

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en el rendimiento de
materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*) - Ayacucho, 2024**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

PRESENTADO POR:

Bach. Jhanett Estefany CORDERO ESPIRITU

ASESOR:

Mtro. Rodolfo ALCA MENDOZA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A ti, mamá Teófila, mi mayor inspiración y el pilar de mi vida. Por ser mi compañera incondicional, mi fuerza en los momentos difíciles y mi motivo para nunca rendirme. Porque juntas, como una familia de dos, hemos enfrentado cada desafío con valentía, construyendo un camino lleno de amor, sacrificio y esperanza. Gracias por ser mi amiga, mi guía, mi apoyo y mi ejemplo de perseverancia. Este logro es tan tuyo como mío.

A la memoria de mis queridos abuelitos, A mi papito mele, que partió en 2021, y mi mamita Elena, que nos dejó el 30 de agosto del año pasado. Este trabajo es un homenaje a su amor, enseñanzas y ejemplo, que siempre vivirán en mí.

Al círculo de Estudios ELAVIF, por todos los aprendizajes contruidos colectivamente. Aunque hoy este en pausa, sigue siendo parte de mi historia.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional y la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias.

Al Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, asesor del presente trabajo, cuya guía y apoyo fue importante para la realización y conclusión de esta investigación.

Al Ing. Esteban Quispe Gómez, técnico del Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar 'Nicolás Roulet' del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, por su apoyo técnico durante la ejecución de la fase experimental de esta investigación

Agradezco al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH por brindarme las facilidades para la preparación del biol y la conducción de mi experimento en sus instalaciones, lo cual fue fundamental para el desarrollo de esta investigación.

Por último, quiero agradecer a mi círculo más cercano, familiares y amigos, por su apoyo incondicional, comprensión y aliento a lo largo de este proceso.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.1.1. Internacionales.....	4
1.1.2. Nacionales.....	5
1.2. Agricultura orgánica	6
1.2.2. Principios de la agricultura orgánica.....	7
1.3. Bioinsumos.....	7
1.3.1. Biofertilizantes.....	8
1.3.2. Bioestimuladores.....	8
1.4. Microorganismos eficaces (EM -1).....	8
1.4.1. Modo de acción de EM-1	9
1.4.2. Mecanismo de acción de EM-1	9
1.4.3. Mecanismo de acción de los grupos microbianos que conforman el (EM-1)	10
1.4.4. Ventajas en la agricultura.....	12
1.5. Biol.....	12
1.5.1. Definición	12
1.5.2. Biol en la agricultura	13
1.5.3 Utilidad del biol.....	13
1.5.4. Ventajas del biol.....	13
1.5.5. Desventajas del biol	14
1.6. Biol de vísceras de pescado.....	14
1.6.1. Vísceras de pescado	14
1.6.2. Mecanismo de acción del biol de vísceras de pescado	14

1.8	Tomate	15
1.8.1.	<i>Concepto</i>	15
1.8.2.	<i>Origen</i>	15
1.8.3.	<i>Taxonomía</i>	16
1.8.4.	<i>Descripción y morfología</i>	17
1.8.5.	<i>Fenología</i>	19
1.8.6.	<i>Condiciones edafoclimáticas</i>	19
1.8.7.	<i>Principales Plagas y enfermedades</i>	20
1.8.9.	<i>Valor nutricional del tomate</i>	23
1.8.10	<i>Materia seca o peso seco</i>	24
CAPÍTULO II		25
METODOLOGÍA		25
2.1.	Ubicación del experimento	25
2.1.1.	<i>Ubicación política</i>	25
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	25
2.2.	Características climáticas de la zona de estudio.....	27
2.3.	Análisis químico físico del suelo, biol y EM-1	30
2.3.1.	<i>Análisis de caracterización del suelo experimental</i>	30
2.3.2.	<i>Análisis químico del biol</i>	30
2.3.3.	<i>Análisis químico del EM-1</i>	33
2.4.	Cultivo indicador.....	33
2.5	Proceso de preparación del biol y activación del EM-1	34
2.6.	Diseño experimental	36
2.7.	Tratamientos.....	36
2.8.	Unidad experimental	37
2.9.	Análisis estadístico.....	37
2.10.	Conducción del experimento.....	38
2.11.	Parámetros evaluados.....	40
2.8.1.	<i>Altura de planta (cm)</i>	41
2.8.2.	<i>Peso fresco o materia fresca (g)</i>	41
2.8.3.	<i>Peso seco o materia seca (g)</i>	41
2.8.4.	<i>Materia seca (%)</i>	41
CAPÍTULO III		42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		42
3.1.	Análisis de variables de respuesta.....	42
3.1.1.	<i>Altura de la planta (cm)</i>	42

3.1.2. <i>Peso fresco aéreo de la planta (g)</i>	46
3.1.3. <i>Peso seco aéreo de la planta (g)</i>	47
3.1.4. <i>Materia seca aéreo de la planta (%)</i>	50
3.1.5. <i>Correlación de las variables</i>	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Composicion nutricional de tomate por 100 gramos de tomate fresco.....</i>	24
Tabla 2.1. <i>Condiciones climáticas registradas de la campaña 2024 de la estacion metereologica INIA CANAAN- Ayacucho</i>	28
Tabla 2.2. <i>Resultados del analisis de caracterizacion del suelo empleado.....</i>	35
Tabla 2.3. <i>Resultados del analisis quimico del biol de visceras de pescado.....</i>	31
Tabla 2.4. <i>Cultivo indicador</i>	33
Tabla 2.5. <i>Componentes del biol</i>	34
Tabla 2.6. <i>Descripcion de los tratamientos de la combinacion de biol de visceras de pescado y EM-1</i>	36
Tabla 2.7. <i>Distribucion de las unidades experimentales de forma aleatoria</i>	37
Tabla 3. 1 <i>Análisis de varianza de la altura dela planta de tomate (Solanum lycopersicum) bajo efecto de visceras de pescado y EM-1</i>	42
Tabla 3. 2. <i>Análisis de peso fresco aéreo (transformado) de tomate (Solanum lycopersicum) bajo el efecto de visceras de pescado y EM-1.....</i>	46
Tabla 3. 3. <i>Análisis de varianza de peso aéreo (transformado) de tomate (Solanum lycopersicum) bajo efecto de visceras de pescado y EM-1</i>	47
Tabla 3. 4. <i>Análaisis de varianza de (%) materia seca aéreo de tomate (Solanum lycopersicum) bajos el efecto de biol de visecras de pescado y EM-1</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2. 1. <i>Mapa de ubicación del area del experimento</i>	26
Figura 2. 2. <i>Temperatura (maxima, media y minima) precipitacion, humedad del suelo y balance hidrico correspondiente a la campaña 2024.....</i>	29
Figura 3. 1. <i>Prueba de tukey ($\alpha = 0.05$) de altura promedio de la planta de tomate (Solanum Lycopersicum) bajo efecto de visceras de pescado y EM</i>	43
Figura 3. 2. <i>Modelo de regresion del comportamiento de la altura de la planta bajo efecto EM-1</i>	45
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de peso seco a la estufa promedio de la planta de tomate (Solanum lycopersicum) bajo efecto de vísceras de pescado y EM-1</i>	60
Figura 3.4. <i>Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de materia seca aéreo promedio de tomate (Solanum lycopersicum) bajo efecto de visceras de pescado y EM-1 ..</i>	505
Figura 3.5. <i>Analisis de varianza de materia seca aereo de tomate (Solanum lycopersicum) bajo efecto de visceras de pescado y EM-1.....</i>	52
Figura 3.6. <i>Correlacion de variable respuesta.....</i>	528

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Prueba de supuestos de las variables (normalidad y homogeneidad de varianzas).....	66
Anexo 2. Datos del campo recogido para todas las variables	68
Anexo 3. Resultado del análisis de caracterización del suelo de estudio	69
Anexo 4. Resultado de laboratorio del EM-1 enriquecido	70
Anexo 5. Resultado de laboratorio del biol de vísceras de pescado.....	71
Anexo 6. Panel fotográfico	72

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de biol elaborado a partir de vísceras de pescado y de microorganismos eficaces (EM-1) aplicados de manera independiente para evaluar el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*). Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos (tres niveles de biol 1%, 3% y 5%; tres niveles de EM-1 1%, 3% y 5%; y un testigo sin aplicación), con tres repeticiones cada uno. El experimento se condujo en macetas con una capacidad de 3,5 kg de suelo, bajo condiciones controladas. Los tratamientos se aplicaron por vía edáfica a los 7 ddt y la evaluación de los parámetros se realizó a los 45 ddt, correspondiente a la etapa final del ciclo vegetativo del cultivo de tomate Suarta F1. Los resultados indicaron que el tratamiento con 5% de biol de vísceras de pescado alcanzó 2.58g de materia seca, lo que representó un incremento de 16.28% respecto al testigo, mientras que el tratamiento con 1% de EM-1 alcanzó 2.41g con un incremento del 10.37%. No obstante, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Palabras clave: Biol de vísceras de pescado, microorganismos eficaces (EM-1), materia seca.

INTRODUCCIÓN

La inestabilidad socioeconómica a nivel global, sumada al conflicto entre Rusia y Ucrania, en el año 2022, tuvo un impacto directo en el sector agrícola. En Perú, esta situación se tradujo en un alza de precios de fertilizantes sintéticos, combustibles e insumos agrícolas, lo que encareció los costos de producción de cultivos como hortalizas, frutales y granos. Este panorama generó preocupación entre los productores, especialmente para los medianos y pequeños, quienes se vieron obligados a buscar alternativas viables para sostener sus actividades productivas (Castañeda, 2023).

Al mismo tiempo, la población ha comenzado a mostrar una creciente preferencia por productos más sanos, libres de residuos químicos y con menor impacto ambiental. Esta demanda está impulsando una transición hacia formas de producción más sostenibles, en las que los fertilizantes orgánicos y el aprovechamiento de residuos adquieren mayor relevancia. En este contexto, el uso de bioles (abonos orgánicos líquidos) elaborados a partir de desechos orgánicos como las vísceras de pescado, surge como una alternativa económica y ecológica.

En los diferentes mercados de nuestra provincia de Huamanga, las vísceras de pescado suelen ser descartadas sin ningún aprovechamiento, lo que genera problemas ambientales. Sin embargo, estos residuos tienen un alto potencial para ser transformados en biol, rico en materia orgánica y nutrientes esenciales. Esta práctica no solo reduce la contaminación del agua, el suelo y el aire, sino que también promueve la economía circular al convertir un desecho en un recurso útil para la agricultura.

Paralelamente, el uso de microorganismos eficaces (EM-1) ha cobrado relevancia en la agricultura orgánica por la capacidad que tiene de equilibrar la microbiota del suelo, acelerar la descomposición de materia orgánica, suprimir patógenos y mejorar la absorción de nutrientes por parte de las plantas.

En este marco, se seleccionó el tomate de tipo híbrido Suerta F1, como cultivo indicador. Aunque este híbrido no es ampliamente conocido ni difundido en la producción nacional,

presenta características productivas y de calidad que lo hacen interesante para su evaluación en condiciones locales. En este sentido, el presente estudio buscó conocer cómo responde el híbrido Suarta F1 a la aplicación y comparación de 2 bioinsumos como el biol de vísceras de pescado elaborado artesanalmente y microorganismos eficaces (EM-1) comercial, analizando el rendimiento en materia seca. Por consiguiente, este enfoque busca aportar conocimiento técnico que respalde el uso de insumos orgánicos y accesibles, como alternativa sostenible, accesible y ecológicamente responsable. Bajo este contexto el presente trabajo se realizó con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar los niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*), Ayacucho, 2024.

Objetivos específicos

- Evaluar los niveles de biol de vísceras de pescado en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum Lycopersicum*), Ayacucho, 2024.
- Evaluar los niveles de EM-1 en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum Lycopersicum*), Ayacucho, 2024.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacionales

Poloyapoy et al. (2024) investigaron la evaluación de un fertilizante orgánico formulado a partir de vísceras de pescado y tallos de plátano, aplicándolo en *Solanum lycopersicum* bajo un diseño completamente al azar (DCA) con siete tratamientos. Se midieron parámetros de crecimiento, número y peso de frutos, y materia seca. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en el crecimiento ($p < 0.01$) y significativas en el número y peso de frutos ($p < 0.05$), destacando el tratamiento T7 como el más eficaz, seguido de T2 en materia seca. Se concluye que esta mezcla fermentada es una alternativa ecológica para la fertilización de tomate.

Vilches (2022) realizó una investigación titulada *Evaluación de dosis de fertilización convencional y biofertilizantes en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*, con el objetivo de evaluar distintas dosis de biofertilizantes orgánicos a base de (microorganismos eficientes benéficos e hidrolizado de pescado) y fertilización convencional en el cultivo de maíz. El experimento se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas y tres repeticiones, evaluando variables de crecimiento (altura, diámetro y número de hojas) y de rendimiento (longitud y diámetro de mazorca, número de hileras y peso de mil granos). Los tratamientos con biofertilizantes mostraron efectos significativos en el rendimiento y mayores beneficios económicos, destacando las dosis de 15.62 y 23.43 l ha⁻¹, que lograron rendimientos de 1,208.33 y 1,242.92 kg ha⁻¹, respectivamente. Asimismo, obtuvieron la mayor relación beneficio/costo (4.76 y 4.67), superando a la fertilización convencional, que no mostró diferencias estadísticas en crecimiento. Este estudio evidencia el potencial de los biofertilizantes como estrategia sostenible para mejorar la productividad agrícola.

Thankachan y Chitra (2021) en su investigación titulada *The potential effect of fish waste fertilizer on the growth and yield of amaranthus dubius and trigonellafoenum-graecum*. con el objetivo de evaluar el efecto de un fertilizante orgánico elaborado a partir de residuos de pescado sobre el crecimiento y rendimiento de *Amaranthus dubius* (amaranto) y *Trigonella foenum-graecum* (cilantro). El fertilizante fue aplicado por vía foliar durante 35 días, evaluando parámetros como altura de planta, número de hojas y diámetro del tallo. Los resultados mostraron mejoras significativas en el crecimiento de las plantas en comparación con el control. Se concluyó que este tipo de fertilizante representa una alternativa sostenible, rica en nutrientes, que contribuye a una agricultura más ecológica y a la reducción del impacto ambiental de los residuos pesqueros en la región de Coimbatore.

1.1.2. Nacionales

Vásquez (2021) realizó una investigación titulada *Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.)*, tuvo como objetivo determinar la dosis adecuada de biol para mejorar el rendimiento del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos: T1 (testigo), T2 (10%) con 2 L de biol por 20 L de agua, T3 (20%) con 4 L de biol por 20 L de agua y T4 (30%) con 6 L de biol por 20 L de agua. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento se obtuvo con el T4 (30%), alcanzando 16,581.25 kg ha⁻¹, seguido por el T3 (20%) con 15,118.75 kg ha⁻¹. El menor rendimiento se registró en el testigo con 12,612.5 kg ha⁻¹.

Castañeda (2023) en su trabajo de investigación titulada *Fertilización ecológica de biol a base de residuos de pescado para mayor rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.)*, Barranca 2022. con el objetivo de determinar el efecto de distintas dosis de biol y distancias de siembra sobre el rendimiento del cultivo de lechuga, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial 3×2, la fertilización (F1 = 0, F2 = 1, F3 = 1.5 l. de biol / 200 l. de agua) y distancias (D1 = 0.25 m. entre planta y 0.60 m. entre surco y D2 = 0.30 m. entre planta y 0.60 m. entre surco) obteniéndose la combinación T1=F1D1, T2=F1D2, T3=F2D1, T4=F2D2, T5=F3D1 y T6=F3D2. Los tratamientos se aplicaron a los 25, 35 y 45 días tras el trasplante, y se analizaron características físicas, concentración de nutrientes, número de estomas y rentabilidad. El tratamiento con mayor dosis y distancia (T6) presentó el mejor rendimiento comercial (64.48 t/ha), mayor altura y peso de cabeza, y una alta rentabilidad del 499%, demostrando que esta técnica es sostenible, económicamente viable y reduce la contaminación ambiental.

Delgado et al. (2019) En su trabajo de investigación titulada *Elaboración de fertilizante orgánico a partir de vísceras de trucha (Oncorhynchus mikyss) y jurel (Trachurus murphyi)*, tuvo como objetivo la elaboración de un fertilizante a partir de vísceras de pescado, evaluando la proporción entre vísceras y agua, el tipo de organismo (trucha o jurel), la cantidad de levadura, la temperatura y el pH para determinar el proceso más eficiente en términos del contenido de minerales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Se utilizaron unidades experimentales con tres proporciones de vísceras-agua (75-25, 65-35 y 50-50), cada una con 0.6%, 0.7% y 0.8% de levadura, además de azúcar y estiércol en un 3% y 3.5% del peso total de la mezcla. Tras un período de fermentación anaeróbica de 90 días, se cuantificaron los nutrientes minerales. Los resultados mostraron que la proporción 75-25 vísceras-agua presentó los mayores valores de nitrógeno, fósforo y potasio, con un contenido de N: 0.340%, P: 1075.400 ppm y K: 0.0175% con 0.7% de levadura. Asimismo, se determinó que la proporción 75-25 vísceras-agua de jurel generó un fertilizante con los mayores niveles de minerales cuando se empleó 0.7% de levadura, a 20-25 °C y con pH 7.0, condiciones óptimas para una fermentación eficiente. En conclusión, el uso de vísceras de pescado, especialmente de jurel, junto con las condiciones adecuadas de fermentación, permite la obtención de un fertilizante con altos contenidos de nutrientes esenciales para la agricultura.

