

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Evaluación de niveles de abonamiento orgánico y químico en el
rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum*) Ayacucho, 2024**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Hugo Teofilo YANCCE SALVATIERRA

ASESOR:
Mtro. Rodolfo ALCA MENDOZA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, salud y fé; por su amor infinito y ser mi fortaleza en mi camino para seguir cumpliendo mis metas.

Con mucho cariño a mis padres Teófilo y Francisca, por su sacrificio y confianza depositada en mi persona en especial a mi madrecita que en paz descansa por su cuidado y amor incondicional brindado desde mi niñez.

A mis queridos hermanos por brindarme su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi Formación profesional. A la Facultad de Ciencias Agrarias y Escuela Profesional de Agronomía, a los docentes quienes con sus experiencias y conocimientos contribuyeron en mi formación académica.

Con profunda gratitud, expreso mis sinceros agradecimientos al Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, asesor del presente trabajo de investigación, quien dedico su valioso tiempo para orientarme y brindarme su apoyo y sugerencias oportunas que me permitieron concluir de manera satisfactoria este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE GENERAL.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ANEXOS.....	9
RESUMEN.....	10
SUMMARY	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I.....	14
1. MARCO TEÓRICO.....	14
1.1. Antecedentes.....	14
1.2. Cultivo de tomate, origen y generalidades.....	15
1.2.1. Clasificación taxonómica.....	17
1.2.2. Descripción morfológica de tomate.....	18
1.2.3. Hábitos o tipos de crecimiento de tomate.....	18
1.2.4. Fases fenológicas de tomate.....	19
1.2.5. Requerimiento edafoclimático.....	20
1.2.6. Manejo agronómico de tomate.....	20
1.3. Abonos orgánicos.....	24
1.3.1. Humus de lombriz.....	24
1.3.2. Bioles.....	25
1.4. Fertilizantes químicos.....	26
1.5. Fuentes de los fertilizantes.....	27
1.5.1. Fertilizantes nitrogenados.....	27
1.5.2. Fertilizantes fosforados.....	29

1.5.3. Fertilizantes potásicos	30
CAPÍTULO II.....	31
2. METODOLOGÍA.....	31
2.1. Localización.....	31
2.1.1. Ubicación específica.....	31
2.1.2. Ubicación política.....	31
2.1.3. Ubicación geográfica.....	31
2.1.4. Ubicación ecológica	31
2.2. Antecedentes del terreno experimental.....	32
2.3. Condiciones climáticas	32
2.4. Características fisicoquímicas del suelo y humus de lombriz	34
2.5. Materiales.....	35
2.5.1. Material biológico	35
2.5.2. Herramientas, equipos e insumos	36
2.6. Factores de evaluación.....	36
2.7. Operacionalización de los variables	37
2.8. Diseño experimental	37
2.9. Tratamientos	39
2.10. Análisis estadístico.....	39
2.11. Instalación y conducción del cultivo.....	39
2.12. Evaluación de factores de productividad	42
CAPÍTULO III	43
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
3.1. Altura de la planta.....	43
3.2. Diámetro ecuatorial de frutos	46
3.3. Número de frutos por planta	49
3.4. Rendimiento de tomate	53

3.5. Correlación Pearson de las variables	58
3.6. Rentabilidad económica.....	58
CAPÍTULO IV	60
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
4.1. CONCLUSIONES	60
4.2. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Características de abono orgánico de humus de lombriz	25
Tabla 2.1. Balance hídrico de los factores climáticos con referencia para PIPG - UNSCH ...	33
Tabla 2.2. Interpretación de los parámetros de las características del suelo a partir de resultados de laboratorio	34
Tabla 2.3. Características físico químico de humus de lombriz utilizado	35
Tabla 2.4. Características de tomate variedad Río Grande según su ficha técnica	35
Tabla 2.5. Operacionalización de las variables dependientes e independientes	37
Tabla 2.6. Descripción de las características de las unidades experimentales	38
Tabla 2.7. Descripción de los tratamientos	39
Tabla 2.8. Dosificación de humus de lombriz para los tratamientos	40
Tabla 2.9. Dosificación de biol para cada maceta	41
Tabla 2.10. Dosificación de la fertilización química para los tratamientos	41
Tabla 3.1. Análisis de varianza de altura de la planta de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral	43
Tabla 3.2. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de frutos de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral	46
Tabla 3.3. Análisis de varianza de número de frutos de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral	49
Tabla 3.4. Análisis de varianza de rendimiento por hectárea de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral	53
Tabla 3.5. Coeficientes de correlación Pearson de las variables evaluados	58
Tabla 3.6. Análisis de rentabilidad de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. <i>Ubicación del ensayo, campo experimental “PIPG-UNSCH”, Ayacucho 2760 msnm.</i>	32
Figura 3.1. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de altura de la planta de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral	44
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de diámetro ecuatorial promedio de frutos de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral.</i>	47
Figura 3.3. Análisis de tendencia del diámetro de frutos de tomate en función del efecto de humus de lombriz	49
Figura 3.4. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de número de frutos por planta de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral	50
Figura 3.5. <i>Análisis de tendencia del número de frutos en función del efecto de humus de lombriz.</i>	52
Figura 3.6. Análisis de tendencia del número de frutos en función del efecto de biol.....	53
Figura 3.7. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de rendimiento por hectárea de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral	54
Figura 3.8. Análisis de tendencia del rendimiento de frutos de tomate en función del efecto de niveles de biol.....	56
Figura 3.9. Análisis de tendencia de rendimiento de frutos de tomate en función del efecto de niveles de humus	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba de supuestos de las variables	69
Anexo 2. Datos ordenados de todas las variables	70
Anexo 3. Análisis de caracterización del suelo experimental	71
Anexo 5. Análisis físico químico de humus de lombriz.....	71
Anexo 5. Panel fotográfico del proceso de elaboración de tesis	72

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería que responden a las coordenadas UTM 584507.24 m E, 8545508.36 m N. El objetivo fue evaluar la influencia de niveles de abonamiento orgánico y químico en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum sculentum*). Se manejó 10 tratamientos en total conformado por 3 niveles de biol (T2=5%, T3=10% y T4=15%), 3 niveles de humus (T5=20 t ha⁻¹, T6=40 t ha⁻¹ y T7=60 t ha⁻¹) y 3 niveles de fertilización mineral de NPK (T8=120-100-80, T9=180-150-120 y T10=240-200-160), más un testigo absoluto (T1). En fuentes minerales se utilizó a la urea, fosfato triple de calcio y cloruro de potasio. La aplicación de los abonos orgánicos, específicamente biol en concentraciones mayores (15%), tuvo efecto positivo y significativo estadísticamente en rendimiento del cultivo, logrando alcanzar 35.78 t ha⁻¹, el cual representa un incremento de 47.37% respecto al testigo absoluto. Asimismo, esta dosis favoreció positivamente en incremento de la altura de la planta, diámetro ecuatorial de frutos y el número de frutos por planta y una rentabilidad positiva de B/C = 1.84. El humus de lombriz, mostró efectos inferiores a los obtenidos con biol. El abonamiento mineral con NPK con 240 – 160 – 160 generó incrementos de 46.09% respecto al testigo absoluto. Este nivel de abonamiento (240-160-160) influyó también significativamente en número de frutos por planta (29.67 und.), siendo el más alto en comparación del resto de los niveles de abonamiento, aunque sin superar de forma significativa al biol 15% en rendimiento total.

Palabras clave: biol, humus, *Lycopersicum sculentum*, orgánico, químico.

SUMMARY

This research work was carried out in the Pastures and Livestock Research Program that respond to the UTM coordinates 584507.24 m E, 8545508.36 m N. The objective was to evaluate the influence of organic and chemical fertilization levels on the yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.), Ayacucho, 2024; A total of 10 treatments were managed consisting of 3 levels of biol (T2 = 5%, T3 = 10% and T4 = 15%), 3 levels of humus (T5 = 20 t ha⁻¹, T6 = 40 t ha⁻¹ and T7 = 60 t ha⁻¹) and 3 levels of mineral NPK fertilizer (T8 = 120-100-80, T9 = 180-150-120 and T10 = 240-200-160), plus an absolute control (T1). Urea, triple calcium phosphate, and potassium chloride were used as mineral sources. The application of organic fertilizers, specifically bioslurry at higher concentrations (15%), had a positive and statistically significant effect on tomato crop yield, reaching 35.78 t ha⁻¹, representing a 47.37% increase compared to the absolute control. Likewise, this dose positively favored an increase in plant height, equatorial fruit diameter, and the number of fruits per plant, and a positive profitability of B/C = 1.84. Earthworm humus showed lower effects than those obtained with bioslurry. Mineral fertilization with NPK using the 240-160-160 level generated yields of 34.93 t ha⁻¹ of fruits, equivalent to an increase of 46.09% compared to the absolute control, although these results were similar to those obtained with the high dose (15%) of bioslurry. This level of fertilization (240-160-160) also significantly influenced the number of fruits per plant (29.67 units), being the highest compared to the rest of the fertilization levels, although without significantly exceeding the biol 15% in total yield.

Keywords: biol, humus, *Lycopersicon esculentum*, organic, chemical.

INTRODUCCIÓN

Los valles de Lima, Ica, Arequipa, Loreto, Áncash y La Libertad son las principales zonas productoras de tomate. Las variedades de tomate más cultivadas son Chef, Brigade, Río Grande, Redondo y Katya, por mencionar algunas. De la producción nacional total de tomate, el 23 % proviene del departamento de Ica, el 14 % de Lima, el 15 % de Arequipa, el 8 % de Loreto, el 6 % de Áncash y el 5 % de La Libertad. El valor promedio nacional del tomate por persona es de 6.7 kg, el cual fluctúa según diversos factores (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2021).

La forma de fertilizar los cultivos como los tomates es un tema muy importante y determinante, siendo ampliamente estudiada con la finalidad de encontrar dosis adecuadas y análisis comparativa de organomineral. Existen problemas en la utilización de fertilización mineral, dado que estos podrían afectar tanto al cultivo y ambiente sin su uso adecuado. Díaz-José et al. (2023) enfatizan que la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos y químicos puede generar un efecto sinérgico en el rendimiento de cultivos como el chile serrano, tomate, etc., debido a la liberación progresiva de nutrientes del abono orgánico y la rápida disponibilidad del fertilizante químico. En el mismo sentido, Ekawati et al. (2025) señalan que el uso eficiente de fertilizantes NPK, mediante uso combinado de otros productos o insumos como reguladores de crecimiento, optimiza significativamente la producción de tomate, dado que de esta manera se pretende alcanzar una nutrición mineral balanceada en el desarrollo del cultivo. Por su parte, Mendoza et al. (2025) mencionan que las fuentes como el humus de lombriz mejora todas las propiedades físicas, químico y biológico del suelo, tales como: incrementa su capacidad de retención de agua y regula la actividad microbiana, estos factores determinan el éxito de cultivo con consecuente efecto en rentabilidad del tomate.

En conjunto, estos estudios fundamentan la necesidad de evaluar los niveles óptimos de abonamiento orgánico y químico, a fin de establecer estrategias sostenibles que incrementen el

rendimiento del tomate en condiciones específicas como las de Ayacucho. Una de las principales razones para realizar la investigación en la materia orgánica como humus y biol, para la gran mayoría de los agricultores la agricultura representa su sustento económico y su fuente de trabajo. Los conocimientos y resultados que se obtendrá serán en beneficio de los propios agricultores, ya que podrán saber la riqueza nutricional y su influencia en el cultivo que puede generar al usar de manera más eficiente y adecuada estas dos materias orgánicas. Además, esta información servirá también a profesionales que estén interesados en manejar cultivos de manera orgánica, aprovechando adecuadamente los insumos reciclados de manera rápida.

Objetivo general:

Evaluar la influencia de niveles de abonamiento orgánico y químico, en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon sculentum*), Ayacucho, 2024.

Objetivos específicos:

1. Evaluar la influencia de niveles de biol en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon sculentum* L.), Ayacucho, 2024.
2. Evaluar la influencia de niveles humus de lombriz, en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon sculentum* L.), Ayacucho, 2024.
3. Evaluar la influencia de nivel de fertilización química (NPK) en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon sculentum* L.), Ayacucho, 2024.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Torres et al. (2018), a nivel de invernadero, en el cultivo de Tomate, tras evaluar el efecto de abonos orgánicos a base de compost, vermicompost y un testigo a base de fertilización química (urea: 130 kg ha⁻¹, sulfomag: 20 kg ha⁻¹, compost + humus), evaluaron parámetros de la altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo y propiedades edáficas. Los resultados mostraron que los tratamientos orgánicos promovieron un mayor desarrollo vegetativo en comparación con la fertilización inorgánica, además, los orgánicos no representar riesgos de salinización. Los abonos orgánicos evaluados no representaron riesgos de salinización al no observarse incrementos del pH y la CE.

Shewangizaw et al. (2024), realizaron los efectos de la tasa de nitrógeno en el rendimiento de cultivo de tomate, bajo siguientes detalles: Se investigó cuatro tasas de nitrógeno (N) (control; es decir, sin aplicación de N, 46 kg N ha⁻¹, 92 kg N ha⁻¹ y 138 kg N ha⁻¹). Los tratamientos se establecieron en un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas. El resultado indicó que el mayor rendimiento medio de fruto comercializable (35 903 kg ha⁻¹) se obtuvo de la aplicación combinada de 125% ETc con 92 kg N ha⁻¹ y con este mismo tratamiento se encontró una tasa marginal de retorno aceptable (1240%).

Wu et al. (2020) tras evaluar la aplicación combinada de abonos orgánicos y químicos (N: 45.32 ppm, P: 18.50 ppm, K: 102.30 ppm) bajo el método de fertirriego por goteo en condiciones de invernadero; estudiaron efecto de 4 tratamientos, donde evaluaron parámetros agronómicos como: rendimiento de frutos, materia seca, eficiencia de absorción de nitrógeno y calidad de los frutos (sólidos solubles, vitamina C y licopeno). En los resultados mostraron que, la combinación de fertilizantes orgánicos y químicos mejoró significativamente el rendimiento (75.18 t ha⁻¹) y la calidad del tomate, además de reducir la acumulación de nitratos en el suelo.

Piaun-Cangas (2021), evaluaron el efecto de biol en diferentes concentraciones en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero. Los procedimientos fueron los siguientes:

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. La aplicación del biol junto con la fertilización convencional (T3) se hizo durante todo el ciclo del cultivo. Los niveles de biol: 1.5% biol (T1), 3% biol (T2) y T3 (Testigo). Al finalizar el estudio se observó que los tratamientos con biol obtuvieron menor incidencia de mosca blanca, si se compara con el testigo. Los tratamientos fueron similares en altura a los 45 y 63 días. A los 88 días, el (T2) presentó una altura superior al T1 y T3. En lo que respecta a rendimiento, el T1 obtuvo mejores resultados que el T2 10.5 t ha^{-1} y T3 7.436 t ha^{-1} para cada uno de los tratamientos. Con respecto la incidencia de tizón tardío, no se presentó en ninguna de las parcelas experimentales. La fertilización tradicional conjuntamente con el biol al 1.5% podría considerarse una alternativa para incrementar el rendimiento y disminuir la incidencia de plagas, además de dar paso al reciclaje de nutrientes (p. 4)

Traoré et al. (2022) realizaron trabajo con el objetivo de ver los efectos de abonamiento organomineral en el cultivo de tomate, bajo siguientes detalles:

El estudio se llevó a cabo en la Estación de Investigación de Farako-Bâ en Burkina Faso. Se utilizó un diseño Fisher en bloques completamente al azar con cuatro réplicas para llevar a cabo el experimento. Los tratamientos fueron los siguientes: T0: control (compost 15 t ha^{-1}); T1: compost (15 t ha^{-1}) + biosol (160 kg ha^{-1}) + urea (35 kg ha^{-1}) + NPK (87.5 kg ha^{-1}) + KCl (52.5 kg ha^{-1}); T2: compost (15 t ha^{-1}) + torta de semilla de neem (10 t ha^{-1}) + urea (100 kg ha^{-1}) + NPK (250 kg ha^{-1}) + KCl (150 kg ha^{-1}); T3: compost (15 t ha^{-1}) + biocarbón (10 t ha^{-1}) + urea (100 kg ha^{-1}) + NPK (250 kg ha^{-1}) + KCl (150 kg ha^{-1}). el aumento del rendimiento fue del 32 y 85% para el biocarbón y el biosol, respectivamente. La incorporación de fertilizantes organominerales ha mejorado el estado orgánico y nutricional del suelo, lo que en última instancia promueve el crecimiento del cultivo de la planta de tomate. La torta de neem se puede utilizar eficazmente para aumentar la productividad de las plantas de tomate y los ingresos de los agricultores y también para mantener la fertilidad del suelo. (p. 1)

1.2. Cultivo de tomate, origen y generalidades

Son cultivados en todo el mundo, los tomates son ricos en sustancias bioactivas esenciales para la salud humana. Para evitar pérdidas de cultivos y crear productos ecológicos de alta calidad, sus enormes rendimientos deben gestionarse con cuidado (Di Mola et al., 2023). El cultivo del

tomate (*Solanum lycopersicum* L.) presenta un alto nivel de riesgo económico debido a su alta perecibilidad, gastos de manejo, problemas fitosanitarios, tecnología de producción inadecuada y pérdidas tanto durante como después de la cosecha (Rey-Torres et al., 2015).

El tomate y muchas otras plantas relacionadas se originaron en los Andes, una región larga, angosta y montañosa que se encuentra en Perú, Ecuador y Chile (MIDAGRI, 2021). Parece que los primeros en domesticar y cultivar tomates fuera de su país natal fueron los primeros mexicanos. Variaciones de la palabra "tomate" se han extendido por todo el mundo, y el nombre parece tener su origen en el náhuatl de México. En estos centros de domesticación, aún se cultivan diversas variedades de tomate (Tighchelaar, 2000, citado por Pérez, 2014).

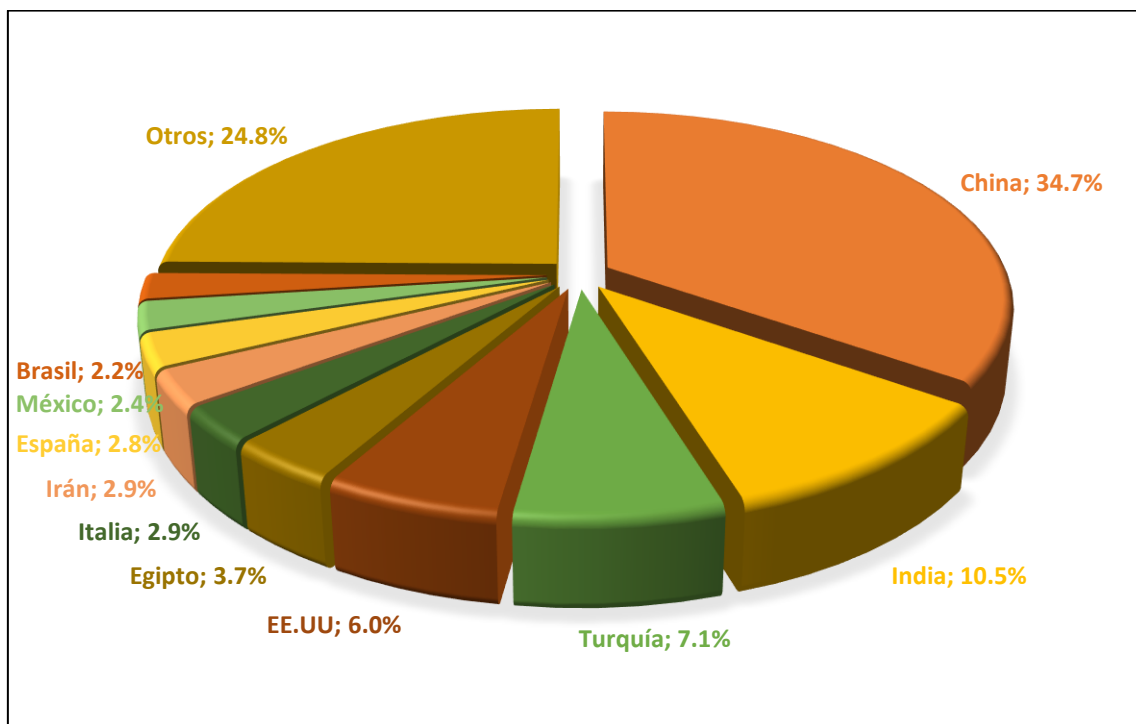
Después de la papa, el tomate conocido científicamente como *Solanum lycopersicum* L., es la segunda hortaliza más cultivada a nivel mundial. A nivel mundial, cada vez más personas consumen este componente, tanto en alimentos frescos como procesados (MIDAGRI, 2021). Cabe destacar su excepcional valor nutricional, ya que es rico en cobre, necesario para la formación de glóbulos rojos, además de vitamina C. Sin embargo, el antioxidante más potente se encuentra en el betacaroteno, en particular el licopeno. Protege contra problemas cardíacos y tiene propiedades anticancerígenas (Pérez, 2014).

Los valles de Lima, Ica, Arequipa, Loreto, Áncash y La Libertad son las principales zonas productoras de tomate. Las variedades de tomate más cultivadas son Chef, Brigade, Río Grande, Redondo y Katya, por mencionar algunas. De la producción nacional total de tomate, el 23 % proviene del departamento de Ica, el 14 % de Lima, el 15 % de Arequipa, el 8 % de Loreto, el 6 % de Áncash y el 5 % de La Libertad. El valor promedio nacional del tomate por persona es de 6.7 kg, el cual fluctúa según diversos factores (MIDAGRI, 2021).

Según Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAOSTAT] (2021, como se citó en Mejía, 2022), la producción mundial es liderada por China (34.7%), seguida por India (10.5%), Turquía (7.1%), EE.UU (6.0%), Egipto (3.7%), Italia (2.9%), Irán (2.9%), España (2.8%), México (2.4%), Brasil (2.2%); mientras, el resto de los países están agrupados con producción total de 24.8%.

Figura 1.1

Distribución porcentual de los países productores de tomate



Nota. Adaptado de FAOSTAT (2021, como se citó en Mejía, 2022), *Producción y comercialización del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en el Perú*. (<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5279/mejia-olivas-juan-carlos.pdf>)

1.2.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del cultivo de tomate, según clasificación de Arthur Cronquist 1986 (2010, como se citó en Pérez, 2014), es de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Lycopersicum

Especie: *Lycopersicum esculentum* L.

1.2.2. Descripción morfológica de tomate

a Tallos.

Las hojas y los racimos florales, así como los tallos secundarios que se ramifican del tallo principal, son verdes, angulosos y varían en diámetro según la variedad (López, 2016).

b Hojas.

La planta presenta de siete a nueve hojas pecioladas, cada una de 4 a 60 mm por 3 a 40 mm. Son compuestas pinnadas. Típicamente, los folíolos son dentados en el borde, lobulados y verdes. Los folíolos tienen la cara superior glandular-pubescente y la cara inferior cenicenta. Presentan pelos glandulares que los recubren y se disponen aleatoriamente en el tallo (Monardes, 2009, como se citó en López, 2016).

c Flor.

Se clasifica como perfecta y regular. En la base del ovario se encuentran los estambres, pétalos y sépalos. Cinco o más sépalos y cinco pétalos amarillos, dispuestos en espiral, conforman el cáliz y la corola. Los órganos reproductores están compuestos por cinco o seis estambres que se alternan con los pétalos (López, 2016).

d Fruto.

Es un fruto similar a una baya, bilocular o multilocular. Su peso promedio puede alcanzar aproximadamente los 600 g; el fruto está compuesto por semillas, pericarpio y tejido placentario. Su color varía según su estado de maduración (López, 2016).

e Sistema radicular.

