgo para la salud humana. *Advances in Agronomy*, 120, 275–379. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-4076860.00005-1>

Greer, L., & Dole, J. M. (2003). El papel de aluminio, los mantillos pintados con aluminio, los plásticos y los degradables aumentan los rendimientos y reducen las enfermedades virales transmitidas por insectos en las hortalizas. *Tecnología Hortícola*, 13(2), 276–284. <https://scispace.com/pdf/aluminum-foil-aluminium-painted-plastic-and-degradable-4fovwm65e.pdf>

Gudiño, I., Casquete, R., Martín, A., Wu, Y., & Benito, M. J. (2024). Análisis exhaustivo de compuestos bioactivos, propiedades funcionales y aplicaciones de los subproductos del brócoli. *Foods*, 13(23), 3918. <https://doi.org/10.3390/foods13233918>

Guimarães, C. R., Célio, de F. C., Vitoria, M. J., & Carvalho, M. I. (2024). Una herramienta de evaluación de la salud del suelo para sistemas de cultivo de hortalizas en suelos tropicales basada en beta-glucosidasa , arilsulfatasa y carbono orgánico del suelo. *SciencieDirect'*, 198(1), 105394. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105394>

- Hadley, P., & Pearson, S. (1998). Efectos de los factores ambientales en el progreso hacia la madurez del cultivo en cultivos de brassica seleccionados. *Acta Horticulturae*, 459, 61–70. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.459.5>
- Hadley, P., & Pearson, S. (1999). 11 fisiología. *Biologiy of Brassica Coenoespecies*, 4, 359–373. [https://doi.org/10.1016/S0168-7972\(99\)80012-7](https://doi.org/10.1016/S0168-7972(99)80012-7)
- Hayes, A. (2024). Rendimiento de los cultivos: definición, formula y estadística. Investopedia, 1–8. <https://www.investopedia.com/terms/c/crop-yield.asp>
- Herrera, F., Velasco, C., Denen, H., & Radulovich, R. (1994). Fundamentos de análisis económico guía para investigación y extensión rural. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2208>
- Ibrahim, E. A., Ebrahim, N. E. S., & Mohamed, G. Z. (2024). Mitigación del estrés hídrico en brócoli mediante la aplicación de ácido húmico al suelo. *Scientific Reports*, 14(1), 2765. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53012-4>
- Jia, Z., Wu, B., Wei, W., Chang, Y., Lei, R., Hu, W., & Jiang, J. (2023). Efecto de la aplicación de una membrana plástica y un acolchado de geotextil sobre la humedad del suelo y el crecimiento del maíz de primavera en la región montañosa de loess de Yan'an, China. *Agronomy*, 13(10), 2513. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102513>
- Kabirinejad, S., & Hoodaji, M. (2012). Efectos de la aplicación de biosólidos sobre las propiedades químicas del suelo y la nutrición de Zea mays. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/2251-7715-1-4>
- Kaviya, B., Sudharshini, G. M., Pachiyappan, K. M., Sathyam, R. D., & Jothi, J. (2024). Revisión sobre Geo Textil. *Internation Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 12(9), 778–786. <https://ijcrt.org/searchpage.php?searchvalue=&page=5170>

- Kilelu, C. W., Musyoka, D. M., & Kalele, D. N. (2024). Desentrañar la pérdida de alimentos de los pequeños productores y el valor de las inversiones sostenibles en la cadena de frío: un caso de cadenas de valor hortícolas en el condado de Kiambu, Kenia. *Frontiers in Horticulture*, 3(1474056). <https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1474056>
- Kiruthiga, B., Singh, M., Khanna, M., Singh, S., Parihar, C. M., Bandyopadhyay, K. K., Kumar, S. N., Rajput, J., & Kishor, N. (2023). Rendimiento de cultivos, eficiencia en el uso del agua y evaluación económica del brócoli morado (*Brassica oleracea*) en diversas prácticas de manejo del agua y el nitrógeno. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 93(11), 1202–1207. <https://doi.org/10.56093/ijas.v93i11.141395>
- Kruger, E. L., & Volin, J. C. (2006). Reexaminando la relación empírica entre el crecimiento de las plantas y la fotosíntesis foliar. *Functional Plant Biology*, 33(5), 421–429. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/FP05310>
- Kumar, N. (2025). Efecto de la aplicación de materia orgánica en las propiedades físicas del suelo: una revisión. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*, 11(19), 443–450. <https://doi.org/https://doi.org/10.64252/zmsxam18>
- Kumar, S., & Dey, P. (2011). Efectos de diferentes acolchados y métodos de riego sobre el crecimiento de las raíces, la absorción de nutrientes, la eficiencia en el uso del agua y el rendimiento de la fresa. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 318–324. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.023>
- Lal, R. (2020). Materia orgánica del suelo y retención de agua. *Agronomy Journal*, 112. <https://doi.org/10.1002/agj2.20282>
- Lamont, jr. W. J. (2017). Coberturas plásticas para la producción de cultivos de hortalizas. *A Guide to the Manufacture, Performance, and Potential of Plastics in Agriculture*, 3(1), 45–60. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08102170-5.00003-8>

- Lamont, W. J. (2005). *Plásticos: Modificando el microclima para la producción de cultivos hortícolas*. *HortTechnology*, 15(3), 477–481. <https://doi.org/10.21273/horttech.15.3.0477>
- Li, Y., Hu, Y., Song, D., Liang, S., Qin, X., & Siddique, K. H. M. (2021). Los efectos de la incorporación de paja con acolchado de película plástica sobre las propiedades del suelo y la estructura de la comunidad bacteriana en la meseta de loess. *European Journal of Soil Science*, 72(2), 979–994. <https://doi.org/10.1111/ejss.12912>
- Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., & Shak, K. pui yee. (2014). El uso de vermicompost en la agricultura ecológica: panorama general, efectos sobre el suelo y aspectos económicos. *Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1143–1156. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6849>
- Machanoff, C. A., Vann, M. C., Woodley, A. L., & Suchoff, D. (2022). Evaluación del uso de acolchados de polietileno en la producción de tabaco orgánico curado al aire caliente. *Agronomy Journal*, 114(4), 2501–2517. <https://doi.org/10.1002/agj2.21100>
- Mahrer, Y. (1979). Predicción de la temperatura del suelo con acolchado de polietileno transparente. *Applied Meteorology and Climatology*, 18(10), 1263–1267. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<1263:POSTOA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<1263:POSTOA>2.0.CO;2)
- Maldonado, J., Ramírez, J., Méndez, A., & Nicolás, P. (2017). The broccoli production system from the perspective of the social field of Pierre Bourdieu. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 27(50). <https://doi.org/10.24836/es.v27i5.487>
- Mansoor, Z., Tchienbou-Magaia, F., Kowalczyk, M., Adamus, G., Manning, G., Parati, M., Radecka, I., & Khan, H. (2022). El impacto de los mantillos en las plantas y el medio ambiente: una revisión. *Polymers*, 14(23), 239 – 249. <https://doi.org/10.3390/polym14235062>

- Mansoor, Z., Tchienbou-Magaia, F., Kowalczyk, M., Adamus, G., Manning, G., Parati, M., Radecka, I., & Khan, H. (2022). Uso de polímeros como películas de mantillo en la agricultura: una revisión de la historia, los problemas y las tendencias actuales. *Polymers*, 14(23), 5062. <https://doi.org/10.3390/polym14235062>
- Mashkey, V. K., Chamroy, T., Choudhary, D., Shrivastava, M., & Sengupta, J. D. (2023). Efecto de la aplicación integrada de nitrógeno y acolchado sobre el crecimiento, el rendimiento y las características de calidad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cv. Palam Samridhi. *Advanced Zoology*, 44(04), 50–59. <https://doi.org/10.17762/jaz.v44i4.1223>
- Meem, H. Z., Ali, M., Mehedi, N. H., Hossain, D., & Howlader, P. (2024). Efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos en el crecimiento y rendimiento del brócoli. *AGRICULTURE, LIVESTOCK and FISHERIES*, 11(2), 197–204. <https://doi.org/10.3329/ralf.v11i2.76067>
- Mendivil, L. C., Nava, P. E., Armenta, B. A. D., Ruelas, A. R. D., & Félix, H. J. A. (2019). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia*, 22(1), 17–23. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1120>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2024). Ficha agrícola región Ayacucho. <https://conecta.agromercado.gob.pe/publication/40>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2026). Compendio anual de "PRODUCCIÓN AGRÍCOLA". <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>
- Mitu, F. A., Ashraful, M., Kader, M. A., Talukder, F. U., Akter, T., Akter, N., Karim, J., Soothar, R. K., & Singha, A. (2024). Preservación de las propiedades del suelo y mejora del rendimiento de la coliflor con acolchado de plástico negro en Bangladesh. *Sains Tanah*, 21(2), 238–245. <https://doi.org/10.20961/stjssa.v21i2.89262>

- Mohammed, G. H., Sarhanand, T. Z., & Teli, J. A. (2016). Efecto del acolchado y del fertilizante orgánico en el crecimiento, el rendimiento y la calidad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Zankoy Sulaimani*, 18(1), 207–212. <https://doi.org/10.17656/jzs.10464>
- Moles, A. T., Warton, D. I., Warman, L., Swenson, N. G., Shawn, W., Zanne, A. E., Pitman, A., Hemmings, F. A., & Leishman, M. R. (2009). Patrones globales en la altura de las plantas. *Journal of Ecology*, 97(5), 923–932. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01526.x>
- Moreno-Reséndez, A., Reyes-Carrillo, J. L., López-Salazar, R., Espinoza-Banda, A., & Márquez-Guerrero, S. Y. (2024). Rendimiento y Desarrollo de *Citrullus lanatus* Thunb., con Acolchado Plástico y Vermicompost como Fuente Nutritiva. *TERRA LATINOAMERICANA*, 42, 1–9. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1580>
- Murillo Montoya, S. A., Mendoza Mora, A., & Fadul Vásquez, C. J. (2019). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *La Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustrial*, 7(1), 58–68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>
- Murillo, M. S. A., Mendoza, M. A., & Fadul, V. J. (2019). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *La Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustrial*, 7(1), 58–68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>
- Naik, P. S., Singh, M., & Ranjan, J. K. (2017). Impacto del cambio climático en la producción de hortalizas y medidas de adaptación. *Abiotic Stress Management for Resilient Agriculture*, 413–428. https://doi.org/10.1007/978981-10-5744-1_19
- Nastis, S. A., & Michailidis, A. (2020). Productividad agrícola: apoyo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. *Hambre Cero*, 1–10. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95675-6_4