Rivas (2024). En su trabajo de investigación titulada *Mircroorganismos eficientes (EM-I) en el rendimiento y calidad de pepino (Cucumis sativus L.) cv. GURIN*. En condiciones de casa malla ubicada en la ribera del río Mala, sector El Dorado, distrito de Calango, Cañete, Perú. El objetivo fue evaluar diferentes dosis de EM activado (8, 12, 16 y 20 ml por punto de siembra) aplicadas durante la fase de desarrollo foliar para determinar su efecto sobre el rendimiento, calidad y beneficio económico del cultivo. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que la dosis de 16 ml (T3) fue la más eficiente, logrando el mayor número promedio de frutos (11.51 frutos), un rendimiento de 10.57 kg/m² y el mayor beneficio económico de S/. 111,938.51. Esto evidencia que la aplicación de EM mejora significativamente la producción y rentabilidad del pepino.

1.2. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una de las formas más antiguas de producción agrícola, sin embargo, desde la década de 1950 ha sido desplazada por las tecnologías promovidas por la Revolución Verde, las cuales se caracterizan por el uso intensivo de agroquímicos sintéticos que han incrementado la explotación del suelo (Hermoso, 2000). A pesar de ello, el concepto

de agricultura orgánica ha sido enriquecido por diversas corrientes a lo largo del tiempo, permitiendo identificar dos enfoques principales: uno originado en sociedades occidentales, orientado a mejorar la salud y preservar el medio ambiente (conocido como agricultura orgánica o biológica) y otro que, además de lo anterior, busca responder a las problemáticas sociales y económicas de las zonas rurales en desarrollo, vinculado al enfoque agroecológico (Guzmán et al., 2000). En esta línea, la agricultura orgánica promueve la recuperación y conservación del suelo a través del reciclaje de materia orgánica, el uso de coberturas y abonos verdes, y el manejo sostenible de los recursos disponibles. Además de optimizar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, estas prácticas incrementan la biodiversidad y respaldan la consolidación de sistemas agrícolas sostenibles con enfoque ecológico, económico y social (Hermoso, 2000).

1.2.2. Principios de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica se basa en principios fundamentales que orientan sus prácticas hacia la sostenibilidad ambiental, la salud y la equidad social. Según la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM, 2005), estos principios son: la salud, que busca preservar el bienestar del suelo, las plantas, los animales y las personas; la ecología, que promueve el trabajo en armonía con los ecosistemas naturales; la equidad, que busca justicia social y respeto entre los actores involucrados; y el cuidado, que plantea la necesidad de actuar con responsabilidad ante la incertidumbre, protegiendo tanto el ambiente como a las futuras generaciones.

La agricultura orgánica, además de los principios mencionados, se fundamenta en el uso de insumos naturales que favorecen la fertilidad del suelo. Dentro de ello se encuentran los abonos orgánicos, los cuales se clasifican en dos tipos principalmente: sólidos y líquidos, así mencionados por (Salazar García et al., 2021). Los abonos sólidos que incluyen compost, estiércol y otros materiales biodegradables que mejoran la estructura del suelo y aumentan su contenido de nutrientes. Por otro lado, los abonos líquidos, como el biol, se caracterizan por ser soluciones nutritivas que se aplican al suelo o directamente a las plantas, promoviendo su nutrición y fortaleciendo la actividad biológica del suelo.

1.3. Bioinsumos

Bullor et al. (2023) indican que los bioinsumos son productos elaborados a partir de origen vegetal, animal u microbiano capaz de mejorar la productividad, calidad o sanidad de

los cultivos; sin ocasionar efectos negativos en los agroecosistemas, se clasifican principalmente en:

1.3.1. Biofertilizantes

Según Mamani de Marchese & Filippone (2018), mencionan que por definición un fertilizante es todo lo que “nutre” o “alimenta” a la planta (o al suelo), es decir un “abono”. Dentro de los abonos orgánicos se incluyen el estiércol, las camas de animales y los abonos verdes, entre otros. Estos materiales contienen una amplia variedad de compuestos activos, como sales minerales, aminoácidos libres, quelatos orgánicos, lignosulfonatos, ácidos húmicos y fúlvicos, hormonas vegetales e incluso microorganismos. Numerosos estudios han demostrado que estos componentes mejoran la fisiología vegetal, favorecen un crecimiento más rápido, aumentan el rendimiento y la calidad de los cultivos, y fortalecen la resistencia de las plantas frente a condiciones ambientales adversas y agentes patógenos.

1.3.2. Bioestimuladores

Los bioestimuladores o bioestimulantes comprenden sustancias o microorganismos que activan procesos fisiológicos en las plantas, favoreciendo una mejor absorción y aprovechamiento de los nutrientes. Además, contribuyen a incrementar la tolerancia frente a condiciones de estrés abiótico y a mejorar características agronómicas. Su propósito principal es garantizar rendimientos de alta calidad y mitigar los efectos de factores ambientales adversos como la sequía, la baja luminosidad o las variaciones térmicas, los cuales pueden reducir el valor comercial de los cultivos. (Certis Belchim, 2024).

1.4 Microorganismos eficaces (EM -1)

Según el Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú (APROLAB, 2007), los Microorganismos Eficaces (EM), constituyen una mezcla de microorganismos benéficos desarrollada por el profesor Teruo Higa en Japón. Esta tecnología fue concebida como una alternativa a los fertilizantes y pesticidas químicos promovidos tras la Segunda Guerra Mundial. Inicialmente aplicados como mejoradores de suelo, los EM han demostrado una amplia versatilidad, empleándose actualmente en la producción de alimentos sin agroquímicos y en el tratamiento de residuos sólidos y líquidos provenientes de distintas industrias. Su uso se ha extendido globalmente, abarcando más de 120 países en los cinco continentes.

Asimismo, Rodríguez (2019) menciona que los microorganismos efectivos (EM) son combinaciones de microorganismos, en su mayoría anaeróbicos, utilizados en la agricultura, la medicina y suplementos nutricionales bajo la denominación comercial EM-1. Estas mezclas actúan en sinergia y están compuestas principalmente por bacterias lácticas como *Lactobacillus casei*, bacterias fotosintéticas como *Rhodospseudomonas palustris*, levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, así como otros microorganismos benéficos que se encuentran de forma natural en el entorno, los cuales pueden desarrollarse en este medio.

1.4.1. Modo de acción de EM-1

Según, Higa y Parr (1991) y Biocity (2017), coinciden en que los diferentes tipos de microorganismos presentes en el EM-1 actúan mediante un modo de acción basado en la interdependencia microbiana. Es decir, estos microorganismos utilizan las sustancias generadas por otros organismos del entorno como base para su propio funcionamiento y desarrollo.

En particular, destacan que las raíces de las plantas secretan compuestos que son aprovechados por los Microorganismos Eficaces para su crecimiento, permitiéndoles sintetizar aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. A medida que la población de EM se incrementa y se establece como comunidad en el medio, también aumenta la actividad de los microorganismos naturales del suelo, lo cual enriquece la microflora, equilibra los ecosistemas microbianos y suprime el desarrollo de microorganismos patógenos. Además, los microorganismos eficientes (EM) tienen propiedades antioxidantes que aceleran la descomposición de la materia orgánica en el suelo, aumentando los niveles de humus, huminas, ácidos húmicos y fúlvicos, sin alterar el equilibrio natural del suelo (IDIAF, 2009).

1.4.2. Mecanismo de acción de EM-1

Morocho y Leiva- Moro (2019), mencionan que los microorganismos benéficos del suelo, como los presentes en los consorcios microbianos tipo EM-1 (Microorganismos Eficaces), desempeñan múltiples funciones clave en los agroecosistemas mediante diversos mecanismos de acción que mejoran la disponibilidad de nutrientes, suprimen patógenos, promueven el crecimiento vegetal y regeneran la salud del suelo. A continuación, se describen sus principales mecanismos:

- Fijación biológica del nitrógeno (FBN)

La fijación biológica del nitrógeno consiste en la conversión del nitrógeno molecular (N_2) atmosférico en amonio (NH_4^+), una forma asimilable por las plantas. Esta función es realizada por bacterias simbióticas, como especies del género *Rhizobium* en asociación con leguminosas. También existen bacterias de vida libre con capacidad fijadora, como *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Bacillus* (García-Velázquez & Gallardo, 2017, como se citó en Morocho y Leiva-Mora, 2019). Este proceso aporta nitrógeno al suelo sin necesidad de fertilizantes sintéticos.

- Supresión de patógenos del suelo

Los consorcios microbianos también actúan como agentes de control biológico, limitando el desarrollo de microorganismos patógenos mediante diversos mecanismos: competencia por espacio y nutrientes, producción de antibióticos y compuestos antifúngicos, liberación de sideróforos, activación de sistemas antioxidantes y genes de defensa en las plantas. Esta acción suprime la presencia de nemátodos, hongos y bacterias patógenas del suelo, promoviendo un entorno saludable para el cultivo (Schlatter et al., 2017, como se citó en Morocho y Leiva-Mora, 2019).

- Solubilización de fuentes de nutrientes poco solubles

Muchos nutrientes del suelo, como el fósforo, se encuentran en formas insolubles no disponibles para las plantas, debido a la fijación de los fertilizantes fosforados aplicados. ciertos microorganismos solubilizadores de fosfato utilizan diferentes mecanismos de solubilización como la producción de ácidos orgánicos que solubilizan dichos fosfatos insolubles en la zona rizosférica de las plantas. Esto incrementa su disponibilidad, mejora la absorción por las raíces y reduce la necesidad de fertilización química (Satyaprakash et al., 2017, como se citó en Morocho y Leiva-Mora, 2019).

1.4.3. Mecanismo de acción de los grupos microbianos que conforman el (EM-1)

Los Microorganismos Eficaces (EM-1) son un consorcio microbiano que combina cinco grupos principales de microorganismos con funciones complementarias: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores. La interacción funcional entre estos grupos define su mecanismo de acción en el agroecosistema, particularmente en la rizósfera.

- Bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas, como *Lactobacillus plantarum* y *L. casei*, son microorganismos Gram positivos, anaerobios o microaerófilos, que fermentan carbohidratos produciendo ácido láctico como principal metabolito. Este compuesto disminuye el pH del medio, lo que suprime bacterias patógenas del suelo. Además, muchas especies producen bacteriocinas, como la nisina, que inhiben el crecimiento de bacterias Gram positivas. Estas bacterias toleran ambientes ácidos (pH 3.2–4.5) y se desarrollan óptimamente a 30 °C. (Morocho y Leiva-Mora, 2019).

- Bacterias fotosintéticas

Representadas principalmente por *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*, estas bacterias utilizan luz solar y calor del suelo como fuente de energía, y exudados radiculares como fuente de carbono. Producen aminoácidos, azúcares, vitaminas, hormonas y ácidos orgánicos, que no solo benefician a la planta, sino que también sirven de sustrato para otros microorganismos del consorcio (Morocho y Leiva-Mora, 2019). Además, *R. sphaeroides* contribuye a la fijación de nitrógeno y a la producción de tetrapirroles esenciales como la vitamina B12.

- Levaduras

Las levaduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*, metabolizan azúcares y aminoácidos produciendo hormonas, enzimas y sustancias antimicrobianas. Participan activamente en procesos fermentativos que producen etanol, el cual tiene efecto antifúngico a altas concentraciones. Además, secretan metabolitos que sirven como alimento para bacterias ácido lácticas y actinomicetos, estableciendo redes metabólicas cooperativas (Morocho y Leiva-Mora, 2019).

- Actinomicetos

Este grupo está compuesto por bacterias filamentosas como *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus*. Tienen un papel clave en la descomposición de compuestos orgánicos complejos (celulosa, lignina, quitina), y producen una amplia gama de compuestos antimicrobianos. Su mecanismo de acción incluye la síntesis de enzimas hidrolíticas extracelulares como quitinasas y β -1,3-glucanasas, que destruyen las paredes celulares de hongos patógenos como *Fusarium*, *Sclerotinia* y *Sclerotium* (Chaurasia et al., 2018, como se citó en Morocho y Leiva-Mora, 2019).

- Hongos fermentadores

Especies como *Aspergillus oryzae*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.* y *Mucor hiemalis*. Estos hongos participan en la mineralización del carbono orgánico, degradación de lignina y celulosa, y en la supresión de patógenos. En particular, *Trichoderma spp.* presenta mecanismos de biocontrol como la antibiosis, el micoparasitismo y la competencia por nutrientes y espacio, además de inducir respuestas de defensa en las plantas (Morocho y Leiva-Mora, 2019).

1.4.4. Ventajas en la agricultura

Arias (2010) expresa que:

- Promueve la germinación, floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas
- Mejora las condiciones física, química y biológicamente del ambiente de los suelos y suprime patógenos y plagas que promueven las enfermedades
- Incrementa la capacidad fotosintética de los cultivos

Estos efectos, en conjunto, evidencian la importancia del uso de insumos biológicos en la mejora del desempeño fisiológico y productivo de los cultivos.

1.5. Biol

1.5.1. Definición

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2020), el biol es un fertilizante orgánico líquido elaborado a partir de la descomposición sin oxígeno de residuos orgánicos. Este producto funciona como un bioestimulante, promoviendo los procesos fisiológicos en las plantas, favoreciendo su crecimiento, mejorando su capacidad de defensa frente a enfermedades y plagas, y también incrementando su calidad nutricional para el consumo humano. Además, el biol es un abono líquido orgánico originado de la descomposición de materiales orgánicos, tales como estiércol de animal, plantas verdes, frutas, entre otros, en condiciones de oxígeno ausente (Sistema Biobolsa, 2008).

El biol posee una variedad de nutrientes fundamentales, entre ellos nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y aminoácidos, lo que demuestra su eficacia como abono en la actividad agrícola (Thendral & Geetha, 2019). Asimismo, se le considera como un fertilizante no contaminante, por lo que representa una opción ecológica que contribuye a disminuir el uso de fertilizantes sintéticos en los cultivos (Shuqin & Fang, 2018).

1.5.2. *Biol en la agricultura*

El biol cumple un papel fundamental en la agricultura sostenible, ya que actúa como un biofertilizante líquido que mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), este insumo orgánico no solo aporta nutrientes esenciales para el desarrollo de los cultivos, sino que también promueve la salud del suelo al estimular la actividad microbiana. Su uso contribuye a reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos, disminuyendo los impactos ambientales negativos asociados a su uso intensivo. Además, el biol fortalece la resiliencia de los agroecosistemas, mejora la calidad nutricional de los productos agrícolas y representa una alternativa eficiente y económica para los pequeños productores.

1.5.3 *Utilidad del biol*

El biol es reconocido por su capacidad para mejorar el desarrollo de las plantas mediante mecanismos fisiológicos y nutricionales. Pino (2005) señala que este biofertilizante actúa como una fuente natural de fitorreguladores que, en pequeñas cantidades, estimulan funciones clave en las plantas. Entre sus beneficios agronómicos se encuentran el fortalecimiento del sistema radicular, la expansión del follaje, la mejora en la floración y el incremento del vigor y la capacidad germinativa de las semillas, lo que puede derivar en un aumento de hasta el 50 % en los rendimientos. Además, destaca por su facilidad de aplicación y bajo costo, ya que se elabora con materiales accesibles como estiércol, leche, melaza, ceniza y agua, lo que reduce significativamente los gastos de producción al disminuir el uso de fertilizantes químicos.

Complementariamente, Martin (2003) sostiene que el biol favorece el equilibrio nutricional de las plantas, activando mecanismos naturales de defensa. Esto se debe a la presencia de ácidos orgánicos, hormonas de crecimiento, vitaminas, minerales, enzimas y otros compuestos bioactivos que refuerzan la relación biológica, química y física entre las plantas y el suelo, potenciando así su salud y productividad.

1.5.4. *Ventajas del biol*

Según el Centro Bartolomé de las Casas (2020) menciona las siguientes ventajas:

- La receta es variada no es fija, de acuerdo a la disponibilidad del agricultor, los insumos pueden variar.
- No es tóxico y no contamina el medio ambiente por ser un abono que se obtiene de producto sano y saludable.

Asimismo, Colque (2005) indica las siguientes ventajas del uso del Biol:

- Favorece un crecimiento más rápido y un desarrollo más vigoroso de las plantas.
- Favorece tanto el aumento de la producción como la mejora del desempeño productivo del cultivo.
- Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos.
- Incrementa la capacidad de las plantas para soportar condiciones climáticas extremas, como heladas, granizadas u otros eventos adversos.
- Es ecológico, compatible con el medio ambiente y es económico.
- Acelera la floración en trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
- Conserva mejor el NPK, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.

1.5.5. Desventajas del biol

INIA (2008) menciona las siguientes desventajas:

- Requieren un tiempo de fermentación previo para su aplicación, el cual varía de tiempo, dependiendo de los ingredientes utilizados y las condiciones ambientales.
- En superficies de cultivo de mediana o gran extensión se necesita de una mochila para poder hacer la aplicación.