La raíz primaria, las raíces secundarias y las raíces adventicias conforman el sistema radicular del tomate. La mayor concentración de raíces se observa en los primeros 50 a 60 cm de suelo suelto, a una profundidad de 1.5 metros (Escobar, 2010, citado por Araujo, 2023).

1.2.3. Hábitos o tipos de crecimiento de tomate

López (2016), señala que los tomates pueden crecer de diversas maneras y se clasifican de la siguiente manera:

a Crecimiento determinado.

Dependiendo de la variedad, estas plantas dejan de desarrollarse una vez que aparece un número específico de inflorescencias tanto en el tallo principal como en los laterales. Producen frutos rápidamente, cortos y compactos. Tras la aparición de múltiples racimos florales y un último

racimo apical, su crecimiento cesa. En un solo ciclo de crecimiento, se pueden cosechar de una a tres veces (López, 2016).

b Crecimiento indeterminado.

La yema terminal de estas plantas es responsable del desarrollo del tallo posterior, y tanto el tallo principal como los laterales crecen continuamente. Debido a su larga duración en florecer, fructificar y cosecharse, se cultivan bajo supervisión en invernaderos o casas de sombra. Gracias a su capacidad para desarrollar hojas y flores de innumerables formas, ofrecen las condiciones ideales para un crecimiento constante. Es posible que las primeras flores del racimo estén completamente abiertas, mientras que las últimas no lo estén, ya que las flores de los racimos aparecen y maduran en diferentes momentos (López, 2016).

c Crecimiento semideterminado.

Se trata de plantas que, normalmente en un estado muy avanzado del ciclo de cultivo, dejan de desarrollar tallos después de un número determinado de inflorescencias (Haifa Chemicals, 2014, como se citó en López, 2016).

1.2.4. Fases fenológicas de tomate

Según afirma Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, s.f.), las etapas fenológicas del cultivo de tomate se describen de la siguiente manera:

- a **Emergencia.** Aparición de los cotiledones por encima de la superficie del suelo.
- b **Primera hoja verdadera.** Se aprecia la primera hoja verdadera en la planta.
- c **Quinta hoja verdadera.** Aparece la quinta hoja verdadera de la planta. La hoja está desplegada y en proceso de crecimiento.
- d **Inflorescencia.** Aparición de la primera inflorescencia.
- e **Floración.** Se abren las primeras flores.
- f **Fructificación.** Momento en que se observan los primeros frutos.
- g **Maduración.** El fruto adquiere la forma, tamaño y color típico de la variedad observada. La cosecha por lo general se realiza en tres estados: verde maduro, tomate pintón y tomate maduro.

1.2.5. Requerimiento edafoclimático

Los tomates y otras plantas de clima cálido pueden tolerar un ligero déficit hídrico. Para obtener buenos rendimientos, el suelo debe mantenerse húmedo y libre de sequías. Dado que pueden favorecer la aparición de enfermedades fúngicas, no se recomiendan temperaturas altas ni condiciones de humedad relativa superiores al 75 % para el cultivo del tomate. Por lo tanto, las condiciones ideales para el cultivo del tomate son las regiones áridas o semiáridas (Pérez, 2014).

Estos suelos son ideales para el cultivo de tomates, ya que son lo suficientemente ricos en materia orgánica y minerales como para sustentar la vida. El rango de pH óptimo es de 5.5 a 7.0. La profundidad mínima del nivel freático debe ser de 80 cm (Galvis & Herrera, 1995). Los tomates prosperan en entornos cálidos y moderados y toleran grandes oscilaciones de temperatura. El rango de temperatura oscila entre 13 °C y 35 °C. La temperatura ideal para su crecimiento es de aproximadamente 21 °C. La altitud sobre el nivel del mar oscila entre 0 y 1800 metros (Galvis & Herrera, 1995).

Las plantas de tomate se ven afectadas por la salinidad de diferentes maneras. La mayoría son negativas. Por ejemplo, el tiempo que tardan las semillas en germinar aumenta, mientras que el porcentaje de semillas que brotan disminuye. Alcanzan una longitud radicular menor, lo que les permite explorar un menor volumen de suelo. Los órganos del sistema aéreo se ven igualmente afectados por las sales: alargan los tallos, reducen el número de hojas y secan los bordes foliares, lo que reduce la producción de fotoasimilados. Su rendimiento comercial disminuye como resultado de los efectos adversos en el peso y la cantidad de los frutos (Goykovic-Cortés & Saavedra-Del Real, 2007).

1.2.6. Manejo agronómico de tomate

a. Preparación del suelo

La labranza puede realizarse mecánicamente, con tracción animal o con poca o ninguna labranza, según las condiciones de siembra. La capa superficial del suelo debe removerse a 4-5 cm de la superficie. La tierra puede removerse o removerse, según el instrumento. Generalmente, se utiliza un arado de disco o una vertedera. Cuando el suelo aún esté húmedo en más del 30%, se debe realizar este proceso. El arado ayuda a absorber los residuos de cultivos anteriores, destruye las malezas y expone las plagas del suelo a la luz solar y a sus enemigos naturales (CHEMONICS, 2008).

b. Fertilización y riego.

Comprender las necesidades del cultivo es fundamental para calcular la cantidad correcta de fertilizante. La diferencia entre la cantidad de nutrientes que necesitan las plantas y la que absorbe el suelo se utiliza para calcular el aporte de nutrientes. En este caso, se recomienda realizar un estudio químico del suelo. Se puede utilizar una pala, una paleta o una barrena para recolectar la muestra. Se recomienda extraer 25 submuestras de cada lote y combinarlas cuidadosamente. Posteriormente, se llena una bolsa de plástico con uno o dos kg de tierra. Posteriormente, la muestra se lleva al laboratorio. Una vez verificados los resultados, se realizan los cálculos y se determinan las necesidades nutricionales de la tomatera (López, 2016). La extracción de nutrientes de tomate por tonelada de rendimiento se tiene: 1.9, 0.2, 3.1, 0.1, 0.1 y 0.1 de N, P, K, Ca, Mg y S, respectivamente (Ciampitti & García, 2012).

Las necesidades nutricionales de la especie y un análisis del suelo siempre son consideraciones importantes a la hora de realizar un plan de fertilización. Está claro que reducir el nitrógeno hasta en un 50% de los requerimientos nutricionales de la especie no tiene ningún efecto sobre la productividad de los cultivos, aunque la aplicación excesiva de nitrógeno resulta en bajos rendimientos en la producción de tomate (*S. lycopersicum*). *S. lycopersicum* o tomate. Dado que las raíces de los tomates son poco profundas cuando brotan por primera vez, el riego regular es esencial para el mejor crecimiento posible de las plántulas. El riego debe aplicarse con suavidad para evitar daños mecánicos (López, 2016).

Las necesidades diarias de agua de una planta de tomate maduran varían según diversas variables, como el tipo de suelo, la estación del año, la ubicación y el entorno. El rango típico es de 1.5 a 2 litros. El riego por goteo suele utilizar de 3 a 40 m³ de agua al día, dependiendo de la estación del año, el tamaño de la planta y la densidad de la misma. El coeficiente de cultivo y la evapotranspiración de la zona pueden ser los factores más importantes a considerar al regar. Dado que de las tres tecnologías descritas es la que menos agua desperdicia, el riego por goteo es la más eficaz (CHEMONICS, 2008).

c. Trasplante.

Entre 22 y 27 días después de la siembra, las plantas en el semillero se consideran listas para el trasplante cuando alcanzan una altura de 10 a 12 cm y un tallo de más de 0,5 cm de diámetro. Para evitar la deshidratación y acelerar la recuperación, el suelo debe estar adecuadamente húmedo al momento del trasplante. Si la semilla se siembra durante la estación seca, se debe

regar a fondo tres días antes del trasplante y nuevamente durante el mismo para permitir que la semilla se adhiera y evitar que la solución se evapore (CHEMONICS, 2008).

d. Aporque.

Para estimular el crecimiento de las raíces en el tallo, esto debe hacerse uno o dos días después del trasplante. Además, incluye fertilizante y aumenta la resistencia de la planta, además de usarse para erradicar las malezas. Para evitar dañar las raíces y permitir la propagación de enfermedades, debe hacerse con cuidado. Además, este esfuerzo fomenta la generación de raíces adventicias en la planta (CHEMONICS, 2008).

e. Control de plagas y enfermedades.

Implica tomar medidas para reducir el daño que causan a la producción agrícola. Los tomates se encuentran entre las frutas y hortalizas con mayores problemas fitosanitarios, ya que las enfermedades limitan la producción. El fitomejoramiento, los métodos químicos, biológicos y culturales son algunos de los muchos métodos utilizados para controlar las plagas. En consecuencia, los tomates con mayor éxito comercial se deben a una menor incidencia de plagas y enfermedades (Mejía, 2022). Una nutrición adecuada, evitar plantaciones densas, programar las plantaciones, limpiar los residuos de cultivos contaminados, controlar las malezas y, en general, poner en práctica el manejo integrado de plagas (MIP) son algunos ejemplos de controles culturales (López, 2016).

El uso de cebos y trampas es la forma más ecológicamente beneficiosa de controlar insectos. Por ejemplo, se pueden usar cebos envenenados elaborados con pulpa de fruta o aserrín para controlar moscas de la fruta. Las larvas de algunas plagas se controlan mediante enemigos biológicos como *Bacillus thuringiensis* o Trichograma, cuyas poblaciones pueden incrementarse o transportarse a la plantación liberándolas en el campo (Galvis & Herrera, 1995).

Importantes enfermedades fungosas

- a. **Tizón tardío.** Esta enfermedad prevalente en los cultivos de solanáceas es causada por el oomiceto *Phytophthora infestans*. El rango de temperatura ideal es de 10 a 25 grados Celsius, y la humedad relativa debe ser superior al 90 %. En cualquier etapa del desarrollo de la planta, destruye las hojas, los tallos y los frutos. Las nervaduras bordean las lesiones esféricas y marrones, rodeadas por un halo clorótico con una fina película

de agua sobre la hoja. Las lesiones se manifiestan como grandes manchas marrones de forma irregular en los frutos inmaduros (López, 2016).

- b. **Tizón temprano.** Los principales huéspedes de *Alternaria* sp. son las patatas y los tomates. El viento, la lluvia, las salpicaduras y los detritos de plantas infectadas pueden propagarla. Puede permanecer en los residuos de cultivo y el suelo durante casi un año. Desarrolla un chancro negro en el tallo, a ras de suelo. Sus tallos y pecíolos, negros y altos, están rodeados por círculos concéntricos. En los frutos se encuentran lesiones de color marrón oscuro, ligeramente deprimidas y cubiertas por una gran cantidad de esporas fúngicas (López, 2016).
- c. **Marchitez fungosa.** Causada por la bacteria *Fusarium oxysporum*, de alcance mundial, que puede propagarse a través de semillas contaminadas, el viento, la mano de obra agrícola, plantas enfermas o equipos contaminados. Permanece en el suelo durante años (López, 2016).

g. Poda.

Al cultivar cultivares de mesa con crecimiento indeterminado, es habitual eliminar los brotes nuevos y manejar solo los brotes seleccionados, dejando dos o tres ejes principales. La poda de flores y frutos también es habitual en algunas situaciones, con el objetivo de estimular el crecimiento y uniformizar el tamaño del fruto. La poda también puede utilizarse para eliminar hojas enfermas; este tipo de poda se denomina poda higiénica (CHEMONICS, 2008).

h. Control de malezas.

La cantidad de agua y luz que un cultivo puede utilizar completamente para sí mismo es limitada cuando crecen malezas junto a él. Algunas malezas, por ejemplo, crecen más rápido que los tomates y, al cubrir las plantas, les producen sombra, lo que reduce la eficacia de la polinización, el cuajado y la fotosíntesis. Los programas de riego más largos, provocados por la mayor competencia, también afectan directamente los gastos de los agricultores, ya que deben invertir más en combustible o energía, según sea necesario (CHEMONICS, 2008).

i. Cosecha.

Si los tomates se destinan a fines industriales o para consumo inmediato, pueden cosecharse antes de que maduren por completo. Sin embargo, la cosecha debe realizarse cuando el fruto esté maduro o apenas comience a madurar. La estructura interna del fruto, el desarrollo completo de las semillas y su capacidad para mantenerse unidas al cortarlo indican la madurez

para la cosecha. Se considera que el fruto está en la etapa de verde maduro cuando alcanza su desarrollo completo y presenta un tono verde brillante, ligeramente cremoso o amarillento en la zona apical (CHEMONICS, 2008).

1.3. Abonos orgánicos

Como mencionan Olin-Fabela (2022), actúan como depósito de fuentes esenciales de los nutrientes que mejoran el suelo, Beyer Arteaga et al. (2021) manifiesta que, abonos orgánicos como compost, gallinaza y vermicompost incrementan los parámetros agronómicos del cultivo, asimismo, logran que los elementos como el fósforo y nitrógeno sean absorbidos con más eficiencia. Los atributos de que el abono orgánico influye en cultivos se atribuyen que estos tienen liberación lenta y progresiva de nutrientes.

Aguiñaga-Bravo et al. (2020), destacan que los abonos tienen efectos fisiológicos que incluyen el alargamiento celular, la diferenciación vascular y el desarrollo de la producción, lo que se traduce en plantas más vigorosas y productivas. Por otra parte, García et al. (2011) demostraron, tras evaluar efecto de los abonos orgánicos en el suelo, incremento significativo de los microorganismos celulolíticos, solubilizadores de fósforo, sulfatorreductores y fijadores de nitrógeno. Al final, destacaron que los microbios encontrados actúan directamente en la materia orgánica y como consecuencia, las plantas se benefician.

1.3.1. Humus de lombriz

El humus de lombriz es una enmienda orgánica sólida que se produce cuando las lombrices rojas de California transforman el estiércol. El producto final, natural, posee las siguientes cualidades: pH casi neutro, color marrón negruzco, baja conductividad eléctrica y una textura suave y agradable en forma de diminutos gránulos. Con una alta concentración de nutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos, y una buena cantidad de materia orgánica, el producto es de excelente calidad y mejora las cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo (Ficha técnica, s.f.).

Blanco-Villacorta (2023) menciona que el humus de lombriz es altamente beneficioso por mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo; asimismo, por potenciar los rendimientos de los cultivos diversos. Mendoza et al. (2025) reportaron tras evaluar el humus de lombriz en suelos agrícolas, con las aplicaciones de 5, 10 y 15% en un periodo de 90 días, tras los análisis se encontró el efecto beneficioso en pH, concentración de materia orgánica, disponibilidad de nutrientes de N, P y K. Estos hallazgos respaldan el uso del humus de lombriz

como una enmienda orgánica eficaz para restaurar y mejorar la salud del suelo, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria.

Tabla 1.1

Características de abono orgánico de humus de lombriz

Propiedades y composición	Valores (%)
pH	6.8 - 7.2
N	1 - 2.6
P	2 - 8
K	1 - 2.5
Ca	2 - 8
Mg	1 - 2.5
Materia orgánica	30 - 70
Carbono orgánico	14 - 30
Ácidos fúlvicos	14 - 30
Ácidos húmicos	2.8 - 5.8
Na	0.02
Cu	0.05
Fe	0.02
Mn	0.006
Relación C/N	10-11

Fuente: (Azabache, 2003, citado por Espinoza & Huanca, 2017)

1.3.2. Bioles

Es un fertilizante orgánico líquido que se produce cuando los desechos vegetales y animales (como rastrojos, guano, etc.) se descomponen sin oxígeno. Contiene nutrientes que las plantas pueden absorber fácilmente, aumentando su resiliencia y vitalidad. Las concentraciones de aplicación varían según fenología de cultivos; en plantas jóvenes se aplica 0.5-1.0 L por 20 L de agua; plantas en proceso maduración; 1-2 L/20 L de agua y en plantas maduras, 2-3 L/20 L de agua (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2008).

Según INIA (2008) las ventajas de biol son:

- ✓ Se puede elaborar con base en los insumos que se encuentran en la comunidad.
- ✓ No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar.
- ✓ Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.
- ✓ Tiene bajo costo.
- ✓ Mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.

Según INIA (2008) las desventajas de biol son:

- ✓ El tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo.
- ✓ En extensiones grandes se requiere de una mochila para aplicar

Biol tiene múltiples beneficios, tales como: estimula la floración, aumenta follaje, acelera el crecimiento, actúa como repelente ante las plagas. Asimismo, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (INIA, 2008).

Tabla 1.2

Características de abono orgánico de biol

Características fisicoquímicas	Digestado de estiércol de cerdo	Digestado de estiércol de gallina	Digestado de estiércol de vacuno
pH	8.2-9.0	7.6-9.8	8.1-8.4
Materia orgánica (%)	1.59-3.42	3.13-3.65	1.14-5.04
Nitrógeno total (%)	0.16-0.51	0.51-0.62	0.26-0.34
P ₂ O ₅ (%)	0.12-0.15	0.15-0.21	0.11-0.16
K ₂ O (%)	0.13-0.58	0.23-0.24	0.12-0.15
Conductividad eléctrica (mS/m)	396-454	370-428	287-346

Fuente: (INIA, 2008)

1.4. Fertilizantes químicos

Mirbakhsh y Zahed (2023), afirman que los fertilizantes químicos mejoran significativamente el desarrollo de las plantas, dado que es fácil y rápida su absorción. Díaz-José et al. (2023) también destaca la idea de su disponibilidad inmediata, asimismo, tal como influye positivamente en el rendimiento de los cultivos, es indispensable manejar adecuadamente porque podría incrementar la salinidad de los suelos.

Otros autores, como García-Cabrera et al. (2021) y Silva-Valqui et al. (2021), destacan su eficiencia de los fertilizantes químicos cuando se utiliza en combinación con fuentes orgánicas. Asimismo, tras evaluaciones en maíz, observaron desarrollo morfológico de las plantas y aumentó la productividad, en comparación con el uso individual de cada tipo de fertilizante.

1.5. Fuentes de los fertilizantes

1.5.1. Fertilizantes nitrogenados

Aproximadamente el 2% del peso seco de la planta está compuesto de nitrógeno. La cantidad de nitrógeno (N) en los tejidos juveniles varía según la relación C/N y oscila entre el 5.5% y el 6.5% de su peso seco. Está presente en la planta en formas orgánicas, como las proteínas. Solo un pequeño porcentaje está presente en formas inorgánicas, como el nitrato, el nitrito y el nitrato de amonio (Navarro & Navarro, 2003).

El nitrógeno es necesario para la fotosíntesis y la respiración celular, y es un componente de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y enzimas. Las plantas atrofiadas, el follaje verde amarillento y las venas visibles son signos de su insuficiencia; en casos graves, las hojas se tornan anaranjadas. Debido al crecimiento excesivo de la biomasa vegetal, un exceso de nitrógeno en la planta resulta en estructuras extremadamente suculentas, mayor crecimiento aéreo, retraso en la maduración y menor rendimiento. Por ello, la planta es más vulnerable a plagas y enfermedades (Navarro & Navarro, 2003).

Fuentes de fertilizantes nitrogenados:

a. Urea

El tipo de fertilizante nitrogenado más común utilizado en todo el mundo es ahora la urea. Aunque la urea es un natural, también se puede producir calentando y presurizando dióxido de carbono (CO_2) y amoníaco (NH_3) a altas temperaturas. Su alto contenido de nitrógeno (N) (46%) hace que su producción, envío y aplicación en el campo sean rentables (Mikkelsen, 2007). Su fórmula química es $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Navarro y Navarro, 2014).

Tabla 1.3

Características de fertilizante urea

Características	Valores
Nitrógeno (%)	46.6
Peso molecular (g/mol)	60.06
Solubilidad a 20 °C en agua (g/100mL)	108
Índice de acidez	84
Índice de salinidad	75.4

Punto de fusión (°C)	133
----------------------	-----

Fuente: (Navarro y Navarro, 2014).

b. Nitrato de potasio

Antiguamente conocido como sal nitro, se obtiene vía sintética haciendo reaccionar nitrato de sodio con cloruro de potasio. También se obtiene mediante reacción de nitrato de amonio y cloruro de potasio. Este fertilizante es poco higroscópico, lo cual permite almacenamiento seguro y una de las ventajas que posee es el efecto sinérgico entre K^+ y NO_3^- , lo que facilita la absorción de las plantas (Navarro y Navarro, 2014).

Tabla 1.4

Características de fertilizante nitrato de potasio

Características	Valores
Nitrógeno (%)	15.5
Calcio (%) (CaO)	26
Solubilidad a 20 °C en agua (g/100mL)	121.2
Coefficiente de higroscopicidad (20 °C)	44.6
Índice de alcalinidad	21
Índice de salinidad	52.5
Punto de fusión (°C)	555.7

Fuente: (Navarro y Navarro, 2014).

c. Nitrato de amonio

Dado que se utilizaba en la producción de explosivos en aquella época antigua, su uso comenzó después de la Segunda Guerra Mundial. El nitrato de amonio es compatible con la mayoría de los demás fertilizantes, excepto con la urea, ya que ambos reaccionan para generar una pasta acuosa. Sin embargo, debido al aumento de las pérdidas, no se recomienda su uso en suelos de textura gruesa. Se recomienda su uso en suelos casi neutros y alcalinos (Navarro y Navarro, 2014).

Tabla 1.5*Características de fertilizante nitrato de amonio*

Características	Valores
Nitrógeno (%)	33
Nitrógeno amoniacal (%)	16.5
Nitrógeno nítrico (%)	16.5
Solubilidad a 20 °C en agua (g/100mL)	190
Índice de acidez	60
Índice de salinidad	105
Punto de fusión (°C)	170

Fuente: (Navarro y Navarro, 2014).

1.5.2. Fertilizantes fosforados

El suelo, el cultivo y el entorno circundante afectarán la eficacia final de un fertilizante. Sin embargo, la selección de la materia prima, el proceso de fabricación e incluso el almacenamiento y el transporte previos a su aplicación pueden afectar algunas de sus propiedades (Casanova, 2008).

García-Berumen et al. (2024) destacan que el fósforo es fundamental en la formación de ADN, la generación de ATP y NADPH, desarrollo radicular y en la regulación de la fotosíntesis y la síntesis de proteínas. Por otra parte, la limitada disponibilidad de fósforo en muchos suelos agrícolas ha llevado a la utilización de fertilizantes fosfatados; sin embargo, el uso excesivo de estos puede tener impactos ambientales negativos, como la eutrofización de cuerpos de agua.

El fósforo es absorbido en sus formas de ortofosfato primario y secundario, y es sensible su estabilidad en el suelo por su fijación prematura a través de precipitación por reacciones químicas con hierro y aluminio (suelos ácidos) y calcio (suelos alcalinos).

Superfosfato triple de calcio

Este fertilizante, que ha sustituido cada vez más al superfosfato simple en muchos países del mundo, contiene entre un 43 % y un 46 % de P_2O_3 soluble en agua. Puede utilizarse con otras fuentes, como urea de liberación controlada, cloruro de potasio y sulfato de potasio (Navarro & Navarro, 2014).

Tabla 1.6*Características de superfosfato triple*

Características	Valores
Fósforo soluble en agua (% P ₂ O ₅)	42.8
Fósforo disponible (%P ₂ O ₅)	48.1
Fósforo total (%P ₂ O ₅)	51.5%
Calcio total (%CaO)	2.9
Azufre (%CaSO ₄)	1.0

Tabla 1.7*Características de solubilidad de fertilizantes fosfatados*

Fuente	%P ₂ O ₅ total	% P ₂ O ₅ soluble en agua
Supertriple	46	46
Fosfato mono amónico	52	52
Fosfato di amónico	46	46
Ácido fosfórico	76-85	76-78

Fuente: (Casanova, 2008).