- Obalum, S. E., Chibuike, G. U., Peth, S., & Ouyang, Y. (2017). La materia orgánica del suelo como único indicador de la degradación del suelo. *Environ Monit Assess*, 189(176). <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5881-y>
- Olougou, M. N. E., Kungang, N. A., Ndzeshala, S. T., Ngone, M. A., & Ngosong, C. (2025). Explorando el valor fertilizante del vermicompost y el estiércol de aves de corral para mejorar la salud del suelo y el rendimiento de *Vernonia hymenolepis* de hojas amargas y dulces. *Discover Soil*, 2(42). <https://doi.org/10.1007/s44378-025-00073-0>
- Orzolek, M., Lamont Jr., W., Kime, L., & Harper, J. (2012). Producción de brócoli. *Penn State, Coopertive Extension, College of Agricultural Sciencies*, 1–6. <https://extension.psu.edu/broccoli-production>
- Oyege, I., & Balaji Bhaskar, M. S. (2023). Efectos del vermicompost en la salud del suelo y las plantas y promoción de la agricultura sostenible. *Soil Systems*, 7(4), 101. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7040101>
- Paredes Peralta, A. V., & Guzmán Brito, Z. R. (2024). Revisión bibliográfica del efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola. *ConcienciaDigital*, 7(4), 87–102. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i4.3236>
- Parfitt, J., Barthel, M., & MacNaughton, S. (2010). Desperdicio de alimentos en las cadenas de suministro de alimentos: cuantificación y potencial de cambio hasta 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 3065–3081. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Patiño Ramírez, S., Contreras Rivera, R. J., López Sánchez, R. N., Ubillús Farfán, S. W., & Sáenz Avila, J. C. (2022). Gestión de la agricultura sostenible y el desarrollo rural en las regiones del Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 953–972. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3589
- Pino, M. del. (2016). El cultivo de Brócoli Hortícola. *Curso de Horticultura de La Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*, 3, 12–13. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69028>

- Poonlarp, P., Boonyakiat, D., Chuamuangphan, C., & Chanta, M. (2018). Mejorando el manejo poscosecha de las hortalizas del Proyecto Real. *ISHS Acta Horticulturae*, 1194, 595–601. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1194.86>
- PU, C., KAN, Z. rong, LIU, P., MA, S. tian, QI, J. ying, ZHAO, X., & ZHANG, H. lin. (2019). Residue management induced changes in soil organic carbon and total nitrogen under different tillage practices in the North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(6), 1337–1347. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62079-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62079-9)
- Puenayan, A., Córdoba, F., & Alberto, R. (2010). Respuesta de brócoli Brassica oleracea var. Italica L. Híbrido Legacy a la fertilización con N-P-K en el municipio de Pasto, Nariño. *Revista de agronomía*, XXVII(1), 49–57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104151>
- Qiao, Y., Kang, M., & Ahn, B. Il. (2023). Análisis de los factores que afectan la fluctuación de los precios de las verduras: un estudio de caso de Corea del Sur. *Agriculture (Switzerland)*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agriculture13030577>
- Rabbee, H. E., Methela, N. J., Hossain, B., & Islam, R. (2020). Respuesta del crecimiento y rendimiento del brócoli al vermicompost y al estiércol de corral. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 25(02), 2107–2113. <https://doi.org/10.18801/jbar.250220.257>
- Ramos, A. D., & Elein, T. A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Rastogi, M., Verma, S., Kumar, S., Bharti, S., Kumar, G., Azam, K., & Singh, V. (2023). Salud del suelo y sostenibilidad en la era de las enmiendas orgánicas: una revisión. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(10), 2088–2102. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i102870>

- Rayne, N., & Aula, L. (2020). El estiércol del ganado y sus efectos en la salud del suelo: una revisión. *Soil Systems*, 4(4), 1–26.
<https://doi.org/10.3390/soilsystems4040064>
- Risco, D., Gutiérrez, A., Val, J., León, J., Díaz, A., Benalcázar, P., & Prieto, H. (2018). Programación de riego en brócoli (*Brassica oleracea* L. cv. *italica*) en los Andes ecuatorianos. *Idesia (Arica)*, 36(1), 57–63.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018000100057>
- Rivera Bejarano, W. deive. (2016). *Humus de lombriz en el rendimiento de brócoli (Brassica oleracea L.) CV. 'legacy' bajo cobertura de plástico y mulch orgánico en sistema de riego por goteo en Cayma - Arequipa*. [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2372>
- Rocha, L. J. J. (2016). *Efecto de tres dosis de TretraHormona en el cultivo de Brócoli usando el híbrido Royal Favor F-1 HyB en la provincia de Lamas*. [Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto].
<http://hdl.handle.net/11458/614>
- Rodriguez, F. (2015). *Caracterización de materiales termoplásticos: Polipropileno*. [Tesis de ingeniería aeronáutica, Universidad de Sevilla].
- Salas, F. M. G., Becraft, P. W., YIN, Y., & Lubberstedt, T. (2009). ¿De enanos a gigantes? Manipulación de la altura de las plantas para aumentar el rendimiento de biomasa. *Trends in Plant Science*, 14(8), 454–461.
<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.06.005>
- Salinas, M. A. M. (2004). Método de muestreo. *Ciencia UANL*, 7(1), 121–123.
<https://es.scribd.com/document/449429142/metodos-de-muestreo-pdf>
- Sánchez, G. E. (2019). Análisis Básico de Rentabilidad: Ingresos y Costos Agropecuarios. *Revista Actualidad Agropecuaria*, 16–18.

https://www.researchgate.net/publication/337323188_Analisis_basico_de_rentabilidad_ingresos_y_costos_agropecuarios

Saputra, H., Soleh, M. A., Hamdani, J. S., & Taylor, G. (2025). El potencial y las diferencias entre el mantillo y la materia orgánica para reducir el estrés por sequía en las plantas: una revisión. *Cogent Food & Agriculture*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2025.2454342>

Sarmiento, S. G., Rivera, B. W., Mena, C. L., Quispe, C. R., Velarde, A. L., & Lipa, M. L. (2023). Efecto del uso de vermicompost, acolchado orgánico y cobertura plástica sobre algunas propiedades del suelo y el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.), en Perú. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 39(1), 35–44. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-4EUGL60004>

SEPSA. (2021). Modelo de Costos de Producción. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/CostosProduccion/Paginas/default.aspx>

Serrano-Ruiz, H., Martin-Closas, L., & Pelacho, A. M. (2021). Mantillos plásticos biodegradables: impacto en el entorno biótico agrícola. *Science of the Total Environment*, 750, 141228. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141228>

Shan, X., Zhang, W., Dai, Z., Li, J., Mao, W., Yu, F., Ma, J., Wang, S., & Zeng, X. (2022). Análisis comparativo de los efectos de las películas de acolchado plástico sobre los nutrientes del suelo, el rendimiento y el microbioma del suelo en tres campos de hortalizas. *Agronomy*, 12(2), 506. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020506>

Shcherbatyuk, N., Weiss, B., Yu, Y., Gull, N., Williams, A., Devetter, L. W., & Miles, C. (2025). Preguntas frecuentes sobre los acolchados plásticos biodegradables del suelo. *HortTechnology*, 35(4), 470–480. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH05652-25>

Singh, R., Bajpai, D., & Sharma, A. (2020). Impacto del acolchado, el espaciamiento y la fertilización en el crecimiento, el rendimiento y la

economía del brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. *Italica*) en el cultivo de cafetería en el distrito de Narsinghpur MP. *International Journal of Chemical Studies*, 8(3), 117–122. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i3b.9212>

Siomos, A. S., Koularmanis, K., & Tsouvaltzis, P. (2022). Los impactos del cambio climático emergente en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck.). *Horticulturae*, 8(11), 1032. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111032>

Sokombela, A., Ndhlala, A. R., Bopape-Mabapa, M. P., Eiasu, B. K., Mpai, S., & Nyambo, P. (2025). El impacto del acolchado plástico coloreado en las propiedades del suelo, la densidad de malezas y la productividad de los cultivos de hortalizas: un metanálisis. *Scientific Reports*, 15(1), 31891. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-17237-1>

Spaldon, S., Kanwar, M. S., Laskit, J., & Hussain, A. (2022). Cultivo de brócoli fuera de temporada (*Brassica oleracea* var. *italica*) bajo túnel bajo en el este de Ladakh (UT). *The Pharma Innovation*, 11(12), 368–370. <https://www.thepharmajournal.com/specialissue?year=2022&vol=11&issue=12S&ArticleId=17219>

Stehouwer, R. (2023). Efectos de los biosólidos en la calidad del suelo y de los cultivos. *Extensión de Penn State*. <https://extension.psu.edu/effects-of-biosolids-on-soil-and-crop-quality>

Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., & David, J. (2016). Acolchado plástico en la agricultura. ¿Intercambiar beneficios agronómicos a corto plazo por degradación del suelo a largo plazo? *Science of The Total Environment*, 550, 690–705. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.153>

Syed, R. U., Moni, S. S., Break, M. K. Bin, Khojali, W. M. A., Jafar, M., Alshammari, M. D., Abdelsalam, K., Taymour, S., Alreshidi, K. S. M., Elhassan Taha, M. M., & Mohan, S. (2023). Brócoli: Un vegetal multifacético para la salud: Un análisis profundo de sus atributos nutricionales, propiedades