1.6. Biol de vísceras de pescado

1.6.1. Vísceras de pescado

Son órganos que están presentes en las principales cavidades de los peces, dentro de ellos están el hígado, riñón, corazón, bazo y estómago.

1.6.2. Mecanismo de acción del biol de vísceras de pescado

Red de Acción en Agricultura Alternativa (RAAA, s.f.) Los aminoácidos cumplen funciones clave en el metabolismo vegetal, ya que participan activamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos compuestos orgánicos favorecen la absorción y asimilación de nutrientes esenciales, lo que se traduce en un mejor desempeño fisiológico del cultivo. Además,

actúan como precursores en la síntesis de proteínas, hormonas y otras moléculas fundamentales para el desarrollo vegetal.

Además de su riqueza en nutrientes esenciales, el biol de vísceras de pescado destaca por contener aminoácidos los cuales representan uno de sus mecanismos de acción más importantes a nivel fisiológico. Estos compuestos, que forman parte de la estructura de proteínas y péptidos, cumplen funciones clave en el metabolismo vegetal, regulando procesos como crecimiento, la fotosíntesis y la resistencia al estrés. Algunos de los aminoácidos más importantes presentes en este tipo de biol son:

- Metionina: favorece la síntesis de etileno y la maduración de frutos.
- Glutamato: participa en la síntesis de clorofila y es un intermediario metabólico.
- Arginina: promueve la división celular y el desarrollo radicular.
- Alanina: actúa en la respuesta a condiciones de estrés.
- Glicina: participa en la formación de proteínas y es precursora de clorofila.

Estos aminoácidos, al estar ya disponibles en el biol, son fácilmente asimilables por las plantas, optimizando su desarrollo y productividad. Red de Acción en Agricultura Alternativa (RAAA, s.f.).

1.8 Tomate

1.8.1. Concepto

Según Torres (2017) el tomate (*Solanum lycopersicum*), también conocido por su nombre anterior *lycopersicum esculentum* Mill., pertenece a la familia Solanaceae y es una planta herbácea anual o bianual. Este cultivo es uno de los más dinámicos en la horticultura a nivel global. Dependiendo de su crecimiento puede ser determinado o indeterminado, puede manejarse de distintas formas, lo cual permite adaptar la planificación de la cosecha según su propósito. El tomate puede producirse tanto para la industria como para el mercado de consumo fresco, siendo este último el que presenta mayor diversidad en cuanto a métodos de producción, ya que la planta puede cultivarse en distintas condiciones climáticas a lo largo del año. No obstante, su desarrollo puede verse afectado por heladas o temperaturas extremas, especialmente cuando el cultivo se realiza al aire libre.

1.8.2. Origen

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta originaria de la planicie costera occidental de América del Sur, específicamente de la región andina. Fue introducido por

primera vez en Europa a mediados del siglo XVI y, hacia principios del siglo XIX, comenzó su cultivo comercial, acompañado por su industrialización y la diferenciación de variedades destinadas al consumo en fresco y a la industria (Pérez et al., 2005).

En esa misma línea, Peralta y Spooner (2007) sostienen que el tomate, junto con otras hortalizas, fue cultivado de manera continua por las culturas andinas desde tiempos anteriores al Imperio Inca. Diversas investigaciones respaldan la hipótesis de que el origen del tomate se encuentra en esta región, basándose en la antigüedad de las evidencias arqueológicas halladas en cerámicas prehispánicas del norte de Perú y en la presencia de numerosas variedades silvestres en terrenos agrícolas y eriazos de Sudamérica. Tras la conquista española, el tomate (conocido como *xitomatl* en lengua náhuatl, que significa "fruto con ombligo") fue llevado desde Tenochtitlán, capital del Imperio Azteca, hacia Europa. Aunque tanto Perú como México han sido propuestos como centros de origen del tomate cultivado, hasta el momento no existen pruebas concluyentes que permitan atribuir de manera definitiva su domesticación a uno de estos territorios, e incluso se plantea la posibilidad de una domesticación independiente en ambas regiones.

Por su parte, Van Haeff (1988) afirma que el tomate se originó en Perú, Ecuador y México, y que su reconocimiento generalizado como alimento para el consumo humano ocurrió recién alrededor de 1990. Complementariamente, Janick (1965) indica que esta especie, proveniente de América del Sur, fue introducida en Europa alrededor de 1544, transportada por los conquistadores españoles.

1.8.3. Taxonomía

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y sus parientes silvestres más cercanos han sido clasificados dentro de la sección *Lycopersicon* del género *Solanum*, según un sistema taxonómico que integra tanto características morfológicas como moleculares (Peralta et al., 2008)

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Superdivision: Spermatophyta

División: Magnoliopsida

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: *Solanum lycopersicum*

Nombre común: Tomate, jitomate, pomodoro

1.8.4. Descripción y morfología

1.8.4.1. Descripción general

El tomate es una planta perenne de estructura, con un crecimiento herbáceo y recubierta de vellosidades. Presenta hojas con un aroma característico y un porte que varía entre arbustivo, erguido o rastrero, dependiendo de la variedad. Para Polese (2007). Su altura puede oscilar entre los 40 cm y más de dos metros. Si bien existen numerosas variedades de cultivo en el presente trabajo se describe de manera general, considerando sus principales características morfológicas.

1.8.4.2. Morfología

Según Jaramillo et al. (2007) señala la siguiente descripción:

a) Raíz

El sistema radicular del tomate es poco profundo y está compuesto por una raíz principal, que es corta y poco robusta, junto con raíces secundarias abundantes y vigorosas, además de raíces adventicias. En su estructura interna, la raíz presenta una epidermis con pelos absorbentes especializados en la captación de agua y nutrientes, seguida por el córtex y el cilindro central, donde se localiza el xilema.

b) Tallo

El tallo principal del tomate presenta un diámetro basal de 2 a 4 cm y está recubierto por pelos glandulares y no glandulares que emergen de la epidermis. A lo largo de su estructura, se desarrollan hojas, ramas secundarias e inflorescencias. Además, posee la capacidad de generar raíces al entrar en contacto con el suelo, una característica aprovechada en el aporque para mejorar el anclaje de la planta.

c) Hojas

Las hojas del tomate son compuestas e imparipinnadas, con un número variable de entre siete y nueve folíolos. Estos folíolos suelen ser peciolados, presentar lóbulos y tener bordes

dentados, además de estar cubiertos por pelos glandulares. En cuanto a su disposición, crecen de manera alterna a lo largo del tallo.

d) Flor

La flor del tomate es perfecta o hermafrodita, de simetría regular e hipógina. Está compuesta por al menos cinco sépalos y seis o más pétalos. Presenta un pistilo rodeado por cinco estambres cuyas anteras están fusionadas, formando un tubo que lo envuelve, lo que favorece la autopolinización. El pistilo consta de un ovario y un estilo largo, simple y ligeramente engrosado. Según la variedad, el ovario puede contener entre dos y 20 óvulos, los cuales influyen en la forma del fruto que se desarrollará.

Las flores crecen en racimos simples y ramificados que emergen en el tallo y en las ramas, opuestas a las hojas. Dependiendo de la variedad y las condiciones de crecimiento, un racimo puede contener entre 4 y 20 flores, aunque en variedades de frutos pequeños, como el tomate cherry, pueden agruparse hasta 40 flores por inflorescencia. Son de color amarillo, de tamaño reducido, con un diámetro de aproximadamente 1 a 2 cm. La primera flor aparece en la yema apical, mientras que las siguientes se distribuyen lateralmente por debajo de la primera, siguiendo el eje principal. Las inflorescencias surgen cada dos o tres hojas.

e) Fruto

El fruto del tomate es una baya cuya forma, tamaño, color, consistencia y composición varían según la variedad cultivada. Está conformado por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. En su interior, los frutos presentan lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares, mientras que los frutos con un solo lóculo son poco comunes. Al madurar, pueden adquirir tonalidades rojas, rosadas o amarillas. Las semillas se desarrollan dentro de los lóculos.

La maduración del fruto puede ser uniforme; sin embargo, algunas variedades presentan hombros verdes debido a factores genéticos. La exposición directa al sol puede intensificar esta tonalidad verde o, en algunos casos, volverla amarilla, mientras que el follaje puede reducir este efecto. Es fundamental considerar esta característica al seleccionar una variedad para el mercado, dependiendo de su aceptación comercial.

El fruto se une al pedúnculo a través de una articulación donde se encuentra un punto de abscisión. Algunas variedades carecen de este punto y se denominan “jointless”, lo que facilita

su separación del cáliz y las hace adecuadas para procesamiento. En el comercio, los tomates tipo milano o de ensalada suelen recolectarse con una porción del cáliz, mientras que en los tipos chonto, esta característica no es deseada.

f) Semilla

La semilla del tomate es pequeña, mide aproximadamente 5 x 4 x 2 mm y puede presentar diversas formas, como ovalada, redonda, achatada o triangular con base puntiaguda. Está compuesta por el embrión, el endospermo y la testa, cubierta de diminutos pelos. En su última fase de desarrollo, se encuentra rodeada por una sustancia gelatinosa dentro del lóculo.

1.8.5. Fenología

El tomate según Fernández (2023), presenta tres fases fenológicas principales:

- **Fase inicial**

Comienza desde la germinación de la semilla y abarca aproximadamente los primeros 23 días. Se caracteriza por un rápido incremento de materia seca, ya que la planta destina gran parte de su energía a la síntesis de nuevos tejidos responsables de la absorción y la fotosíntesis.

- **Fase vegetativa**

Esta fase puede durar entre 22 y 40 días. Durante este periodo, la planta demanda y absorbe una gran cantidad de nutrientes, debido a que sus órganos aéreos (tallos y hojas) se encuentran en pleno crecimiento. La fase vegetativa concluye con el inicio de la floración, alrededor de los 51 a 80 días desde el inicio del ciclo (fase inicial).

- **Fase reproductiva**

Es la fase final y tiene una duración aproximada de 30 a 45 días. Comienza con la fructificación, momento en el cual la planta detiene su crecimiento vegetativo para destinar los fotoasimilados al desarrollo de los frutos, que requieren una alta disponibilidad de nutrientes para completar su formación.

1.8.6. Condiciones edafoclimáticas

a) Temperatura

Durante la fase vegetativa, se recomienda entre 18 °C y 22 °C en el día, y no más de 16 °C en la noche. En la etapa productiva, lo ideal es de 23 °C a 28 °C durante el día y entre 15 °C y 22 °C por la noche. Temperaturas extremas (>25 °C o <12 °C) afectan la fecundación, reduciendo la calidad del polen y provocando caída de flores o frutos deformes. Además, temperaturas <12 °C pueden causar ramificaciones en las inflorescencias, y variaciones

térmicas extremas (>30 °C o <10 °C) generan amarillamiento del fruto. Se recomienda que la diferencia entre día y noche no supere los 10 °C. (Jaramillo et al., 2006).

b) Humedad

La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate está entre 60 % y 80 %. Valores altos favorecen enfermedades y desórdenes como manchas, grietas, malformaciones y frutos huecos, además de dificultar la fecundación por compactación del polen y caída de flores. En cambio, una humedad baja incrementa la transpiración, reduce la fotosíntesis, seca el polen y también afecta la fecundación. (Jaramillo et al., 2006).

c) Luminosidad

El tomate requiere entre 8 y 16 horas de luz diaria y alta luminosidad para un buen desarrollo y una coloración uniforme del fruto. La falta de luz afecta la floración, fecundación, crecimiento vegetativo y reduce la absorción de agua y nutrientes. (Jaramillo et al., 2006).

d) Suelo

El tomate se adapta a diversos suelos, pero prefiere aquellos sueltos, bien aireados, con buen drenaje y capacidad de retención de humedad. Los suelos ideales son de textura franca a franco arcillosa, con más del 5 % de materia orgánica, buen contenido de nutrientes y un pH entre 5.8 y 6.8. (Jaramillo et al., 2006).

1.8.7. Principales Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades representan una de las principales limitantes en la producción de tomate, ya que afectan su rendimiento y calidad. A continuación, se describen las más representativas que suelen presentarse en el cultivo.

Plagas principales

- **Polilla del tomate o cogollero del tomate (*Tuta absoluta*)**

Familia: Gelechiidae

Esta plaga, de gran importancia económica, aparece sobre todo en épocas secas (Jaramillo et al., 2006) y afecta el cultivo desde el estado de plantín. Las larvas, por su hábito minador, perforan las hojas formando galerías que reducen el área fotosintética. En estados más avanzados, pueden trasladarse a otros órganos, incluyendo tallos y brotes tiernos, lo que retrasa el crecimiento y afecta principalmente el follaje (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Gobernación del Departamento Central & FAO, 2013).

- **Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

Familia: Aleryrodidae

Esta es una plaga más común y limitante en el cultivo de tomate bajo invernadero, especialmente en épocas secas. (Jaramillo et al., 2006). Las ninfas y adultos de mosca blanca causan daño directo al succionar la savia, debilitando la planta (amarillamiento y marchitez). El daño indirecto incluye la formación de fumagina sobre las hojas, que reduce la fotosíntesis y afecta los frutos. Esto se debe a la secreción de una sustancia azucarada que favorece el desarrollo del hongo. Sin embargo, el daño más grave es la transmisión de enfermedades virales. (MAG et al., 2013)

- **Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

Familia: Thripidae

Tanto las ninfas como los adultos causan daños directos e indirectos al cultivo, similares a los de la mosca blanca. El daño directo se manifiesta como manchas irregulares blanquecinas o plateadas con puntos negros en ambas caras de la hoja, producto de su alimentación raspador-chupadora, que extrae el contenido celular. La saliva fitotóxica que inyectan provoca deformaciones en hojas, flores y frutos, y en algunos casos impide el desarrollo de las yemas florales. Además, la oviposición por parte de la hembra genera lesiones visibles en los frutos como puntos necróticos, a veces rodeados por halos blanquecinos. Por otro lado, el daño indirecto más importante es la transmisión de enfermedades virales como la peste negra o vira cabeza (MAG et al., 2013).

- **Pulgón (*Myzus persicae*)**

Familia: Aphididae

Los estados que ocasionan daños en el cultivo son las ninfas y los adultos, ambos de color verde claro a amarillento. Las ninfas carecen de alas, mientras que los adultos pueden ser alados o ápteros. Los daños directos se producen por su hábito alimenticio, ya que succionan la savia elaborada de órganos jóvenes y tejidos tiernos, debilitando la planta y generando amarillamiento foliar, reducción del crecimiento, curvatura de folíolos hacia el envés, deformaciones en tallos, flores y frutos pequeños, así como retraso en el desarrollo cuando afecta el punto de crecimiento. Estos daños suelen observarse en focos localizados.

Los daños indirectos son los más críticos, pues los pulgones actúan como vectores de virosis importantes como el Virus del Mosaico de las Cucurbitáceas, el Virus del Mosaico de

la Sandía y el Virus de la Papa. La transmisión de estas enfermedades puede causar pérdidas significativas en la producción, incluso con poblaciones bajas del insecto. (MAG et al., 2013).

- **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

Familia: tetranychidae

Los daños al cultivo son causados por los estados móviles de ninfa y adulto del ácaro. Estos organismos se alimentan insertando sus estiletes en los tejidos vegetales para extraer el contenido celular, lo que genera inicialmente manchas amarillentas que luego se tornan pardas. Las colonias suelen establecerse en el envés de las hojas, mientras que los síntomas visibles (como zonas rojizas o amarillas, y enrollamiento en hojas jóvenes) aparecen en el haz. Con altas poblaciones, las hojas pueden caer. El crecimiento de hojas nuevas se ve afectado, y al final del ataque se forman telarañas donde se desplazan los adultos, protegiendo huevos y ninfas de depredadores. Usualmente, la infestación comienza en focos localizados y se expande si no se controla a tiempo. Su dispersión se ve favorecida por el viento, el contacto entre plantas y la presencia de malezas como *Convólvulus spp.*, *Sonchus spp.*, *Chenopodium spp.* y *Senecio spp.*, que actúan como hospederos alternos. (MAG et al., 2013).

Enfermades principales

- **Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)**

La enfermedad puede manifestarse en hojas, tallos y frutos. En las hojas inicia con una mancha acuosa de color café oscuro; cuando la humedad es alta, en el envés se observa un vello grisáceo correspondiente al desarrollo del hongo. En los tallos, las lesiones presentan un aspecto hundido y, en presencia de humedad, es posible distinguir el micelio. En los frutos tiernos, la infección comienza como una mancha difusa de color café claro, que posteriormente se hunde y oscurece, provocando la muerte del fruto. Las condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno se dan alrededor de 20 °C. El agua actúa como vehículo de dispersión de las esporas, por lo que durante la época lluviosa y en suelos con mal drenaje la enfermedad se incrementa. Además, el salpique del suelo por efecto de la lluvia favorece su aparición, y los frutos jóvenes, que aún no han formado su capa de cera, son especialmente susceptibles al ataque (Chemonics International, 2008).

Métodos de control:

- ✓ Las plantas que presenten síntomas de la enfermedad deben ser retiradas del cultivo y dispuestas fuera de la parcela, preferentemente mediante su enterramiento, con el propósito de evitar la propagación del patógeno.