1.5.3. Fertilizantes potásicos

El potasio es indispensable para la regulación de funciones como el metabolismo de las plantas, el crecimiento, el desarrollo y las respuestas al estrés abiótico. Por otra parte, está asociado con la síntesis de proteínas y la activación de numerosas enzimas, asimismo, la regulación estomática y la fotosíntesis. Además, el K⁺ está implicado en la homeostasis iónica durante el estrés salino y actúa como modulador de los movimientos estomáticos durante condiciones de déficit hídrico (Kumar et al., 2022)

Tabla 1.8*Características de las fuentes potásicas de fertilizantes*

Fertilizante	formula	Nutriente %	Índice salino	Índice básico
Cloruro de potasio	KCl	60	1.936	Neutro
Nitrato de potasio	KNO ₃	44-46	1.580	26.0
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	50	0.853	Neutro
Sulfato de K y Mg	K ₂ SO ₄ .2MgSO	22	1.971	Neutro

Fuente: (Fertilab, s.f.)

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Localización

2.1.1. *Ubicación específica*

El presente trabajo de investigación se realizó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al Distrito Ayacucho, Provincia Huamanga, Región Ayacucho, a 2760 m.s.n.m.

2.1.2. *Ubicación política*

Región : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : PIPG (Programa de Investigación en Pastos y Ganadería)

2.1.3. *Ubicación geográfica*

Longitud : 74°13'12.92"O

Latitud : 13° 9'20.66"S

Altitud : 2760 msnm

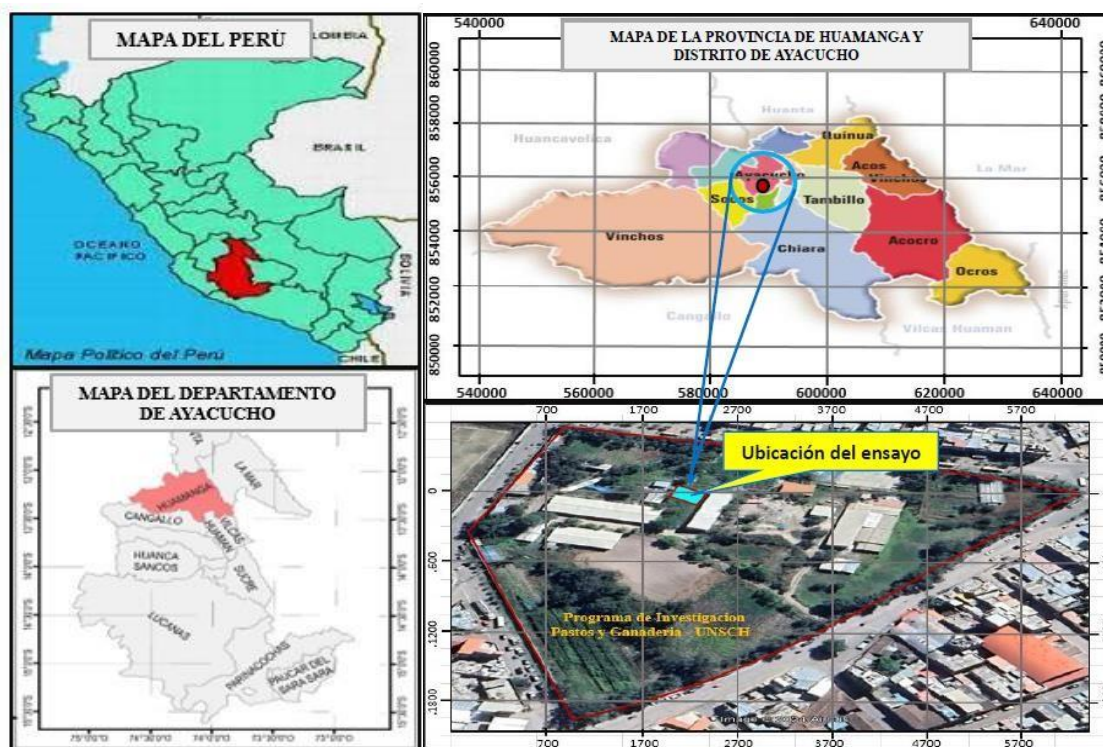
UTM : 584507.24 m E, 8545508.36 m S

2.1.4. *Ubicación ecológica*

El lugar de Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, pertenece a la ecorregión Quechua, que abarca la ciudad principal de Huamanga y Zona de vida de estepa espinosa Montano Bajo Sub Tropical (ee-MBS).

Figura 2.1

Ubicación del ensayo, campo experimental “PIPG-UNSCH”, Ayacucho 2760 msnm.



2.2. Antecedentes del terreno experimental

El terreno experimental donde se desarrolló el presente trabajo de investigación, en anteriores campañas agrícolas, estuvo ocupado por el cultivo de lechuga, los cuales fueron cultivados una sola vez al año.

2.3. Condiciones climáticas

Según los datos de la estación meteorológica del INIA-Canaán, en Ayacucho, durante el año 2024 se registraron variaciones térmicas.

Tabla 2.1

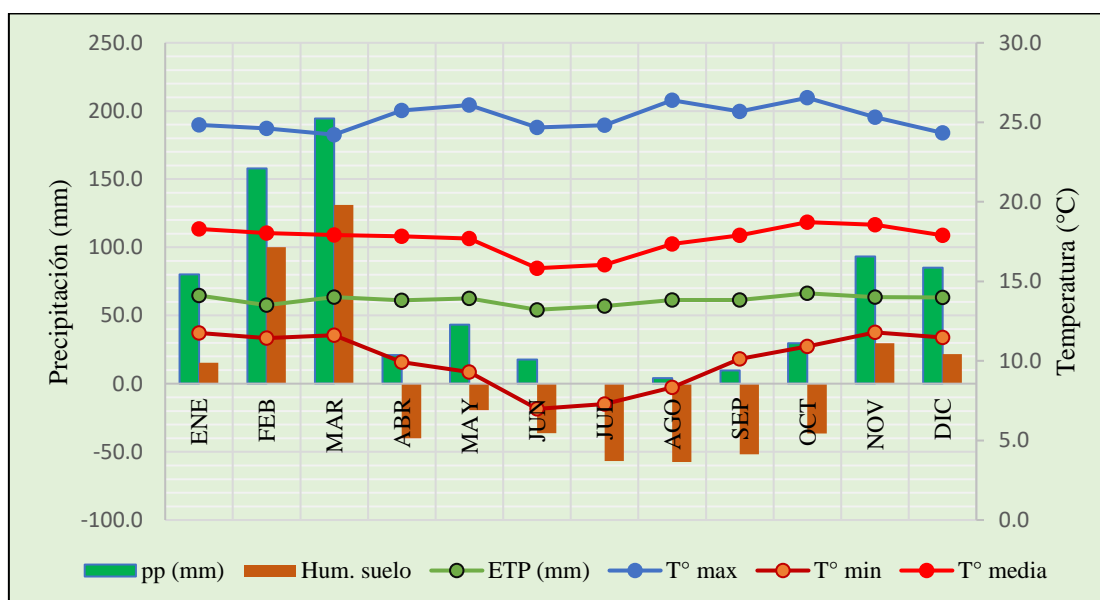
Balance hídrico de los factores climáticos con referencia para PIPG - UNSCH

ESTACIÓN : INIA-CANAÁN		DISTRITO : AYACUCHO	ALTITUD : 2735 msnm										
		PROVINCIA : HUAMANGA	LATITUD : 13° 10' 00.06" S										
		DEPARTAMENTO : AYACUCHO	LONGITUD : 74° 12' 22.92" W										
		Prom.											
DESCRIPCIÓN	UNID	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T° max. Media mensual	°C	24.8	24.6	24.2	25.7	26.1	24.7	24.8	26.4	25.7	26.5	25.3	25.3
T° min. Media mensual	°C	11.8	11.4	11.6	9.9	9.3	7.0	7.3	8.3	10.1	10.9	11.8	10.1
T° media mensual	°C	18.3	18.0	17.9	17.8	17.7	15.8	16.1	17.4	17.9	18.7	18.6	17.9
Factor de multiplicacion		4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96
ETP	mm	90.79	80.76	88.90	85.62	87.76	75.98	79.62	86.11	85.95	92.88	89.07	88.82
Precipitación	mm	80.1	157.8	194.6	21.0	43.3	17.8	0.0	4.1	9.6	29.6	93.3	85.1
ETP ajustado	mm	64.76	57.61	63.41	61.07	62.60	54.20	56.79	61.42	61.31	66.25	63.53	63.35
Humedad del suelo	mm	15.34	100.19	131.19	-40.07	-19.30	-36.40	-56.79	-57.32	-51.71	-36.65	29.77	21.75
Exceso	mm	15.34	100.19	131.19									21.75
Déficit	mm				-40.07	-19.30	-36.40	-56.79	-57.32	-51.71	-36.65		

En la Tabla 2.1 se muestra que la temperatura máxima anual alcanzó los 25.3 °C, mientras que la temperatura mínima mensual descendió hasta los 10.1 °C. La temperatura media anual fue de 17.7 °C, lo que indica un clima templado con una marcada variación estacional.

Figura 2. 2

Gráfico ombrotérmico de los factores climáticos



En la Figura 2.2 se muestra un déficit hídrico en los meses de abril y octubre, debido a que las precipitaciones fueron deficientes en esos meses. También, las altas precipitaciones se presentaron en los meses de febrero y marzo; mientras, las mínimas se presentaron en los meses

julio y octubre. Bajo este contexto, los riegos fueron realizado de manera Inter diario en sus momentos críticos y 2 veces por semana en etapas normales según monitoreo de la humedad del suelo en las macetas.

2.4. Características fisicoquímicas del suelo y humus de lombriz

Tabla 2.2

Interpretación de los parámetros de las características del suelo a partir de resultados de laboratorio

Descripción	Valores	Unidad	Interpretación	Método
pH	8.42	--	moderadamente alcalino	Potenciométrico (1:2:5)
C.E.	1.02	dS/m	Normal	Conductímetro (1:1)
CO ₃ --	8.0	%	Baja	Gasovolumétrico – neutralización ácida.
MO	3.07	%	Medio	Walkley y Black
P	2.2	ppm	Muy bajo	Olsen modificado
K	192.4	Ppm	Muy alto	Saturación con absorción atómica
CIC	19.5	Cmol(+)/kg	Medio	Acetato de amonio 1N, pH 7.
Nt	0.15	%	Alto	Micro Kjendhal
Textura	--	--	Franco arenoso	arcillo de Hidrómetro Bouyoucos
<u>CATIONES CAMBIABLES</u>				
Ca ⁺²	8.56	Cmol(+)/kg	Medio	
Mg ⁺²	1.28	Cmol(+)/kg	Medio	Extracto de amonio – absorción atómica
K ⁺	0.99	Cmol(+)/kg	Alto	
Na ⁺	0.84	Cmol(+)/kg	Alto	

Nota. Análisis realizado en Laboratorio de suelos y análisis foliar – UNSCH.

Según los resultados de laboratorio, muestran que el pH es moderadamente alcalino, por lo que podría haber algunos problemas de nutrientes como el fósforo. Conductividad eléctrica normal; materia orgánica rico, fósforo muy bajo, potasio muy alto, CIC medio, textura franca arcillo arenosos y los cationes cambiables de medio a alto. En resumen, hay límites en los elementos de fósforo y el tomate es sensible para este elemento.

Tabla 2.3*Características físico químico de humus de lombriz utilizado*

Parámetros	Unidades	Valores
Humedad	%	66.8
pH (1:2.5)	--	7.52
CE (1:1)	mS/cm	3.28
MO	%	24.2
N total	%	1.58
P (P ₂ O ₅)	%	1.56
K (K ₂ O)	%	0.18
Ca (CaO)	%	3.22
Mg (MgO)	%	1.54
SO ₄ ⁼	%	0.16

Fuente. Laboratorio de suelos y análisis foliar – UNSCH

2.5. Materiales

2.5.1. Material biológico

En este trabajo de investigación se utilizó como material biológico a las semillas de tomate variedad Río Grande (*Lycopersicum esculentum*), los cuales fueron almacenados en recipientes para luego trasplantarlos en el campo definitivo. Las semillas fueron adquiridas en las tiendas agropecuarias de la ciudad de Huamanga.

Tabla 2.4*Características de tomate variedad Río Grande según su ficha técnica*

Descripción	Características y/o requerimientos
Nombre común	Tomate Río Grande
Nombre científico	<i>Lycopersicum esculentum</i>
Adaptación	600 – 1700 msnm
Temperatura	18 – 24 °C
Suelos	Suelos franco arenosos a franco arcillosos, con pH de 5.8 – 6.8.
Semillas por gramo	250 – 300 g
Semillas por hectárea	200 – 300 g

Días de germinación	8.0
Días siembra cosecha	80
Densidad de siembra	20,900 plantas ha ⁻¹
Rendimiento por hectárea	30 – 40 t ha ⁻¹
Fertilización	Aplicar elementos mayores y menores según análisis de suelos.
Control de malezas	Manual y químico

Fuente: ficha técnica (<https://agrosemval.com/producto/tomate-rio-grande/>)

2.5.2. Herramientas, equipos e insumos

Herramientas

- ✓ Pico
- ✓ Lampa
- ✓ Malla para preparar el suelo
- ✓ Mangueras

Equipos

- ✓ Balanza electrónica
- ✓ Cámaras fotográficos

Insumos

- ✓ Fertilizantes potásicos
- ✓ Fertilizantes nitrogenados
- ✓ Biol
- ✓ Humus de lombriz
- ✓ Fertilizantes fosforados

2.6. Factores de evaluación

Niveles de biol:

- ✓ b1=5%
- ✓ b2=10%
- ✓ b3=15%

Niveles de humus de lombriz

- ✓ h1 = 20 t ha⁻¹

- ✓ $h_2 = 40 \text{ t ha}^{-1}$
- ✓ $h_3 = 60 \text{ t ha}^{-1}$

Niveles de fertilización química (NPK):

- ✓ $f_1=120-100-80$
- ✓ $f_2=180-150-120$
- ✓ $f_3=240-200-160$

2.7. Operacionalización de los variables

Tabla 2.5

Operacionalización de las variables dependientes e independientes

Variables dependientes	Indicadores
1. Rendimiento de tomate	1. Número de frutos por planta (und.)
	2. Altura de la planta (cm)
	3. Diámetro de frutos (cm)
	4. Peso de frutos por planta (Kg)
Variables independientes	Indicadores
Niveles de abonamiento químico (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O)	✓ 120-100-80, 180-150-120, 240-200-160
Niveles de biol	✓ 5, 10 y 15%
Niveles de humus de lombriz	✓ 20, 40 y 60 t ha ⁻¹

2.8. Diseño experimental

Las plántulas de tomate fueron instaladas en campo utilizando un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA), con tres repeticiones por cada tratamiento. La ubicación de cada una en el campo se definió mediante un proceso de aleatorización, siguiendo un croquis previamente elaborado según el diseño establecido.

El modelo aditivo lineal del análisis estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- ✓ Y_{ij} = Es la observación de cualquiera del i -ésimo tratamiento y j -ésima repetición.
- ✓ μ = Es el promedio de las unidades experimentales.
- ✓ β_j = Efecto de la j -ésima repetición.
- ✓ τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.
- ✓ ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.
- ✓ i = subíndice de variación de tratamientos: 1, 2, 3, ..., t
- ✓ j = subíndice de variación de repeticiones: 1, 2, 3, ..., r
- ✓ t = número de tratamientos.
- ✓ r = número de repeticiones.

Figura 2. 3

Croquis de las unidades experimentales

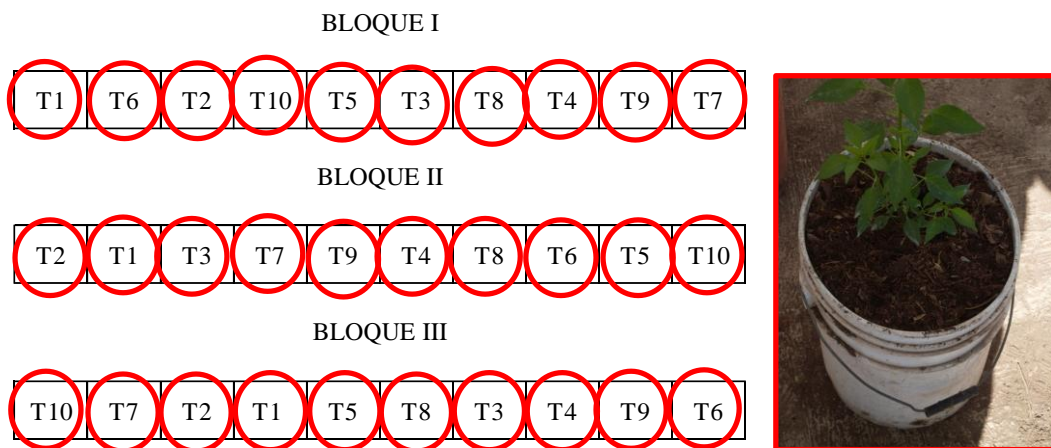


Tabla 2.6

Descripción de las características de las unidades experimentales

Descripción	Unidad	Medida
Volumen de maceta	m^3	0.018
Ancho de camino	m	0.50
Número de surcos por UE	unidades	3.0
Número de plantas UE	unidades	1.0
Número total de UE	unidades	30.0

2.9. Tratamientos

Los tratamientos fueron producto de los niveles de biol, humus de lombriz y fertilización química de NPK, los cuales se detallan a continuación (Tabla 2.7):

Tabla 2.7

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo absoluto
T2	Biol al 5%
T3	Biol al 10%
T4	Biol al 15%
T5	Humus de lombriz 20 t ha ⁻¹
T6	Humus de lombriz 40 t ha ⁻¹
T7	Humus de lombriz 60 t ha ⁻¹
T8	Dosis baja: NPK 120 – 100 – 80 (50 Kg ha ⁻¹)
T9	Dosis media: NPK 180 – 150 – 120 (50 Kg ha ⁻¹)
T10	Dosis alta: NPK 240 – 200 – 160 (50 Kg ha ⁻¹)

2.10. Análisis estadístico

Para analizar los datos cuantitativos, se llevaron a cabo pruebas de análisis de varianza (ANOVA, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$), comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey y análisis de correlación entre las variables, con el objetivo de entender las relaciones directas e indirectas entre ellas.

2.11. Instalación y conducción del cultivo

- a. **Preparación de sustrato.** El sustrato fue preparado con base de tierra agrícola, y el resto de los componentes fueron los tratamientos. La preparación de sustrato se realizó el 10 de octubre del 2024.
- b. **Establecimiento de unidades experimentales.** Las unidades experimentales

estuvieron representadas por una maceta para cada repetición por tratamientos, las macetas estuvieron conformados de baldes de 20 L, el cual tiene una capacidad de 0.020 m³ o 20 kg.

- c. **Trasplante.** Las plántulas fueron instaladas en las macetas, con una distancia de 0.20 m entre macetas. Una vez colocadas las plántulas en las macetas para cada tratamiento, fueron regados con la finalidad de que las raíces alcancen tener contacto con la tierra y que pueda facilitar su prendimiento. Se manejó una planta por maceta y el trasplante se realizó el 20 de octubre del 2024. Las plántulas de tomate variedad Río Grande fueron adquiridos de repartición Huatatas con un tamaño promedio de 6 – 8 cm.
- d. **Fertilización.** Esta actividad consistió en aplicar abonos provenientes de humus de lombriz, biol y fertilizantes químicos establecidos en los tratamientos, estos dos últimos fueron aplicados durante el trasplante como abonado de fondo.

Los cálculos se realizaron considerando el peso de 1 ha 3x10⁶ kg, y para una capacidad de la maceta de 20 kg. Como fuente, los fertilizantes químicos se utilizaron urea (46-0-0), superfosfato triple (0-46-0) y cloruro de potasio (0-0-60).

El humus se aplicó una sola vez como abonado de fondo en el momento de trasplante (20 de octubre del 2024), según las especificaciones de la Tabla 2.6:

Tabla 2.8

Dosificación de humus de lombriz para los tratamientos

Abono	dosis (t ha ⁻¹)	Dosis (g maceta ⁻¹)
Humus de lombriz	20.0	133
	40.0	266
	60.0	400

El biol se aplicó una sola vez y una semana después del trasplante (27 de octubre del 2024), según las indicaciones de la Tabla 2.9:

Tabla 2.9

Dosificación de biol para cada maceta

Abono	Dosis (%)	Dosis (L/mochila de 20L)
Biol	5.0	0.5
	10.0	2.0
	15.0	3.0

Los fertilizantes químicos se aplicaron una sola vez por campaña, en el momento de trasplante, según las especificaciones de la Tabla 2.10:

Tabla 2.10

Dosificación de la fertilización química para los tratamientos

Tratamientos	Nivel de abonamiento	Dosis/maceta
T8	120 – 100 – 80	. Urea: 2.60 g . SFT: 2.20 g . CIK: 1.30
. T9	. 180 – 150 – 120	. Urea: 3.90 g . SFT: 3.20 g . CIK: 2.00
. T10	. 240 – 200 – 160	. Urea: 5.20 g . SFT: 4.30 g . CIK: 2.70

- e. **Deshierbo.** Esta actividad se realizó de manera constante en todos los tratamientos, con finalidad de evitar competencias inter e intraespecíficas, y de esta manera evitar propagación de enfermedades.
- f. **Control fitosanitario.** Se realizaron un control fitosanitario durante la campaña de manera preventiva, el primer control se realizó el 18 de noviembre del 2024. Para los

controles respectivos se utilizaron producto fúngico e insecticida con nombre comercial Bactofin y trome triple acción (IA: Thiamethoxam), respectivamente, respectivamente, según su ficha técnica.

- g. Riego.** El riego se realizó de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo de tomate y los factores de tiempo. El principio se realizó 3 veces por semana, luego fueron regados 2 veces por semana.
- h. Cosecha.** Esta actividad se realizó en el momento de madurez fisiológica del cultivo, la etapa oportuna de la cosecha de tomate. Esta actividad fue de manera escalonada, debido a que los frutos maduraban paulatinamente y desigual. Se realizó el 17 de febrero del 2025. En esta etapa los frutos han sido evaluados y registrados en libreta de campo para luego procesarlas.