- antimicrobianas y antiinflamatorias. *Antibiotics*, 12, 1157. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12071157>
- Tanasă, F., Nechifor, M., Ignat, M. E., & Teacă, C. A. (2022). Geotextiles: una herramienta versátil para aplicaciones ambientales sensibles en ingeniería geotécnica. *Textiles*, 2(2), 189–208. <https://doi.org/10.3390/textiles2020011>
- Tascı, F. G., & Kuzucu, C. O. (2023). Efectos del uso de vermicompost y abono verde en el rendimiento y los factores económicos del brócoli. *Horticulturae*, 9(3), 406. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030406>
- Tasha, H., & Calles, J. (2023). Cultivo de brócoli para principiantes. *Extensión WVU*, 8–10. <https://extension.wvu.edu/lawn-gardening-pests/gardening/gardening-101/growing-broccoli-for-beginners>
- Thentu, T. L., Dutta, D., Mudi, D. D., & Saha, A. (2016). Rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) bajo riego por goteo y acolchado. *Applied and Natural Science*, 8(3), 1410–1415. <https://doi.org/10.31018/jans.v8i3.974>
- Thilagam, V. K., Lalitha., M., Balakrishnan, N., & Mansour, M. (2025). Efecto del multiférico plástico en las propiedades del suelo y el crecimiento de los cultivos: una revisión. *Agricultural Reviews*, 31(2), 145–149. <https://arccjournals.com/journal/agricultural-reviews/ARCC1349>
- Tierras, V. Y. B. (2007). Evaluación del contenido nutrimental del compost elaborado con tres tipos de mezclas de desechos orgánicos y su efecto en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica plenk*). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/c4a02fbc-9c8d-45b8-95d8-3cd46c637c67>
- Timofti, C., & Iatisin, T. (2013). Análisis y pronóstico de los resultados financieros de las fracciones vitinarias en Moldavia. *Serie de Artículos Científicos: Gestión, Ingeniería Económica En Agricultura y Desarrollo Rural*, 13(2), 417–420. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-417-419.pdf

- Tjeertes p, K. (2004). Brassica oleracea - coliflor y brócoli. (PROTA) *Plant Resources of Tropical Africa*, 1–9. [https://uses.plantnet-project.org/en/Brassica_oleracea_-cauliflower_and_broccoli\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/en/Brassica_oleracea_-cauliflower_and_broccoli(PROTA))
- Torres, Q. E. (2024). Conceptos básicos de la producción de brócoli. *NC State Extension*, 1–6. <https://content.ces.ncsu.edu/basics-of-broccoli-production#>
- Tourte, L., Smith, R., Murdock, J., & Goodrich, B. (2023). Ejemplo de costos de producción y cosecha brócoli – corte de corona. *University of California Agriculture and Natural Resources, UC Cooperative Extension, UC Davis Department of Agricultural and Resource Economics*. <https://coststudyfiles.ucdavis.edu/uploads/pub/2023/08/04/2023-brocbunch14s-full-final.pdf>
- Valenzuela, A. P., & Gutiérrez, C. M. H. (1999). Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. *En Agrónomo*, 50, 47–52. https://www.bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay?vid=56UDC_INST&docid=alma991000265769703936&context=L
- Verma, V. K., Jha, A. K., Verma, B. C., & Chaudhuri, D. N. yPriyajit. (2018). Efecto de los materiales de acolchado sobre la salud del suelo, el rendimiento y los atributos de calidad del brócoli cultivado en condiciones de media ladera. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India. Section B Biological Sciencies*, 88(1), 1589–1596. <https://doi.org/10.1007/s40011-017-0907-3>
- Vicente, S. S. V., & Calle, A. E. M. (2024). Fertilizantes en la producción agrícola: un análisis de la percepción de uso. *Apuntes Del CENES*, 43(78), 209–234. <https://doi.org/10.19053/uptc.01203053.v43.n78.2024.17532>
- Vivanco, O. K. J. (2023). *Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (Brassica oleracea L. variedad itálica) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho*. [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, Ayacucho, Perú]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5697>

- Wan, Y., Yang, Y., & Zhou, W. (2025). Mantillo plástico agrícola: una breve revisión de su desarrollo, composición y estrategias de reciclaje catalítico. *Catalysts*, 15(4), 310. <https://doi.org/10.3390/catal15040310>
- Wang, S. Y. (2013). Poscosecha para la riqueza y la salud. *Acta Horticulturae*, 1012, 785–796. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1012.106>
- WISDOM LIBRARY. (2025). Significance of Farm profitability. *Documentos Planning*, 4, 1–4.
- Yan, L., Zhou, G., Shahzad, K., Zhang, H., Yu, X., Wang, Y., Yang, N., Wang, M., & Zhang, X. (2023). Avances en la investigación sobre la tecnología de utilización de los recursos de tallo y hojas de brócoli y el mecanismo de acción de sus sustancias bioactivas. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1138700. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1138700>
- Yasmin, A., Hossain, M. M., & Rahman, M. H. (2021). Crecimiento y rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) influenciados por la edad de la plántula y los materiales de acolchado. *Fundamental and Applied Agriculture*, 6(2), 134–143. <https://doi.org/10.5455/faa.67123>
- Zambrano, J. L., Cartagena, Y., Sangoquiza, C., Pincay, A., Parra, A. R., Manguashca, J., Rivadeneira, J. L., Subía, C., & Park, C. H. (2024). Explorando el acolchado plástico como estrategia para mitigar el estrés por sequía y aumentar el rendimiento del maíz en los Andes ecuatorianos. *Water (Switzerland)*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/w16071033>
- Zhang, C., Liu, X., Zhang, L., & Chen, Q. (2024). Evaluación de las implicaciones ambientales y de envejecimiento de las películas de acolchado de polietileno en tierras agrícolas. *Environ. Sci.: Impactos de Procesos*, 26(8), 1310–1321. <https://doi.org/10.1039/D4EM00102H>

ANEXOS

Matriz de consistencia

Influencia de la materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en Cangari, Huanta.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general: ¿Cuál es la influencia de la materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta?	Objetivo general: Determinar la influencia del uso de materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta.	Hipótesis general: El uso combinado de materia orgánica y cobertura plástica influye significativamente en la productividad del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta.	Independiente: - Materia orgánica - Cobertura plástica Dependiente - Productividad de brócoli	Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Enfoque: Cuantitativo Diseño: Diseño de bloques completos aleatorizado (DBCA) con arreglo factorial 2 x 2. Población: 480 plantas Muestra: 13 plantas por unidad experimental Instrumentos de recolección de datos: - Hoja de campo - Ficha de evaluación - Cinta métrica - Balanza analítica - Regla - Vernier. Técnicas:
Problemas específicos: • ¿Cuál es el efecto de la materia orgánica sobre el rendimiento del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta? • ¿Cuál es la influencia de la cobertura plástica en el desarrollo del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta?	Objetivos específicos: • Determinar el efecto de la materia orgánica sobre el rendimiento del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta. • Determinar la influencia de la cobertura plástica en el desarrollo del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i>	Hipótesis específicas: • La aplicación de materia orgánica mejora significativamente el rendimiento del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta. • La cobertura plástica influye significativamente en el desarrollo del cultivo de		

• ¿Cuál es la interacción entre materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var <i>italica</i>) en Cangari, Huanta? • ¿Cuáles son los costos de producción asociados al uso de materia orgánica y cobertura plástica en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var <i>italica</i>) en Cangari, Huanta?	var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta. • Determinar la interacción entre materia orgánica y cobertura plástica en la productividad del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta • Comparar los costos de producción asociados al uso de materia orgánica y cobertura plástica en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta.	brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta. • La interacción entre la materia orgánica y la cobertura plástica tiene un efecto significativo sobre la productividad del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta. • El uso de materia orgánica y cobertura plástica representa un incremento en los costos de producción en el cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) en Cangari, Huanta.		- Observación directa - Medición cuantitativa - Registro sistemático
---	---	---	--	--

Anexo 1*Ficha de recolección de datos sobre de variables vegetativas***FICHA 01**

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
VARIABLES: VEGETATIVAS					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (<i>Brassica oleracea var. italica</i>) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		_____ (A los _____ DDT)			
Bloque: _____					
TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	ALTURA (cm)	Nº HOJAS	DIÁMETRO DE TALLO (mm)	DIÁMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
PROMEDIO					
T2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
PROMEDIO					
T3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				

	12				
	13				
PROMEDIO					
T4	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
PROMEDIO					

Anexo 2

Ficha de recolección de datos sobre variables productivas

FICHA 02

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)				
VARIABLES: PRODUCTIVAS				
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) EN CANGARI, HUANTA.				
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025		
FECHA DE EVALUACIÓN:		80 DDT		
BLOQUE: _____				
TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	DIÁMETRO POLAR DE LA PELLA (cm)	DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA (cm)	PESO DE LA PELLA (g)
T1	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
PROMEDIO				

T2	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
PROMEDIO				
T3	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
PROMEDIO				
T4	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
PROMEDIO				

Anexo 3

Registro de datos obtenidos durante las evaluaciones de las variables vegetativas

Registro de datos del bloque 1 a los 30 DDT

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica oleracea var. italica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		29/01/2026 (A los 30 DDT)			
BLOQUE: 1					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	21	6	0.87	38
	2	22	6	0.76	31
	3	22	5	0.79	30
	4	22.5	5	0.77	30.5
	5	25	6	0.92	41
	6	21	5	0.74	25.5
	7	20.5	5	0.56	28
	8	21.5	5	0.74	29
	9	14.2	6	0.62	33
	10	19	5	0.51	24
	11	14	5	0.45	20
	12	15.5	6	0.64	31
	13	19	6	0.62	29
PROMEDIO		20	5.96	0.69	30
T2	1	21	4	0.91	44
	2	18	6	0.95	45
	3	20	6	1.06	44
	4	20	5	0.84	42
	5	19	6	0.72	36
	6	16	6	0.85	37
	7	16.5	6	0.80	34
	8	16	5	0.87	36
	9	16	6	0.76	43
	10	19	6	0.80	40
	11	19	6	0.67	40
	12	18	6	0.59	34
	13	17	4	0.87	32
PROMEDIO		18	5.37	0.82	39
T3	1	22	6	0.88	34
	2	21	6	0.76	30
	3	25	6	0.80	37
	4	25	6	0.60	28
	5	19	6	0.78	25
	6	20	6	0.58	28
	7	21	6	0.68	31
	8	24	6	0.78	33
	9	20.5	6	0.62	26
	10	25	6	0.69	31
	11	21	6	0.65	21
	12	21	6	0.82	35
	13	26	6	0.76	35
PROMEDIO		22	6	0.72	31
T4	1	20	7	0.87	37
	2	22	7	1.30	48
	3	22	7	1.08	48
	4	22	7	0.96	45
	5	21	7	1.12	52
	6	25	8	1.05	44
	7	23	7	0.93	46
	8	21	7	0.91	47
	9	21	6	0.89	44
	10	18	6	0.84	39
	11	23	6	0.71	35
	12	21	6	0.92	41
	13	24	6	1.09	41
PROMEDIO		22	6.61	0.97	43

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque I durante la evaluación a los 30 DDT.