- ✓ Tener un buen sistema de drenajes.
- ✓ Utilizar camas bien altas durante la época de lluvias.

- **Fusariosis (*Fusarium oxysporum*)**

Los síntomas de la enfermedad suelen aparecer en la etapa de fruto verde maduro, iniciando con el amarillamiento de hojas basales que avanza hacia las superiores. En casos severos, las plantas se marchitan rápidamente, especialmente en días calurosos. Las raíces se tornan cafés y se pudren, y se forman lesiones oscuras en la base del tallo, que pueden extenderse hasta 25 cm sobre el nivel del suelo. La enfermedad se propaga por maquinaria, agua de riego o aire, y su desarrollo se ve favorecido por temperaturas moderadas (Chemonics International. 2008).

- **Virus del mosaico del tomate (TMV)**

Principales manifestaciones incluyen mosaico foliar, ampollado y enroscamiento de hojas. En los frutos puede causar pardeamiento y necrosis. La enfermedad se distribuye de forma aleatoria en el cultivo y tiene como hospedantes alternos a otras especies de la familia Solanácea. Su transmisión ocurre a través de semillas, suelo y residuos de cultivo. (MAG et al., 2013).

- **Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)**

Colletotrichum spp. es el hongo causante de esta enfermedad, que se manifiesta principalmente en los frutos como manchas circulares hundidas con puntos negros en el centro. También puede causar lesiones necróticas en raíces. El patógeno sobrevive en semillas y plantas hospedantes de la familia Solanácea, y se disemina por salpicaduras de agua o mediante el contacto durante labores culturales. Las condiciones favorables para la infección incluyen temperaturas de 20 a 24 °C, alta humedad relativa, suelos húmedos y días nublados. (MAG et al., 2013).

1.8.9. Valor nutricional del tomate

El tomate es una excelente fuente de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, así como de minerales esenciales como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Su valor nutricional es significativo, ya que aporta proteínas, carbohidratos, fibra y compuestos como ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico. (Jaramillo et al., 2007).

Tabla 1.1.

Composición nutricional de tomate por 100 gramos de tomate fresco

Elemento	Cantidad
Agua	93,5%
Proteína	0,9 g
Grasa	0,1 g
Calorías	23
Carbohidratos	3,3 g
Fibra	0,8 g
Fósforo	19 mg
Calcio	7 mg
Hierro	0,7 mg
Vitamina A	1,100 UI
Vitamina B1	0,05 mg
Vitamina B2	0,02 mg
Vitamina C	20 mg
Niacina	0,6 mg

Fuente: Jaramillo et al. (2008)

1.8.10 Materia seca o peso seco

La materia seca es la fracción del tejido vegetal que permanece luego de eliminar completamente el contenido de agua, generalmente mediante secado a 100 °C por 48 horas. Este valor representa entre el 10 y 20 % del peso fresco del tejido vegetal y está constituido principalmente por carbono, oxígeno e hidrógeno, junto con una menor proporción de elementos minerales (2–10 %). Esta fracción es fundamental para evaluar el crecimiento vegetal y el aprovechamiento de nutrientes en los cultivos, ya que refleja la biomasa acumulada como resultado de los procesos fisiológicos de la planta. (Alcántar-González et al., 2016). Asimismo, Zavaleta (1992) señala que las plantas cultivadas con un suministro limitado de nutrientes presentan menor acumulación de materia seca y menor eficiencia en el uso del agua, ya que transpiran más por cada gramo producido. En contraste, cultivos bien fertilizados no solo incrementan la materia seca, sino que además muestran una mayor eficiencia hídrica y resistencia a la sequía, debido a un mejor desarrollo estructural y funcional de sus tejidos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

La investigación se llevó a cabo en el área de Suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, (Figura 2.1).

2.1.1. Ubicación política

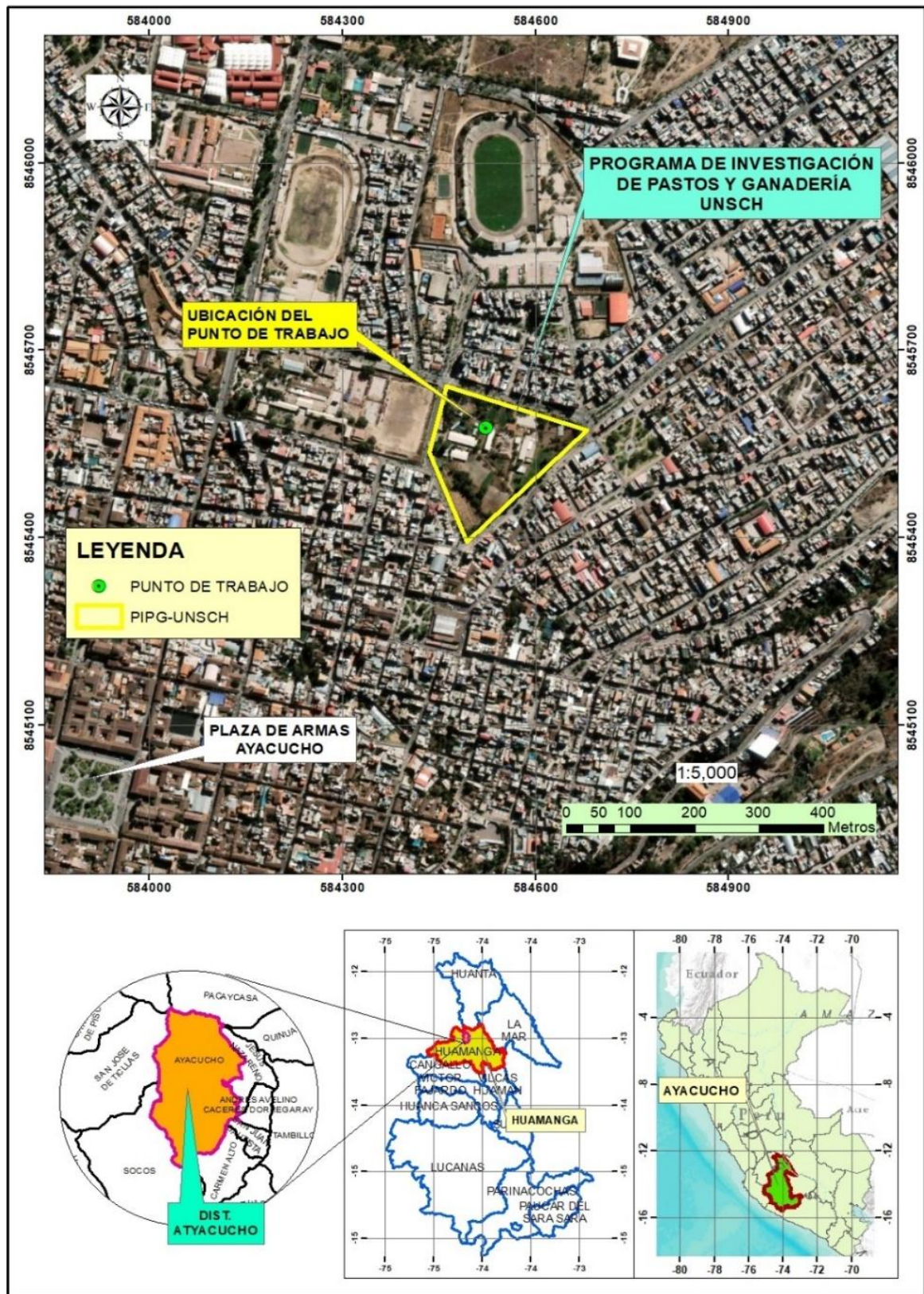
Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : P.I.P.G.

2.1.2. Ubicación geográfica

Latitud sur : 13°08'12"
Latitud oeste : 74°32'12"
Altitud : 2750m.s.n.m
Región natural : Quechua

Figura 2. 1.

Mapa de ubicación del área del experimento



2.2. Características climáticas de la zona de estudio

Según los datos de la estación meteorológica del INIA-Canaán-Ayacucho, ubicada en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, a una altitud de 2735 msnm, en el año 2024 se registraron variaciones térmicas. La temperatura máxima mensual se presentó en el mes de octubre con 26.5 °C, mientras que la temperatura mínima mensual se registró en junio con 7.0 °C. En cuanto a la precipitación, el valor más alto se observó en marzo con 194.6 mm, y la más baja en julio, con 0.0 mm.

Durante el periodo de conducción del cultivo de tomate en maceta, comprendido entre el 29 de junio y el 12 de agosto, las condiciones climáticas se caracterizaron por temperaturas medias moderadas (entre 15.8 °C y 17.4 °C), bajo presencia de precipitaciones y un marcado déficit hídrico (mayor a -56 mm en julio y agosto), según datos del climograma. Estas condiciones, si bien representan un ambiente seco y de alta demanda hídrica, no limitaron significativamente el desarrollo del cultivo debido a que se realizó en macetas, lo que permitió un control preciso del riego. En la Tabla 2.1 se presentan las condiciones registradas de la campaña 2024 con los principales indicadores climáticos del periodo, y en la Figura 2.2 se muestra el climograma correspondiente.

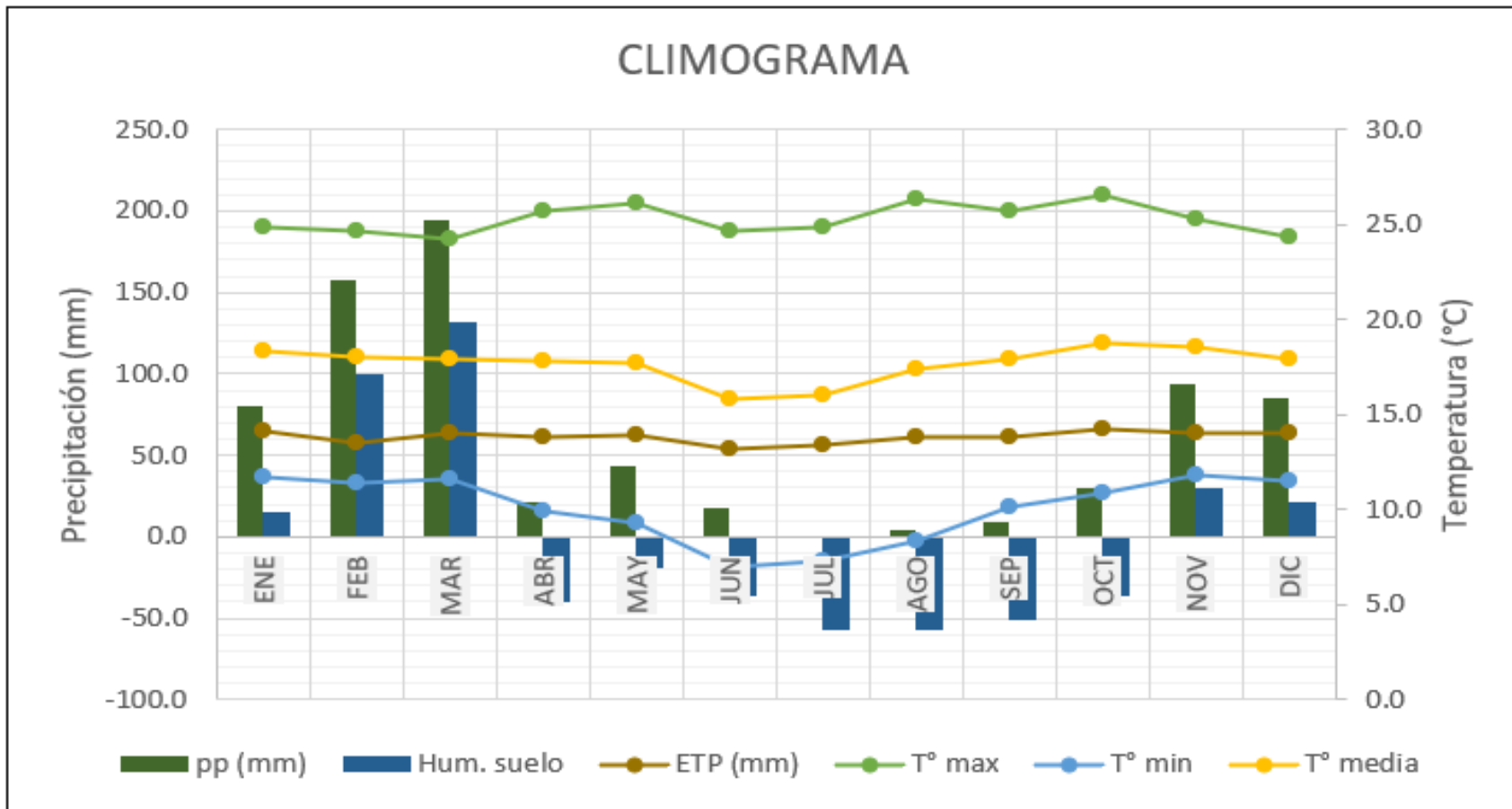
Tabla 2. 1.*Condiciones climáticas registradas de la campaña 2024 de la estación meteorológica INIA CANAAN- Ayacucho*

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° máx. 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	24.3
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	11.5
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 multiplicación		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	29.77	

Nota. Fuente: OPEMAN–GORE-Ayacucho 2024.

Figura 2. 2.

Temperatura (máxima, media y mínima) precipitación, humedad del suelo y balance hídrico correspondiente a la campaña 2024



2.3. Análisis químico físico del suelo, biol y EM-1

2.3.1. Análisis de caracterización del suelo experimental

Tabla 2. 2.

Resultado del análisis de caracterización de suelo

Muestra	Textura			Clase Textural	pH	C.E (dS m ⁻¹)	M.O (%)	CaCO ₃ (%)	Nt (%)
	Arena	Limo	Arcilla						
1	54.7	24	21.3	Fr- Ar- Ao	7.8	1.52	3.98	2.5	0.19

Elementos Disp. (ppm)		Cationes Cambiables (Cmol(+).kg ⁻¹)						C.I.C (Cmol(+).kg ⁻¹)
P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺	
22.2	194.7	11.7	3.84	1.00	0.78	0.0	0.0	18.4

Fuente: Laboratorio de suelos y análisis foliar de PIPG-UNSCH

El análisis de caracterización de suelo empleado en el experimento muestra un suelo con textura franco arcillo arenoso, lo cual indica que tiene la capacidad equilibrada de retener humedad, formar estructura estable, proporcionar suficiente aireación y poseer la capacidad de mantener una temperatura moderada del suelo. El pH es ligeramente alcalino 7.8, lo que podría limitar la disponibilidad de fosforo y de algunos nutrientes para el cultivo. La conductividad eléctrica es 1.52 dS m⁻¹ indica muy ligeramente salino, El contenido de materia orgánica con 3.98% considerado como medio. El nitrógeno total 0.19 % indica un nivel alto, el fósforo 22.2 ppm se encuentra en un nivel alto, mientras que el potasio 194.7 ppm en un nivel medio. La capacidad de intercambio catiónico es 18.4 Cmol (+).kg⁻¹ indica un nivel medio.

2.3.2. Análisis químico del biol

El biol, al ser un insumo de origen orgánico y artesanal, presenta una composición química variable que depende directamente del tipo de materia prima, las condiciones de fermentación, la temperatura ambiental, el tiempo de maduración y los aditivos empleados. Esta variabilidad es una característica inherente a los bioinsumos, lo que implica que no existe una fórmula química constante o fija.

Tabla 2. 3.

Resultado del análisis químico del biol de vísceras de pescado en comparación con 3 bioles a base de pescado

Componentes	Unidades	Presente investigacion⁽¹⁾	Biol Visceras trucha⁽²⁾	Biohidrolizado pescado⁽³⁾	Biol residuos pescado⁽⁴⁾
pH	Unid. pH	6.3	6.42	4.36	4.3
C.E	dSm ⁻¹	25.6	23.77	15.5	19.25
M.O	%	44.81	13.07	17.18	40.7
N Total	%	0.83	0.38	1.75	1.65
P ₂ O ₅	%	0.23	0.05	0.13	2.98
K ₂ O	%	1.13	0.05	0.41	1.25
CaO	%	2.49	-	0.019	1.68
Mg	ppm	37	-	-	-
Fe	ppm	67.8	-	-	-
Zn	ppm	423	-	-	-
Cu	ppm	71.35	-	-	-

Fuente:

(1) Presente investigación (LABSAF-INIA, 2024);

(2) Salvador y Sánchez (2015), no indica;

(3) Felix (2020), datos analizados por (LABSAF-INIA, 2017);

(4) Ficha técnica de Bioferpez (s.f.), datos analizados por (LABSAF-INIA, 2021).