2.12. Evaluación de factores de productividad

- a. Altura de la planta.** Se realizó la evaluación en el momento de plena floración en 3 plantas al azar, donde se midió la altura utilizando flexómetro desde el cuello de la planta hasta la yema apical más alta, finalmente se expresaron en cm.
- b. Número de frutos por planta.** Se realizó el conteo de los frutos en 3 plantas al azar en el momento de madurez fisiológica, el dicho conteo abarcó tanto los frutos maduros e inmaduros en general.
- c. Diámetro de los frutos:** Se realizó la evaluación en 3 frutos al azar después de la cosecha, en este caso se tomó en cuenta solamente los frutos maduros comercializables.
- d. Rendimiento por hectárea.** Para obtener el rendimiento promedio por planta se realizó interpolación de los frutos por planta evaluados anteriormente. Para este caso, se utilizó una densidad de plantas de 20 mil plantas por hectárea.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de la planta

Tabla 3.1

Análisis de varianza de altura de la planta de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

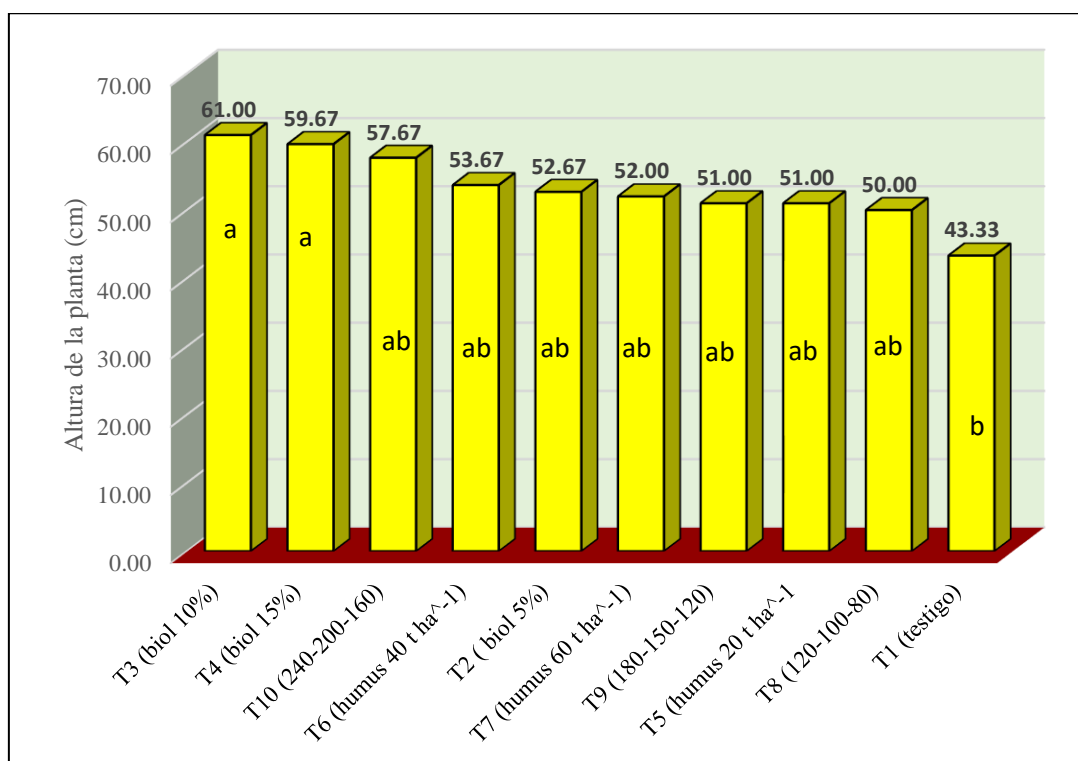
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	102.20	51.10	2.07	0.1556 ns
Tratamientos	9	725.47	80.61	3.26	0.0157 *
Biol (%)					
R. lineal	1	73.50	73.50	2.97	0.1018ns
R. cuadrático	1	46.72	46.72	1.89	0.1861 ns
Humus de lombriz					
R. lineal	1	1.50	1.50	0.06	0.8082 ns
R. cuadrático	1	9.39	9.39	0.38	0.5455 ns
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	88.17	88.17	3.57	0.0752 ns
R. cuadrático	1	16.06	16.06	0.65	0.4308 ns
Error	18	445.13	24.73		
Total	29	1272.80			
C. V. (%):	9.35				

En la Tabla 3.1 se muestra análisis de varianza de altura de la planta de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron significativamente en la altura promedio ($p < 0.05^*$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación del resto. El resultado de no significativo de los bloques indica que entre ellos existe homogeneidad, es decir, sin mucha variación. Se encontró coeficiente de variación de 9.35%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados.

Según el análisis de varianza de las regresiones lineal y cuadrático, tanto en el efecto de biol, humus de lombriz y abonamiento mineral (NPK), resultados no significativos. Esto sugiere que el comportamiento de la altura no se ajusta claramente a esos modelos.

Figura 3.1

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de altura de la planta de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



Nota. Diferencia media de significancia (DMS) = 14.55193

En la Figura 3.1 se muestra la comparación de medias Tukey de altura de la planta de tomate; donde, al aplicar el biol en concentraciones de 10 y 15%, se encontró respuestas mayores estadísticamente en comparación con el testigo, cuyos valores fueron 61.0 y 59.67 cm, a su vez, equivalentes a incrementos de 28.96 y 27.38%, respectivamente.

Tras la aplicación de los fertilizantes minerales, con los niveles de 240 – 200 – 160 de NPK se encontró una respuesta intermedia (después de biol), alcanzando una altura promedio de 57.67 cm, lo cual estadísticamente es similar al efecto del resto de los tratamientos, inclusive al testigo.

Tras la aplicación de humus de lombriz, también se encontró una respuesta intermedia (después de biol y mineral) en la altura de la planta; donde, con una dosis de 40 t ha⁻¹, se encontró un

promedio de 53.67 cm de altura. Asimismo, esta respuesta no se diferencia claramente en comparación con el resto de los tratamientos, por ende, se muestran similares estadísticamente. En resumen, el uso de biol en concentraciones elevadas fue el tratamiento más efectivo para aumentar la altura de las plantas de tomate.

En este trabajo de investigación, la fertilización mineral tuvo efecto intermedio, pero no se diferenció estadísticamente; en contraste, es concordante con los reportes de **Ekawati et al. (2025)**, quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, encontraron que la dosis intermedia de 32 g por planta tuvo efecto mayor en crecimiento de la planta. Asimismo, a diferencia de los resultados encontrados en este trabajo, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en el crecimiento del cultivo de tomate. Lugo concluyeron que estas fuentes orgánicas influyen aumentando la eficiencia de absorción de los nutrientes. **Gao al. (2024)** también demostraron que la aplicación de fertilizantes minerales vía foliar incrementó en el crecimiento como la altura de la planta de tomate. Esto indica que la vía de aplicación de los nutrientes puede influir en su eficacia, y que aplicaciones foliares podrían ser más eficientes en ciertas condiciones.

El efecto de abonos orgánicos como el humus de lombriz, tuvo en efecto intermedio, similar a los minerales NPK, estos resultados son similares a los reportes de **Ortega et al. (2010)**, quienes en cultivo de tomate encontraron que la lombricomposta favoreció positivamente en el crecimiento de las plántulas, asimismo, menciona que las turbas también tienen efectos similares. Finalmente, concluyeron que el humus de lombriz puede ser una alternativa viable a sustratos tradicionales, promoviendo un crecimiento adecuado en las etapas iniciales del cultivo. En este trabajo (Figura 3.1) las dosis altas no fueron relevantes, pero en otros trabajos si fueron influyentes, donde, **Blanco-Callata (2018)** tras evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha⁻¹) en tomate Cherry, encontró que la mayor dosis produjo plantas con mayor altura (124 cm en promedio) estadísticamente. Las diferencias podrían atribuirse a factores como la variedad de tomate, las condiciones climáticas y las características del suelo. **Fuentes-Córdova (2022)**, también encontró resultados diferentes, tras aplicar 2% de humus y 1.5% de biochar en tomate Cherry bajo ambiente protegido, reportó altura promedio de 172.5 cm de altura. Al final, destacó que la sinergia entre dos insumos, podría influir mucho mejor la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes.

3.2. Diámetro ecuatorial de frutos

Tabla 3.2

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de frutos de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

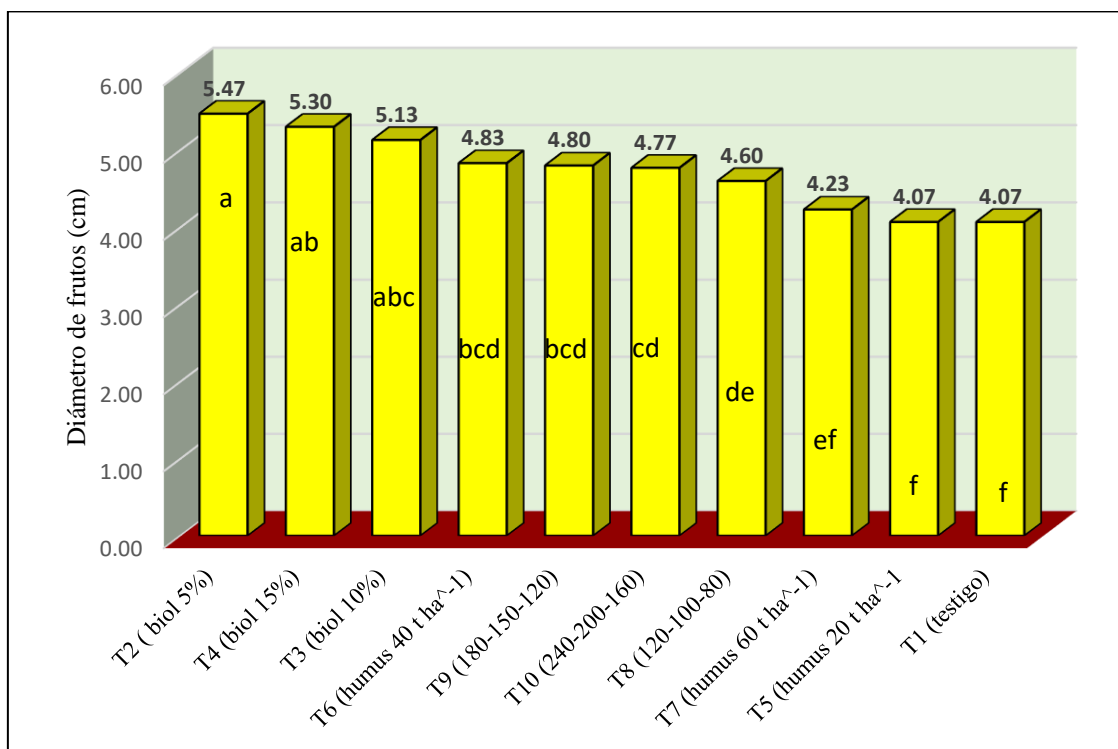
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.06	0.03	0.92	0.4121 ns
Tratamientos	9	6.57	0.73	22.27	<0.0001**
Biol %					
R. lineal	1	0.04	0.04	1.22	0.3639ns
R. cuadrático	1	0.13	0.13	3.97	0.1104ns
Humus de lombriz					
R. lineal	1	0.04	0.04	1.22	0.3639 ns
R. cuadrático	1	0.93	0.93	28.37	<0.0001**
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	0.04	0.04	1.22	0.3639 ns
R. cuadrático	1	0.03	0.03	0.92	0.4304 ns
Error	18	0.59	0.03		
Total	29	7.22			
C. V. (%):	3.82				

En la Tabla 3.2 se muestra análisis de varianza de diámetro promedio de los frutos de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron con alta significancia estadística en el diámetro ($p < 0.01^{**}$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación con el resto. El resultado de no significativo de los bloques indica que entre ellos existe homogeneidad, es decir, no hay mucha variación. Se encontró coeficiente de variación de 3.82%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados.

Según el análisis de varianza de las regresiones lineal y cuadrático, tanto en el efecto de biol, y abonamiento mineral (NPK), resultaron no significativos. Esto sugiere que el comportamiento del diámetro no se ajusta claramente a esos modelos. Mientras, en el efecto de humus de lombriz, se encontró con alta significancia en el modelo cuadrático; este resultado sugiere que es necesario estudiar el diámetro con este modelo.

Figura 3.2

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de diámetro ecuatorial promedio de frutos de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



Nota. Diferencia media de significancia (DMS) = 0.62938

En la Figura 3.2 se muestra la comparación de medias Tukey de diámetro promedio de los frutos de tomate; donde, al aplicar el biol en concentraciones de 5, 15 y 10%, se encontró respuestas estadísticamente superiores en comparación con el testigo, cuyos valores fueron 5.47, 5.30 y 5.13 cm, a su vez, equivalentes a incrementos de 25.6, 23.2 y 20.7%, respectivamente. Pero en el efecto de estas tres dosis de biol no hay una clara diferencia estadística (“a”), por lo que las respuestas son similares a nivel estadístico.

Tras la aplicación de los fertilizantes minerales, con los niveles de abonamiento 180 – 150 – 120 de NPK se encontró una respuesta intermedia entre los tratamientos después de biol y humus, alcanzando un diámetro promedio de 4.80 cm, lo cual es superior estadísticamente en comparación del testigo, con un incremento de 6.87%.

Tras la aplicación de humus de lombriz, también se encontró una respuesta intermedia después de biol; donde, con una dosis de 40 t ha⁻¹, se encontró un promedio de 4.83 cm de diámetro, superando al testigo estadísticamente con incremento de 7.45%. Los demás niveles de humus tuvieron efectos más bajos, inclusive fueron superados con el testigo. En resumen, el uso de

biol en concentraciones elevadas fue el tratamiento más efectivo para aumentar el diámetro de los frutos de tomate.

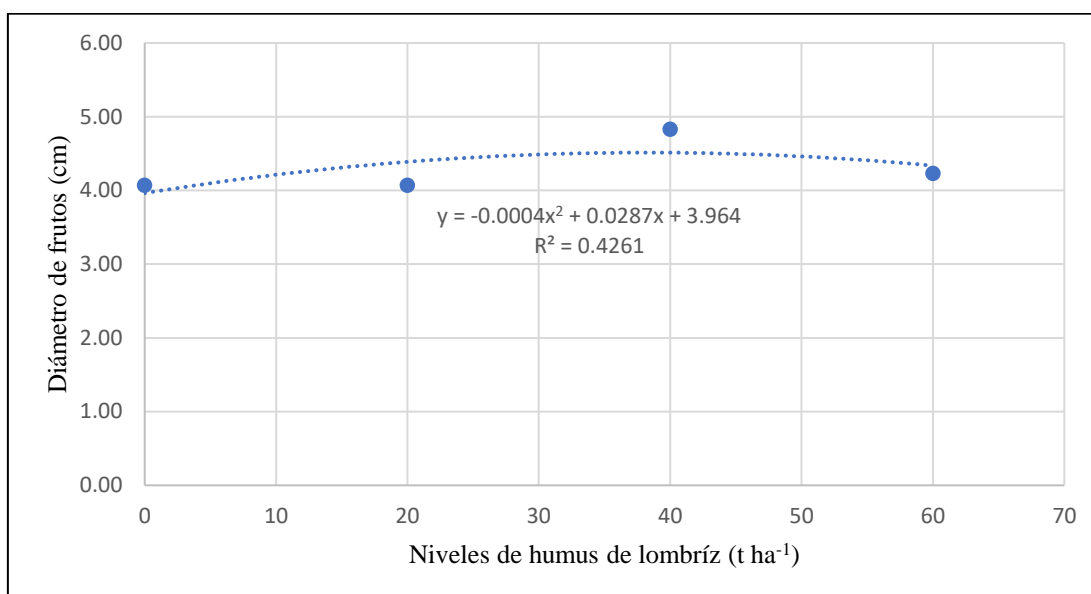
En este trabajo los niveles de 5 y 15% influyeron mucho mejor en diámetro ecuatorial de los frutos de tomate; estos son concordantes con los reportes de **Torres-Soberón (2013)**, quien al evaluar biol al 20% en cultivo de tomate encontró frutos con diámetros sobresalientes de 6.95 cm; mientras, el testigo resultó solamente con 3.15 cm. Comparado con nuestro estudio (Figura 3.2), aunque las concentraciones de biol fueron menores (5%, 10% y 15%), se observaron incrementos en el diámetro ecuatorial. **Vásquez-Cieza (2019)**, también encontró resultados positivos tras evaluación de biol (30%, 20% y 10%) en cultivo de tomate; además, el testigo superó a algunos tratamientos. Estos resultados contrastan con los de nuestro estudio, donde se observaron incrementos significativos en el diámetro del fruto con la aplicación de biol.

En este trabajo de investigación, la fertilización mineral no tuvo efectos muy relevantes, ya que fueron superados por biol y humus; en contraste, es concordante con los reportes de **Ekawati et al. (2025)**, quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, informaron que existen muchos factores que intervienen o influyen en la eficiencia de los fertilizantes, algunos de ellos son el riego oportuno, dado que es indispensable que solubiliza. Esto podría justificar los bajos efectos de NPK. Por otra parte, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en el desarrollo del cultivo de tomate y con consecuente efecto en desarrollo de los frutos.

El humus en este trabajo tuvo efecto relevante después de biol, donde la dosis intermedia tuvo mejor efecto, en contraste, **Blanco-Callata (2018)** tras evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha⁻¹) en tomate Cherry, demostraron que la dosis más alta resultó influyente en el desarrollo general de cultivo. Además, **Fuentes-Córdova (2022)**, también encontró resultados diferentes, tras aplicar 2% de humus y 1.5% de biochar en tomate Cherry bajo ambiente protegido, reportó buena influencia en el desarrollo de los frutos de Cherry, aunque a comparación de tomates comerciales, este tiene frutos pequeños.

Figura 3.3

Análisis de tendencia del diámetro de frutos de tomate en función del efecto de humus de lombriz



En la Figura 3.3 se muestra comportamiento de diámetro de frutos de tomate en función del efecto de humus. Según los resultados, el diámetro de humus de lombriz tiende a modelo cuadrático ($y = -0.0004x^2 + 0.0287x + 3.964$). El cual sugiere que con el nivel 35.9 t ha⁻¹ de humus se logra obtener el diámetro máximo de 4.5 cm, y que a partir del cual disminuye.

3.3. Número de frutos por planta

Tabla 3.3

Análisis de varianza de número de frutos de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

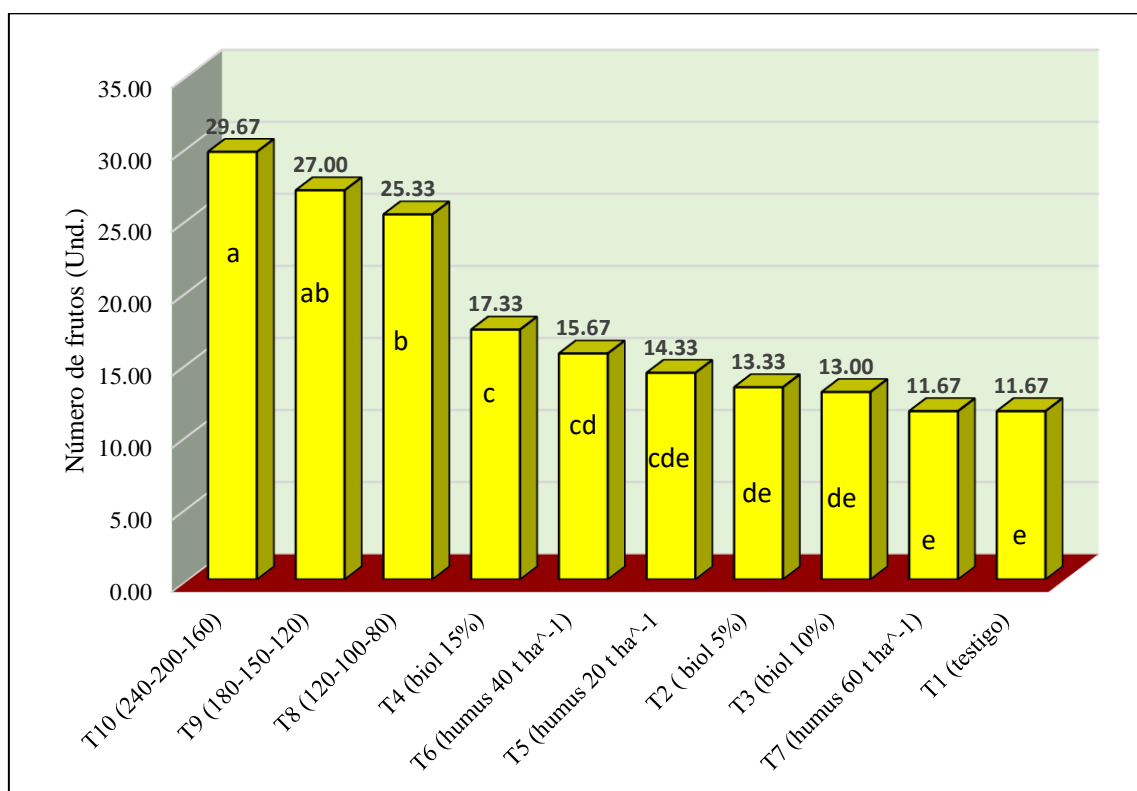
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	2.60	1.30	0.76	0.4814 ns
Tratamientos	9	1251.37	139.04	81.44	<0.0001**
Biol (%)					
R. lineal	1	24.00	24.00	14.06	0.0015 **
R. cuadrático	1	10.89	10.89	6.38	0.0211 *
Humus					
R. lineal	1	10.67	10.67	6.25	0.0223*
R. cuadrático	1	14.22	14.22	8.33	0.0098**
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	28.17	28.17	16.50	0.0007**
R. cuadrático	1	0.50	0.50	0.29	0.5950 ns
Error	18	30.73	1.71		
Total	29	1284.70			
C. V. (%):	7.30				

En la Tabla 3.3 se muestra análisis de varianza de número de frutos por planta de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron con alta significancia estadística en número de frutos ($p < 0.01^{**}$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación con el resto. El resultado no significativo de los bloques indica que entre ellos existe homogeneidad, es decir, no hay mucha variación para este variable. Se encontró coeficiente de variación de 7.30%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados. Este resultado nos sugiere realizar análisis de comparación de medias.

Según el análisis de varianza de las regresiones lineal y cuadrático, tanto en el efecto de biol, humus y abonamiento mineral, resultaron significativos estadísticamente, excepto el modelo cuadrático de mineral (NPK). Esto sugiere que el comportamiento número de frutos se puede estudiar desde el punto de vista de ambos modelos probados.

Figura 3.4

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de número de frutos por planta de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



Nota. Diferencia media de significancia (DMS) = 3.52525

En la Figura 3.4 se muestra la comparación de medias Tukey de número de frutos promedio de tomate; donde, al aplicar abonamiento mineral, con los niveles T10 (240-200-160) y T9 (180-

150-80) se encontró respuestas estadísticamente superiores en comparación con el testigo, cuyos valores fueron 29.67 y 27.0 unidades, a su vez, equivalentes a incrementos de 60.66 y 56.33%, respectivamente. Aunque, los tratamientos T10 y T9 entre si no tienen diferencia estadística.

Tras la aplicación del biol, con la concentración más alta (15%) se encontró una respuesta intermedia, inferior a los efectos de abonamiento mineral y superior al humus. A esta concentración, alcanzó un valor de 17.33 unidades de frutos, con incremento de 33.66% en comparación con el testigo.

Tras la aplicación de humus de lombriz, respuestas más bajas que de biol 15% y abonamientos minerales; donde, con una dosis de 40 t ha⁻¹, se encontró un promedio de 15.67 unidades de frutos; el cual todavía mantiene diferencia estadística con el testigo.

En este trabajo de investigación, el abonamiento mineral influyó de manera significativa en el rendimiento del cultivo de tomate, específicamente con el nivel 240-200-160; investigaciones como de **Shewangizaw et al. (2024)** reportaron al evaluar niveles de N (0, 46, 92 y 138 kg ha⁻¹) que, a un nivel de 92 kg ha⁻¹ encontró un aumento relativo de rendimiento y, por lo tanto, este debió haber influido en desarrollo y número de los frutos. Aunque las aplicaciones de N son inferiores en comparación de este trabajo (Figura 3.4). Asimismo, **Ekawati et al. (2025)**, quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, informaron que, la aplicación de fertilizantes NPK y giberelina incrementó el crecimiento y el rendimiento de las plantas de tomate, pudiendo deducir que influyó en desarrollo de los frutos. También, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en diámetro polar, ecuatorial, peso y rendimiento de frutos con un incremento de 12.4%, 14.6%, 14.5% y 12.8%, respectivamente.