Registro de datos del bloque II a los 30 DDT

FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. itálica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		29/01/2026 (A los 30 DDT)			
BLOQUE: 2					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	24	5	0.46	32
	2	24	5	0.48	32
	3	22	5	0.57	35
	4	22	5	0.61	38
	5	21	5	0.36	40
	6	23	5	0.60	41
	7	23	5	0.61	34
	8	22	5	0.50	40
	9	21	5	0.61	35
	10	23	4	0.49	35
	11	22	6	0.58	36
	12	25	6	0.74	43
	13	22	6	0.56	36
PROMEDIO		23	5.08	0.59	37
T2	1	23	6	0.99	41
	2	23	6	0.80	42
	3	19	6	0.85	40
	4	21	7	1.09	43
	5	20	6	0.90	38
	6	20	6	0.71	40
	7	19	6	0.67	39
	8	21	6	0.77	45
	9	21	6	0.95	46
	10	15	5	0.56	30
	11	20	6	0.55	45
	12	19	6	0.76	38
	13	20	6	0.90	37
PROMEDIO		20	6.00	0.84	40
T3	1	18	6	0.88	23
	2	16	6	0.74	23
	3	19	6	0.87	21
	4	21	6	0.72	30
	5	16.5	6	0.73	21
	6	16	6	0.86	25
	7	16	6	0.72	29
	8	17	6	0.79	27
	9	20	6	0.73	28
	10	18	6	0.73	28
	11	21	6	0.45	23
	12	20	7	0.81	27
	13	21	6	0.70	37
PROMEDIO		18	6.08	0.79	26
T4	1	18	6	0.89	47
	2	19	6	0.24	42
	3	21	6	0.84	47
	4	24	8	0.91	52
	5	23	6	1.08	49
	6	20	6	0.78	42
	7	28	8	1.20	62
	8	26	9	1.20	48
	9	25	7	1.01	55
	10	20	6	0.67	48
	11	29	9	1.00	55
	12	25	7	0.96	54
	13	23	9	1.51	56
PROMEDIO		23	7.15	0.98	50

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque II durante la evaluación a los 30 DDT.

Registro de datos del bloque III a los 30 DDT

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALIAICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. <i>italica</i>) EN CANGARU, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		29/01/2026 (A los 30 DDT)			
BLOQUE: 3					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	17	5	0.51	20
	2	18	5	0.54	22
	3	18	4	0.53	24
	4	26	6	0.80	30
	5	18	5	0.74	26
	6	19	5	0.63	28
	7	26	6	0.84	35
	8	25	7	1.00	34
	9	19	5	0.65	27
	10	15	4	0.61	25
	11	22	6	0.84	35
	12	28	6	0.89	37
	13	19	4	0.45	22
PROMEDIO		21	5.23	0.70	29
T2	1	21	6	1.00	38
	2	20	5	0.86	31
	3	20	6	0.75	32
	4	23	5	0.93	38
	5	24	6	0.93	40
	6	23	4	0.76	35
	7	24	6	0.84	40
	8	23	6	0.80	44
	9	22	6	0.83	41
	10	24	6	0.72	36
	11	27	6	0.75	35
	12	26	6	0.75	40
	13	25	6	1.10	39
PROMEDIO		23	5.85	0.75	38
T3	1	20	6	0.64	26
	2	20	5	0.57	29
	3	24	5	0.81	32
	4	25	6	0.92	33
	5	18	6	0.63	29
	6	24	5	0.78	35
	7	20	6	0.60	25
	8	23	5	0.55	29
	9	20	5	0.59	30
	10	20	5	0.73	28.5
	11	20	5	0.64	29
	12	22	5	0.64	29
	13	22	5	0.52	25
PROMEDIO		22	5.31	0.66	29
T4	1	26	6	0.91	39
	2	29	7	0.99	39
	3	26	6	0.91	50
	4	27	6	0.80	44
	5	22	6	0.69	37
	6	26	7	0.81	42
	7	29	7	0.95	51
	8	26	6	0.85	42
	9	26	6	0.92	40
	10	29	6	1.21	41
	11	33	8	1.36	59
	12	39	7	0.80	47
	13	22	5	0.66	32
PROMEDIO		28	6.38	0.92	43

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque III durante la evaluación a los 30 DDT.

Registro de datos del bloque IV a los 30 DDT

FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica oleracea var. italica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		29/01/2026 (A los 30 DDT)			
BLOQUE: 4					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	24	5	0.86	41
	2	16	5	0.69	23
	3	20	5	0.21	28
	4	19	5	0.52	23
	5	21	2	0.61	34
	6	23	5	0.64	28
	7	20	5	0.52	22
	8	19	5	0.54	21
	9	18	5	0.62	21
	10	18	5	0.57	25
	11	18	5	0.47	22
	12	20	4	0.45	24
	13	22	4	0.56	21
PROMEDIO		20	4.75	0.59	26
T2	1	26	6	0.96	40
	2	22	5	0.66	36
	3	24	6	0.87	39
	4	24	6	1.01	39
	5	25	6	0.26	25
	6	24	6	1.01	39
	7	20	5	0.29	39
	8	24	5	0.99	40
	9	24	6	0.70	38
	10	23	6	1.00	34
	11	20	6	1.04	41
	12	22	6	0.92	40
	13	25	5	0.26	38
PROMEDIO		25	6.77	0.89	39
T3	1	23	6	0.66	28
	2	25	6	0.80	35
	3	25	5	0.69	32
	4	23	6	1.00	43
	5	30	5	0.69	32
	6	23	5	0.64	28
	7	22	5	0.61	31
	8	25	6	0.66	33
	9	22	5	0.56	29.5
	10	23	5	0.20	28
	11	19	4	0.60	29
	12	22	5	0.81	30
	13	28	6	0.78	35
PROMEDIO		24	6.81	0.72	32
T4	1	24	6	0.86	35
	2	24	6	0.89	33
	3	26	6	0.26	34
	4	26	6	0.88	40
	5	24	6	0.80	43
	6	22	5	0.68	32
	7	25	6	0.66	34
	8	25	6	0.66	36
	9	26	5	0.24	29
	10	25	6	0.96	35
	11	20	5	0.61	32
	12	25	4	0.64	27
	13	20	4	0.51	24
PROMEDIO		24	6.46	0.74	33

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque IV durante la evaluación a los 30 DDT.

Registro de datos del bloque I a los 60 DDT

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLOGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		28/02/2026 (A los 60 DDT)			
BLOQUE: 1					
TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	ALTURA (cm)	Nº HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	52	9	2.77	64
	2	56	9	2.30	65
	3	42	8	2.00	55
	4	42	9	2.81	55
	5	48	9	2.84	52
	6	53	9	2.45	61
	7	44	8	2.62	53
	8	50	9	2.84	55
	9	50	9	2.62	58
	10	52	8	2.48	58
	11	52	10	2.84	62
	12	50	8	2.10	56
	13	44	9	2.65	55
PROMEDIO		50	8.77	2.57	59
T2	1	47	12	2.63	75
	2	46	12	2.90	74
	3	56	13	3.17	50
	4	50	13	2.64	77
	5	60	13	2.05	62
	6	49	13	3.05	74
	7	50	12	3.15	63
	8	48	12	3.53	70
	9	48	12	3.37	70
	10	54	13	2.51	82
	11	47	13	3.47	72
	12	45	15	2.70	72
	13	48	12	3.68	73
PROMEDIO		50	12.85	3.10	73
T3	1	46	12	2.35	61
	2	43	10	2.90	50
	3	48	9	2.85	64
	4	58	8	2.47	50
	5	47	6	2.65	51
	6	48	9	2.93	51
	7	49	10	2.64	53
	8	39	9	2.50	56
	9	44	10	2.65	51
	10	51	8	2.26	56
	11	44	8	2.61	53
	12	53	11	3.02	62
	13	54	10	2.31	63
PROMEDIO		48	9.23	2.62	58
T4	1	46	14	2.87	70
	2	58	14	3.67	82
	3	54	13	3.06	68
	4	60	14	3.07	81
	5	54	15	3.11	71
	6	59	14	2.94	79
	7	59	13	3.98	73
	8	61	13	3.32	78
	9	54	12	3.16	80
	10	53	13	3.06	77
	11	69	15	3.04	72
	12	50	14	3.54	77
	13	50	15	3.47	74
PROMEDIO		56	13.85	3.20	75

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque I durante la evaluación a los 60 DDT.

Registro de datos del bloque II a los 60 DDT

FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. italiana) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		28/02/2026 (A los 60 DDT)			
BLOQUE: 2					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	46	7	2.23	51
	2	42	9	2.43	55
	3	43	8	2.23	65
	4	54	9	2.62	52
	5	48	8	1.50	57
	6	42	9	1.53	58
	7	45	10	2.27	54
	8	49	9	1.91	54
	9	53	8	2.31	60
	10	49	8	2.19	52
	11	52	9	1.92	57
	12	48	8	1.91	60
	13	53	10	2.15	61
PROMEDIO		48	8.62	2.13	57
T2	1	50	14	3.48	60
	2	52	13	3.62	65
	3	53	13	2.99	72
	4	55	15	3.07	74
	5	48	13	3.17	73
	6	52	13	3.20	72
	7	51	13	3.06	59
	8	57	14	3.62	74
	9	55	13	3.41	79
	10	47	10	3.33	60
	11	49	13	3.14	76
	12	55	15	3.03	71
	13	50	12	3.36	77
PROMEDIO		52	13.00	3.31	70
T3	1	48	9	2.86	60
	2	46	10	2.34	55
	3	58	9	2.52	63
	4	45	10	2.69	64
	5	44	10	2.82	52
	6	55	10	2.31	55
	7	48	10	2.66	57
	8	52	12	2.43	54
	9	42	10	2.56	62
	10	45	10	2.40	63
	11	56	13	2.96	67
	12	53	12	2.97	64
	13	53	12	2.70	60
PROMEDIO		50	10.54	2.68	60
T4	1	50	13	3.43	74
	2	59	13	3.11	78
	3	59	14	3.15	80
	4	52	13	3.63	74
	5	47	14	3.89	77
	6	43	12	3.17	75
	7	56	14	4.09	79
	8	49	15	3.41	70
	9	53	14	3.75	76
	10	45	13	3.05	72
	11	53	15	3.46	74
	12	59	14	3.26	77
	13	42	15	3.50	73
PROMEDIO		51	13.22	3.44	75

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque II durante la evaluación a los 60 DDT.