Al analizar los componentes químicos del biol elaborado en esta investigación y compararlos con otros tres estudios (dos tesis y un producto comercial “Bioferpez”), se observa lo siguiente:

En primer lugar, el pH del biol de vísceras de pescado obtenido fue de 6.3, lo cual indica una reacción ligeramente ácida en comparación con los otros bioles. El biol de la tesis (2) presentó un valor de 6.42, mientras que el biohidrolizado (3) y el producto comercial Bioferpez (4) mostraron valores más ácidos, de 4.36 y 4.3, respectivamente. La conductividad eléctrica fue de 25.6 dS m⁻¹, lo que representa un valor alto, este resultado indica una elevada concentración de sales, por lo cual se recomienda no aplicar el biol de manera directa, sino diluirlo con agua en proporciones adecuadas para evitar posibles efectos fitotóxicos en los cultivos o acumulación de sales en el suelo. El contenido de materia orgánica en el biol evaluado mostró un valor de 44.81%, siendo el más alto de todos los bioles comparados, este resultado

es muy cercano al del producto comercial Bioferpez 40.7% y supera ampliamente a los de las tesis 13.07% y 17.18%. Respecto al contenido de macronutrientes, el nitrógeno total (N) fue de 0.83%, mayor que el valor reportado en la tesis (2) y (3) de vísceras de trucha 0.38%, biohidrolizado 1.75% respectivamente, pero menor al del biol comercial 1.65%. En el caso del fósforo (P_2O_5), el valor obtenido fue de 0.23%, superior al de las tesis (2) y (3) con 0.05% y 0.13% respectivamente, aunque considerablemente menor que el del producto comercial 2.98%. El contenido de potasio (K_2O) alcanzó 1.13%, valor muy similar al de Bioferpez 1.25% y notablemente superior a los bioles de las tesis (2) y (3) con 0.05% y 0.41% respectivamente.

En base a estos resultados, se estimó el aporte de nutrientes provenientes del biol de vísceras de pescado aplicado en cada maceta, considerando su composición química y los niveles de concentración (1 %, 3 % y 5 %), se calculó que por cada maceta con 3.5 kg de suelo, el biol aportó aproximadamente 8.3 mg, 24.9 mg y 41.5 mg de nitrógeno (N); 2.3 mg, 6.9 mg y 11.5 mg de fósforo (P_2O_5); y 11.3 mg, 33.9 mg y 56.5 mg de potasio (K_2O), respectivamente.

Considerando una densidad de 20 000 plantas por hectárea, los aportes equivalentes son aproximadamente 0.166, 0.498 y 0.830 kg N ha⁻¹; 0.046, 0.138 y 0.230 kg P_2O_5 ha⁻¹; y 0.226, 0.678 y 1.130 kg K_2O ha⁻¹ para las concentraciones de 1 %, 3 % y 5 %, respectivamente.

Si bien en la variable rendimiento de materia seca no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se evidenciaron incrementos en los tratamientos con mayores niveles de biol, lo que sugiere una posible tendencia positiva asociada al mayor aporte de nutrientes. La aplicación del biol de vísceras de pescado contribuye al mejoramiento gradual de la fertilidad del suelo, al favorecer la incorporación de materia orgánica y la disponibilidad progresiva de nutrientes esenciales, además de promover un manejo sostenible de los residuos orgánicos.

2.3.3. Análisis químico del EM-1

Tabla 2. 4.

Resultados del análisis químico del EM-1

Componentes	Resultado	Unidad
pH	3.8	Unid. pH
C.E	11.3	dS m ⁻¹
M.O	34.0	%
N Total	0.12	%
P ₂ O ₅	0.02	%
K ₂ O	0.82	%

Nota. Fuente: LABSAF – INIA 2024

De todos los parámetros analizados en el EM-1 comercial, el pH es el más importante, ya que determina la viabilidad de los microorganismos eficientes presentes en el producto.

En este estudio, el pH obtenido fue de 3.8, valor que supera ligeramente el rango óptimo establecido en la ficha técnica del producto emitida por EM Bioecsa (2021), la cual indica que debe mantenerse igual o menor a 3.5. Este rango ácido garantiza que los microorganismos como bacterias ácido lácticas, levaduras y fotosintéticas permanezcan activos y funcionales.

En cuanto al contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, los valores obtenidos fueron muy bajos, el cual guarda relación con la naturaleza del EM-1. Este producto no está formulado como un fertilizante, sino como un bioestimulante microbiano. Por tanto, su función principal no es aportar nutrientes directamente a la planta o cultivo, sino estimular la actividad microbiana del suelo, mejorar la descomposición de materia orgánica y favorecer la disponibilidad de nutrientes ya presentes en el suelo agrícola.

2.4. Cultivo indicador

Se utilizaron plántulas de tomate del tipo híbrido Suarta F1 de 25 días de edad (adquiridas de un vivero comercial) para realizar los ensayos en maceta. Según (AgroBesser, s. f.) Suarta F1 es una variedad de tomate desarrollada con genética israelí que crece de forma determinada. Se ha adaptado eficazmente a las condiciones de clima cálido y templado. Produce frutos de color rojo intenso, con un peso que varía entre 150 y 220 gramos. Su ciclo de maduración es precoz, permitiendo cosechas entre los 100 y 110 días después del trasplante (DDT). Gracias a su adaptabilidad, puede sembrarse durante todo el año.

2.5 Proceso de preparación del biol y activación del EM-1

La preparación del biol de vísceras de pescado se realizó el 5 de enero de 2024, y el proceso de fermentación se extendió hasta el 5 de abril de 2024, periodo en el cual el producto alcanzó su maduración. La formulación se basó en diversas fuentes científicas, incorporando ajustes en la composición y proporción de los ingredientes.

Primer paso: Elaboración del biodigestor

Para el biodigestor se utilizó un bidón de 200 L, en la tapa se realizó un orificio de 1/4mm de diámetro para luego integrarle una manguera con una botella de agua para la expulsión de gases.

Segundo paso: Recolección de vísceras de pescado y rumen de vacuno

El ingrediente principal de este biol son las vísceras de pescado las cuales fueron recolectadas del terminal pesquero Luis Banchero Rossi o conocido comúnmente con el nombre “Mercado Chorro” y el rumen de bovino fue recolectado del Camal de Quicapata que se encuentra en el distrito de Carmen Alto.

Tercer paso: Preparación de biol

En el bidón se agregaron las vísceras de pescado previamente trituradas, el rumen de vacuno, la papaya en trozos, la melaza, la ceniza de madera sin tratar y el agua. Se mezclaron bien todos los ingredientes y luego se tapó el bidón para dar inicio al proceso de fermentación. Seguidamente, en la Tabla 2.5 se especifica la cantidad de materia prima utilizados para la elaboración del biol.

Tabla 2. 5.

Materia prima para la elaboración del biol

Insumos	Cantidad
Vísceras de pescado	20 kg
Rumen de vacuno	20 kg
Papaya	2 kg
Melaza	4 kg
Ceniza	2 kg
Levadura	500 g
Agua	80 L

Para la preparación del biol se emplearon diversos insumos de origen orgánico con el fin de obtener un biofertilizante líquido rico en nutrientes y microorganismos benéficos. Se utilizaron 20 kilogramos de vísceras de pescado, como fuente principal de nitrógeno, aminoácidos y compuestos orgánicos de rápida descomposición. A esto se sumaron 20 kilogramos de rumen de vacuno, que aportan materia orgánica semidigerida y carga microbiana proveniente del aparato digestivo del animal, como insumo vegetal se incluyeron 2 kilogramos de papaya inmadura (verde), rica en enzimas (como la papaína) que aceleran la descomposición de los compuestos orgánicos y favorecen la fermentación.

Para estimular la actividad microbiana y la fermentación alcohólica, se añadieron 500 gramos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), mientras que 4 kilogramos de melaza actuaron como fuente de energía (azúcares) para los microorganismos. Además, se incorporaron 2 kilogramos de ceniza vegetal, que proveen minerales como potasio, calcio y fósforo, y ayudan a amortiguar la acidez durante la fermentación. Finalmente, se completó la mezcla con 80 litros de agua no clorada, que sirvió como medio de disolución y activación de los procesos fermentativos.

Cuarto paso: Maduración de biol

Tras un período de 3 meses de fermentación, se procedió a colar la parte líquida del biol, separando los sólidos. El líquido filtrado se almacenó en botellas adecuadas y se guardó en un lugar fresco y oscuro para mantener sus propiedades. De esta forma, el biol puede conservarse por un período de hasta 6 meses, asegurando la preservación de sus características beneficiosas.

Proceso de activación del EM-1 enriquecido con biosílíce

Primer paso: Preparar el cilindro

Se utilizó un bidón de 200 litros con tapa ancha para evitar cualquier tipo de contaminación durante el proceso de activación.

Segundo paso: Agregar los microorganismos EM-1

Se vertió en el bidón 1 galón de 5 litros de microorganismos EM-1 en 90 litros de agua.

Tercer paso: Añadir melaza

Se añadió 10 kilogramos de melaza, los cuales actuaron como activador para fomentar la actividad de los microorganismos.

Cuarto paso: Incorporar cerámica fitoprotectante

Se incorporó 2 kilogramos de cerámica fitoprotectante.

Quinto paso: Mezclar los ingredientes

Todos los componentes fueron mezclados de manera homogénea en el bidón.

Sexto paso: Dejar reposar

La mezcla en el cilindro se dejó reposar durante el tiempo necesario para activar los microorganismos, asegurando un ambiente adecuado para su activación.

2.6. Diseño experimental

Para el modelo estadístico se utilizó el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con 7 tratamientos por 3 repeticiones que hacen un total de 21 unidades experimentales.

Modelo aditivo lineal

$$y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = respuesta observada con el tratamiento i en la repetición j

m = efecto de la media general

t_i = efecto del tratamiento i ; $i = 1, 2, \dots, t$

e_{ij} = termino de error asociado al tratamiento i la repetición

2.7. Tratamientos

Los tratamientos empleados en el experimento se presentan en la Tabla 2.6.

Tabla 2. 6.

Descripción de los tratamientos

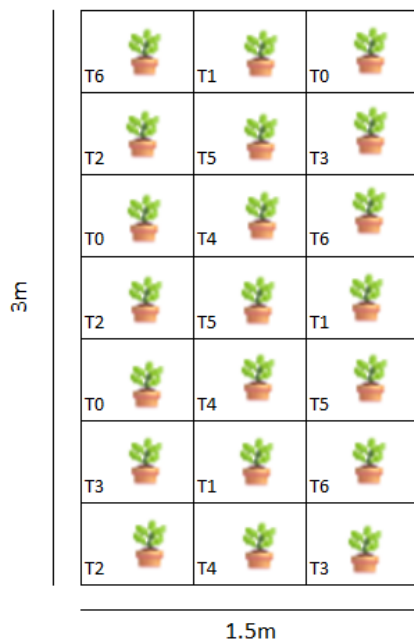
Bioinsumos	Niveles	Tratamiento
Testigo	0%	T0
Biol de vísceras de pescado	1%	T1
	3%	T2
	5%	T3
EM - 1	1%	T4
	3%	T5
	5%	T6

2.8. Unidad experimental

Cada unidad experimental consistió en una maceta individual con una capacidad de 3.5kg de sustrato que contenía una planta de tomate (*Solanum lycopersicum*), la cual recibió un solo un nivel de tratamiento de biol de vísceras de pescado o EM-1 con su concentración correspondiente, según el diseño experimental, y fue manejada agronómicamente de forma uniforme durante todo el ensayo. Todas las unidades experimentales fueron manejadas agronómicamente de forma uniforme a lo largo de la investigación, bajo las mismas condiciones de riego, luz y cuidado sanitario.

Tabla 2. 7

Distribución de las unidades experimentales de forma aleatoria



2.9. Análisis estadístico

Antes de realizar el análisis de varianza (ANOVA), se procedió a verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad en los datos obtenidos para la variable dependiente. Para ello, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk con un nivel de significancia del 5%. Al detectar diferencias estadísticamente significativas, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 0.05 para determinar las diferencias entre tratamientos.

El procesamiento estadístico se llevó a cabo utilizando el software Infostat, mientras que la elaboración de tablas y gráficos se realizó con Microsoft Excel.

2.10. Conducción del experimento

La conducción del experimento de la fase vegetativa del cultivo de tomate se realizó del 29 de junio al 12 de agosto de 2024, abarcando un periodo de 45 días después del trasplante (ddt), durante el cual se efectuó el manejo agronómico del cultivo de tomate. La aplicación de los tratamientos con biol y EM-1 se realizó por vía edáfica el día 7 ddt. Al finalizar el periodo experimental, se procedió a la medición de la altura de las plantas, peso de la materia fresca, peso de la materia seca y el cálculo de porcentaje de materia seca.

Transplante (día 1)

- Preparación del sustrato

El suelo experimental provino de un área en descanso del Programa de Investigación en Pastos y ganadería de la UNSCH, el suelo fue colectado de la capa arable (0 – 20cm) del campo y fue secado, molido y tamizado a través de malla de 2mm de diámetro para asegurar un buen drenaje; en el fondo de cada maceta, se colocó una capa de 2 cm de grava; sobre esta capa, se agregó 3,5kg de suelo seco tamizado.

- Riego inicial

Se realizó un riego de saturación al inicio del experimento, aplicando agua hasta alcanzar la capacidad de campo del sustrato en cada maceta. Este riego tuvo como finalidad garantizar una adecuada hidratación del suelo, facilitar el asentamiento del sustrato y promover un buen desarrollo inicial de las raíces de las plántulas.

- Transplante

El Transplante se realizó a los 25 días después de la siembra (dds), asegurando que las plántulas estuvieran lo suficientemente desarrolladas para el proceso.

Aplicación de tratamientos (día 07)

A los 07 ddt, se aplicó los tratamientos experimentales (biol y EM-1) en los diferentes niveles de concentración (1%, 3% y 5%) y repeticiones correspondientes. La preparación de las soluciones se realizó de la siguiente manera:

Tratamiento	Nivel	Preparación (por 100 mL)
T0	Testigo	100 mL agua destilada
T1	Biol 1%	1 mL biol V.P + 99 mL agua destilada
T2	Biol 3%	3 mL biol V.P + 97 mL agua destilada
T3	Biol 5%	5 mL biol V.P + 95 mL agua destilada
T4	EM-1 1%	1 mL EM-1 + 99 mL agua destilada
T5	EM-1 3%	3 mL EM-1 + 97 mL agua destilada
T6	EM-1 5%	5 mL EM-1 + 95 mL agua destilada

Una vez correctamente diluidas en las concentraciones establecidas de cada tratamiento, estas fueron aplicadas al sustrato de cada maceta en horas de la tarde, momento en que las condiciones ambientales presentaban menor radiación solar y temperatura más estable. La aplicación se realizó procurando una distribución uniforme sobre toda la superficie del sustrato, con el propósito de asegurar que los compuestos activos alcanzaran la rizosfera de las plantas. Este procedimiento permitió garantizar que todas las unidades experimentales recibieran por igual las concentraciones, evitando pérdidas por evaporación y favoreciendo la homogeneidad del ensayo.

Control fitosanitario (día 10)

A los 10 días después del trasplante (DDT), se realizó un control fitosanitario preventivo de tipo orgánico, mediante la pulverización foliar de un extracto elaborado a base de ajo (*Allium sativum*) y cola de caballo (*Equisetum arvense*). El ajo actúa como insecticida natural y repelente, debido a la presencia de compuestos azufrados como la alicina, que interfieren en el sistema nervioso de insectos como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), reduciendo su presencia.

Por su parte, la cola de caballo cumple una función fungicida preventiva, gracias a su elevado contenido de sílice y compuestos fenólicos, los cuales fortalecen los tejidos vegetales y limitan el desarrollo de hongos fitopatógenos. Este tratamiento tuvo como finalidad proteger al cultivo de tomate en su fase inicial, previniendo la aparición de plagas e infecciones fúngicas.

Aplicación de trampas (día 20)

Después de aplicar el bioinsecticida y observar aún una ligera presencia de mosca blanca, a los 20 días después del trasplante (ddt) se implementó un control etológico, mediante la instalación

de trampas o atrayentes cromáticas de color amarillo para el monitoreo y captura de esta plaga, la cual podría interferir con el desarrollo normal del cultivo.

Manejo continuo (día 1 al día 45)

- Riego

El riego se realizó a capacidad de campo, ajustando a las necesidades de la planta, para asegurar que el sustrato mantuviera la humedad adecuada sin encharcarse.

- Deshierbo

El deshierbo se realizó de manera manual cada semana, con el objetivo de eliminar las malezas que compiten con las plantas de tomate por luz, agua y nutrientes. Esta práctica permitió mantener el área superficial de las macetas libre de competencia vegetal, facilitando el desarrollo uniforme del cultivo. Además, el deshierbo manual mejora la aireación del suelo, reduce la incidencia de plagas y enfermedades asociadas a las malezas, y favorece la eficiencia en la absorción de nutrientes por parte del cultivo.

Evaluación final (día 45)

Después de los 45 días después del Transplante (ddt), se procedió a realizar la evaluación final de la investigación. En esta etapa se midió la altura de todas las plantas y, posteriormente, se cortaron a nivel del suelo (desde el cuello de la planta). Cada planta (muestra) fue colocada en sobres de papel identificados debidamente para su traslado al laboratorio de suelos de la escuela de Agronomía de la UNSCH.

En el laboratorio, se registró el peso fresco de cada muestra y luego las plantas fueron colocadas en una estufa a 100 °C durante 48 horas, hasta alcanzar un peso constante, con el fin de obtener el peso seco. El tiempo y la temperatura fueron cuidadosamente controlados, ya que el objetivo fue eliminar únicamente el contenido de humedad sin provocar la desnaturalización de proteínas ni la degradación de compuestos orgánicos presentes en los tejidos vegetales. De esta manera, el peso seco obtenido refleja con precisión la biomasa acumulada por las plantas y permite determinar el rendimiento de materia seca correspondiente a cada tratamiento.