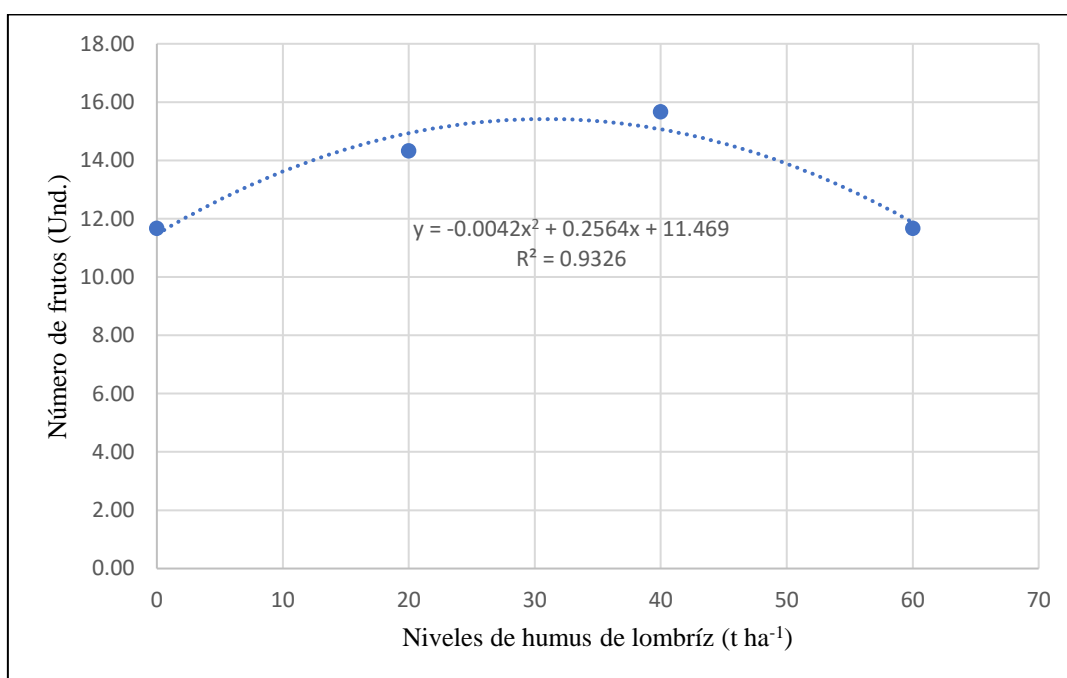
El efecto de biol fue inferior a los efectos de fuente mineral, estos resultados son concordantes a los reportes de **González-del-Cid et al. (2021)**, quienes tras investigar biol enriquecido en las concentraciones de 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5 %, reportaron que a una concentración baja de 1.5% lograron observar ciertas mejoras de incremento de peso de fruto de tomate. Deducimos que el biol a mayores concentraciones tienen efecto acumulativo en parámetros agronómicos de los frutos.

El humus tuvo efecto inferior a los factores de biol y fuente mineral, logrando obtener tan solo 15.67 unidades de frutos en promedio. Otros reportes como de **Blanco-Callata (2018)** tras

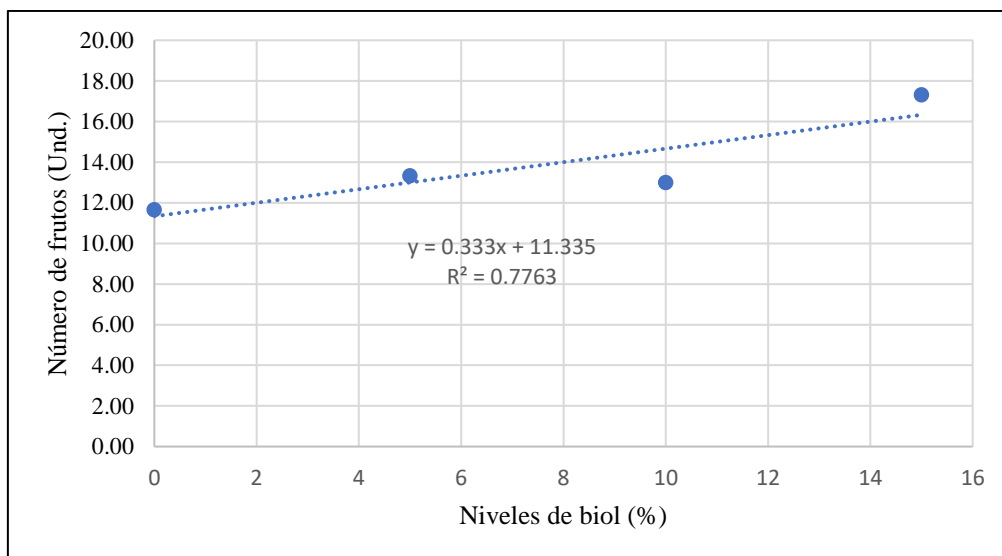
evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha⁻¹) en tomate Cherry, encontró una correlación positiva entre los tratamientos aplicados y parámetros de rendimiento, específicamente en variabilidad de los frutos. **Torres et al. (2018)**, tras evaluar vermicomposta y abonos minerales en cultivo de tomate, reportaron signos positivos, al final mencionaron que el orgánico influyó más que el otro a nivel del desarrollo general vegetativo del cultivo. Además, afirman que los orgánicos tienen múltiples funcionalidades a nivel del suelo y, por ende, esto repercute en los cultivos.

Figura 3.5

Análisis de tendencia del número de frutos en función del efecto de humus de lombriz



Según la Figura 3.5, donde se muestra modelo de regresión del comportamiento de número de frutos en función del efecto de niveles de humus de lombriz. Este resultado sugiere que a medida se incrementa el nivel de humus, el número de frutos aumenta y luego decrece. Es decir, el 30.52 t ha⁻¹ de humus maximiza el número de frutos, con lo que se alcanzaría 15.4 unidades. En resumen, con este modelo se puede explicar el 93.26% de variabilidad en el comportamiento de número de frutos.

Figura 3.6*Análisis de tendencia del número de frutos en función del efecto de biol*

En el resultado de la Figura 3.6 se muestra regresión de número de frutos en función del efecto de biol. Se encontró modelo lineal, donde la ecuación resultó: $y = 0.333x + 11.335$, esto sugiere que el número de frutos se mantiene creciente a en cada nivel de biol creciente. Según la ecuación, por cada nivel de biol el número de frutos se incrementa en 0.333 unidades; mientras, el término independiente (11.335 unidades) es el resultado en el testigo.

3.4. Rendimiento de tomate

Tabla 3.4

Análisis de varianza de rendimiento por hectárea de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

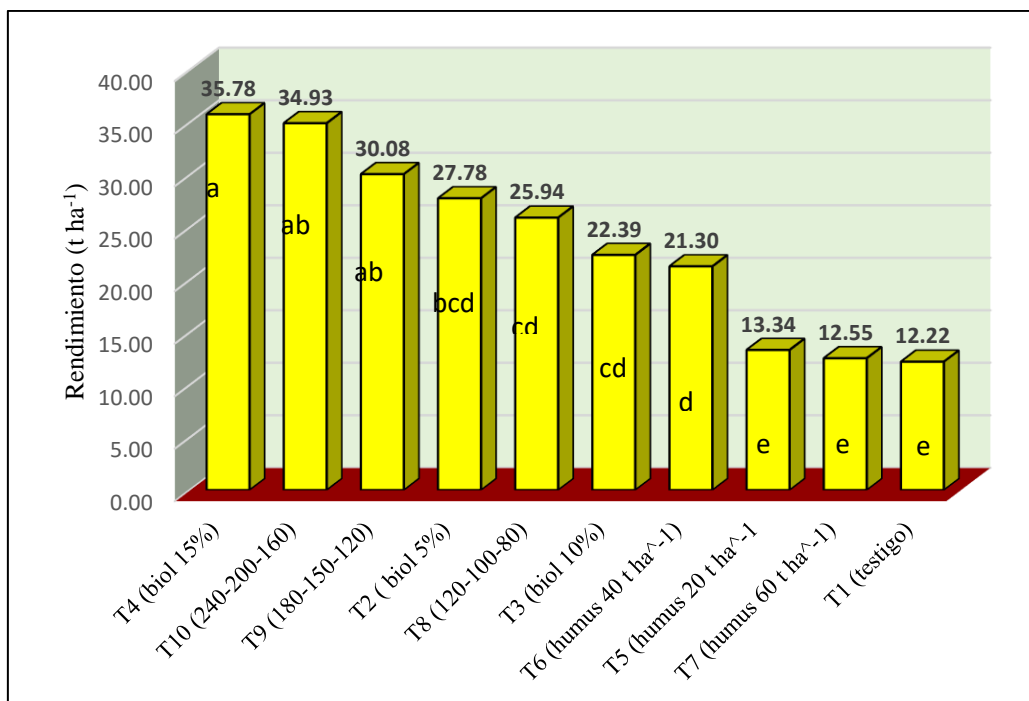
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.05	0.03	0.004	0.9963 ns
Tratamientos	9	2115.45	235.05	33.41	<0.0001**
Biol (%)					
R. lineal	1	96.08	96.08	13.66	0.0017 **
R. cuadrático	1	176.41	176.41	25.08	<0.0001**
Humus de lombriz					
R. lineal	1	0.94	0.94	0.13	0.7134 ns
R. cuadrático	1	139.78	139.78	19.87	0.0003**
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	121.32	121.32	17.24	0.0006 **
R. cuadrático	1	0.25	0.25	0.04	0.8495 ns
Error	18	126.63	7.04		
Total	29	2242.14			
C. V. (%):		11.22			

En la Tabla 3.4 se muestra análisis de varianza de rendimiento por hectárea de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron con alta significancia estadística en rendimiento de frutos ($p < 0.01^{**}$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación del testigo. El resultado no significativo de los bloques indica que entre ellos existe homogeneidad, es decir, no hay mucha variación para este variable. Se encontró coeficiente de variación de 11.22%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados. Este resultado nos sugiere realizar análisis de comparación de medias.

Según el análisis de varianza de las regresiones, con biol ambas modelos resultaron significativas; con humus únicamente cuadrático y con mineral el modelo lineal. En resumen, bajo estos modelos se puede explicar el rendimiento en función de cada factor evaluado.

Figura 3.7

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de rendimiento por hectárea de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



En la Figura 3.7 se muestra la comparación de medias Tukey del rendimiento promedio de frutos de tomate; donde, al aplicar abonamiento biol de alta concentración (15%) se encontró respuestas estadísticamente superiores en comparación con el testigo, cuyo valor resultó 35.78

t ha⁻¹, a su vez, equivalente a un incremento de 47.37%. Aunque, el T4 (biol 15%), T10 (240-200-160) y T9 (180-150-120) resultaron estadísticamente similares (“a”), tan solo diferenciándose numéricamente.

Tras la aplicación del abonamiento mineral (NPK), con nivel de 240-200-160 (T10) se encontró respuesta más baja a comparación del efecto de biol 15%, pero superior al testigo, cuyo valor fue 34.93 t ha⁻¹ de rendimiento, equivalente a un incremento de 46.09%. Los demás niveles de abonamiento resultaron con efectos más bajos en el rendimiento.

Tras la aplicación de humus de lombriz, se encontró respuestas más bajas en comparación de niveles de biol y abonamiento mineral. Inclusive, la aplicación de los niveles 20 y 60 t ha⁻¹ de humus tuvo efecto similar al testigo; mientras, con 40 t ha⁻¹ de humus, la respuesta de rendimiento fue superior numéricamente, más no estadísticamente.

En este trabajo de investigación, el biol (15%) influyó positivamente en el rendimiento del cultivo de tomate, estos resultados son concordantes a los reportes de **González-del-Cid et al. (2021)**, quienes tras investigar biol enriquecido en las concentraciones de 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5 %, encontraron que a una concentración baja de 1.5% lograron observar ciertas mejoras de incremento de peso de fruto de tomate. Deducimos que el biol a mayores concentraciones tienen efecto acumulativo en productividad.

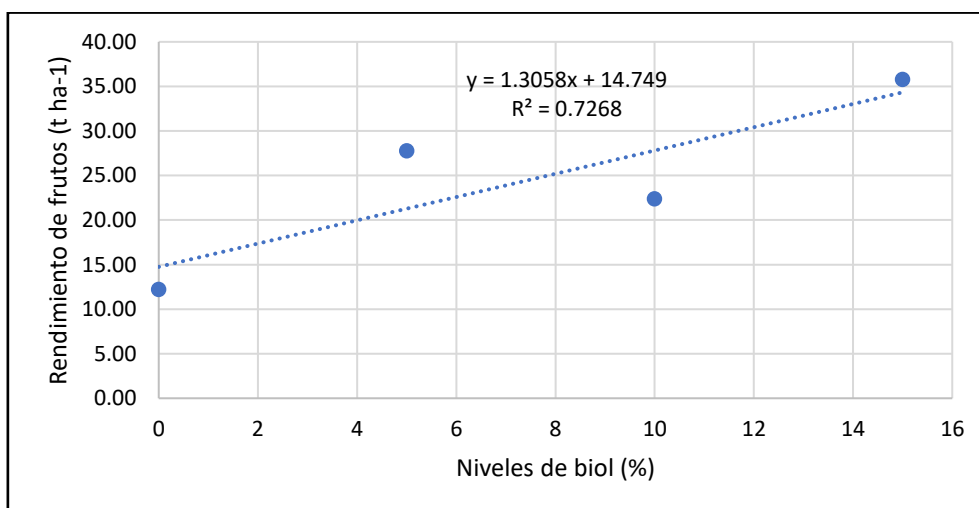
Referente a efectos de fertilizantes minerales, en este trabajo hemos encontrado influencia relativamente inferior a biol; en otros trabajos similares, **Traoré et al. (2022)**, tras investigar efecto de fuentes minerales (NPK) y orgánico, reportó que la parte mineral incrementó rendimiento en 40% y los orgánicos en 53%. Estos resultados se asemejan a los resultados de la Figura 3.7. Por otra parte, **Shewangizaw et al. (2024)** al evaluar niveles de N (0, 46, 92 y 138 kg ha⁻¹) reportó que a un nivel de 92 kg ha⁻¹ encontró una rentabilidad más alta debido a que influyó diferencialmente en el rendimiento de tomate. Aunque las aplicaciones de N son inferiores en comparación de este trabajo (Figura 3.7). Asimismo, **Ekawati et al. (2025)**, quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, informaron que, la aplicación de fertilizantes NPK y giberelina incrementó el crecimiento y el rendimiento de las plantas de tomate. También, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en diámetro polar, ecuatorial, peso y rendimiento de frutos con un incremento de 12.4%, 14.6%, 14.5% y 12.8%, respectivamente. **Wu et al. (2020)**, investigando la combinación de abonos orgánicos y

químicos, reportó rendimiento promedio más alto, equivalente a 75.18 t ha^{-1} , este resultado es muy alto en comparación de encontrado de la Figura 3.7.

El efecto de abonos orgánicos en rendimiento, como el humus de lombriz, tuvo en efecto inferior en comparación de los minerales NPK y biol, lo opuesto a estos resultados de **Ortega et al. (2010)**, quienes tras evaluar efectos de lombricomposta concluyeron que esta fuente era muy recomendable, ya que influye en el desarrollo de las plántulas de tomate. Aunque en los Figura 3.7 no logró obtener mucha relevancia. Otros reportes como de **Blanco-Callata (2018)** tras evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha^{-1}) en tomate Cherry, encontró que la mayor dosis produjo rendimiento más alto de $745.75 \text{ g por planta}$ (22.3 t ha^{-1}). Este es similar al afecto de 40 t ha^{-1} de humus.

Figura 3.8

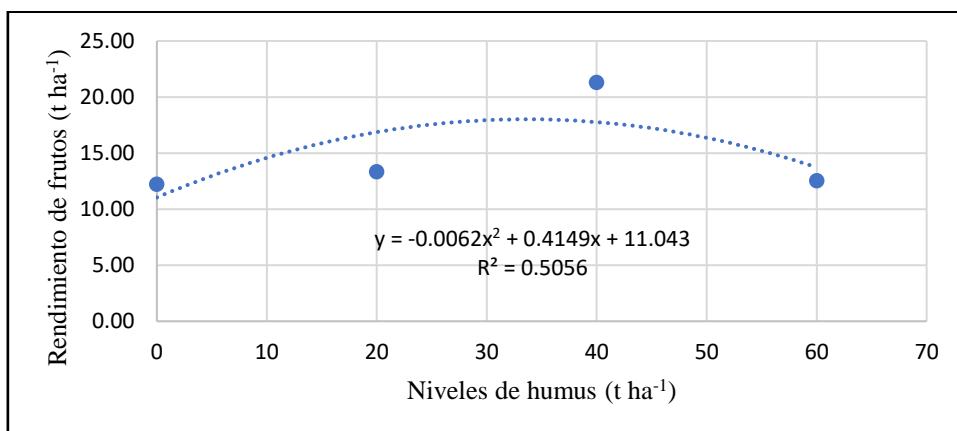
Análisis de tendencia del rendimiento de frutos de tomate en función del efecto de niveles de biol



En el resultado de la Figura 3.8 se muestra regresión de rendimiento promedio de frutos en función del efecto de biol. Se encontró modelo lineal, donde la ecuación resultó: $y = 1.3058x + 14.749$, esto sugiere que el rendimiento de frutos se mantiene creciente a en cada nivel de biol creciente (0, 5, 10 y 15%). Según la ecuación, por cada nivel de biol el número de frutos se incrementa en 1.3058 t ha^{-1} ; mientras, el término independiente (14.749) es el rendimiento sin biol o testigo.

Figura 3.9

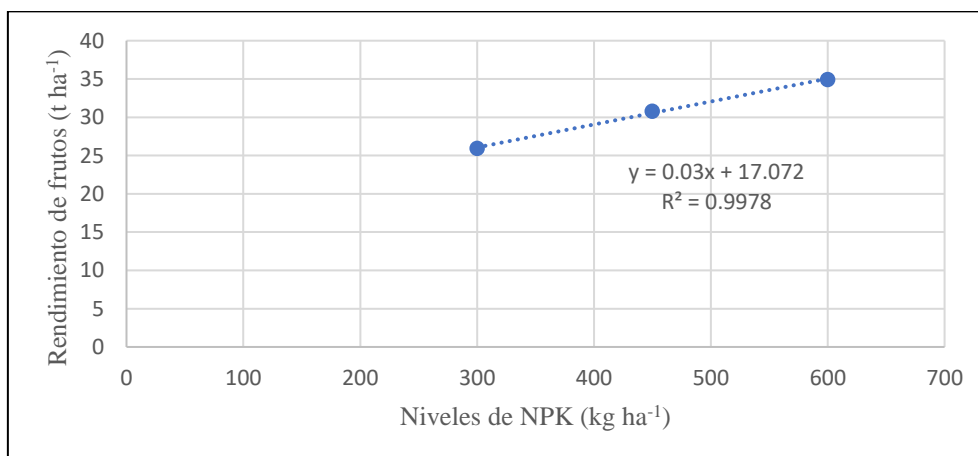
Análisis de tendencia de rendimiento de frutos de tomate en función del efecto de niveles de humus



Según la Figura 3.9, donde se muestra modelo de regresión del comportamiento de rendimiento promedio de frutos en función del efecto de niveles de humus de lombriz. Este resultado sugiere que a medida se incrementa el nivel de humus, el rendimiento aumenta y luego decrece. Es decir, haciendo operaciones, el 33.46 t ha⁻¹ de humus maximiza el rendimiento de frutos, con lo cual se logra obtener 18.21 t ha⁻¹.

Figura 3.10

Tendencia de rendimiento de frutos de tomate según el efecto de fertilizantes químicos (NPK).



Según la Figura 3.10, La figura muestra una tendencia lineal positiva muy marcada entre los niveles de fertilización de NPK en el rendimiento de frutos de tomate. La ecuación de la recta ($y = 0.03x + 17.072$) sugiere que por cada incremento de 100 kg ha⁻¹ de NPK, el rendimiento aumenta en alrededor de 3 t ha⁻¹. Además, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,9978$) evidencia un ajuste casi perfecto del modelo, indicando que la variabilidad del rendimiento está explicada casi en su totalidad por los niveles de NPK evaluados.

3.5. Correlación Pearson de las variables

Tabla 3.5

Coefficientes de correlación Pearson de las variables evaluados



En la Tabla 3.5 se muestra los coeficientes de correlación, donde se puede destacar el grado de alta relación entre rendimiento con diámetro de fruto y número de frutos, cuyos valores resultaron 0.65 y 0.66, respectivamente. Es decir, tanto el número y diámetro de fruto influye directamente en el rendimiento; cuanto mayor es diámetro, se incrementará el rendimiento y cuanto mayor número de frutos, el rendimiento se incrementa, y viceversa.

En este caso no se visualizan los coeficientes negativos, los cuales indicarían una relación inversa entre dos variables.

3.6. Rentabilidad económica

En la Tabla 3.6 se muestra la estimación de la rentabilidad económica de tomate bajo el efecto de las dosis de biol, humus de lombriz y NPK mineral. La estimación se realizó con referencia a los tomates sembradas en el suelo, no en maceta, debido a que los agricultores principalmente siembran en esas condiciones.

Para la estimación de B/C se tomó en cuenta una tasa de descuento de 20%, debido a que se utiliza de forma estándar. Según las estimaciones, los tratamientos T5, T6 y T7, resultaron con rentabilidad negativa, es decir, no se logra recuperar las inversiones en estos tratamientos en el primer año. La mayor rentabilidad se encontró con el tratamiento T4, donde se obtuvo B/C de 1.84, es decir, que por cada sol invertido se genera un valor de recupero de 0.80 soles.

Tabla 3.6

Análisis de rentabilidad de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

Trt	Densidad de siembra	Rdt. (kg/ha)	Precio Unitario (kg)	Costo de prod. (S/.)	Valor bruto de prod. (S/xha)	Valor neto de prod. (S/ x ha)	Rentabilidad (%)	Beneficio costo (B/C)
T1	Biol 0%	12,220.00	1.20	12,926.57	14,664.00	1,737.44	13.44	0.11
T2	Biol al 5%	27,780.00	1.20	13,194.07	33,336.00	20,141.94	152.66	1.27
T3	Biol al 10%	22,390.00	1.20	13,301.07	26,868.00	13,566.94	102.00	0.85
T4	Biol al 15%	35,780.00	1.20	13,408.07	42,936.00	29,527.94	220.23	1.84
T5	Humus 20 t ha-1	13,340.00	1.20	19,453.57	16,008.00	- 3,445.57	17.71	0.15
T6	Humus 40 t ha-1	21,300.00	1.20	25,980.57	25,560.00	- 420.56	1.62	0.01
T7	Humus 60 t ha-1	12,550.00	1.20	32,507.57	15,060.00	- 17,447.57	53.67	0.45
T8	NPK 120 – 100 – 80	25,940.00	1.20	14,852.35	31,128.00	16,275.65	109.58	0.91
T9	NPK 180 – 150 – 120	30,080.00	1.20	15,526.67	36,096.00	20,569.34	132.48	1.10
T10	NPK 240 – 200 – 160	34,930.00	1.20	16,307.98	41,916.00	25,608.02	157.03	1.31

Nota. B/C = 1 (indiferente), B/C > 1 (rentable), B/C < 1 (no rentable).