Registro de datos del bloque III a los 60 DDT

FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica) EN CANGARÍ, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		28/02/2026 (A los 60 DDT)			
BLOQUE: 3					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	40	8	2.47	55
	2	38	7	2.14	55
	3	38	8	2.17	47
	4	53	12	2.56	20
	5	48	9	2.79	65
	6	48	10	2.22	65
	7	50	10	2.85	62
	8	46	13	3.54	68
	9	39	8	2.97	56
	10	43	8	2.57	58
	11	53	9	3.86	60
	12	50	11	3.37	70
	13	41	10	2.94	60
PROMEDIO		43	9.46	2.97	60
T2	1	47	14	3.14	70
	2	23	13	2.28	77
	3	42	12	3.42	65
	4	48	13	3.84	78
	5	47	13	3.22	74
	6	49	13	2.87	78
	7	52	13	3.11	76
	8	50	12	2.86	73
	9	50	12	2.97	77
	10	49	13	3.29	70
	11	47	12	3.37	70
	12	48	12	3.09	60
	13	54	12	3.43	74
PROMEDIO		49	12.54	3.13	73
T3	1	44	10	3.10	56
	2	53	9	2.76	70
	3	53	11	2.93	67
	4	53	12	3.27	73
	5	52	10	2.16	60
	6	53	12	2.86	73
	7	53	9	2.15	58
	8	52	10	2.55	63
	9	49	9	2.93	63
	10	48	9	2.28	60
	11	50	10	2.25	63
	12	52	8	2.14	55
	13	43	10	2.71	58
PROMEDIO		50	9.92	2.64	63
T4	1	52	13	3.49	75
	2	54	13	3.11	72
	3	64	13	3.40	80
	4	55	13	2.99	77
	5	46	14	2.93	75
	6	52	13	3.01	70
	7	61	14	3.28	79
	8	48	13	2.74	70
	9	45	12	2.84	62
	10	48	16	3.78	81
	11	55	15	3.07	81
	12	52	14	3.24	77
	13	48	11	3.82	69
PROMEDIO		52	13.38	3.21	74

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque III durante la evaluación a los 60 DDT.

Registro de datos del bloque IV a los 60 DDT

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. italica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		28/02/2026 (A los 60 DDT)			
BLOQUE: 4					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	50	12	2.57	71
	2	49	9	2.64	60
	3	42	9	2.66	60
	4	46	8	2.40	52
	5	47	9	1.92	60
	6	48	9	2.47	60
	7	48	9	2.94	60
	8	49	9	2.12	61
	9	46	9	2.25	65
	10	37	9	2.27	60
	11	38	8	2.24	57
	12	39	8	2.43	60
	13	40	8	2.36	55
PROMEDIO		45	8.92	2.41	60
T2	1	55	13	3.85	77
	2	50	10	3.54	70
	3	50	14	3.63	75
	4	56	14	2.97	76
	5	56	12	2.75	66
	6	50	13	3.17	74
	7	55	14	3.49	75
	8	51	13	2.89	70
	9	58	10	3.32	74
	10	49	13	3.01	70
	11	46	13	2.38	70
	12	58	15	3.97	71
	13	58	14	2.01	72
PROMEDIO		53	13.89	3.24	72
T3	1	44	8	2.49	55
	2	49	13	2.93	69
	3	44	9	2.78	64
	4	48	12	2.84	68
	5	46	10	2.14	63
	6	48	10	2.87	63
	7	56	9	2.60	68
	8	50	9	2.49	67
	9	45	9	2.61	56
	10	45	9	2.07	57
	11	54	9	2.62	64
	12	50	9	2.62	64
	13	50	10	3.10	67
PROMEDIO		48	9.69	2.83	63
T4	1	45	13	2.87	70
	2	44	12	3.18	68
	3	56	14	3.44	77
	4	54	13	3.50	78
	5	55	14	4.17	77
	6	56	12	2.00	74
	7	43	10	3.34	80
	8	50	15	3.45	76
	9	49	12	3.31	77
	10	53	14	3.03	80
	11	54	14	3.45	80
	12	46	10	3.14	74
	13	46	13	3.01	80
PROMEDIO		50	12.77	3.30	76

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque IV durante la evaluación a los 60 DDT.

Registro de datos del bloque I a los 80 DDT (Cosecha)

FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BROCOLI (Brassica oleracea var. italica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha			
BLOQUE: 1					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	61	17	3-53	78
	2	60	17	3-32	68
	3	63	17	3-52	75
	4	53	17	3-59	66
	5	55	19	3-41	70
	6	56	19	3-56	62
	7	50	18	3-66	64
	8	55	17	3-49	65
	9	56	16	3-30	68
	10	56	16	3-40	69
	11	57	17	3-58	72
	12	53	15	3-38	70
	13	54	17	3-28	70
PROMEDIO		55	17.08	3-48	69
T2	1	59	18	4-43	81
	2	56	19	4-23	86
	3	61	20	4-44	85
	4	57	19	4-49	81
	5	67	20	4-39	74
	6	58	19	4-61	79
	7	59	19	4-33	68
	8	57	18	4-80	72
	9	57	19	4-65	75
	10	64	22	2-94	90
	11	50	19	4-17	73
	12	56	20	3-23	80
	13	56	18	4-38	81
PROMEDIO		59	19.23	4-61	80
T3	1	50	18	3-54	68
	2	47	15	3-76	63
	3	52	15	3-01	70
	4	65	15	3-56	65
	5	52	13	3-31	68
	6	52	15	3-54	69
	7	54	16	3-34	70
	8	46	14	2-94	71
	9	49	15	3-16	83
	10	56	14	2-65	61
	11	49	14	3-44	70
	12	59	17	3-77	71
	13	60	16	3-42	73
PROMEDIO		53	15.15	3-38	68
T4	1	55	19	3-55	77
	2	62	20	4-17	76
	3	61	19	3-71	74
	4	65	21	3-63	82
	5	58	21	3-52	75
	6	63	20	3-53	82
	7	63	18	4-05	81
	8	63	20	3-90	84
	9	57	18	3-81	84
	10	60	19	3-68	81
	11	63	21	3-79	78
	12	59	20	4-13	85
	13	55	20	3-87	80
PROMEDIO		60	19.69	3-82	80

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque I durante la evaluación a los 80 DDT.

Registro de datos del bloque II a los 80 DDT (Cosecha)

FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLOGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha			
BLOQUE: 2					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	56	16	3.76	79
	2	50	14	3.78	76
	3	55	18	3.56	80
	4	56	17	3.80	80
	5	52	19	3.76	72
	6	50	17	3.67	72
	7	48	16	3.54	74
	8	57	18	3.57	77
	9	53	16	3.52	77
	10	54	17	3.64	60
	11	57	19	4.01	79
	12	56	17	3.86	77
	13	58	18	3.52	64
PROMEDIO		54	17.71	3.71	74
T2	1	52	19	4.39	77
	2	56	19	4.37	78
	3	57	20	3.84	84
	4	65	19	3.89	83
	5	55	18	4.22	84
	6	52	19	4.36	83
	7	55	19	4.37	78
	8	59	20	4.24	84
	9	62	18	4.18	83
	10	63	17	4.29	75
	11	55	19	4.15	84
	12	63	19	3.81	75
	13	56	18	3.92	80
PROMEDIO		57	19.74	4.15	81
T3	1	55	17	4.62	60
	2	52	20	3.84	65
	3	66	17	3.85	77
	4	53	18	4.12	74
	5	51	17	4.10	79
	6	65	17	3.70	70
	7	53	17	3.80	69
	8	61	18	4.11	73
	9	55	17	3.74	73
	10	54	16	3.62	70
	11	60	18	4.05	73
	12	52	17	3.55	74
	13	51	18	3.81	72
PROMEDIO		56	17.46	3.92	73
T4	1	59	19	4.37	80
	2	61	20	4.27	83
	3	62	20	4.17	84
	4	56	19	4.38	81
	5	57	21	4.46	81
	6	57	19	4.20	80
	7	60	20	4.59	84
	8	52	21	4.18	81
	9	57	19	4.44	81
	10	52	19	3.78	80
	11	60	20	4.38	83
	12	63	20	4.47	84
	13	51	21	4.40	85
PROMEDIO		57	19.85	4.33	82

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque II durante la evaluación a los 80 DDT.

Registro de datos del bloque III a los 80 DDT (Cosecha)

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLÓGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha			
BLOQUE: 3					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	118	17	3.64	73
	2	46	16	3.45	72
	3	45	15	3.48	70
	4	58	15	3.76	78
	5	55	17	3.57	75
	6	54	18	3.54	74
	7	56	18	3.95	76
	8	54	19	3.68	73
	9	52	17	3.71	75
	10	50	19	3.87	79
	11	57	18	3.88	74
	12	50	20	3.77	78
	13	50	19	3.88	73
PROMEDIO		52	18.77	3.74	75
T2	1	57	20	3.94	73
	2	58	20	4.28	78
	3	56	19	4.38	80
	4	53	19	4.05	80
	5	54	20	4.27	81
	6	54	22	4.08	80
	7	57	20	4.11	79
	8	57	19	4.20	80
	9	58	18	4.17	82
	10	57	20	3.88	77
	11	55	18	3.97	76
	12	55	18	3.82	78
	13	58	17	4.07	80
PROMEDIO		56	19.23	4.09	79
T3	1	51	18	4.22	70
	2	58	18	3.77	75
	3	55	20	3.92	81
	4	55	20	4.07	80
	5	54	18	3.55	78
	6	53	19	4.06	81
	7	55	17	3.96	70
	8	54	20	3.88	74
	9	53	19	4.08	79
	10	52	15	4.05	77
	11	55	18	3.89	79
	12	50	17	4.09	79
	13	50	17	4.09	71
PROMEDIO		53	18.23	3.97	76
T4	1	58	19	4.13	79
	2	60	20	4.24	82
	3	58	21	4.07	80
	4	59	21	3.99	80
	5	58	21	4.06	82
	6	56	20	4.09	78
	7	65	20	4.28	83
	8	58	21	3.89	78
	9	57	19	3.95	78
	10	63	21	4.31	85
	11	59	20	3.98	85
	12	57	20	4.15	81
	13	58	18	4.41	79
PROMEDIO		59	20.69	4.11	81

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque III durante la evaluación a los 80 DDT.