2.11. Parámetros evaluados

Todas las evaluaciones se hicieron al término de la fase vegetativa (45 ddt), asumiendo los siguientes parámetros:

2.8.1. *Altura de planta (cm)*

A los 45 días después del Transplante (ddt) se midió la altura de cada planta desde la base del tallo. La medición se realizó en cada unidad experimental y se expresó en centímetros (cm).

2.8.2. *Matéria fresca o peso fresco (g)*

Se peso después del corte, usando una balanza electrónica.

2.8.3. *Matéria seca o peso seco (g)*

Las muestras fueron colocadas en bolsas de papel previamente rotuladas y llevadas a una estufa a temperatura constante de 100°C por 48 horas, hasta alcanzar peso constante y después de ello ser pesadas con una balanza electrónica.

2.8.4. *Materia seca (%)*

Para finalizar se calculó el porcentaje de materia seca utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$\%MS = \frac{PS}{PH} * 100$$

Donde:

MS = Materia seca

PS = Peso seco o final de la muestra

PH = Peso húmedo o inicial de la muestra

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de variables respuesta

3.1.1. Altura de la planta (cm)

Tabla 3. 1

*Análisis de varianza de la altura de la planta de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo efecto de vísceras de pescado y EM-1*

F. Variación	G. L	S. C	C. M	Fc	P-valor
Tratamientos	6	172.520	28.753	3.627	0.0220*
Biol de vísceras de pescado					
R. Lineal	1	12.620	12.620	1.592	0.2277 ns
R. Cuadrático	1	19.430	19.430	2.451	0.1398 ns
Microorganismos eficaces					
R. Lineal	1	31.280	31.280	3.946	0.669 ns
R. Cuadrático	1	51.680	51.680	6.519	0.0230 *
Bioinsumos vs Testigo	1	3.430	3.430	0.433	0.5211 ns
Biol vs EM-1	1	54.080	54.080	6.822	0.0205*
Error	14	110.980	7.927		
Total	20	283.500			
<hr/>					
Coefficiente de variación (%):	11.16				

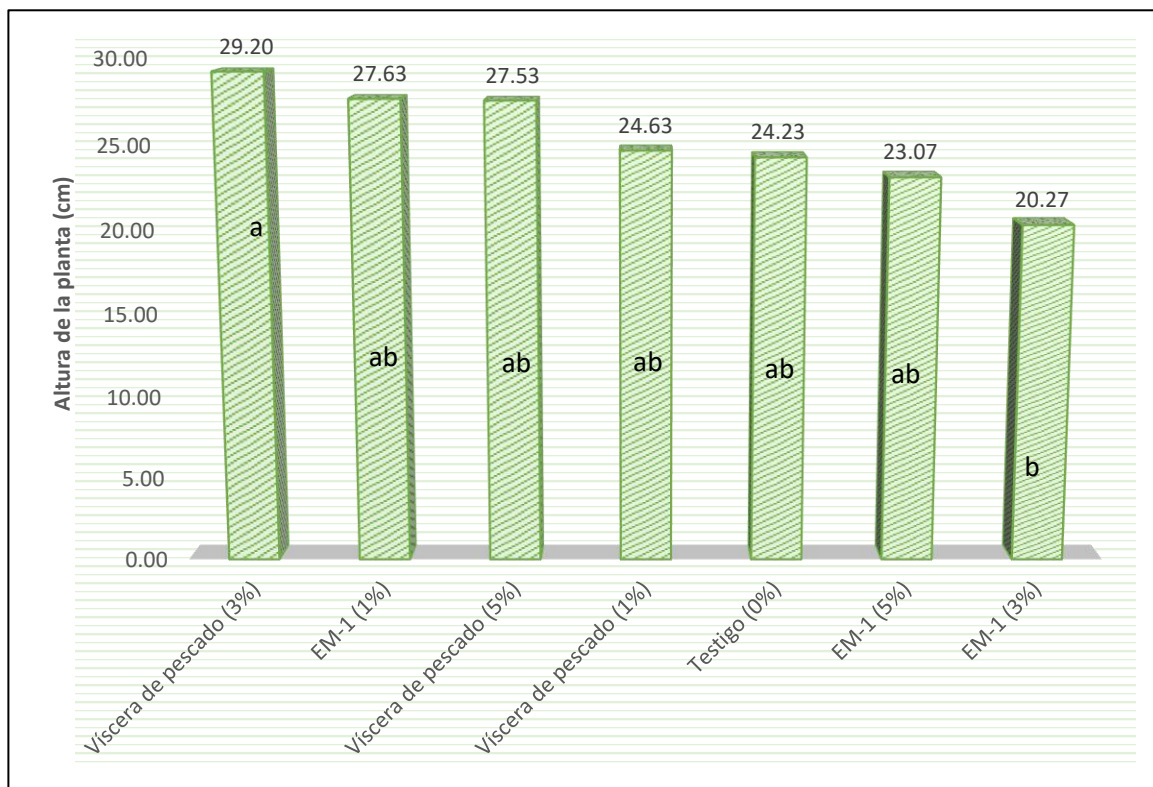
En la Tabla 3.1 se muestra el análisis de varianza de la altura promedio de la planta de tomate bajo el efecto de vísceras de pescado y microorganismos eficaces (EM-1). Según estos resultados, se evidencia que la fuente de variación "tratamientos" resultó estadísticamente significativa (p -valor < 0.05); es decir, al menos uno de los tratamientos difiere significativamente del resto. Se encontró un coeficiente de variación del 11.16%, lo que indica una buena precisión y confiabilidad de los resultados. Este resultado permite realizar un análisis de comparación de medias para contrastar los tratamientos.

En el análisis de varianza de las regresiones, tanto para efecto de los niveles de vísceras de pescado y EM-1, únicamente se mostró significativo en modelo cuadrático según el efecto de EM-1 en altura.

A nivel del contraste de los tratamientos con nivel de biol de vísceras de pescado y EM-1 en comparación del testigo, resultó no significativa; es decir, el conjunto biol de vísceras de pescado y EM-1 no incrementó sustancialmente la altura de la planta a diferencia del testigo. Asimismo, el contraste de biol de vísceras de pescado y EM-1, resultó significativa, sugiriendo que entre estos si hay diferencia.

Figura 3. 1

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de altura promedio de la planta de tomate bajo efecto de biol de vísceras de pescado y EM-1



En la Figura 3.1 se muestra la prueba de Tukey sobre la altura promedio de la planta de tomate bajo el efecto de biol de vísceras de pescado y EM-1. Los resultados indican que la aplicación de un nivel de 3% de biol de vísceras de pescado tuvo un efecto positivo en la altura, alcanzando un promedio de 29.20 cm. No obstante, estadísticamente, este tratamiento no difiere de los tratamientos con EM-1 al 1% y biol de vísceras de pescado al 5%, inclusive, en comparación con el testigo resultaron estadísticamente similares.

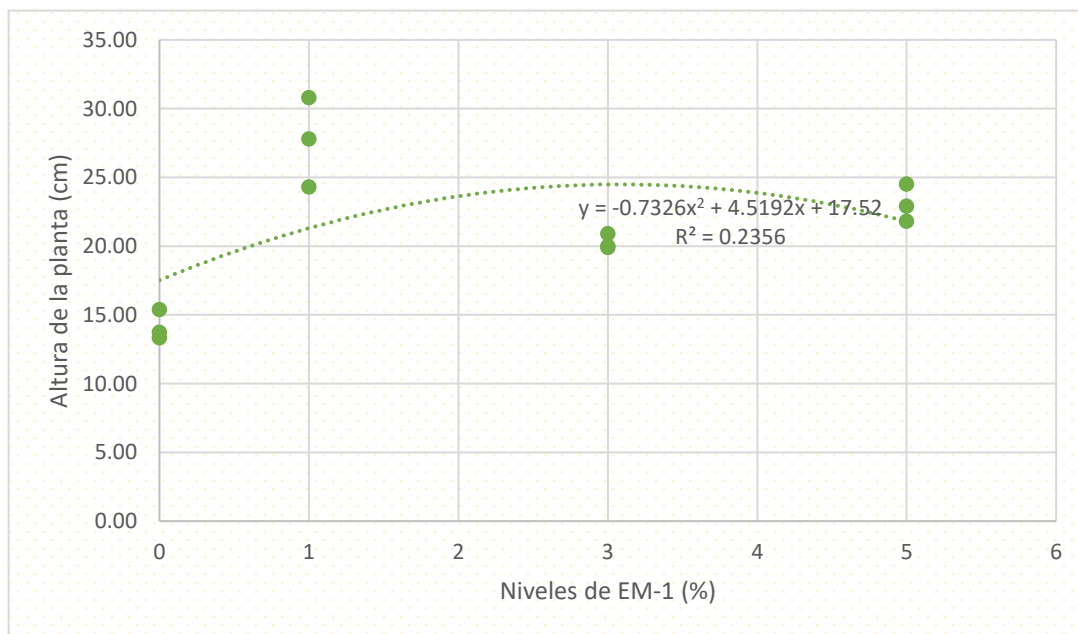
El tratamiento de EM-1 al 1% favoreció el crecimiento en altura de plantas de tomate, logrando un incremento del 11.94% respecto al testigo, mientras que el 3% no produjo efectos relevantes. Los resultados obtenidos guardan relación con lo reportado por Pino (2015) quien realizó su investigación en Lamas y, a partir del análisis de suelo, reportó bajos contenidos de materia orgánica y nitrógeno, asociados a una baja fertilidad del suelo, encontrando mayores respuestas con dosis más altas de microorganismos eficientes; en particular, el tratamiento T4 (1000 kg·ha⁻¹) registró la mayor altura de planta de tomate. No obstante, en el presente estudio, el suelo presentó contenidos medios de materia orgánica y alto en nitrógeno y fósforo, lo que permitió alcanzar un nivel óptimo de respuesta con dosis bajas de EM, sin observarse incrementos significativos al aplicar niveles más elevados. Esta diferencia puede explicarse por las condiciones edafoclimáticas de la región selvática, caracterizadas por precipitaciones frecuentes que favorecen la lixiviación de nutrientes del suelo, reduciendo su disponibilidad para las plantas. En este contexto, suelos con mayores pérdidas de nutrientes suelen requerir estrategias que mejoren su reciclaje y disponibilidad, lo que podría explicar la necesidad de aplicar dosis más elevadas de microorganismos eficientes para sostener la respuesta del cultivo. En concordancia con ello, Olle (2021) señaló que la aplicación de EM-1 puede mejorar el contenido de nutrientes del suelo; sin embargo, también reportó que la mayor altura de planta se registró en el tratamiento testigo, evidenciando que el efecto de los microorganismos eficientes no es uniforme y depende de las condiciones iniciales del suelo y del sistema de cultivo.

En cuanto al biol de vísceras de pescado, el nivel de 3% resultó ser la más efectiva en incremento de altura de plantas de tomate. Respecto a ello, el efecto observado en la altura de planta concuerda con lo reportado por Saldaña et al. (2018), quienes evidenciaron incremento de altura en *Capsicum pubescens* con el uso de fertilizantes elaborados a partir de vísceras de pescado; no obstante, en dicho estudio la mayor altura se obtuvo con una dosis de 5%, lo que sugiere que la respuesta puede variar según el cultivo, la dosis aplicada y las condiciones experimentales. Asimismo, Poloyapoy et al. (2024) reportaron incrementos en el crecimiento vegetativo del tomate al aplicar fertilizantes orgánicos fermentados elaborados a partir de vísceras de pescado y tallos de plátano, observándose un mayor desarrollo del brote y la longitud aérea de las plantas. Estos autores atribuyeron dicho efecto a la mayor disponibilidad de nutrientes y compuestos bioactivos, los cuales favorecen los procesos fisiológicos asociados a la elongación celular y al crecimiento de los órganos aéreos. Al respecto, Domínguez et al.

(2024) señalan que esto podría atribuirse a que el biol de vísceras de pescado es una fuente rica en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, además de aminoácidos y péptidos que actúan como bioestimulantes, promoviendo el crecimiento vegetal. De igual forma, Dewang y Devi (2021) afirman que actualmente ya existen estudios que demuestran el efecto positivo y significativo de los hidrolizados de proteínas de pescado en el crecimiento de las plantas de tomate.

Figura 3. 2.

Relación entre los niveles de EM-1 y altura del cultivo de tomate



En la Figura 3.2 se muestra el modelo de regresión que describe el comportamiento de la altura en función de los niveles de EM-1 aplicados vía suelo. Según los resultados, la altura se ajustó a un modelo cuadrático: $y = -0.7326x^2 + 4.5192x + 17.52$. El modelo predice que una concentración de 3.08% maximizaría la altura en 24.67 cm; sin embargo, los datos experimentales de Tukey muestran que el mayor valor se obtuvo con 1% de EM-1 (27.63 cm), mientras que al 3% la altura se redujo a 20.27 cm. Esto confirma que la respuesta no es lineal y que a niveles bajos resultan más efectivas que dosis superiores, observándose que a medida que aumenta la concentración de EM-1 la altura de la planta tiende a decrecer.

En este trabajo, se encontró comportamiento cuadrático de la altura, los cuales concuerdan relativamente con los reportes de Liu et al. (2024), quienes al investigar los efectos de microorganismos eficientes en pimientos (*Capsicum annum*), encontraron un aumento

22.6% de la altura a comparación del testigo. Este reporte respalda a la idea de que el EM promueve la elongación de la planta hasta cierto punto. Asimismo, Iriti et al. (2019) estudiaron el efecto de EM en cultivo de frijol común y encontraron que la aplicación de EM mantuvo la eficiencia fotosintética hasta el momento de evaluación y aumentó el rendimiento de semillas, lo que sugiere beneficios en el crecimiento las plantas. Otros autores investigaron las interacciones de EM con otros bioestimulantes, donde González et al. (2021) tras investigar interacción de EM (0.1 ml l⁻¹) y Producto comercial FitoMas en pimiento, encontraron altura de la planta de 17.19 cm. Así, la aplicación combinada de EM y FitoMas-E demostró ser más efectiva para promover el crecimiento de raíces y órganos aéreos.

3.1.2. *Materia fresca o peso fresco aéreo de la planta (g)*

Tabla 3. 2.

Análisis de varianza de peso fresco aéreo (transformado) de tomate (Solanum lycopersicum) bajo efecto de vísceras de pescado y EM-1

F. Variación	G. L	S. C	C. M	Fc	P-valor
Tratamientos	6	1.940	0.323	1.115	0.4771 ns
Biol de vísceras de pescado					
R. Lineal	1	0.470	0.470	1.621	0.2242 ns
R. Cuadrático	1	0.030	0.030	0.103	0.7706 ns
Microorganismos eficaces					
R. Lineal	1	0.120	0.120	0.414	0.5282 ns
R. Cuadrático	1	1.010	1.010	3.483	0.0826 ns
Bioinsumos vs Testigo	1	7.770	7.770	26.793	0.5952 ns
Biol vs EM-1	1	0.190	0.190	0.655	0.4349 ns
Error	14	4.060	0.290		
Total	20	6.000			
<hr/>					
Coeficiente de variación (%):	14.46				

En la Tabla 3.2 se presenta el análisis de varianza del peso fresco aéreo de la planta de tomate bajo el efecto de biol de vísceras de pescado y microorganismos eficaces (EM-1). Según estos resultados, se evidencia que los tratamientos no fueron estadísticamente significativos (p-valor > 0.05); es decir, los tratamientos aplicados no tuvieron un efecto positivo sobre el peso fresco, por lo que se deduce que las respuestas fueron similares entre todos los tratamientos. Se

obtuvo un coeficiente de variación del 14.46%, lo que indica una variabilidad relativa en los datos. Por lo tanto, no es necesario realizar un análisis de comparación de medias.

En el análisis de varianza de las regresiones, tanto para efecto de los niveles de vísceras de pescado y EM-1, en ninguno de los casos se encontraron modelos significativos.

A nivel del contraste de los tratamientos con niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en comparación con el testigo, resultó no significativa estadísticamente; es decir, el conjunto bio y EM-1 no incrementó sustancialmente el peso fresco a diferencia del testigo. Asimismo, el contraste de biol y EM-1, resultó no significativa, sugiriendo que entre estos no existen ninguna diferencia estadística.

Estos resultados son congruentes a los reportes de Aranganathan y Rajasree (2016), tras evaluar efecto de residuos de pescado marino en fertilizante líquido orgánico en cultivo de tomate, observaron mejoras en la salud general de las plantas, los cambios en el peso fresco no fueron estadísticamente significativos, indicando que la respuesta puede depender de factores como la concentración y la frecuencia de aplicación.

3.1.3. *Materia seca o peso seco aéreo de la planta (g)*

Tabla 3. 3.

Análisis de varianza de peso seco aéreo (transformado) de tomate bajo efecto de vísceras de pescado y EM-1

F. Variación	G. L	S. C	C. M	Fc	P-valor
Tratamientos	6	0.390	0.065	1.264	0.3335 ns
Biol de vísceras de pescado					
R. Lineal	1	0.070	0.070	1.361	0.2504 ns
R. Cuadrático	1	0.010	0.010	0.194	0.6174 ns
Microorganismos eficaces					
R. Lineal	1	0.010	0.010	0.194	0.7102 ns
R. Cuadrático	1	0.230	0.230	4.472	0.0521 ns
Bioinsumos vs testigo	1	0.0001	0.000	0.003	0.9599 ns
Biol vs EM-1	1	0.064	0.064	1.244	0.2838 ns
Error	14	0.720	0.051		
Total	20	1.110			
<hr/>					
Coeficiente de variación (%):	15.44				

Nota. A esta variable se realizó transformación raíz cuadrada.