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de los abonos orgánicos, principalmente con biol en concentraciones mayores (15%), se encontró efecto positivo y significativo estadísticamente en el rendimiento del cultivo de tomate, logrando alcanzar 35.78 t ha^{-1} , el cual representa un incremento de 47.37% respecto al testigo absoluto. Asimismo, esta dosis favoreció positivamente en incremento de la altura de la planta con 59.67 cm, diámetro ecuatorial de frutos con 5.30 cm y el número de frutos por planta a 17.3 und; de esta manera evidenciando que el biol es una alternativa efectiva que incrementa la productividad y rentabilidad ($B/C = 1.84$).
2. El humus de lombriz, mostró efectos inferiores a los obtenidos con biol, con respuestas similares estadísticamente, por lo que, con cualquiera de los niveles se podría obtener resultados muy similares.
3. En el efecto de abonamiento químico (NPK), utilizando el nivel de 240 – 200 – 160 generó rendimientos de 34.93 t ha^{-1} de frutos, equivalente a un incremento de 46.09% respecto al testigo absoluto. Este nivel de abonamiento influyó también significativamente en número de frutos por planta (29.67 und.), siendo el más alto en comparación del resto de los niveles de abonamiento, aunque sin, diferencias estadísticas.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Utilizar las concentraciones de biol al 10 – 15%, debido a que fueron los más influyentes en los parámetros agronómicos, principalmente en el rendimiento total de los frutos del cultivo de tomate.
2. En suelos que contienen materia orgánica en nivel alto, no realizar aplicaciones de fertilizaciones minerales, debido a que se demostró que no tuvieron efectos rescatables en este trabajo de investigación.
3. Realizar la réplica de este trabajo de investigación en otras condiciones edafoclimáticas, específicamente en suelos con materia orgánica pobre, con la finalidad de contrastar el efecto de los tratamientos y los resultados encontrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguñaga-Bravo, A., Medina-Dzul, K., René Garruña-Hernández, Latournerie-Moreno, L., & Esaú Ruíz-Sánchez. (2020). Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*. *Acta Universitaria*, 30, 1–14. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2475>
- Araujo, T. M. (2023). “*Características fenotípicas de 32 líneas SI de tomate (Solanum lycopersicum Mill.)*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6135/araujo-moreno-teresa-lucila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bayer-Arteaga, A. A., Taype, C. A., & Coronado, G. J. (2021). Abonos orgánicos y niveles de materia orgánica bajo condiciones de invernadero en Ica, Perú. *APORTE SANTIAGUINO*. <https://doi.org/10.32911/as.2021.v14.n1.741>
- Blanco-Callata, P. D. (2019). Aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) variedad Cherry en ambientes atemperados en el municipio de El Alto. *Apthapi*, 5(1), 1390–1406. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/16>
- Blanco-Villacorta, M. W. (2023). El vermicompostaje una alternativa para potenciar la agricultura urbana. *Revista de Investigación E Innovación Agropecuaria Y de Recursos Naturales*, 10(1), 97–108. <https://doi.org/10.53287/siha3115kw72x>
- Casanova, O. (2008). Fertilizantes fosfatados. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7758/1/st-172-2008-p.1-6.pdf>
- CHEMONICS. (2008). *Cultivo del Tomate (Lycopersicum esculentum ó Solanum lycopersicum)*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>
- Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2012). Requerimientos Nutricionales Absorción y Extracción de Macronutrientes y Nutrientes secundarios. *Hortalizas, Frutales y Forrajeras*, 4. [http://lacs.ipni.net/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/\\$FILE/AA_12.pdf](http://lacs.ipni.net/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/$FILE/AA_12.pdf)
- Di Mola, I., Ottaiano, L., Cozzolino, E., Marra, R., Vitale, S., Pironti, A., Fiorentino, N., & Mori, M. (2023). Yield and Quality of Processing Tomato as Improved by Biostimulants Based on *Trichoderma* sp. and *Ascophyllum nodosum* and Biodegradable Mulching Films. *Agronomy*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy13030901>

- Díaz-José, J., Meza, P. A., González-Cuevas, B. M., Leyva-Ovalle, O. R., & M. Cebada-Merino. (2023). EN PRENSA. Fertilización química y orgánica y su efecto sobre el rendimiento de chile serrano (*Capsicum annuum* L.). EN PRENSA. *Revista Bio Ciencias*. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1472>
- Ekawati, F., Mustafa, M. A., & Yenti, N. O. (2025). Optimization of Growth and Yield of Tomato Plants through the Application of NPK Fertilizer and Gibberellin. *JERAMI: Indonesian Journal of Crop Science*, 7(2). <https://www.researchgate.net/publication/391143006>
- Espinoza, E. L., & Huanca, S. R. (2017). *Evaluación de la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (Eisenia foétida) con el contenido ruminal en el camal municipal de Huancavelica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fe670cbe-00c2-41c1-bd4c-ca6b36dc7fb8/content>
- Ficha técnica. (s.f.). Ficha técnica de Humus de lombriz. *Bioflower*. https://media.cdn.bauhaus/m/1009722/BH_DOC_1009722.pdf
- Fuentes-Córdova, M. (2022). Efecto del biochar y niveles del humus de lombriz en el comportamiento productivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) variedad Cherry bajo ambiente protegido en el Centro Experimental Cota Cota. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/35779>
- Galvis, J. V., & Herrera, A. (1995). *El tomate. Manejo postcosecha*. <https://goo.su/FtSSmb>
- Gao, Y. I. K. E., Zahid, A., Naveed, S. A., Attia, K. A., Mohammed, A. A., Chishti, S. A., & Uzair, M. (2024). Exogenous application of salicylic acid and NPK promotes tomato growth parameters, yield, and nutraceutical quality under cold stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 52(4), 13667-13667. DOI:10.15835/nbha52413667
- García, F., Stella, L., & Carrillo, A. (2018). Efectos del abono orgánico mineral sobre la población microbiana de un Haplustalf vértico. *Cultura Científica*, 9, 81–89. https://revista.jdc.edu.co/Cult_cient/article/view/221?utm_source=chatgpt.com
- García-Berumen, J. A., Armando, J., Sergio, Espinoza-Canales, A., Echavarría-Cháirez, F. G., & Héctor Gutiérrez-Bañuelos. (2024). Phosphorus dynamics and sustainable agriculture: The role of microbial solubilization and innovations in nutrient

- management. *Current Research in Microbial Sciences*, 8, 100326–100326. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2024.100326>
- García-Cabrera, J. M., Castro Piguave, C. A., & Moreno Mera, G. M. (2021). Estudio de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de maíz (*Zea mays.*), en una comuna. *Revista Alfa*. <https://goo.su/w1BFP>
- González-del-Cid, K. T., Ponce, P. J. V., K.B. Sánchez-Gómez, J.M. Tejada-Asencio, & C.A. Aguirre-Castro. (2021). Evaluación de cuatro dosis de biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales y su efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, CENTA Cuscatlán), utilizando la técnica de fertirriego. *Revista Agrociencia*, 4(18), 78–88. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10694821>
- Goykovic Cortés, V., & Saavedra del Real, G. (2007). Algunos Efectos De La Salinidad En El Cultivo Del Tomate Y Prácticas Agronómicas De Su Manejo. *Idesia (Arica)*, 25(3), 47–58. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v25n3/art06.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2008). Producción y uso de biol. Tecnologías apropiadas para la conservación in situ de los cultivos nativos. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/d8a5c936-d223-4374-a88b-8a3380d2fc0d/content>
- Kumar, S. A., Sirisha Kaniganti, Kumari, P. H., Reddy, P. S., Prashanth Suravajhala, Suprasanna P, & P. B. Kavi Kishor. (2022). Functional and biotechnological cues of potassium homeostasis for stress tolerance and plant development. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 40(4), 3527–3570. <https://doi.org/10.1080/02648725.2022.2143317>
- López, M. L. (2016). *Manual técnico del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)* (INTA (ed.)). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>
- Mejía, J. O. (2022). “Producción y comercialización del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en el Perú” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5279/mejia->

- Mendoza, A., Mero, F., & Rolando, B. (2025). Influencia del Humus de Lombriz en la Calidad de los Suelos Agrícolas: Un Estudio de Caso. *Didáctica Y Educación ISSN 2224-2643*, 15(3), 388–404. <https://goo.su/eogud4>
- Mikkelsen, R. L. (2007). Biuret en fertilizantes de urea. *Informaciones agronómicas*. <https://goo.su/bQJzDs>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Tomate: semana nacional de frutas y verduras 2021*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828921/DossierTomate.pdf>
- Mirbakhsh, M., & Zahed, Z. (2023). *Enhancing Phosphorus Uptake in Sugarcane: A Critical Evaluation of Humic Acid and Phosphorus Fertilizers Effectiveness*. ArXiv.org. https://arxiv.org/abs/2309.03928?utm_source=chatgpt.com
- Navarro, G. G., & Navarro, G. S. (2014). *Fertilizantes. Química y acción*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Olin-Fabela, L. A., Carreño-Meléndez, F., & Torres-Oregón, F. (2022). Abonos orgánicos. *Comunicacion-Cientifica.com*. https://comunicacion-cientifica.com/html/ID-CC-182/cap3.php?utm_source=
- Ortega, L. D., Sánchez-Olarte, J., Díaz Ruiz, R., & Ocampo Mendoza, J. (2010). *Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (Lycopersicum esculentum MILL)*. Ra Ximhai. <https://goo.su/AOYAG8f>
- Pérez, E. D. (2014). *Evaluación del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en La Molina* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://goo.su/NLtwAU>
- Piaun-Cangas, B. R. (2021). Evaluación del efecto del Biol en el nivel de afectación de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero, provincia de Pichincha. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11597>
- Rey-Torres, I. A. E., Garzón-Chacón, A. B., & Lozano-Botache, L. A. (2015). Producción de tres híbridos de tomate bajo semicubierta. Municipio de Falán – Tolima. *Ciencias-Biológicas*, 1–13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5644627>

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, s.f.). Manual de observaciones fenológicas. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Shewangizaw, B., Kenzemed, K., Assefa, S., Lemma, G., Yalemegna, G., Demisew, G., Lisanu, G., Getanh, S., & Gebrehana, M. (2024). Tomato yield, and water use efficiency as affected by nitrogen rate and irrigation regime in the central low lands of Ethiopia. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62884-5>
- Silva-Valqui, G., Oliva, M., & Maricel Jadith Móstiga-Rodríguez. (2021). Fertilización química y orgánica en la producción de plantones de variedades del género *Guadua* presentes en Rodríguez de Mendoza, Amazonas-Perú. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(3). <https://doi.org/10.25127/aps.20203.664>
- Torres, D., Mendoza, B., Gomez, C., Leyda Almao, Hernandez, W., Carrero, L., Castillo, E., Makhoul, I., & Escalona, A. (2018). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento de tomate (*Solanum lycopersicum*) en ambientes protegidos. *Agroindustria, Sociedad Y Ambiente*, 2(11), 4–18. <https://core.ac.uk/download/pdf/160173251.pdf>
- Torres-Soberón, R. (2013). *Evaluación de diferentes dosis de biol y su efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon sculentum L.) Var. Rio Grande En Yurimaguas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de La Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/1842/T-631.869-T73.pdf>
- Traoré, A., Bandaogo, A. A., Savadogo, O. M., Saba, F., Ouédraogo, A. L., Sako, Y., Sermé, I., & Ouédraogo, S. (2022). Optimizing Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Growth With Different Combinations of Organo-Mineral Fertilizers. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.694628>
- Vásquez Cieza, L. (2019). *Efecto del biol en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://n9.cl/mdjsc1>
- Wu, Y., Yan, S., Fan, J., Zhang, F., Zheng, J., Guo, J., & Xiang, Y. (2020). Combined application of soluble organic and chemical fertilizers in drip fertigation improves nitrogen use efficiency and enhances tomato yield and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(15), 5422–5433. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10593>

Zhang, F., Liu, Y., Liang, Y., Dai, Z., Zhao, Y., Shi, Y., Gao, J., Hou, L., Zhang, Y., & Golam Jalal Ahammed. (2024). Improving the Yield and Quality of Tomato by Using Organic Fertilizer and Silicon Compared to Reducing Chemical Nitrogen Fertilization. *Agronomy*, *14*(5), 966–966. <https://doi.org/10.3390/agronomy14050966>

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de supuestos de las variables

Diámetro de fruto

```
1. > shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
2.
3.      Shapiro-wilk normality test
4.
5. data: residuals(mod.fac1)
6. w = 0.96964, p-value = 0.5295
7.
8. > bartlett.test(Diámetro.de.fruto ~ trt) #homogeneidad
9.
10.      Bartlett test of homogeneity of variances
11.
12. data: Diámetro.de.fruto by trt
13. Bartlett's K-squared = 12.328, df = 9, p-value = 0.1954
```

Número de frutos

```
14. > shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
15.
16.      Shapiro-wilk normality test
17.
18. data: residuals(mod.fac1)
19. w = 0.95872, p-value = 0.2871
20.
21. > bartlett.test(Num.de.frutos ~ trt) #homogeneidad
22.
23.      Bartlett test of homogeneity of variances
24.
25. data: Num.de.frutos by trt
26. Bartlett's K-squared = 5.9976, df = 9, p-value = 0.7402
```

Altura de la planta

```
27. > shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
28.
29.      Shapiro-wilk normality test
30.
31. data: residuals(mod.fac1)
32. w = 0.9819, p-value = 0.8735
33.
34. > bartlett.test(Altura ~ trt) #homogeneidad
35.
36.      Bartlett test of homogeneity of variances
37.
38. data: Altura by trt
39. Bartlett's K-squared = 12.463, df = 9, p-value = 0.1885
```

Rendimiento de frutos


```
40. > shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
41.
42.      Shapiro-wilk normality test
43.
44. data: residuals(mod.fac1)
45. w = 0.94564, p-value = 0.129
46.
47. > bartlett.test(Rendimiento ~ trt) #homogeneidad
48.
49.      Bartlett test of homogeneity of variances
50.
51. data: Rendimiento by trt
52. Bartlett's K-squared = 17.116, df = 9, p-value = 0.05693
```

Anexo 2. Datos ordenados de todas las variables

Tabla 2. Datos del campo de las variables

Tratam.	Bloques	Diámetro de fruto (cm)	Núm de frutos (Und.)	Altura (cm)	Rendimiento (t ha-1)	Peso por planta (g)
T01	i	4.9	12	40	18.31	73
T02	i	5.5	13	50	25.27	93
T03	i	4.9	12	58	20.57	82
T04	i	5.0	17	56	32.33	91
T05	i	4.3	15	41	16.62	53
T06	i	4.8	18	57	24.45	65
T07	i	4.0	12	44	12.79	51
T08	i	4.7	25	50	26.13	50
T09	i	4.9	26	52	29.34	54
T10	i	4.8	30	58	35.74	57
T01	ii	4.2	11	50	18.62	81
T02	ii	5.5	12	48	26.08	104
T03	ii	5.1	13	65	22.01	81
T04	ii	5.3	19	65	40.90	103
T05	ii	4.0	14	52	11.70	40
T06	ii	4.8	15	50	21.32	68
T07	ii	4.2	13	58	11.68	43
T08	ii	4.4	26	49	26.08	48
T09	ii	4.7	28	50	30.43	52
T10	ii	4.8	31	60	36.28	56
T01	iii	4.3	12	40	19.56	78
T02	iii	5.4	15	60	31.98	102
T03	iii	5.4	14	60	24.58	84
T04	iii	5.6	16	58	34.11	102
T05	iii	3.9	14	60	11.70	40
T06	iii	4.9	14	54	18.14	62
T07	iii	4.5	10	54	13.17	63
T08	iii	4.7	25	51	25.60	49
T09	iii	4.8	27	51	30.47	54
T10	iii	4.7	28	55	32.77	56

Anexo 3. Análisis de caracterización del suelo experimental



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
Ayacucho – Perú

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

HR: 00600-A

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Localidad : Pampa del Arco (NIPUH) – Programa de Pastos
Proyecto : "TESIS"
Solicitante : Sr. Hugo Teófilo Yancec Salvatierra

ANALISIS DE CARACTERIZACION


Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O)	C. E. (dS/m.)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)K _a)						C. I. C. (Cmol(+)K _a)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	53.3	26.0	20.7	Fr-Ar-Ao	8.42	1.02	8.0	3.07	0.15	2.2	192.4	8.56	1.28	0.99	0.84	0.0	0.0	19.5

Ayacucho, 20 de Diciembre del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE
Juan B. Girón Molina
Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 4. Análisis físico químico de humus de lombriz



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
Ayacucho – Perú

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

HR: 0015

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Localidad : Ayacucho
Proyecto : "TESIS"
Solicitante : Sr. Hugo T. Yancec Salvatierra
Muestra : Humus de Lombriz

ANALISIS FISICO – QUIMICO

Muestra	Humedad (%)	pH (1:2.5)	C.E.(1:1) mS/cm	M.O. (%)	Nitrógeno (%N-total)	Fósforo (% P ₂ O ₅)	Potasio (%K ₂ O)	Calcio (%CaO)	Magnesio (%MgO)	Azufre (%SO ₄)
01	66.8	7.52	3.28	24.2	1.58	1.56	0.18	3.22	1.54	0.16

Ayacucho, 20 de Diciembre del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE
Juan B. Girón Molina
Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120

Anexo 5. Estimación de los costos de producción por tratamientos

ACTIVIDADES: T1	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					11,529.50
LABORES CULTURALES					4,060.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					-
Aplicación de NPK	Jornal	0	0	-	-
Aplicación de humus	Jornal	0	0	-	-
Aplicación de biol	Jornal	0	0	-	-
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por goteo (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					1,272.00
INSUMOS					1,272.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	kg		0	-	-
Biol	kg		0	-	-
Urea	L		0	-	-
Superfosfato triple	kg		0	-	-
Cloruro de potasio	kg		0	-	-
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,397.07
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	576.48
Imprevistos 2% CD				2%	230.59
COSTOS TOTALES					12,926.57

ACTIVIDADES: T2	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					11,779.50
LABORES CULTURALES					4,210.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					150.00
Aplicación de NPK	Jornal	0	0	-	-
Aplicación de humus	Jornal	0	0	-	-
Aplicación de biol	Jornal	1	3	50.00	150.00
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					1,372.00
INSUMOS					1,372.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	kg		0	-	-
Biol	L		25	4.00	100.00
Urea	L		0	-	-
Superfosfato triple	kg		0	-	-
Cloruro de potasio	kg		0	-	-
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de totorado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,414.57
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	588.98
Imprevistos 2% CD				2%	235.59
COSTOS TOTALES					13,194.07

ACTIVIDADES: T3	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					11,879.50
LABORES CULTURALES					4,210.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					150.00
Aplicación de NPK	Jornal	0	0	50.00	-
Aplicación de humus	Jornal	0	0	50.00	-
Aplicación de biol	Jornal	1	3	50.00	150.00
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					1,472.00
INSUMOS					1,472.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	kg		0	-	-
Biol 10%	L		50	4.00	200.00
Urea	L		0	-	-
Superfosfato triple	kg		0	-	-
Cloruro de potasio	kg		0	-	-
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,421.57
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquiler de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	593.98
Imprevistos 2% CD				2%	237.59
COSTOS TOTALES					13,301.07

ACTIVIDADES: T4	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					11,979.50
LABORES CULTURALES					4,210.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					150.00
Aplicación de NPK	Jornal	0	0	-	-
Aplicación de humus	Jornal	0	0	-	-
Aplicación de biol	Jornal	1	3	50.00	150.00
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					1,572.00
INSUMOS					1,572.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	kg		0	-	-
Biol 15%	L		75	4.00	300.00
Urea	L		0	-	-
Superfosfato triple	kg		0	-	-
Cloruro de potasio	kg		0	-	-
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,428.57
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	598.98
Imprevistos 2% CD				2%	239.59
COSTOS TOTALES					13,408.07

ACTIVIDADES: T5	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					17,629.50
LABORES CULTURALES					4,160.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					100.00
Aplicación de NPK	Jornal	0	0	50.00	-
Aplicación de humus	Jornal	1	2	50.00	100.00
Aplicación de biol	Jornal	0	0	50.00	-
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					7,272.00
INSUMOS					7,272.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	t		20	300.00	6,000.00
Biol	kg		0	-	-
Urea	L		0	-	-
Superfosfato triple	kg		0	-	-
Cloruro de potasio	kg		0	-	-
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,824.07
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquiler de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	881.48
Imprevistos 2% CD				2%	352.59
COSTOS TOTALES					19,453.57

ACTIVIDADES: T6	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (\$/.)	Sub Total por Actividad (\$/.)
COSTOS DIRECTOS					23,729.50
LABORES CULTURALES					4,260.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					200.00
Aplicación de NPK	Jornal	0	0	-	-
Aplicación de humus	Jornal	1	4	50.00	200.00
Aplicación de biol	Jornal	0	0	-	-
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					13,272.00
INSUMOS					13,272.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	t		40	300.00	12,000.00
Biol	kg		0	-	-
Urea	L		0	-	-
Superfosfato triple	kg		0	-	-
Cloruro de potasio	kg		0	-	-
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					2,251.07
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	1,186.48
Imprevistos 2% CD				2%	474.59
COSTOS TOTALES					25,980.57

ACTIVIDADES: T7	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					29,829.50
LABORES CULTURALES					4,360.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					300.00
Aplicación de NPK	Jornal	0	0	50.00	-
Aplicación de humus	Jornal	1	6	50.00	300.00
Aplicación de biol	Jornal	0	0	50.00	-
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					19,272.00
INSUMOS					19,272.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	t		60	300.00	18,000.00
Biol	kg		0	-	-
Urea	L		0	-	-
Superfosfato triple	kg		0	-	-
Cloruro de potasio	kg		0	-	-
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					2,678.07
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquiler de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	1,491.48
Imprevistos 2% CD				2%	596.59
COSTOS TOTALES					32,507.57

ACTIVIDADES: T8	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					13,329.30
LABORES CULTURALES					4,360.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					300.00
Aplicación de NPK	Jornal	2	2	50.00	200.00
Aplicación de humus	Jornal			50.00	50.00
Aplicación de biol	Jornal			50.00	50.00
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					2,771.80
INSUMOS					2,771.80
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	kg		0	-	-
Biol	kg		0	-	-
Urea	L		260	2.20	572.00
Superfosfato triple	kg		220	3.00	660.00
Cloruro de potasio	kg		130	2.06	267.80
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,523.05
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	666.47
Imprevistos 2% CD				2%	266.59
COSTOS TOTALES					14,852.35

ACTIVIDADES: T9	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					13,959.50
LABORES CULTURALES					4,260.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					200.00
Aplicación de NPK	Jornal	2	2	50.00	200.00
Aplicación de humus	Jornal	0	0	50.00	-
Aplicación de biol	Jornal	0	0	50.00	-
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					3,502.00
INSUMOS					3,502.00
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	kg		0	-	-
Biol	kg		0	-	-
Urea	Kg		390	2.20	858.00
Superfosfato triple	kg		320	3.00	960.00
Cloruro de potasio	kg		200	2.06	412.00
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,567.17
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquilar de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	697.98
Imprevistos 2% CD				2%	279.19
COSTOS TOTALES					15,526.67

ACTIVIDADES: T10	Unidad de medida	Veces	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Sub Total por Actividad (S/.)
COSTOS DIRECTOS					14,689.70
LABORES CULTURALES					4,260.00
PREPARACIÓN DEL TERENO					1,010.00
Limpieza del terreno	Jornal		1	50.00	50.00
Aradura mecanizada	HM		4	80.00	320.00
Rastra o mullido	HM		2	70.00	140.00
Surcado	Jornal		6	50.00	300.00
Nivelado	Jornal		4	50.00	200.00
ALMACIGADO Y SIEMBRA					250.00
Almacigado de tomate	Jornal	1	1	50	50.00
Siembra de haba (global)	Jornal		4	50	200.00
ABONAMIENTO					200.00
Aplicación de NPK	Jornal	2	2	50.00	200.00
Aplicación de humus	Jornal	0	0	50.00	-
Aplicación de biol	Jornal	0	0	50.00	-
RIEGO Y TRASPLANTE					800.00
Riegos periódicos por aspersión (global)	Jornal		10	50.00	500.00
Trasplante	Jornal	1	6	50.00	300.00
CONTROL DE ARVENSES Y TUTORADO					1,000.00
Deshierbos	Jornal	4	4	50.00	800.00
Tutorado	Jornal	1	4	50.00	200.00
APORQUES					300.00
Primer aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
Segundo aporque	Jornal	1	3	50.00	150.00
CONTROL FITOSANITARIO Y COSECHA					700.00
Aplicación de remedios	Jornal	2	2	50.00	200.00
Cosecha de frutos	Jornal	2	5.00	50.00	500.00
INSUMOS					4,232.20
INSUMOS					4,232.20
Fertilizantes, semillas y bioestimulantes:					
Humus de lombriz	kg		0	-	-
Biol	L		0	-	-
Urea	kg		520	2.20	1,144.00
Superfosfato triple	kg		420	3.00	1,260.00
Cloruro de potasio	kg		270	2.06	556.20
Semilla de tomate	kg		0.5	564.00	282.00
Carrizos de toturado	Atados		20	30.00	600.00
Control fitosanitario					-
Bactofin	kg		3	70.00	210.00
Triple acción	L		3	60.00	180.00
MATERIALES Y EQUIPOS					6,197.50
Cordel de nylon	und		12	15.00	180.00
Mantas	und		5	2.50	12.50
Costales			20	2.50	50.00
Yeso para señalizaciones	kg		20	0.50	10.00
Timbo para remdios	und		1	80.00	80.00
Mochila fumigadora	und		1	350.00	350.00
Implementos de riego por goteo	global		1	5,000.00	5,000.00
Balde de 10 L	global		2	10.00	20.00
Picos	und		5	45.00	225.00
Rastrillos	und		2	35.00	70.00
Azadones	unid		5	40.00	200.00
COSTOS INDIRECTOS					1,618.28
Análisis del suelo			1	90.00	90.00
Alquiler de terreno	has		1	500.00	500.00
Gastos administrativos 5% CD				5%	734.49
Imprevistos 2% CD				2%	293.79
COSTOS TOTALES					16,307.98

Anexo 6. Panel fotográfico del proceso de elaboración de tesis

Fotografía 4. Panel fotográfico del proceso de elaboración de la tesis



Preparación del suelo agrícola



Trasplante de plántulas de lechuga



Realizando la medición de las plantas de tomate



Cosecha del cultivo de tomate.