Registro de datos del bloque IV a los 80 DDT (Cosecha)

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)					
ESTADO FENOLOGICO: ETAPA VEGETATIVA					
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. itálica) EN CANGARI, HUANTA.					
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025			
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha			
BLOQUE: 4					
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA (cm)	N° HOJAS	DIAMETRO DE TALLO (cm)	DIAMETRO DE ROSETA FOLIAR (cm)
T1	1	52	18	3.74	76
	2	56	15	3.89	75
	3	30	12	4.02	20
	4	48	12	3.62	78
	5	50	18	3.42	75
	6	22	18	3.65	74
	7	55	19	3.21	75
	8	56	19	3.59	75
	9	22	18	3.59	77
	10	53	18	3.68	71
	11	56	17	3.71	75
	12	55	15	3.56	70
	13	56	16	3.59	70
PROMEDIO		54	17.31	3.69	74
T2	1	53	19	4.11	81
	2	50	18	3.65	75
	3	56	19	3.87	77
	4	58	20	4.04	80
	5	56	21	4.28	79
	6	55	22	4.04	78
	7	56	22	4.30	80
	8	57	21	4.01	78
	9	58	20	4.15	81
	10	55	20	3.81	77
	11	56	18	3.85	77
	12	52	19	3.74	74
	13	55	19	3.86	79
PROMEDIO		56	19.85	3.92	78
T3	1	52	17	3.52	72
	2	55	20	3.87	78
	3	53	17	3.70	75
	4	54	19	3.91	80
	5	56	18	3.44	74
	6	54	19	3.72	78
	7	58	17	3.80	75
	8	56	18	3.62	73
	9	53	17	3.53	72
	10	55	16	3.41	73
	11	56	17	3.62	77
	12	53	18	3.76	75
	13	53	18	3.70	73
PROMEDIO		55	17.97	3.66	75
T4	1	54	21	4.58	81
	2	52	21	4.11	82
	3	57	21	4.22	79
	4	59	22	4.65	83
	5	57	22	4.06	80
	6	56	21	4.48	85
	7	53	21	4.33	79
	8	55	21	4.31	80
	9	57	20	4.59	82
	10	60	22	4.23	86
	11	56	21	4.64	84
	12	52	19	4.96	79
	13	54	20	4.60	86
PROMEDIO		56	20.92	4.46	82

Nota. Registro de datos obtenidos en el bloque IV durante la evaluación a los 80 DDT.

Anexo 4

Registro de datos obtenidos durante las evaluaciones de las variables productivas

Registro de datos del bloque I en cosecha

FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)				
VARIABLES: PRODUCTIVAS				
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. itálica) EN CANGARI, HUANTA.				
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025		
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha		
BLOQUE: 1				
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	DIAMETRO POLAR DE LA PELLA (cm)	DIAMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA (cm)	PESO DE LA PELLA (g)
T1	1	14	18	917.2
	2	16	17	925.3
	3	15	18.5	847.3
	4	15	18	895.3
	5	14.5	18.5	857.9
	6	15	20	844.5
	7	15	17	915.1
	8	14.5	18.5	840.5
	9	14	18	835.4
	10	14.5	18	845.8
	11	15	19.5	880.2
	12	15	17	920.8
	13	15	18	870.5
PROMEDIO		14.8	17.2	872.6
T2	1	16	19.5	1217.3
	2	14.5	18.5	1118.3
	3	16	24	1434.1
	4	16	19	1000.0
	5	15	18	1119.4
	6	16	19	1163.2
	7	16	21.5	1275.8
	8	15.5	20	1185.6
	9	15	19	1098.7
	10	16	22	1323.4
	11	15	19	1120.4
	12	16	20.5	1238.6
	13	16.5	21	1246.3
PROMEDIO		15.7	20.1	1207.4
T3	1	15	17	808.8
	2	16	19	840.3
	3	15	19	865.4
	4	15.5	18.5	834.2
	5	16	18.5	806.5
	6	17	19	878.4
	7	16.5	19	894.1
	8	16	17.5	834.1
	9	15.5	18	820.6
	10	16	18.5	845.2
	11	16	18	832.7
	12	16.5	19	860.3
	13	15	18.5	838.9
PROMEDIO		15.7	18.4	842.2
T4	1	16.5	23	1249.3
	2	16	24	1360.4
	3	17	23.5	1220.4
	4	16	23.5	1273.3
	5	16	22	1198.2
	6	17.5	23	1391.5
	7	16	24	1233.8
	8	17	25	1340.5
	9	16	22.5	1284.2
	10	16.5	24	1255.6
	11	17	23	1305.2
	12	16.4	22.5	1296.5
	13	17	24	1286.7
PROMEDIO		16.5	23.5	1279.0

Nota. Registro de los datos correspondientes a las variables productivas evaluadas en el bloque I.

Registro de datos del bloque II en cosecha

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)				
VARIABLES: PRODUCTIVAS				
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica) EN CANGARI, HUANTA.				
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025		
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha		
BLOQUE: 2				
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	DIAMETRO POLAR DE LA PELLA (cm)	DIAMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA (cm)	PESO DE LA PELLA (g)
T1	1	15	21	931.3
	2	14.5	20.5	940.6
	3	15.5	21.5	985.5
	4	15	22	971.5
	5	15.5	22	984.7
	6	16.5	22	1000.5
	7	15.5	19.5	839.1
	8	13.5	22	932.7
	9	15	23	854.3
	10	14.5	20	942.6
	11	14	21	849.1
	12	15.5	19	783.1
	13	15	22	943.4
PROMEDIO		15.0	21.2	919.6
T2	1	17	22	1229.7
	2	17.5	23	1258.3
	3	18	23	1278.4
	4	16	22	1176.6
	5	18	24.5	1343.1
	6	17	20	1189.3
	7	17	24	1249.4
	8	19.5	26	1353.5
	9	16.5	28.5	1249.4
	10	17.5	25	1315.6
	11	16.5	21.5	1198.2
	12	18.5	26.5	1368.9
	13	17.2	23.5	1267.7
PROMEDIO		17.4	23.8	1217.4
T3	1	14	20	859.3
	2	15.5	19	821.2
	3	17	23	985.4
	4	16	19.5	881.1
	5	14.5	18	812.1
	6	16	18	829.1
	7	15	22	1013.8
	8	16.5	19	870.2
	9	15	19.5	848.1
	10	14.5	18	820.5
	11	16	24	1124.3
	12	14	18.5	810.6
	13	15	22	940.9
PROMEDIO		15.3	20.0	893.6
T4	1	16	24.5	1325.4
	2	15	23.5	1298.6
	3	17	23	1340.7
	4	16.5	26	1394.2
	5	15	24	1313.9
	6	16	25	1332.2
	7	16.5	26.5	1302.9
	8	14.5	25.5	1351.1
	9	17.5	16.5	1388.2
	10	16	25	1344.6
	11	17.5	23	1419.3
	12	17	23.5	1247.8
	13	16	22.5	1208.6
PROMEDIO		16.2	23.9	1320.7

Nota. Registro de los datos correspondientes a las variables productivas evaluadas en el bloque II.

Registro de datos del bloque III en cosecha

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)				
VARIABLES: PRODUCTIVAS				
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLÁSTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. italiana) EN CANGARI, HUANTA.				
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025		
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha		
BLOQUE: 3				
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	DIAMETRO POLAR DE LA PELLA (cm)	DIAMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA (cm)	PESO DE LA PELLA (g)
T1	1	14	21	848.8
	2	14.5	21.5	865.2
	3	15	21	890.6
	4	15.5	22	858.2
	5	15	22	871.4
	6	14	21	870.5
	7	15.5	19.5	846.6
	8	15	23	932.8
	9	14	22	891.6
	10	13	21.5	832.5
	11	15	22	989.5
	12	15	22	983.4
	13	14	21	879.3
PROMEDIO		14.6	21.5	892.0
T2	1	16	22	1315.3
	2	15	21	1259.5
	3	17	23	1304.6
	4	16.5	22	1287.2
	5	16	22	1320.8
	6	15	22	1347.2
	7	15	23	1299.5
	8	15	21	1265.8
	9	16	21.5	1308.6
	10	15.5	23	1287.4
	11	15	22	1276.6
	12	16	20	1264.3
	13	15	22	1325.9
PROMEDIO		16.9	23.2	1296.2
T3	1	15	21	843.8
	2	14.5	21	847.9
	3	15	22	936.8
	4	15	21	925.6
	5	15	22	947.3
	6	16	23	1020.5
	7	14.5	21.5	860.5
	8	15.5	22	980.5
	9	15	22.5	1015.5
	10	15	21	956.3
	11	15	22	986.3
	12	17.5	22	847.6
	13	14	23	1068.2
PROMEDIO		14.7	21.7	941.3
T4	1	16.5	25	1438.8
	2	15	26	1397.5
	3	16	22.5	1332.5
	4	16	25	1412.6
	5	17	25.5	1489.7
	6	15	26	1428.8
	7	16.5	22	1350.5
	8	16	26	1442.3
	9	16	24	1446.8
	10	17	26	1527.5
	11	17	25	1553.6
	12	17	26	1508.4
	13	17	26.5	1325.2
PROMEDIO		16.3	25.0	1434.6

Nota. Registro de los datos correspondientes a las variables productivas evaluadas en el bloque III.