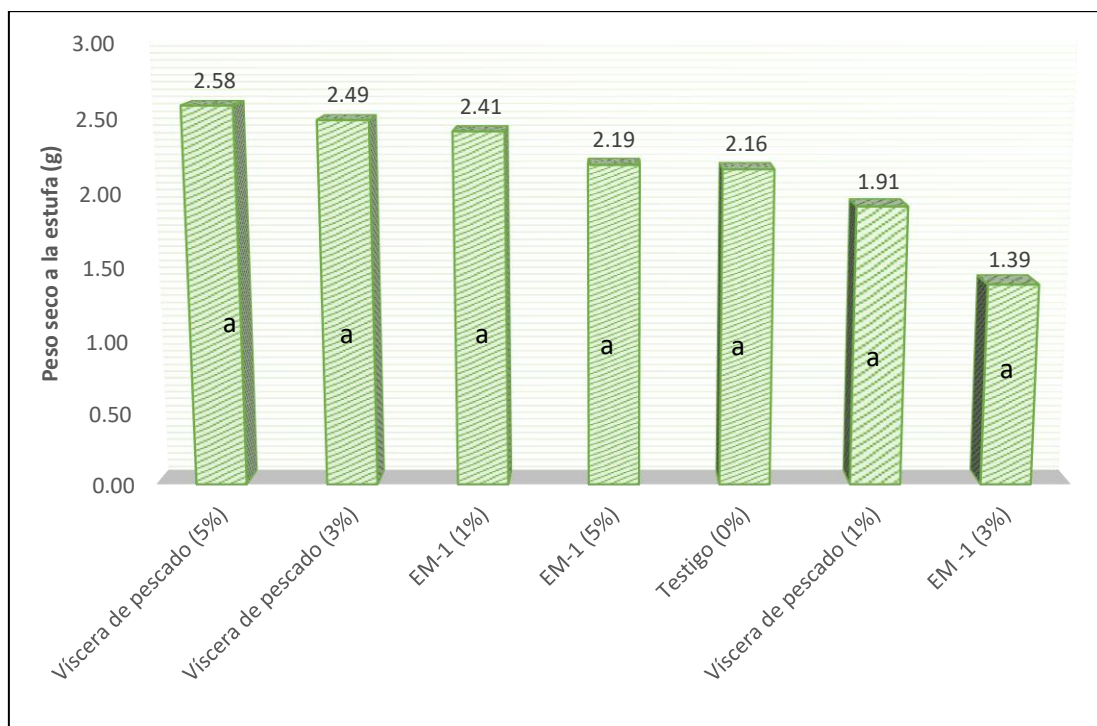
En la Tabla 3.3 se muestra el análisis de varianza del peso seco aéreo de la planta de tomate bajo el efecto de vísceras de pescado y microorganismos eficaces (EM-1). Según estos resultados, se evidencia que los tratamientos no fueron estadísticamente significativos (p -valor > 0.05), es decir, los tratamientos aplicados no tuvieron un efecto positivo sobre el peso seco, por lo que se deduce que las respuestas fueron similares para todos los tratamientos. Se obtuvo un coeficiente de variación de 15.44%, lo que indica una variabilidad relativa en los datos. En consecuencia, no es necesario realizar un análisis de comparación de medias.

En el análisis de varianza de las regresiones, tanto para efecto de los niveles de vísceras de pescado y EM-1, en ninguno de los casos se encontraron modelos significativos.

El contraste de los tratamientos con niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en comparación con el testigo, resultó no significativa estadísticamente; es decir, el promedio de respuesta de los bioinsumos en conjunto en comparación del testigo son similares. Lo mismo ocurre en contraste de las dosis de biol y EM, es decir, no se observan diferencias estadísticas.

Figura 3. 3.

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de peso seco a la estufa promedio de la planta de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo efecto de vísceras de pescado y EM-1



En la Figura 3.3 se observa que las respuestas de todos los tratamientos en el peso seco aéreo o materia seca determinado en estufa fueron estadísticamente similares (“a”). A pesar de ello, la aplicación del 5% de biol de vísceras de pescado registró el mayor valor promedio 2.58 g, logrando un incremento del 16.28% con respecto al testigo. Por el contrario, los tratamientos con 1% de vísceras de pescado y EM-1 al 3% presentaron valores inferiores al testigo absoluto, con promedios de 1.91 g y 1.39 g, respectivamente.

En esta investigación, el biol de vísceras de pescado mostró un efecto positivo en materia seca, resultado que coincide con lo reportado por Marin (2022), quien observó incrementos en la cantidad y calidad de la masa foliar de lechuga con bioles elaborados con 10 y 15 kg de vísceras de pescado. Estos hallazgos sugieren que cultivos como el tomate también pueden beneficiarse de bioles de origen pesquero. De manera similar Poloyapoy et al. (2024) también encontraron efectos positivos en materia seca de tomate al aplicar fertilizantes orgánicos elaborados con vísceras de pescado y tallos de plátano. Resultados comparables se observaron en cultivos como la berenjena, donde Balraj et al. (2014) reportaron que los fertilizantes líquidos a base de restos de pescado fermentados favorecieron el crecimiento aéreo y el desarrollo radicular, atribuible al aporte de aminoácidos y ácidos orgánicos que optimizan la absorción de nutrientes y aumentan la materia seca.

Por otro lado, la aplicación de EM-1 mostró un efecto intermedio en comparación con el biol de vísceras de pescado, pero logró un impacto positivo en materia seca a un nivel del 1%. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Alarcón et al. (2020), quienes registraron un incremento significativo de biomasa aérea en tomate al aplicar EM autóctonos cada 14 días. De manera similar, Radkowski y Radkowska (2018) encontraron que los EM aumentaron la materia seca en praderas y mejoraron la disponibilidad de nutrientes como fósforo, magnesio y calcio, además de favorecer la absorción de zinc. Estos efectos se atribuyen a la capacidad de los EM para solubilizar nutrientes y mejorar la absorción vegetal.

Asimismo, Tommonaro et al. (2021) demostraron que los EM incrementan la productividad y biomasa en tomate variedad Itálica, mientras que Olle (2021) reportó mejoras en plántulas de tomate, reflejadas en mayor diámetro de tallo y un crecimiento más compacto. Los efectos positivos observados pueden explicarse por la composición microbiana de los EM, que incluye bacterias lácticas, bacterias fotosintéticas y levaduras, las cuales actúan sinérgicamente para solubilizar nutrientes, antagonizar patógenos y favorecer el crecimiento y la acumulación de biomasa, según lo señalado por Rodríguez (2019).

3.1.4. Materia seca aéreo (%)

Tabla 3. 4.

Análisis de varianza de (%) materia seca aéreo de tomate (Solanum lycopersicum) bajo efecto de vísceras de pescado y EM-1

F. Variación	G. L	S. C	C. M	Fc	P-valor
Tratamientos	6	16.550	2.758	3.746	0.0195 *
Biol de vísceras de pescado					
R. Lineal	1	0.020	0.020	0.027	0.8812 ns
R. Cuadrático	1	1.150	1.150	1.562	0.2328 ns
Microorganismos eficaces					
R. Lineal	1	1.650	1.650	2.241	0.1561 ns
R. Cuadrático	1	4.690	4.690	6.369	0.0243 *
Bioinsumos vs Testigo	1	5.790	5.790	7.862	0.0141 *
Biol vs EM-1	1	3.260	3.260	4.427	0.0539 ns
Error	14	10.310	0.736		
Total	20	26.860			
<hr/>					
Coeficiente de variación (%):	5.56				

En la Tabla 3.4 se muestra el análisis de varianza del promedio de (%) materia seca aérea del tomate, bajo el efecto de diferentes niveles de vísceras de pescado y microorganismos eficaces (EM-1). Según estos resultados, se evidencia que la fuente de variación *tratamientos* resultó estadísticamente significativa (p -valor < 0.05), lo que indica que al menos uno de los tratamientos difiere significativamente del resto. Se obtuvo un coeficiente de variación de 5.56%, lo que refleja una adecuada precisión y confiabilidad en los resultados. Este análisis permite realizar una comparación de medias para contrastar los tratamientos evaluados.

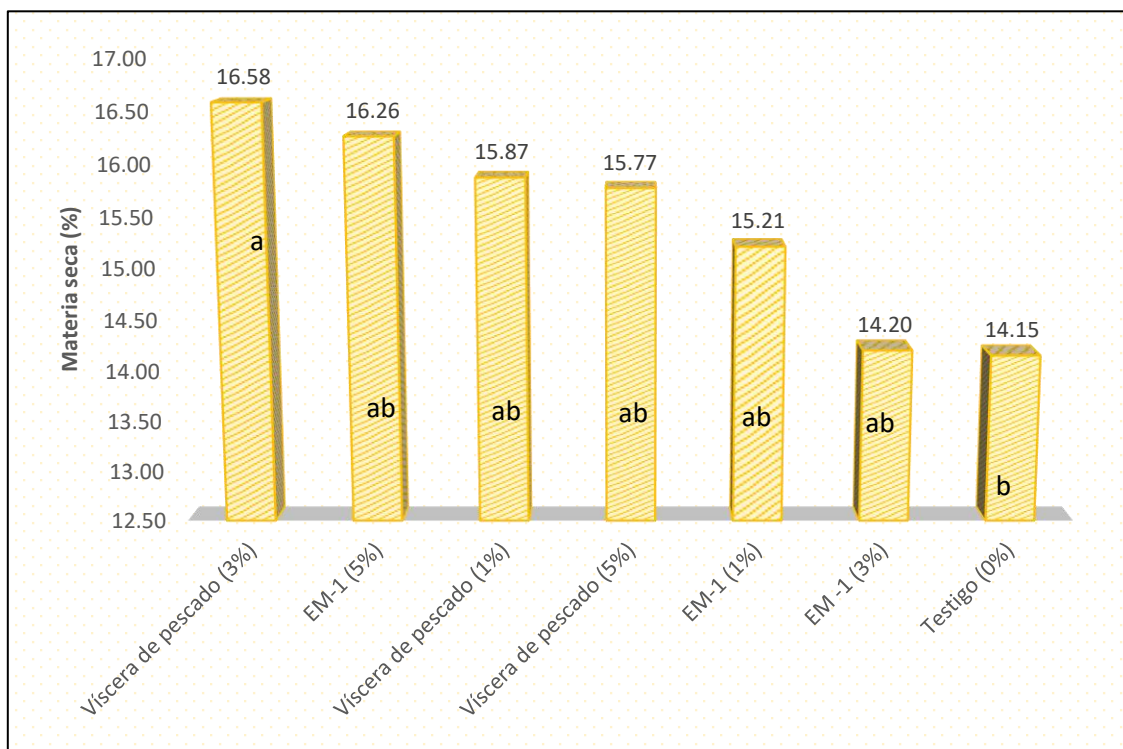
En el análisis de varianza de las regresiones, tanto para efecto de los niveles de vísceras de pescado y EM-1, únicamente se mostró significativo en modelo cuadrático según el efecto de EM-1 en (%) de materia seca aérea.

A nivel del contraste de los tratamientos con niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en comparación con el testigo, resultó significativa estadísticamente; es decir, el conjunto biol de vísceras de pescado y EM-1 incrementó de manera contundente la materia seca aérea

de la planta a diferencia del testigo. Mientras, el contraste de biol y EM-1, resultó no significativa, sugiriendo que entre estos no existen ninguna diferencia.

Figura 3.4.

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de materia seca aéreo promedio de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo efecto de biol de vísceras de pescado y EM-1.



En la Figura 3.4 se muestra la prueba de Tukey para el porcentaje de materia seca aérea del tomate bajo el efecto de vísceras de pescado y EM-1. Los resultados indican que la aplicación de una concentración del 3% de vísceras de pescado tuvo un efecto positivo en la respuesta, obteniéndose un 16.58% de materia seca, superando al testigo estadísticamente en 2.43 puntos porcentuales, lo que representa un incremento del 14.66%.

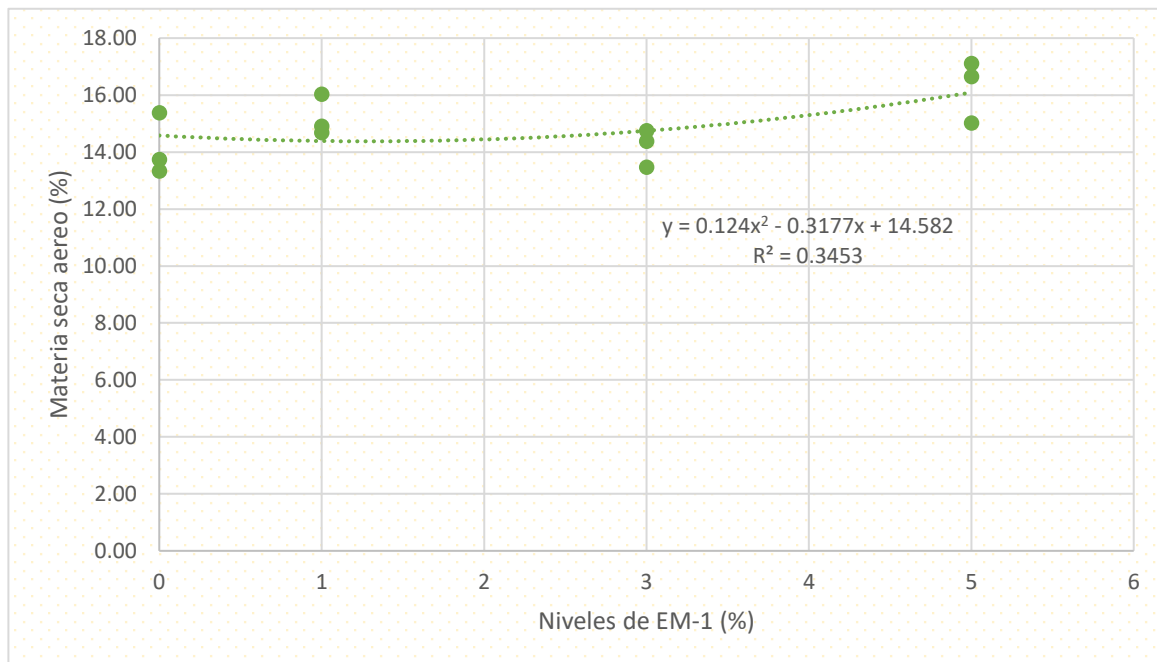
Por otro lado, al aplicar un 5% de EM-1 alcanzó un 16.26% de materia seca aérea de tomate, lo que representa un incremento de 12.98% respecto al testigo, aunque no defieren estadísticamente. Los niveles de 1 y 3% de EM-1 resultaron con respuestas más bajas, cuyos valores fueron 15.21 y 14.20% de materia seca, respectivamente. Todos los efectos de EM-1 resultaron similares al testigo, tan solo superado numéricamente por efectos de vísceras de pescado al 3% (Figura 3.4).

Respecto al efecto de biol de vísceras de pescado, en este trabajo de investigación, tuvo influencia positiva en (%) materia seca, los cuales, a comparación con Medina (2014) quien evaluó distintos niveles de biol en lechuga. En dicho estudio, aunque no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los niveles evaluados, se observó una tendencia constante de aumento en el porcentaje de materia seca respecto al testigo, con valores que alcanzaron hasta 13.77% en promedio con el nivel del 30% de biol, lo que indica un efecto bioestimulante real del biol sobre el crecimiento vegetativo del tomate. Esta similitud en los resultados, a pesar de tratarse de diferentes cultivos y fuentes de biol, sugiere que la aplicación de bioensumos orgánicos genera respuestas positivas en la acumulación de % materia seca, aun sin diferencias estadísticas entre concentraciones.

En este trabajo de investigación, el EM-1 tuvo efecto intermedio a comparación de vísceras de pescado en porcentaje de materia seca ya que ha mostrado un efecto positivo a una concentración de 5%, aunque no se encontraron estudios que reporten explícitamente el porcentaje de materia seca como variable de respuesta tras la aplicación de EM-1.

Figura 3.5.