Evaluación del diámetro y peso de frutos de tomate.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. HUGO TEOFILO YANCCE SALVATIERRA

R.D. N° 418-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los treinta y un días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las ocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. José Antonio Quispe Tenorio, Mtro. Rodolfo Alca Mendoza como asesor, M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y el Ing. Juan Benjamín Girón Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Evaluación de niveles de abonamiento orgánico y químico en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum*) Ayacucho, 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **HUGO TEOFILO YANCCE SALVATIERRA**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	15	14	14	14
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	16	15	15	15
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	16	15	17	16
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	15	14	16	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....
Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Presidente

.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Asesor

.....
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas
Jurado

.....
Ing. Juan Benjamín Girón Molina
Jurado

.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de TESIS de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RD N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado:

Evaluación de niveles de abonamiento orgánico y químico en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Ayacucho, 2024

Autor : Hugo Teofilo YANCCE SALVATIERRA

Asesor : Rodolfo ALCA MENDOZA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de veintiuno por ciento **(21%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2855787629

Ayacucho, 12 de enero de 2026

.....
Jorge Luis Huamancusi Morales

M.Sc. en Producción Agrícola

E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Evaluación de niveles de abonamiento orgánico y químico en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Ayacucho, 2024

por Hugo Teofilo YANCCE SALVATIERRA

Fecha de entrega: 12-ene-2026 02:17p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2855787629

Nombre del archivo: Tesis_tomate_Hugo_Yance.pdf (2.5M)

Total de palabras: 22084

Total de caracteres: 113574

Evaluación de niveles de abonamiento orgánico y químico en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum*)

Ayacucho, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	14%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	gina-vivas.blogspot.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	www.somers-ac.org Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1%

8

Seyed Majid Mousavi, Mohammad Ali Bahmanyar, Hemmatollah Pirdashti, Salahedin Moradi. "Nutritional (Fe, Mn, Ni, and Cr) and growth responses of rice plant affected by perennial application of two bio-solids", Environmental Monitoring and Assessment, 2017

Publicación

<1 %

9

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

10

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

revistas.ult.edu.cu

Fuente de Internet

<1 %

13

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Evaluación de niveles de abonamiento orgánico y químico en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Ayacucho, 2024

Hugo Teofilo Yancece Salvatierra¹,
hugo.yancece.01@unsch.edu.pe

Rodolfo Alca Mendoza²
rodolfo.alca@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería que responden a las coordenadas UTM 584507.24 m E, 8545508.36 m N. El objetivo fue evaluar la influencia de niveles de abonamiento orgánico y químico en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum sculentum*). Se manejó 10 tratamientos en total conformado por 3 niveles de biol (T2=5%, T3=10% y T4=15%), 3 niveles de humus (T5=20 t ha⁻¹, T6=40 t ha⁻¹ y T7=60 t ha⁻¹) y 3 niveles de fertilización mineral de NPK (T8=120-100-80, T9=180-150-120 y T10=240-200-160), más un testigo absoluto (T1). En fuentes minerales se utilizó a la urea, fosfato triple de calcio y cloruro de potasio. La aplicación de los abonos orgánicos, específicamente biol en concentraciones mayores (15%), tuvo efecto positivo y significativo estadísticamente en rendimiento del cultivo, logrando alcanzar 35.78 t ha⁻¹, el cual representa un incremento de 47.37% respecto al testigo absoluto. Asimismo, esta dosis favoreció positivamente en incremento de la altura de la planta, diámetro ecuatorial de frutos y el número de frutos por planta y una rentabilidad positiva de B/C = 1.84. El humus de lombriz, mostró efectos inferiores a los obtenidos con biol. El abonamiento mineral con NPK con 240 – 160 – 160 generó incrementos de 46.09% respecto al testigo absoluto. Este nivel de abonamiento (240-160-160) influyó también significativamente en número de frutos por planta (29.67 und.), siendo el más alto en comparación del resto de los niveles de abonamiento, aunque sin superar de forma significativa al biol 15% en rendimiento total.

Palabras clave: biol, humus, *Lycopersicum sculentum*, orgánico, químico.

Evaluation of organic and chemical fertilizer levels on tomato (*Lycopersicum esculentum*) yield Ayacucho, 2024

Hugo Teofilo Yancce Salvatierra¹,
hugo.yancce.01@unsch.edu.pe

Rodolfo Alca Mendoza²
rodolfo.alca@unsch.edu.pe

Research areas: Environment

Research line: Agricultural Production Systems

ABSTRACT

This research work was carried out in the Pasture and Livestock Research Program that responds to the UTM coordinates 584507.24 m E, 8545508.36 m N. The objective was to evaluate the influence of organic and chemical fertilizer levels on the yield of tomato (*Lycopersicum sculentum*). A total of 10 treatments were managed, consisting of 3 levels of biol (T2=5%, T3=10% and T4=15%), 3 levels of humus (T5=20 t ha⁻¹, T6=40 t ha⁻¹ and T7=60 t ha⁻¹) and 3 levels of NPK mineral fertilization (T8=120-100-80, T9=180-150-120 and T10=240-200-160), plus an absolute control (T1). In mineral sources, urea, triple calcium phosphate and potassium chloride were used. The application of organic fertilizers, specifically biol in higher concentrations (15%), had a positive and statistically significant effect on crop yield, reaching 35.78 t ha⁻¹, which represents an increase of 47.37% compared to the absolute control. Likewise, this dose positively favored the increase in plant height, equatorial diameter of fruits and the number of fruits per plant and a positive profitability of B/C = 1.84. Worm humus showed lower effects than those obtained with biol. Mineral fertilization with NPK with 240 – 160 – 160 generated increases of 46.09% compared to the absolute control. This fertilization level (240-160-160) also significantly influenced the number of fruits per plant (29.67 units), being the highest compared to the rest of the fertilization levels, although without significantly exceeding biol 15% in total yield.

Keywords: biol, humus, *Lycopersicum sculentum*, organic, chemical.

I. INTRODUCCIÓN

Los valles de Lima, Ica, Arequipa, Loreto, Áncash y La Libertad son las principales zonas productoras de tomate. Las variedades de tomate más cultivadas son Chef, Brigade, Río Grande, Redondo y Katya, por mencionar algunas. De la producción nacional total de tomate, el 23 % proviene del departamento de Ica, el 14 % de Lima, el 15 % de Arequipa, el 8 % de Loreto, el 6 % de Áncash y el 5 % de La Libertad. El valor promedio nacional del tomate por persona es de 6.7 kg, el cual fluctúa según diversos factores (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2021).

La forma de fertilizar los cultivos como los tomates es un tema muy importante y determinante, siendo ampliamente estudiada con la finalidad de encontrar dosis adecuadas y análisis comparativa de organomineral. Existen problemas en la utilización de fertilización mineral, dado que estos podrían afectar tanto al cultivo y ambiente sin su uso adecuado. Díaz-José et al. (2023) enfatizan que la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos y químicos puede generar un efecto sinérgico en el rendimiento de cultivos como el chile serrano, tomate, etc., debido a la liberación progresiva de nutrientes del abono orgánico y la rápida disponibilidad del fertilizante químico. En el mismo sentido, Ekawati et al. (2025) señalan que el uso eficiente de fertilizantes NPK, mediante uso combinado de otros productos o insumos como reguladores de crecimiento, optimiza significativamente la producción de tomate, dado que de esta manera se pretende alcanzar una nutrición mineral balanceada en el desarrollo del cultivo. Por su parte, Mendoza et al. (2025) mencionan que las fuentes como el humus de lombriz mejora todas las propiedades físicas, químico y biológico del suelo, tales como: incrementa su capacidad de retención de agua y regula la actividad microbiana, estos factores determinan el éxito de cultivo con consecuente efecto en rentabilidad del tomate.

En conjunto, estos estudios fundamentan la necesidad de evaluar los niveles óptimos de abonamiento orgánico y químico, a fin de establecer estrategias sostenibles que incrementen el rendimiento del tomate en condiciones específicas como las de Ayacucho. Una de las principales razones para realizar la investigación en la materia orgánica como humus y biol, para la gran mayoría de los agricultores la agricultura representa su sustento económico y su fuente de trabajo. Los conocimientos y resultados que se obtendrá serán en beneficio de los propios agricultores, ya que podrán saber la riqueza nutricional y su influencia en el cultivo que puede generar al usar de manera más eficiente y adecuada estas dos materias orgánicas. Además, esta información servirá también a profesionales que estén interesados en manejar

cultivos de manera orgánica, aprovechando adecuadamente los insumos reciclados de manera rápida.

Objetivo general

Evaluar la influencia de niveles de abonamiento orgánico y químico, en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum*), Ayacucho, 2024.

Objetivos específicos

1. Evaluar la influencia de niveles de biol en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), Ayacucho, 2024.
2. Evaluar la influencia de niveles humus de lombriz, en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), Ayacucho, 2024.
3. Evaluar la influencia de nivel de fertilización química (NPK) en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), Ayacucho, 2024.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y descripción geográfica de la zona de estudio

La investigación se realizó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicada en el Distrito Ayacucho, Provincia Huamanga, Región Ayacucho, a una altitud de 2760 m.s.n.m., con una longitud oeste de 74°13'12.92" y latitud sur de 13° 9'20.66" perteneciente a la ecorregión Quechua, que abarca la ciudad principal de Huamanga y Zona de vida de estepa espinosa Montano Bajo Sub Tropical (ee-MBS).

2.2. Características fisicoquímicas del suelo

Descripción	Valores	Unidad	Interpretación	Método
pH	8.42	-.-	Moderadamente alcalino	Potenciométrico (1:2:5)
C.E.	1.02	dS/m	Normal	Conductímetro (1:1)
CO ₃ --	8.0	%	Baja	Gasovolumétrico – neutralización ácida.
MO	3.07	%	Medio	Walkley y Black
P	2.2	ppm	Muy bajo	Olsen modificado
K	192.4	Ppm	Muy alto	Saturación con absorción atómica
CIC	19.5	Cmol(+)/kg	Medio	Acetato de amonio 1N, pH 7.
Nt	0.15	%	Alto	Micro Kjendhal
Textura	-.-	-.-	Franco arcillo arenoso	Hidrómetro de Bouyoucos

2.3. Materiales, equipos e insumos

2.3.1. Material biológico

En este trabajo de investigación se utilizó como material biológico a las semillas de tomate variedad Río Grande (*Lycopersicum sculentum*), los cuales fueron almacigados en recipientes para luego trasplantarlos en el campo definitivo. Las semillas fueron adquiridas en las tiendas agropecuarias de la ciudad de Huamanga.

2.3.2. Herramientas, equipos e insumo

Herramientas

- Pico
- Lampa
- Malla para preparar el suelo
- Mangueras

Equipos

- Balanza electrónica
- Cámaras fotográficos

Insumos

- Fertilizantes potásicos
- Fertilizantes nitrogenados
- Humus de lombriz
- Fertilizantes fosforados y Biol

2.4. Factores de evaluación

Niveles de biol:

- ✓ b1=5%
- ✓ b2=10%
- ✓ b3=15%

Niveles de humus de lombriz

- ✓ h1 = 20 t ha⁻¹
- ✓ h2 = 40 t ha⁻¹
- ✓ h3 = 60 t ha⁻¹

Niveles de fertilización química (NPK):

- ✓ f1=120-100-80
- ✓ f2=180-150-120
- ✓ f3=240-200-160

2.5. Diseño experimental

Las plántulas de tomate fueron instaladas en campo utilizando un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA), con tres repeticiones por cada tratamiento. La ubicación de cada una en el campo se definió mediante un proceso de aleatorización, siguiendo un croquis previamente elaborado según el diseño establecido.

El modelo aditivo lineal del análisis estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la observación de cualquiera del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

μ = Es el promedio de las unidades experimentales.

β_j = Efecto de la j-esima repetición.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

i = subíndice de variación de tratamientos: 1, 2, 3, ..., t

j = subíndice de variación de repeticiones: 1, 2, 3, ..., r

t = número de tratamientos.

r = número de repeticiones.

2.6. Análisis estadístico

Para analizar los datos cuantitativos, se llevaron a cabo pruebas de análisis de varianza (ANOVA, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$), comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey y análisis de correlación entre las variables, con el objetivo de entender las relaciones directas e indirectas entre ellas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de la planta

Tabla 3.1

Análisis de varianza de altura de la planta de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	102.20	51.10	2.07	0.1556 ns
Tratamientos	9	725.47	80.61	3.26	0.0157 *
Biol (%)					
R. lineal	1	73.50	73.50	2.97	0.1018ns
R. cuadrático	1	46.72	46.72	1.89	0.1861 ns
Humus de lombriz					
R. lineal	1	1.50	1.50	0.06	0.8082 ns
R. cuadrático	1	9.39	9.39	0.38	0.5455 ns
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	88.17	88.17	3.57	0.0752 ns
R. cuadrático	1	16.06	16.06	0.65	0.4308 ns
Error	18	445.13	24.73		
Total	29	1272.80			
C. V. (%):	9.35				

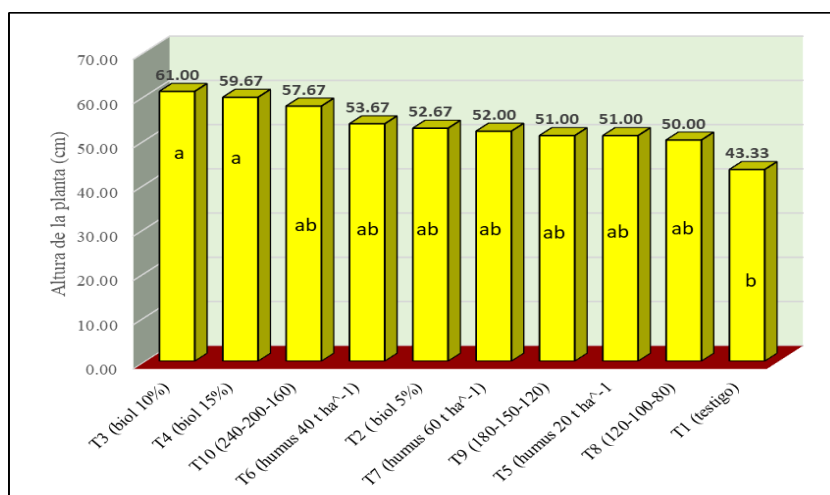
En la Tabla 3.1 se muestra análisis de varianza de altura de la planta de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron significativamente en la altura promedio ($p < 0.05^*$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación del resto. El resultado de no significativo de los bloques indica que entre ellos

existe homogeneidad, es decir, sin mucha variación. Se encontró coeficiente de variación de 9.35%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados.

Según el análisis de varianza de las regresiones lineal y cuadrático, tanto en el efecto de biol, humus de lombriz y abonamiento mineral (NPK), resultados no significativos. Esto sugiere que el comportamiento de la altura no se ajusta claramente a esos modelos.

Figura 3.1

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de altura de la planta de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



Nota. Diferencia media de significancia (DMS) = 14.55193

En la Figura 3.1 se muestra la comparación de medias Tukey de altura de la planta de tomate; donde, al aplicar el biol en concentraciones de 10 y 15%, se encontró respuestas mayores estadísticamente en comparación con el testigo, cuyos valores fueron 61.0 y 59.67 cm, a su vez, equivalentes a incrementos de 28.96 y 27.38%, respectivamente.

Tras la aplicación de los fertilizantes minerales, con los niveles de 240 – 200 – 160 de NPK se encontró una respuesta intermedia (después de biol), alcanzando una altura promedio de 57.67 cm, lo cual estadísticamente es similar al efecto del resto de los tratamientos, inclusive al testigo.

Tras la aplicación de humus de lombriz, también se encontró una respuesta intermedia (después de biol y mineral) en la altura de la planta; donde, con una dosis de 40 t ha⁻¹, se encontró un promedio de 53.67 cm de altura. Asimismo, esta respuesta no se diferencia claramente en comparación con el resto de los tratamientos, por ende, se muestran similares estadísticamente. En resumen, el uso de biol en concentraciones elevadas fue el tratamiento más efectivo para aumentar la altura de las plantas de tomate.

En este trabajo de investigación, la fertilización mineral tuvo efecto intermedio, pero no se diferenció estadísticamente; en contraste, es concordante con los reportes de **Ekawati et al.**

(2025), quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, encontraron que la dosis intermedia de 32 g por planta tuvo efecto mayor en crecimiento de la planta. Asimismo, a diferencia de los resultados encontrados en este trabajo, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en el crecimiento del cultivo de tomate. Lugo concluyeron que estas fuentes orgánicas influyen aumentando la eficiencia de absorción de los nutrientes. **Gao al. (2024)** también demostraron que la aplicación de fertilizantes minerales vía foliar incrementó en el crecimiento como la altura de la planta de tomate. Esto indica que la vía de aplicación de los nutrientes puede influir en su eficacia, y que aplicaciones foliares podrían ser más eficientes en ciertas condiciones.

El efecto de abonos orgánicos como el humus de lombriz, tuvo en efecto intermedio, similar a los minerales NPK, estos resultados son similares a los reportes de **Ortega et al. (2010)**, quienes en cultivo de tomate encontraron que la lombricomposta favoreció positivamente en el crecimiento de las plántulas, asimismo, menciona que las turbas también tienen efectos similares. Finalmente, concluyeron que el humus de lombriz puede ser una alternativa viable a sustratos tradicionales, promoviendo un crecimiento adecuado en las etapas iniciales del cultivo. En este trabajo (Figura 3.1) las dosis altas no fueron relevantes, pero en otros trabajos si fueron influyentes, donde, **Blanco-Callata (2018)** tras evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha⁻¹) en tomate Cherry, encontró que la mayor dosis produjo plantas con mayor altura (124 cm en promedio) estadísticamente. Las diferencias podrían atribuirse a factores como la variedad de tomate, las condiciones climáticas y las características del suelo. **Fuentes-Córdova (2022)**, también encontró resultados diferentes, tras aplicar 2% de humus y 1.5% de biochar en tomate Cherry bajo ambiente protegido, reportó altura promedio de 172.5 cm de altura. Al final, destacó que la sinergia entre dos insumos, podría influir mucho mejor la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes.

3.2. Diámetro ecuatorial de frutos

Tabla 3.2

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de frutos de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.06	0.03	0.92	0.4121 ns
Tratamientos	9	6.57	0.73	22.27	<0.0001**
Biol %					
R. lineal	1	0.04	0.04	1.22	0.3639ns
R. cuadrático	1	0.13	0.13	3.97	0.1104ns

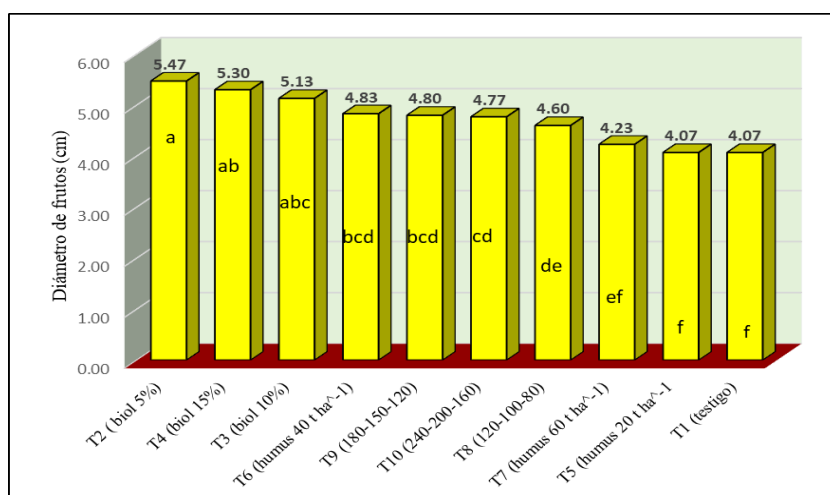
Humus de lombriz					
R. lineal	1	0.04	0.04	1.22	0.3639 ns
R. cuadrático	1	0.93	0.93	28.37	<0.0001**
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	0.04	0.04	1.22	0.3639 ns
R. cuadrático	1	0.03	0.03	0.92	0.4304 ns
Error	18	0.59	0.03		
Total	29	7.22			
<hr/>					
C. V. (%):	3.82				

En la Tabla 3.2 se muestra análisis de varianza de diámetro promedio de los frutos de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron con alta significancia estadística en el diámetro ($p < 0.01^{**}$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación con el resto. El resultado de no significativo de los bloques indica que entre ellos existe homogeneidad, es decir, no hay mucha variación. Se encontró coeficiente de variación de 3.82%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados.

Según el análisis de varianza de las regresiones lineal y cuadrático, tanto en el efecto de biol, y abonamiento mineral (NPK), resultaron no significativos. Esto sugiere que el comportamiento del diámetro no se ajusta claramente a esos modelos. Mientras, en el efecto de humus de lombriz, se encontró con alta significancia en el modelo cuadrático; este resultado sugiere que es necesario estudiar el diámetro con este modelo.

Figura 3.2

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de diámetro ecuatorial promedio de frutos de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



Nota. Diferencia media de significancia (DMS) = 0.62938

En la Figura 3.2 se muestra la comparación de medias Tukey de diámetro promedio de los frutos de tomate; donde, al aplicar el biol en concentraciones de 5, 15 y 10%, se encontró

respuestas estadísticamente superiores en comparación con el testigo, cuyos valores fueron 5.47, 5.30 y 5.13 cm, a su vez, equivalentes a incrementos de 25.6, 23.2 y 20.7%, respectivamente. Pero en el efecto de estas tres dosis de biol no hay una clara diferencia estadística (“a”), por lo que las respuestas son similares a nivel estadístico.

Tras la aplicación de los fertilizantes minerales, con los niveles de abonamiento 180 – 150 – 120 de NPK se encontró una respuesta intermedia entre los tratamientos después de biol y humus, alcanzando un diámetro promedio de 4.80 cm, lo cual es superior estadísticamente en comparación del testigo, con un incremento de 6.87%.

Tras la aplicación de humus de lombriz, también se encontró una respuesta intermedia después de biol; donde, con una dosis de 40 t ha⁻¹, se encontró un promedio de 4.83 cm de diámetro, superando al testigo estadísticamente con incremento de 7.45%. Los demás niveles de humus tuvieron efectos más bajos, inclusive fueron superados con el testigo. En resumen, el uso de biol en concentraciones elevadas fue el tratamiento más efectivo para aumentar el diámetro de los frutos de tomate.