Registro de datos del bloque IV en cosecha

FICHA DE EVUACIÓN DEL CULTIVO DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA)				
VARIABLES: PRODUCTIVAS				
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA PLASTICA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brássica oleracea var. Itálica) EN CANGARI, HUANTA.				
FECHA DE TRANSPLANTE:		30/12/2025		
FECHA DE EVALUACIÓN:		En la cosecha		
BLOQUE: 4				
TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	DIAMETRO POLAR DE LA PELLA (cm)	DIAMETRO ECUATORIAL DE LA PELLA (cm)	PESO DE LA PELLA (g)
T1.	1	14	20.5	821.3
	2	14.5	21	846.7
	3	15	21.5	879.4
	4	15.5	22	908.6
	5	13.5	20	894.9
	6	14	20.5	832.1
	7	15	21.5	889.7
	8	15.5	22.5	919.8
	9	14.5	21	861.2
	10	13	20	800.4
	11	13	21.5	896.3
	12	14.5	21	872.6
	13	13.5	20.5	834.8
PROMEDIO		14.4	21.0	859.1
T2	1	16	22	1245.6
	2	15.5	21.5	1232.8
	3	14	20.5	1235.3
	4	15	22.5	1268.9
	5	16	24	1312.7
	6	17	26	1321.2
	7	15.5	23	1289.6
	8	15	22	1246.3
	9	14	23.5	1244.9
	10	15.5	22.5	1304.4
	11	16.5	22.5	1298.5
	12	15	23.5	1268.5
	13	16	24.5	1315.8
PROMEDIO		16.3	22.9	1272.3
T3	1	15.5	22.5	1005.3
	2	14.5	21	865.8
	3	14	22	928.4
	4	16	22.5	1012.6
	5	15	22	980.2
	6	16	22	955.1
	7	15	22	980.4
	8	15	23	993.7
	9	15	22	895.6
	10	15	23	938.7
	11	14	21	840.2
	12	15	21	852.7
	13	15	22	989.6
PROMEDIO		15.0	22.0	946.0
T4	1	16	23	1317.4
	2	16	22.5	1214.4
	3	16.5	23.5	1274.1
	4	17	25.5	1380.8
	5	17.5	25	1437.4
	6	19	26	1483.5
	7	16	23.5	1360.3
	8	17.8	24.5	1402.6
	9	16	25.5	1412.2
	10	16.5	23	1325.7
	11	18	26	1468.9
	12	16	24	1439.5
	13	16.5	23.5	1342.8
PROMEDIO		16.8	24.3	1392.0

Nota. Registro de los datos correspondientes a las variables productivas evaluadas en el bloque IV.

Anexo 5

Análisis del suelo

Informe del análisis físico-químico del suelo



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 200

INFORME DE ENSAYO
LABSAF CANAAN
N° 114087-25 / SU / CA



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente Propietario / Productor Dirección del cliente Solicitado por Muestreado por Referencia del muestreo Procedencia de muestra(s) (***) Fecha(a) de muestreo (***) Fecha de recepción de muestra(s) Lugar de ensayo Fecha(a) de análisis Cotización del servicio Fecha de emisión	: Briknar Pacheco Ñaupá : Briknar Pacheco Ñaupá : Huanta - Ayacucho : Briknar Pacheco Ñaupá : Cliente : Reservado por el Cliente : Iguañ-Huanta-Ayacucho : 2025-10-19 : 2025-10-20 : LABSAF CANAAN : Del 2025-10-28 al 2025-11-03 : 205-26-CA : 2025-11-04
---	--

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	803226-CA-25					
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-10-19	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	10:30	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	7,3	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	12,4	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,2	2,3	-	-	-
Textura				-	-	-
arena	%	-	47,11	-	-	-
Arcilla	%	-	21,60	-	-	-
Limo	%	-	31,29	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco	-	-	-



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO

LABSAF CANAAN

N° 114087-25NA / SU / CA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Brikner Pacheco Naupa
Propietario / Productor	: Brikner Pacheco Naupa
Dirección del cliente	: Huanta - Ayacucho
Solicitado por	: Brikner Pacheco Naupa
Muestreado por	: Cliente
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s) (***)	: Igualin-Huanta-Ayacucho
Fecha(s) de muestreo (***)	: 2025-10-19
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-10-20
Lugar de ensayo	: LABSAF CANAAN
Fecha(s) de análisis	: Del 2025-10-26 al 2025-11-03
Cotización del servicio	: 205-25-CA
Fecha de emisión	: 2025-11-04

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU3226-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-10-19	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	10:30	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,2	2,6	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0,1	24,2	-	-	-
Potasio Disponible	mg/kg	2,7	563,2	-	-	-
Nitrógeno Total	%	-	0,12	-	-	-
ClCa	cmol (+)/Kg	-	25,08	-	-	-
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K)						
Calcio (Ca)	cmol (+)/Kg	0,2	18,5	-	-	-
Magnesio (Mg)	cmol (+)/Kg	0,1	4,5	-	-	-
Sodio (Na)	cmol (+)/Kg	0,1	0,7	-	-	-
Potasio (K)	cmol (+)/Kg	0,1	1,4	-	-	-

Nota. Informe del análisis físico-químico del suelo del área experimental. Fuente: LABSAF CANNAN.

Anexo 6

Análisis de materia orgánica (vermicompost)

Informe del análisis físico-químico del vermicompost

INFORME DE ENSAYO LABSAF CANAAN N° 110016-25NA / AB / CA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Brikner Pacheco Ñaupá
Propietario / Productor	: Brikner Pacheco Ñaupá
Dirección del cliente	: Huanta-Huanta-Ayacucheo
Solicitado por	: Brikner Pacheco Ñaupá
Muestreado por	: Cliente
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s) (***)	: Huanta-Huanta-Ayacucheo
Fecha(s) de muestreo (***)	: 2025-11-10
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-11-10
Lugar de ensayo	: LABSAF CANAAN
Fecha(s) de análisis	: Del 2025-11-17 al 2025-11-25
Cotización del servicio	: 219-25-CA
Fecha de emisión	: 2025-11-26

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AB105-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Abonos	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-11-10	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	7:00	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	Vermicompost	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH (*)	unid. pH	-	7,4	-	-	-
Conductividad Eléctrica (*)	mS/m	-	3,2	-	-	-
Nitrógeno Total (*)	%	-	1,73	-	-	-
Fósforo (P ₂ O ₅) (*)	%	-	1,30	-	-	-
Potasio (K ₂ O) (*)	%	-	0,57	-	-	-
Calcio (CaO) (*)	%	-	1,63	-	-	-
Magnesio (MgO) (*)	%	-	0,90	-	-	-
Materia Orgánica	%	-	42,02	-	-	-

Nota. Informe del análisis físico-químico del vermicompost. Fuente: LABSAF CANNAN.

Anexo 7

Registros fotográficos de la ejecución del proyecto de investigación

Identificación del terreno experimental

Nota. Identificación del terreno experimental donde se realizó la investigación.

Medición del terreno experimental

Nota. Medición del terreno experimental para la distribución de las unidades experimentales.

Muestreo de suelo del terreno experimental



Nota. Muestreo del suelo realizado en el terreno experimental para la obtención de muestras destinadas al análisis de la características físico-químicas del suelo.

Retiro de raíces del terreno experimental



Nota. Retiro de raíces y restos vegetales del terreno experimental mediante una excavadora.

Arado del terreno experimental



Nota. Arado del terreno experimental mediante tractor agrícola.

Nivelación del terreno experimental



Nota. Nivelación del terreno experimental mediante el rastrillo.

Delimitación de bloques y unidades experimentales



Nota. Marcado de los bloques y unidades experimentales para la distribución de los tratamientos.

Conformaciones de camas en unidades experimentales



Nota. Formación de las camas en las unidades experimentales conforme a las dimensiones definidas para el establecimiento del experimento.

Instalación del sistema de riego por goteo



Nota. Implementación del sistema de riego por goteo en las unidades experimentales.

Ampliación de la materia orgánica



Nota. Incorporación de materia orgánica en las unidades experimentales correspondientes según los tratamientos establecidos.

Instalación de cobertura plástica



Nota. Colocación de la cobertura plástica en las unidades experimentales correspondientes según los tratamientos establecidos.

Perforación de la cobertura plástica



Nota. Realización de perforaciones en la cobertura plástica para el establecimiento de las plantas de brócoli.

Trasplante del cultivo del brócoli



Nota. Trasplante del cultivo de brócoli en las unidades experimentales.

Control fitosanitario del cultivo



Nota. Aplicación de productos fitosanitarios para el manejo de plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo.

Primera evaluación de las variables vegetativas



Nota. Evaluación de las variables vegetativas del cultivo de brócoli a los 30 DDT.

Aporque y deshierbe del cultivo de brócoli



Nota. Aporque y deshierbe realizados en los tratamientos sin cobertura plástica durante el desarrollo del cultivo.

Segunda evaluación de las variables vegetativas



Nota. Evaluación de las variables vegetativas del cultivo de brócoli a los 60 DDT.

Área experimental durante el desarrollo del cultivo



Nota. Estado general durante el desarrollo del cultivo de brócoli.

Tercera evaluación de las variables vegetativas



Nota. Evaluación de las variables vegetativas del cultivo de brócoli a los 80 DDT.

Pellas de brócoli en estado de cosecha



Nota. Pellas de brócoli en estado de cosecha antes de su recolección.

Evaluación del peso de la pella del tratamiento 1 (Sin materia orgánica y sin cobertura plástica)



Nota. Medición del peso de la pella correspondiente al tratamiento T1 mediante balanza analítica durante la cosecha.

Evaluación del peso de la pella del tratamiento 2 (Sin materia orgánica y con cobertura plástica)



Nota. Medición del peso de la pella correspondiente al tratamiento T2 mediante balanza analítica durante la cosecha.

Evaluación del peso de la pella del tratamiento 3 (con materia orgánica y sin cobertura plástica)



Nota. Medición del peso de la pella correspondiente al tratamiento T3 mediante balanza analítica durante la cosecha.

Evaluación del peso de la pella del tratamiento 4 (Con materia orgánica + con cobertura plástica)



Nota. Medición del peso de la pella correspondiente al tratamiento T4 mediante balanza analítica durante la cosecha.

Anexo 8*Costos de producción por tratamiento***Costo de producción de tratamiento 1 (sin M.O., sin C.P.)**

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Manejo agronómico				
Vermicompost	kg	0	0.00	0.00
Plastico mulch 25 micras x 1000 largo 1.2 metros	mt	0	0.00	0.00
Material vegetal				
Plántulas	Plantas	22,222.2	0.089	1977.78
Fertilización				
Nitrato de amonio 33%	kg	220	3.50	770.00
Sistema de riego por goteo				
Componentes de riego por goteo	global	1	14,000.00	14,000.00
Preparación de terreno				
arado + surcado	hora	6	480	480.00
Fungicida				
Attack	Envase (200 g)	10.00	30.00	300.00
EPICO 750 WG	Envase (100 g)	7.50	60.00	450.00
Insecticida				
CURYOM 550 EC	Envase (250 ml)	2.00	60.00	120.00
Larvix	Envase (100 g)	8.40	15.00	126.00
Mano de obra				
Transplante	jornal	9	60.00	540.00
Deshierbe	jornal	12	60.00	720.00
Cosecha	jornal	7	60.00	420.00
Aplicación de vermicompost	Jornal	0	0.00	0.00
Instalación de cobertura plastica	Jornal	0	0.00	0.00
COSTO TOTAL				19903.78

Nota. Los costos presentados corresponden a una hectárea.

Costo de producción de tratamiento 2 (sin M.O., con C.P.)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Manejo agronómico				
Vermicompost	kg	0	0.00	0.00
Plastico mulch 25 micras x 1000 largo 1.2 metros	rollo	11	650.00	7150.00
Material vegetal				
Plántulas	Plantas	22,222.2	0.089	1977.78
Fertilización				
Nitrato de amonio 33%	kg	220	3.50	770.00
Sistema de riego por goteo				
Componentes de riego por goteo	global	1	14,000.00	14,000.00
Preparación de terreno				
arado + surcado	hora	6	480	480.00
Fungicida				
Attack	Envase (200 g)	10.00	30.00	300.00
EPICO 750 WG	Envase (100 g)	7.50	60.00	450.00
Insecticida				
CURYOM 550 EC	Envase (250 ml)	2.00	60.00	120.00
Larvix	Envase (100 g)	8.40	15.00	126.00
Mano de obra				
Transplante	jornal	9	60.00	540.00
Deshierbe	jornal	0	0.00	0.00
Cosecha	jornal	7	60.00	420.00
Aplicación de vermicompost	Jornal	0	0.00	0.00
Instalación de cobertura plastica	Jornal	8	60.00	480.00
COSTO TOTAL				26813.78

Nota. Los costos presentados corresponden a una hectárea.

Costo de producción de tratamiento 3 (con M.O., sin C.P.)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Manejo agronómico				
Vermicompost	kg	12000	2.00	24,000.00
Plastico mulch 25 micras x 1000 largo 1.2 metros	rollo	0	0.00	0.00
Material vegetal				
Plántulas	Plantas	22,222.2	0.089	1977.78
Fertilización				
Nitrato de amonio 33%	kg	220	3.50	770.00
Sistema de riego por goteo				
Componentes de riego por goteo	global	1	14,000.00	14,000.00
Preparación de terreno				
arado + surcado	hora	6	480	480.00
Fungicida				
Attack	Envase (200 g)	10.00	30.00	300.00
EPICO 750 WG	Envase (100 g)	7.50	60.00	450.00
Insecticida				
CURYOM 550 EC	Envase (250 ml)	2.00	60.00	120.00
Larvix	Envase (100 g)	8.40	15.00	126.00
Mano de obra				
Transplante	jornal	9	60.00	540.00
Deshierbe	jornal	12	60.00	720.00
Cosecha	jornal	7	60.00	420.00
Aplicación de vermicompost	Jornal	11	60.00	660.00
Instalación de cobertura plastica	Jornal	0	0.00	0.00
COSTO TOTAL				44563.78

Nota. Los costos presentados corresponden a una hectárea.

Costo de producción de tratamiento 4 (con M.O., con C.P.)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Manejo agronómico				
Vermicompost	kg	12,000	2.00	24,000.00
Plastico mulch 25 micras x 1000 largo 1.2 metros	rollo	11	650.00	7150.00
Material vegetal				
Plántulas	Plantas	22,222.2	0.089	1977.78
Fertilización				
Nitrato de amonio 33%	kg	220	3.50	770.00
Sistema de riego por goteo				
Componentes de riego por goteo	global	1	14,000.00	14,000.00
Preparación de terreno				
arado + surcado	hora	6	480	480.00
Fungicida				
Attack	Envase (200 g)	10.00	30.00	300.00
EPICO 750 WG	Envase (100 g)	7.50	60.00	450.00
Insecticida				
CURYOM 550 EC	Envase (250 ml)	2.00	60.00	120.00
Larvix	Envase (100 g)	8.40	15.00	126.00
Mano de obra				
Transplante	jornal	9	60.00	540.00
Deshierbe	jornal	0	0.00	0.00
Cosecha	jornal	7	60.00	420.00
Aplicación de vermicompost	Jornal	11	60.00	660.00
Instalación de cobertura plastica	Jornal	8	60.00	480.00
COSTO TOTAL				51473.78

Nota. Los costos presentados corresponden a una hectárea.

Anexo 9*Comparación de medias marginales***Medias marginales del factor A**

Variables	Factor_A	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
ALTURA_30DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	21.250	.804	19.431	23.069
	CON MATERIA ORGÁNICA	22.875	.804	21.056	24.694
ALTURA_60DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	49.000	.898	46.970	51.030
	CON MATERIA ORGÁNICA	49.500	.898	47.470	51.530
ALTURA_80 DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	55.375	.527	54.183	56.567
	CON MATERIA ORGÁNICA	56.125	.527	54.933	57.317
NÚMERO_HOJAS.30DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	5.501	.118	5.234	5.769
	CON MATERIA ORGÁNICA	6.048	.118	5.780	6.315
NÚMERO_HOJAS.60DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	10.876	.155	10.526	11.227
	CON MATERIA ORGÁNICA	11.644	.155	11.293	11.994
NÚMERO_HOJAS. 80 DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	18.319	.235	17.787	18.851
	CON MATERIA ORGÁNICA	18.644	.235	18.112	19.176
DIAM_TALLO.30DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	.746	.026	.688	.805
	CON MATERIA ORGÁNICA	.813	.026	.754	.871
DIAM_TALLO.60DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	2.835	.064	2.691	2.979
	CON MATERIA ORGÁNICA	2.971	.064	2.827	3.115
DIAM_TALLO. 80 DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	3.881	.066	3.733	4.029
	CON MATERIA ORGÁNICA	3.956	.066	3.808	4.104
DIAM_ROSETAF.30DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	34.750	1.542	31.261	38.239
	CON MATERIA ORGÁNICA	35.500	1.542	32.011	38.989
DIAM_ROSETAF.60DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	65.500	1.011	63.213	67.787
	CON MATERIA ORGÁNICA	66.375	1.011	64.088	68.662
DIAM_ROSETAF. 80 DDT	SIN MATERIA ORGÁNICA	76,250	,757	74,538	77,962
	CON MATERIA ORGÁNICA	77,000	,757	75,288	78,712
DIAM_POLAR.PELLA	SIN MATERIA ORGÁNICA	15,538	,201	15,083	15,992

DIAM_ECUATORIAL.PELLA	CON MATERIA ORGÁNICA	15,838	,201	15,383	16,292
	SIN MATERIA ORGÁNICA	21,425	,261	20,835	22,015
	CON MATERIA ORGÁNICA	22,363	,261	21,773	22,952
	SIN MATERIA ORGÁNICA	1073,013	12,283	1045,226	1100,799
PESO_FRESCO	CON MATERIA ORGÁNICA	1132,625	12,283	1104,839	1160,411
	SIN MATERIA ORGÁNICA	23,845	,274	23,226	24,464
RENDIMIENTO	CON MATERIA ORGÁNICA	25,168	,274	24,549	25,786
	ORGÁNICA				

Medias marginales para factor B

Variables	Factor_B	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
ALTURA_30DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	21.250	.804	19.431	23.069
	CON COBERTURA PLÁSTICA	22.875	.804	21.056	24.694
ALTURA_60DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	47.375	.898	45.345	49.405
	CON COBERTURA PLÁSTICA	51.125	.898	49.095	53.155
ALTURA_80 DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	54.000	.527	52.808	55.192
	CON COBERTURA PLÁSTICA	57.500	.527	56.308	58.692
NÚMERO_HOJAS.30DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	5,415	,118	5,148	5,682
	CON COBERTURA PLÁSTICA	6,134	,118	5,866	6,401
NÚMERO_HOJAS.60DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	9,394	,155	9,043	9,744
	CON COBERTURA PLÁSTICA	13,126	,155	12,776	13,477
NÚMERO_HOJAS. 80 DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	17,260	,235	16,728	17,792
	CON COBERTURA PLÁSTICA	19,703	,235	19,170	20,235
DIAM_TALLO.30DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	,683	,026	,624	,741
	CON COBERTURA PLÁSTICA	,876	,026	,818	,935
DIAM_TALLO.60DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	2,556	,064	2,412	2,700
	CON COBERTURA PLÁSTICA	3,250	,064	3,106	3,394
DIAM_TALLO. 80 DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	3,694	,066	3,546	3,842
	CON COBERTURA PLÁSTICA	4,144	,066	3,996	4,292
DIAM_ROSETAF.30DDT	SIN COBERTURA PLÁSTICA	29,625	1,542	26,136	33,114

	CON COBERTURA PLÁSTICA	40,625	1,542	37,136	44,114
	SIN COBERTURA PLÁSTICA	59,625	1,011	57,338	61,912
DIAM_ROSETAF.60DDT	CON COBERTURA PLÁSTICA	72,250	1,011	69,963	74,537
	SIN COBERTURA PLÁSTICA	72,875	,757	71,163	74,587
DIAM_ROSETAF. 80 DDT	CON COBERTURA PLÁSTICA	80,375	,757	78,663	82,087
	SIN COBERTURA PLÁSTICA	14,963	,201	14,508	15,417
DIAM_POLAR.PELLA	CON COBERTURA PLÁSTICA	16,413	,201	15,958	16,867
	SIN COBERTURA PLÁSTICA	20,388	,261	19,798	20,977
DIAM_ECUATORIAL.PELLA	CON COBERTURA PLÁSTICA	23,400	,261	22,810	23,990
	SIN COBERTURA PLÁSTICA	894,375	12,283	866,589	922,161
PESO_FRESCO	CON COBERTURA PLÁSTICA	1311,262	12,283	1283,476	1339,049
	SIN COBERTURA PLÁSTICA	19,875	,274	19,256	20,494
RENDIMIENTO	CON COBERTURA PLÁSTICA	29,138	,274	28,519	29,756