En este trabajo los niveles de 5 y 15% influyeron mucho mejor en diámetro ecuatorial de los frutos de tomate; estos son concordantes con los reportes de **Torres-Soberón (2013)**, quien al evaluar biol al 20% en cultivo de tomate encontró frutos con diámetros sobresalientes de 6.95 cm; mientras, el testigo resultó solamente con 3.15 cm. Comparado con nuestro estudio (Figura 3.2), aunque las concentraciones de biol fueron menores (5%, 10% y 15%), se observaron incrementos en el diámetro ecuatorial. **Vásquez-Cieza (2019)**, también encontró resultados positivos tras evaluación de biol (30%, 20% y 10%) en cultivo de tomate; además, el testigo superó a algunos tratamientos. Estos resultados contrastan con los de nuestro estudio, donde se observaron incrementos significativos en el diámetro del fruto con la aplicación de biol.

En este trabajo de investigación, la fertilización mineral no tuvo efectos muy relevantes, ya que fueron superados por biol y humus; en contraste, es concordante con los reportes de **Ekawati et al. (2025)**, quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, informaron que existen muchos factores que intervienen o influyen en la eficiencia de los fertilizantes, algunos de ellos son el riego oportuno, dado que es indispensable que solubiliza. Esto podría justificar los bajos efectos de NPK. Por otra parte, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en el desarrollo del cultivo de tomate y con consecuente efecto en desarrollo de los frutos.

El humus en este trabajo tuvo efecto relevante después de biol, donde la dosis intermedia tuvo mejor efecto, en contraste, **Blanco-Callata (2018)** tras evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha⁻¹) en tomate Cherry, demostraron que la dosis más alta resultó influyente en el desarrollo general de cultivo. Además, **Fuentes-Córdova (2022)**, también encontró resultados diferentes, tras aplicar 2% de humus y 1.5% de biochar en tomate Cherry bajo ambiente protegido, reportó buena influencia en el desarrollo de los frutos de Cherry, aunque a comparación de tomates comerciales, este tiene frutos pequeños.

3.3. Número de frutos por planta

Tabla 3.3

Análisis de varianza de número de frutos de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

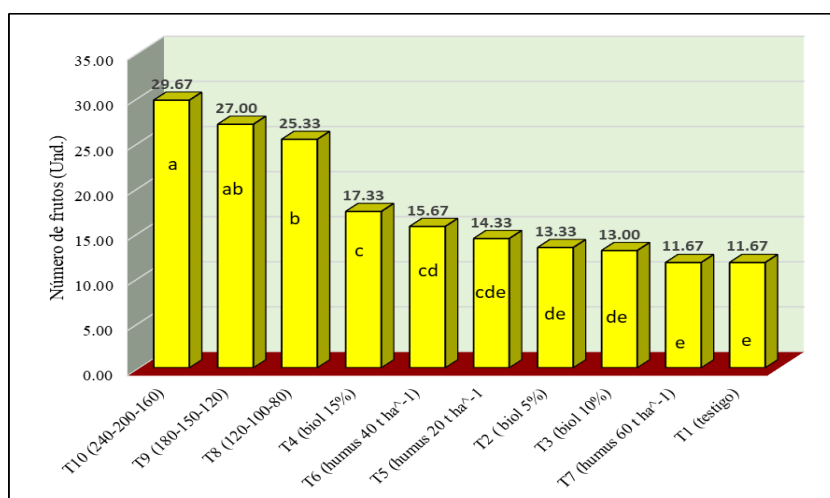
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	2.60	1.30	0.76	0.4814 ns
Tratamientos	9	1251.37	139.04	81.44	<0.0001**
Biol (%)					
R. lineal	1	24.00	24.00	14.06	0.0015 **
R. cuadrático	1	10.89	10.89	6.38	0.0211 *
Humus					
R. lineal	1	10.67	10.67	6.25	0.0223*
R. cuadrático	1	14.22	14.22	8.33	0.0098**
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	28.17	28.17	16.50	0.0007**
R. cuadrático	1	0.50	0.50	0.29	0.5950 ns
Error	18	30.73	1.71		
Total	29	1284.70			
C. V. (%):	7.30				

En la Tabla 3.3 se muestra análisis de varianza de número de frutos por planta de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron con alta significancia estadística en número de frutos ($p < 0.01^{**}$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación con el resto. El resultado no significativo de los bloques indica que entre ellos existe homogeneidad, es decir, no hay mucha variación para este variable. Se encontró coeficiente de variación de 7.30%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados. Este resultado nos sugiere realizar análisis de comparación de medias.

Según el análisis de varianza de las regresiones lineal y cuadrático, tanto en el efecto de biol, humus y abonamiento mineral, resultaron significativos estadísticamente, excepto el modelo cuadrático de mineral (NPK). Esto sugiere que el comportamiento número de frutos se puede estudiar desde el punto de vista de ambos modelos probados.

Figura 3.3

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de número de frutos por planta de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



Nota. Diferencia media de significancia (DMS) = 3.52525

En la Figura 3.3 se muestra la comparación de medias Tukey de número de frutos promedio de tomate; donde, al aplicar abonamiento mineral, con los niveles T10 (240-200-160) y T9 (180-150-80) se encontró respuestas estadísticamente superiores en comparación con el testigo, cuyos valores fueron 29.67 y 27.0 unidades, a su vez, equivalentes a incrementos de 60.66 y 56.33%, respectivamente. Los tratamientos T10 y T9 no tienen diferencia estadística. Tras la aplicación del biol, con la concentración más alta (15%) se encontró una respuesta intermedia, inferior a los efectos de abonamiento mineral y superior al humus. A esta concentración, alcanzó un valor de 17.33 unidades de frutos, con incremento de 33.66% en comparación con el testigo.

Tras la aplicación de humus de lombriz, respuestas más bajas que de biol 15% y abonamientos minerales; donde, con una dosis de 40 t ha⁻¹, se encontró un promedio de 15.67 unidades de frutos; el cual todavía mantiene diferencia estadística con el testigo.

En este trabajo de investigación, el abonamiento mineral influyó de manera significativa en el rendimiento del cultivo de tomate, específicamente con el nivel 240-200-160; investigaciones como de **Shewangizaw et al. (2024)** reportaron al evaluar niveles de N (0, 46, 92 y 138 kg ha⁻¹) que, a un nivel de 92 kg ha⁻¹ encontró un aumento relativo de rendimiento y, por lo tanto, este debió haber influido en desarrollo y número de los frutos. Aunque las aplicaciones de N son inferiores en comparación de este trabajo (Figura 3.3). Asimismo, **Ekawati et al. (2025)**, quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, informaron que, la aplicación de fertilizantes NPK y giberelina incrementó el crecimiento y el rendimiento de las plantas de tomate, pudiendo deducir que

influyó en desarrollo de los frutos. También, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en diámetro polar, ecuatorial, peso y rendimiento de frutos con un incremento de 12.4%, 14.6%, 14.5% y 12.8%, respectivamente.

El efecto de biol fue inferior a los efectos de fuente mineral, estos resultados son concordantes a los reportes de **González-del-Cid et al. (2021)**, quienes tras investigar biol enriquecido en las concentraciones de 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5 %, reportaron que a una concentración baja de 1.5% lograron observar ciertas mejoras de incremento de peso de fruto de tomate. Deducimos que el biol a mayores concentraciones tienen efecto acumulativo en parámetros agronómicos de los frutos.

El humus tuvo efecto inferior a los factores de biol y fuente mineral, logrando obtener tan solo 15.67 unidades de frutos en promedio. Otros reportes como de **Blanco-Callata (2018)** tras evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha⁻¹) en tomate Cherry, encontró una correlación positiva entre los tratamientos aplicados y parámetros de rendimiento, específicamente en variabilidad de los frutos. **Torres et al. (2018)**, tras evaluar vermicomposta y abonos minerales en cultivo de tomate, reportaron signos positivos, al final mencionaron que el orgánico influyó más que el otro a nivel del desarrollo general vegetativo del cultivo. Además, afirman que los orgánicos tienen múltiples funcionalidades a nivel del suelo y, por ende, esto repercute en los cultivos.

3.4. Rendimiento de tomate

Tabla 3.4

Análisis de varianza de rendimiento por hectárea de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral

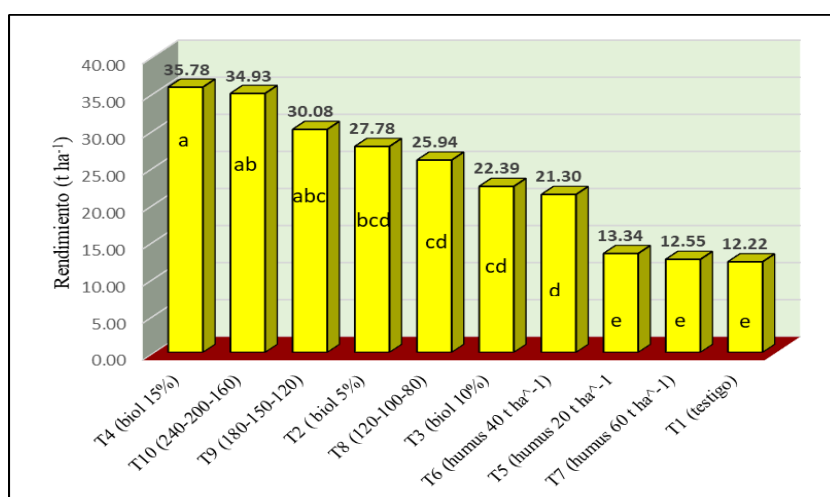
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.05	0.03	0.004	0.9963 ns
Tratamientos	9	2115.45	235.05	33.41	<0.0001**
Biol (%)					
R. lineal	1	96.08	96.08	13.66	0.0017 **
R. cuadrático	1	176.41	176.41	25.08	<0.0001**
Humus de lombriz					
R. lineal	1	0.94	0.94	0.13	0.7134 ns
R. cuadrático	1	139.78	139.78	19.87	0.0003**
Mineral (NPK)					
R. lineal	1	121.32	121.32	17.24	0.0006 **
R. cuadrático	1	0.25	0.25	0.04	0.8495 ns
Error	18	126.63	7.04		
Total	29	2242.14			
C. V. (%):	11.22				

En la Tabla 3.4 se muestra análisis de varianza de rendimiento por hectárea de tomate, en la que se observa que los tratamientos aplicados influyeron con alta significancia estadística en rendimiento de frutos ($p < 0.01^{**}$). Es decir, al menos uno de los tratamientos tiene efecto diferenciado en comparación del testigo. El resultado no significativo de los bloques indica que entre ellos existe homogeneidad, es decir, no hay mucha variación para este variable. Se encontró coeficiente de variación de 11.22%, lo cual sugiere alta precisión y confiabilidad de los resultados encontrados. Este resultado nos sugiere realizar análisis de comparación de medias.

Según el análisis de varianza de las regresiones, con biol ambas modelos resultaron significativas; con humus únicamente cuadrático y con mineral el modelo lineal. En resumen, bajo estos modelos se puede explicar el rendimiento en función de cada factor evaluado.

Figura 3.4

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de rendimiento por hectárea de tomate, bajo el efecto de abonamiento orgánico - mineral



En la Figura 3.4 se muestra la comparación de medias Tukey del rendimiento promedio de frutos de tomate; donde, al aplicar abonamiento biol de alta concentración (15%) se encontró respuestas estadísticamente superiores en comparación con el testigo, cuyo valor resultó 35.78 t ha⁻¹, a su vez, equivalente a un incremento de 47.37%. Aunque, el T4 (biol 15%), T10 (240-200-160) y T9 (180-150-120) resultaron estadísticamente similares (“a”), tan solo diferenciándose numéricamente.

Tras la aplicación del abonamiento mineral (NPK), con nivel de 240-200-160 (T10) se encontró respuesta más baja a comparación del efecto de biol 15%, pero superior al testigo, cuyo valor fue 34.93 t ha⁻¹ de rendimiento, equivalente a un incremento de 46.09%. Los demás niveles de abonamiento resultaron con efectos más bajos en el rendimiento.

Tras la aplicación de humus de lombriz, se encontró respuestas más bajas en comparación de niveles de biol y abonamiento mineral. Inclusive, la aplicación de los niveles 20 y 60 t ha⁻¹ de humus tuvo efecto similar al testigo; mientras, con 40 t ha⁻¹ de humus, la respuesta de rendimiento fue superior numéricamente, más no estadísticamente.

En este trabajo de investigación, el biol (15%) influyó positivamente en el rendimiento del cultivo de tomate, estos resultados son concordantes a los reportes de **González-del-Cid et al. (2021)**, quienes tras investigar biol enriquecido en las concentraciones de 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5 %, encontraron que a una concentración baja de 1.5% lograron observar ciertas mejoras de incremento de peso de fruto de tomate. Deducimos que el biol a mayores concentraciones tienen efecto acumulativo en productividad.

Referente a efectos de fertilizantes minerales, en este trabajo hemos encontrado influencia relativamente inferior a biol; en otros trabajos similares, **Traoré et al. (2022)**, tras investigar efecto de fuentes minerales (NPK) y orgánico, reportó que la parte mineral incrementó rendimiento en 40% y los orgánicos en 53%. Estos resultados se asemejan a los resultados de la Figura 3.4. Por otra parte, **Shewangizaw et al. (2024)** al evaluar niveles de N (0, 46, 92 y 138 kg ha⁻¹) reportó que a un nivel de 92 kg ha⁻¹ encontró una rentabilidad más alta debido a que influyó diferencialmente en el rendimiento de tomate. Aunque las aplicaciones de N son inferiores en comparación de este trabajo (Figura 3.4). Asimismo, **Ekawati et al. (2025)**, quienes al aplicar NPK (24, 32 y 40 g planta⁻¹) en tomate variedad Servo F1, informaron que, la aplicación de fertilizantes NPK y giberelina incrementó el crecimiento y el rendimiento de las plantas de tomate. También, **Zhang et al. (2024)** demostraron que la combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales de NPK fueron mejores, influyendo en diámetro polar, ecuatorial, peso y rendimiento de frutos con un incremento de 12.4%, 14.6%, 14.5% y 12.8%, respectivamente. **Wu et al. (2020)**, investigando la combinación de abonos orgánicos y químicos, reportó rendimiento promedio más alto, equivalente a 75.18 t ha⁻¹, este resultado es muy alto en comparación de encontrado de la Figura 3.4.

El efecto de abonos orgánicos en rendimiento, como el humus de lombriz, tuvo en efecto inferior en comparación de los minerales NPK y biol, lo opuesto a estos resultados de **Ortega et al. (2010)**, quienes tras evaluar efectos de lombricomposta concluyeron que esta fuente era muy recomendable, ya que influye en el desarrollo de las plántulas de tomate. Aunque en los Figura 3.4 no logró obtener mucha relevancia. Otros reportes como de **Blanco-Callata (2018)** tras evaluar tres dosis de humus (6, 12 y 18 t ha⁻¹) en tomate Cherry, encontró que la

mayor dosis produjo rendimiento más alto de 745.75 g por planta (22.3 t ha⁻¹). Este es similar al efecto de 40 t ha⁻¹ de humus.

3.5. Correlación Pearson de las variables

Tabla 3.5

Coefficientes de correlación Pearson de las variables evaluados



En la Tabla 3.5 se muestra los coeficientes de correlación, donde se puede destacar el grado de alta relación entre rendimiento con diámetro de fruto y número de frutos, cuyos valores resultaron 0.65 y 0.66, respectivamente. Es decir, tanto el número y diámetro de fruto influye directamente en el rendimiento; cuanto mayor es diámetro, se incrementará el rendimiento y cuanto mayor número de frutos, el rendimiento se incrementa, y viceversa.

En este caso no se visualizan los coeficientes negativos, los cuales indicarían una relación inversa entre dos variables.

3.6. Rentabilidad económica

En la Tabla 3.6 se muestra la estimación de la rentabilidad económica de tomate bajo el efecto de las dosis de biol, humus de lombriz y NPK mineral. La estimación se realizó con referencia a los tomates sembradas en el suelo, no en maceta, debido a que los agricultores principalmente siembran en esas condiciones.

Para la estimación de B/C se tomó en cuenta una tasa de descuento de 20%, debido a que se utiliza de forma estándar. Según las estimaciones, los tratamientos T5, T6 y T7, resultaron con rentabilidad negativa, es decir, no se logra recuperar las inversiones en estos tratamientos en el primer año. La mayor rentabilidad se encontró con el tratamiento T4, donde se obtuvo B/C de 1.84, es decir, que por cada sol invertido se genera un valor de recupero de 0.80 soles.

Tabla 3.6*Análisis de rentabilidad de tomate, bajo el efecto de biol, humus y abonamiento mineral*

Trt	Densidad de siembra	Rdt. (kg/ha)	Precio	Costo de	Valor bruto de	Valor neto de	Rentabilidad	Beneficio
			Unitario (kg)	prod. (S/.)	prod. (S/xha)	prod. (S/ x ha)	(%)	costo (B/C)
T1	Biol 0%	12,220.00	1.20	12,926.57	14,664.00	1,737.44	13.44	0.11
T2	Biol al 5%	27,780.00	1.20	13,194.07	33,336.00	20,141.94	152.66	1.27
T3	Biol al 10%	22,390.00	1.20	13,301.07	26,868.00	13,566.94	102.00	0.85
T4	Biol al 15%	35,780.00	1.20	13,408.07	42,936.00	29,527.94	220.23	1.84
T5	Humus 20 t ha-1	13,340.00	1.20	19,453.57	16,008.00	- 3,445.57	17.71	0.15
T6	Humus 40 t ha-1	21,300.00	1.20	25,980.57	25,560.00	- 420.56	1.62	0.01
T7	Humus 60 t ha-1	12,550.00	1.20	32,507.57	15,060.00	- 17,447.57	53.67	0.45
T8	NPK 120 – 100 – 80	25,940.00	1.20	14,852.35	31,128.00	16,275.65	109.58	0.91
T9	NPK 180 – 150 – 120	30,080.00	1.20	15,526.67	36,096.00	20,569.34	132.48	1.10
T10	NPK 240 – 200 – 160	34,930.00	1.20	16,307.98	41,916.00	25,608.02	157.03	1.31

Nota. B/C = 1 (indiferente), B/C > 1 (rentable), B/C < 1 (no rentable).

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de los abonos orgánicos, principalmente con biol en concentraciones mayores (15%), se encontró efecto positivo y significativo estadísticamente en el rendimiento del cultivo de tomate, logrando alcanzar 35.78 t ha⁻¹, el cual representa un incremento de 47.37% respecto al testigo absoluto. Asimismo, esta dosis favoreció positivamente en incremento de la altura de la planta con 59.67 cm, diámetro ecuatorial de frutos con 5.30 cm y el número de frutos por planta a 17.3 und; de esta manera evidenciando que el biol es una alternativa efectiva que incrementa la productividad y rentabilidad (B/C = 1.84).
2. El humus de lombriz, mostró efectos inferiores a los obtenidos con biol, con respuestas similares estadísticamente, por lo que, con cualquiera de los niveles se podría obtener resultados muy similares.
3. En el efecto de abonamiento químico (NPK), utilizando el nivel de 240 – 200 – 160 generó rendimientos de 34.93 t ha⁻¹ de frutos, equivalente a un incremento de 46.09% respecto al testigo absoluto. Este nivel de abonamiento influyó también significativamente en número de frutos por planta (29.67 und.), siendo el más alto en comparación del resto de los niveles de abonamiento, aunque sin, diferencias estadísticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco-Callata, P. D. (2018). Aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) variedad Cherry en ambientes atemperados en el municipio de El Alto. *Apthapi*, 5(1), 1390–1406. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/16>
- Díaz-José, J., Meza, P. A., González-Cuevas, B. M., Leyva-Ovalle, O. R., & M. Cebada-Merino. (2023). EN PRENSA. Fertilización química y orgánica y su efecto sobre el rendimiento de chile serrano (*Capsicum annuum* L.). EN PRENSA. *Revista Bio Ciencias*. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1472>
- Ekawati, F., Mustafa, M. A., & Yenti, N. O. (2025). Optimization of Growth and Yield of Tomato Plants through the Application of NPK Fertilizer and Gibberellin. *JERAMI: Indonesian Journal of Crop Science*, 7(2). <https://www.researchgate.net/publication/391143006>
- Fuentes-Córdova, M. (2022). Efecto del biochar y niveles del humus de lombriz en el comportamiento productivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) variedad Cherry bajo ambiente protegido en el Centro Experimental Cota Cota. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/35779>
- Gao, Y. I. K. E., Zahid, A., Naveed, S. A., Attia, K. A., Mohammed, A. A., Chishti, S. A., & Uzair, M. (2024). Exogenous application of salicylic acid and NPK promotes tomato growth parameters, yield, and nutraceutical quality under cold stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 52(4), 13667-13667. DOI:10.15835/nbha52413667
- González-del-Cid, K. T., Ponce, P. J. V., K.B. Sánchez-Gómez, J.M. Tejada-Asencio, & C.A. Aguirre-Castro. (2021). Evaluación de cuatro dosis de biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales y su efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, CENTA Cuscatlán), utilizando la técnica de fertirriego. *Revista Agrociencia*, 4(18), 78–88. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10694821>
- Mendoza, A., Mero, F., & Rolando, B. (2025). Influencia del Humus de Lombriz en la Calidad de los Suelos Agrícolas: Un Estudio de Caso. *Didáctica Y Educación ISSN 2224-2643*, 15(3), 388–404. <https://goo.su/eogud4>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Tomate: semana nacional de frutas y verduras 2021*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828921/Dossier Tomate.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828921/Dossier_Tomate.pdf)

- Ortega, L. D., Sánchez-Olarte, J., Díaz Ruiz, R., & Ocampo Mendoza, J. (2010). *Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (Lycopersicon esculentum MILL)*. Ra Ximhai. <https://goo.su/AOYAG8f>
- Shewangizaw, B., Kenzemed, K., Assefa, S., Lemma, G., Yalemegena, G., Demisew, G., Lisanu, G., Getanh, S., & Gebrehana, M. (2024). Tomato yield, and water use efficiency as affected by nitrogen rate and irrigation regime in the central low lands of Ethiopia. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62884-5>
- Torres, D., Mendoza, B., Gomez, C., Leyda Almao, Hernandez, W., Carrero, L., Castillo, E., Makhoul, I., & Escalona, A. (2018). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento de tomate (*Solanum lycopersicum*) en ambientes protegidos. *Agroindustria, Sociedad Y Ambiente*, 2(11), 4–18. <https://core.ac.uk/download/pdf/160173251.pdf>
- Traoré, A., Bandaogo, A. A., Savadogo, O. M., Saba, F., Ouédraogo, A. L., Sako, Y., Sermé, I., & Ouédraogo, S. (2022). Optimizing Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Growth With Different Combinations of Organo-Mineral Fertilizers. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.694628>
- Vásquez Cieza, L. (2019). *Efecto del biol en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://n9.cl/mdjsc1>
- Wu, Y., Yan, S., Fan, J., Zhang, F., Zheng, J., Guo, J., & Xiang, Y. (2020). Combined application of soluble organic and chemical fertilizers in drip fertigation improves nitrogen use efficiency and enhances tomato yield and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(15), 5422–5433. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10593>
- Zhang, F., Liu, Y., Liang, Y., Dai, Z., Zhao, Y., Shi, Y., Gao, J., Hou, L., Zhang, Y., & Golam Jalal Ahammed. (2024). Improving the Yield and Quality of Tomato by Using Organic Fertilizer and Silicon Compared to Reducing Chemical Nitrogen Fertilization. *Agronomy*, 14(5), 966–966. <https://doi.org/10.3390/agronomy14050966>