Relación entre los niveles de EM-1 y el porcentaje de materia seca aérea del cultivo de tomate



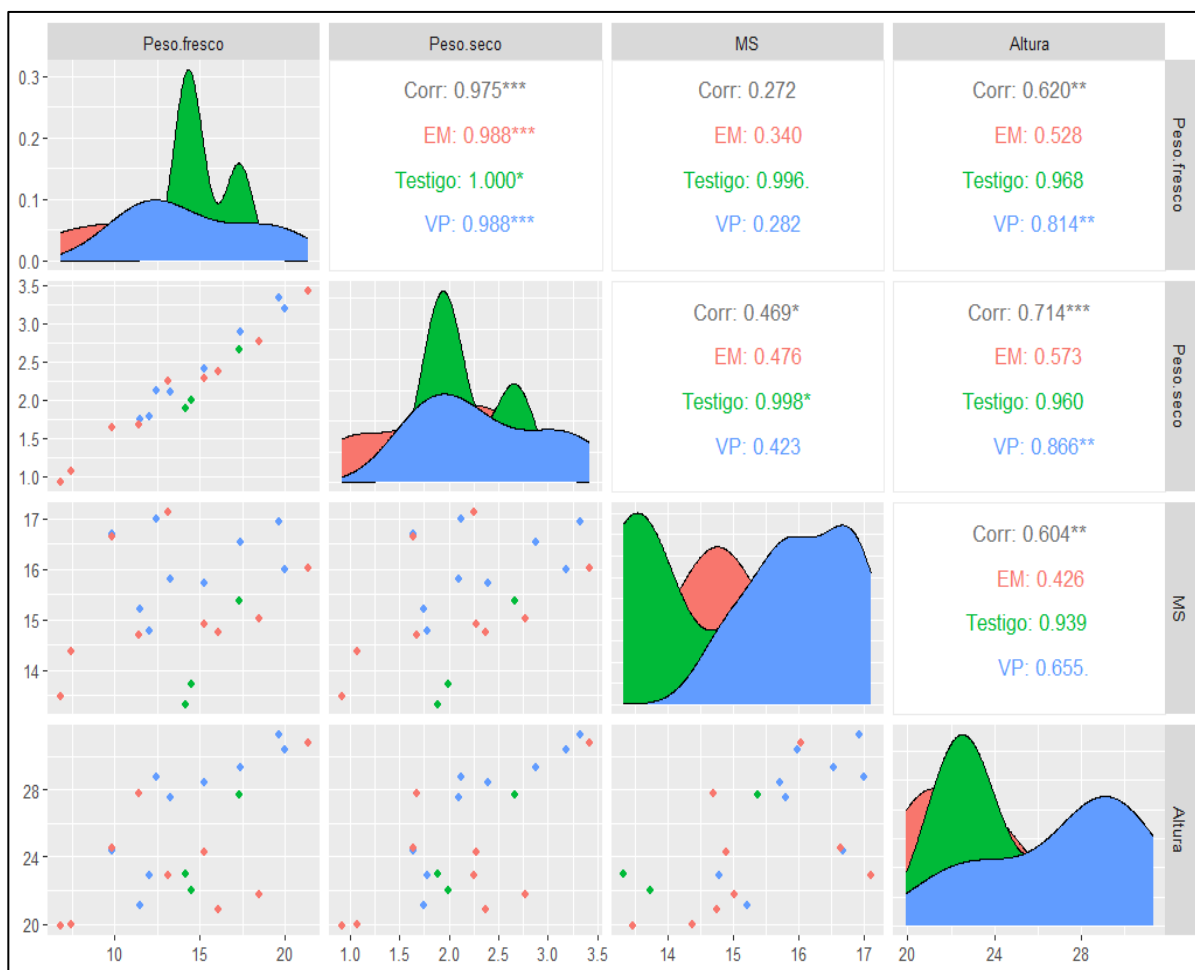
En la Figura 3.5 se muestra el modelo de regresión del comportamiento de porcentaje de materia seca en los niveles de EM, aplicados vía foliar. Según el resultado, la altura se ajusta al modelo cuadrático, $y = 0.124x^2 - 0.3177x + 14.582$, es decir, con los niveles crecientes de

EM, la materia seca tiendo a incrementar, por lo tanto, sería conveniente evaluar niveles mayores a 5% para poder encontrar el punto que maximice al rendimiento de % de materia seca.

3.1.5. Correlación de las variables

Figura 3.6.

Correlación de las variables de respuesta



En la Figura 3.6 se muestra correlación de las variables evaluadas, donde se encontró coeficientes altas y significativas entre altura de la planta y materia seca, 0.604**; peso seco o materia seca y peso fresco o materia fresca, 0.975**. Los coeficientes altas y significativas indican una relación directa entre dos factores, es decir, el desarrollo de uno influye en el otro directamente.

En este trabajo de investigación se encontraron correlaciones positivas relacionadas a materia seca, a la cual justifica los reportes de Núñez-Ramírez et al. (2012), quienes tras evaluar variables en cultivo de tomate encontraron correlación positiva entre altura de la planta y

materia seca del cultivo, sugiriendo que un mayor crecimiento en altura está asociado con una mayor acumulación de biomasa. Por otra parte, Recharte Pineda (2015) evaluó la influencia de microorganismos eficientes en el crecimiento del cultivo de tomate en Abancay, reportando que la aplicación de 25 ml de EM cada 14 días favoreció significativamente el desarrollo vegetativo, reflejado en mayor altura de planta, número de tallos y tamaño foliar. Si bien en dicho estudio se emplearon microorganismos eficientes de origen autóctono y con aplicaciones periódicas, a diferencia de la presente investigación donde se utilizó EM-1 comercial con una sola aplicación a los 7 ddt, los resultados permiten establecer una relación fisiológica entre el incremento del crecimiento vegetativo y la acumulación de materia seca. En este sentido, un mayor desarrollo estructural de la planta implica una mayor síntesis y almacenamiento de biomasa, lo cual respalda el efecto observado del EM-1 sobre el porcentaje de materia seca.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación permiten concluir con lo siguiente:

1. Los diferentes niveles de biol de vísceras de pescado aplicados no generaron un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento de materia seca del tomate en las condiciones del experimento; sin embargo, el nivel de 5% mostró un mayor peso seco promedio 2.58 g, superando al testigo en un 16.28%.
2. De manera similar, los diferentes niveles de EM-1 aplicados tampoco presentaron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de materia seca del tomate, sin embargo, el nivel de 1% mostró un mayor peso seco promedio 2.41g, superando al testigo en un 10.37%.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios adicionales con mayor número de repeticiones y evaluaciones en diferentes condiciones ambientales, con el fin de reducir la variabilidad y precisar los efectos del biol de vísceras de pescado y del EM-1 sobre el rendimiento de materia seca del tomate.
2. Evaluar niveles intermedias y combinaciones de biol y EM-1, así como su aplicación en diferentes etapas fenológicas del cultivo, para determinar si el efecto numéricamente observado puede convertirse en un resultado estadísticamente significativo.
3. Incluir en futuros ensayos otras variables de respuesta agronómica que permitan una evaluación más integral del impacto del biol de vísceras de pescado y del EM-1.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AgroBesser. (s. f.). *Tomate Suarta 5000 semillas: Semillas de tomate híbrido Saladette, determinado AGP-3375*. <https://agrobesser.com/semillas/tomate-suarta-5000semillas-semillas-de-tomate-hibrido-saladette-determinado-agp-3375.html>
- Alarcón, J., Recharte, D., Yanqui, F., Moreno, S., & Buendía, M. (2020). Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67–73. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>
- Alcántar González, G., Trejo Téllez, L. I., & Gómez Merino, F. C. (Eds.). (2016). *Nutrición de cultivos* (2.^a ed.). Biblioteca Básica de Agricultura (bba), INIFAP, Fundación Produce, IICA.
- Aranganathan, L., & Rajasree, S. R. (2016). Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on Tomato growth. *Management of Environmental Quality*, 27(1), 93–103. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2015-0074>
- Arias Hoyos, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 2, 42–45. <https://doi.org/10.46571/JCI.2010.2.7>
- Balraj, T. H., Palani, S., Arumugan, S. (2014). Influence of Gunapaselam, a liquid fermented fish waste on the growth characteristics of *Solanum melongena*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(12), 58–66. https://www.researchgate.net/publication/313179567_Influence_of_Gunapaselam_a_liquid_fermented_fish_waste_on_the_growth_characteristics_of_Solanum_melongena
- Biocity. (2017). *Microorganismos*. <http://biocity.iespana.es/micro/leva.htm>
- Bioferpez. (s.f.). *Ficha técnica del fertilizante biol de pescado*. Bioferpez.
- Bullor, L., Braude, H., Monzón, J., Cotes Prado, A. M., Casavola, V., Carbajal Morón, N., & Risopoulos, J. (2023). *Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América Latina*. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://doi.org/10.4060/cc8084es>
- Castañeda Chirre, E. T. (2023). *Fertilización ecológica de biol a base residuos pescado para mayor rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.)*, Barranca 2022 [Tesis doctoral, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional

- UNJFSC. [https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7610:contentReference\[oaicite:3\]{index=3}](https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7610:contentReference[oaicite:3]{index=3})
- Centro Bartolomé de las Casas. (2020). *Guía para elaborar el biol*. Centro Bartolomé de las Casas.
- Certis Belchim España. (2024). *¿Qué es un bioestimulante? ¿Cómo puede mejorar la calidad de tu cosecha?* Certis Belchim. Recuperado de <https://certisbelchim.es/que-es-un-bioestimulante-como-puede-mejorar-la-calidad-de-tu-cosecha/>
- Chemonics International, Inc. (2008). *Manual de cultivo de tomate*. Programa de Diversificación Hortícola, Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>
- Colque, T. (2005). *Producción de biol abono líquido natural y ecológico*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/b7b97689-3fc5-4960-b93f-2fadf9536e4d/download>
- Delgado, E. J., Benavente, G. E., & Cáceres, G. V. (2019). Elaboración de fertilizante orgánico a partir de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mikyss*) y jurel (*Trachurus murphyi*), cuantificación y evaluación del efecto de los nutrimentos minerales. *Anales Científicos*, 80(2), 452-461. <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/index>
- Dewang, S. P., & Devi, U. C. (2021). Efficacy of Organic Biostimulant (Fish Protein Hydrolyzate) on the Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum*). *Agricultural Science Digest - a Research Journal, Of*. <https://doi.org/10.18805/ag.d-5309>
- Domínguez, H., Iñarra, B., Labidi, J., & Bald, C. (2024). Fish Viscera Hydrolysates and Their Use as Biostimulants for Plants as an Approach towards a Circular Economy in Europe: A Review. *Sustainability*, 16(20), 8779. <https://doi.org/10.3390/su16208779>
- EM Bioecsa. (2021). *Ficha técnica EM.1*. <https://embioecsa.com/wp-content/uploads/2021/09/Ficha-Tecnica-EM.1.pdf>
- FAO. (2023). *Bioles: biofertilizantes que nutren el suelo y fortalecen las plantas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1709720/>
- Felix Bustos, G. A. (2020). *Biofertilizantes y estiércol de camélido combinado en cultivo de maíz (Zea mays L.) en condiciones de invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio nacional de

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a6659d6e-c863-4abd-bd5e-45216b9edb3a/content>

- Fernández Cuenca, J. P. (2023). *Efecto de dos bioles como fuente de fertilización orgánica sobre el rendimiento de tomate de riñón (Solanum lycopersicum L.) en el sector Amable María, cantón Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/items/b169ed55-d507-4eb7-8898-cd95223b0b72>
- González, R. L., Ramos, J. P., Yunel Pérez Hernández, Espinosa, I. P., Beatriz, S., & Luis, S. (2021). Use of effective microorganisms and FitoMas-E® to increase the growth and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9699–9706. https://www.redalyc.org/journal/1799/179969339009/html/?utm_source
- Guzmán, G., González de Molina, M., & Sevilla Guzmán, E. (2000). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible (p. 63). *Ediciones Mundi-Prensa*. https://www.researchgate.net/profile/GloriaGuzman/publication/270256177_Introduccion_a_la_Agroecologia_como Desarrallo Rural Sostenible/links/55b5164d08ae9289a08a671a/Introduccion-a-la-Agroecologia-como-Desarrallo-Rural-Sostenible.pdf
- Hermoso. (2000). *Programa nacional de agricultura orgánica*. Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F08-7431.pdf>
- Higa, T., & Parr, J. F. (1991). *Microorganisms for agriculture and environmental preservation*. Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES).
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). (2009). *Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura*. <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (INIA, 2008). *Producción y uso del biol* (Serie N.º 2: Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad). Primera edición. INIA.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, 2020). *Elaboración de Biol. Punta Arenas, Chile*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68188>
- IFOAM. (2005). *Principios de la agricultura orgánica*. Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica. <https://www.ifoam.bio>
- Iriti, M., Scarafoni, A., Pierce, S., Castorina, G., & Vitalini, S. (2019). Soil Application of Effective Microorganisms (EM) Maintains Leaf Photosynthetic Efficiency, Increases Seed Yield and Quality Traits of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Grown on

- Different Substrates. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(9), 2327. <https://doi.org/10.3390/ijms20092327>
- Janick, J. (1965). Horticultura Científica e Industrial. Editorial Acriba. BarcelonaEspaña.553.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M. A. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín técnico 21. Centro de Investigación La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia. 52 pp
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M. A., Zapata, M., & Rengifo, T. M. (2007). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Corpoica, MANA, Gobernación de Antioquia, FAO.
- Liu, C., Wan, C.-C., Song, X., Xia, G.-F., Ao, N., Sang, J., Wang, K.-M., & Wang, J. (2024). (Effects of effective microorganisms on growth promotion and the rhizosphere eukaryotic community structure of pepper in Xinjiang, China). *PubMed*, 35(6), 1599–1607. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202406.015>
- Mamani de Marchese, A., & Filippone, M.P.. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista agronómica del noroeste argentino*, 38(1), 9-21. Recuperado en 10 de julio de 2025, de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2018000100001&lng=es&tlng=es.
- Marin Saavedra, K. (2022). *Efecto de la aplicación de un abono orgánico a base de biofermento de pescado sobre el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 659 en Pucallpa*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU. <https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/01211dde-9e0f-4499-97ba-0f4b72893df3/content>
- Martin, F. (2003). *Manual La Fertilización en la Agricultura Ecológica*.
- Medina Gonzales, E. (2014). *Efecto de la aplicación foliar de tres concentraciones de biol sobre el rendimiento de dos variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) White Boston y Waldmans Green, bajo el sistema hidropónico NFT en Arequipa*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucionanl UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/1f13a716-fc5f-44a9-a0bc-e90256d7514d>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Gobernación del Departamento Central & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

- (2013). *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Proyecto TCP/PAR/3303.
- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. *Centro Agrícola*, 46(2), 93–103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093
- Núñez, F., Grijalva, R., & Ceceña, C. (2012). Crecimiento, acumulación y distribución de materia seca en tomate de invernadero. *Biotechnia*, 14(3), 3–9. <https://doi.org/10.18633/bt.v14i3.169>
- Olle, M. (2021). *The Effect of Effective Microorganisms on the Performance of Tomato Transplants*. 68–68. <https://doi.org/10.3390/iecps2021-12007>
- Peralta, I., Spooner, D., & Knapp, S. (2008). *Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (Solanum sections Lycopersicoides, Juglandifolia, Lycopersicon; Solanaceae)*. *Systematic Botany Monographs*, (84), 1-186.
- Peralta, I. E., & Spooner, D. M. (2007). History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). In M. K. Razdan & A. K. Mattoo (Eds.), *Genetic improvement of solanaceous crops* (Vol. 2, pp. 1–24). Science Publishers.
- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., & Larin, M. (2005). *Cultivo de tomate*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Pino Yerovi, C. E. (2005). *Determinación de la mejor dosis de Biol en el cultivo de (Musa sapientum) banano, como alternativa a la fertilización foliar química* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Institucional ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14619>
- Pino Rojas, J. M. (2015). *Dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (ferti em) en el cultivo de un ecotipo de tomate (lycopersicum esculentum mill.), en el distrito de lamas - región san martín*" [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/4e6ea938-e7ab-4106-87ab-a50949925bb2/content>
- Polese, J. (2007). *Cultivo de tomates*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Poloyapoy, A., Camingawan, E., Cono, J., Yagos, R., & Bombeo, K. (2024). Efficacy of different formulations of fermented organic concoctions from fish entrails and banana stem on the growth and yield performance of tomato (*Solanum lycopersicum*) plants. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14607420>

- Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú (APROLAB). (2007). *Producción de abono orgánico con microorganismos eficaces EM-1: Material elaborado para formación profesional en ganadería lechera*. APROLAB. <https://es.scribd.com/document/408123648/Manual-para-la-produccion-de-compost-con-microorganismos-eficaces>
- Radkowski, A., & Radkowska, I. (2018). Influence of effective microorganisms on the dry matter yield and chemical composition of meadow vegetation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(2), 747–753. https://www.researchgate.net/publication/324213368_Influence_of_effective_microorganisms_on_the_dry_matter_yield_and_chemical_composition_of_meadow_vegetation
- Recharte Pineda, D. C. (2015). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum, Mill) en San Gabriel – Abancay*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio Institucional UTEA. https://repositorio.utea.edu.pe/items/025fe5e3-8bd3-448f-a902-58b4a1674f2a?utm_source.com
- Red de Acción de Agricultura Alternativa (s.f.). *Hidrolizado de pescado y los aminoácidos para las plantas*. <https://raaa.org.pe/blog/hidrolizado-de-pescado-y-los-aminoacidos-para-las-plantas>
- Rivas Suyo, D. A. (2024). *Microorganismos eficientes (EM-1) en el rendimiento y calidad de pepino (Cucumis sativus L.) cv. Gurin* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/dd67c399-fb19-49b3-b33c-bab6fc4f57a4>
- Salazar García, A., Vidal Farel, J., & Vela Casanova, M. (2021). *Material de capacitación: Abonos orgánicos* (1.ª ed., 44 págs.). Instituto de Capacitación del Oriente (ICO). <https://www.ico-bo.org>
- Salvador Alejos, M. M., & Sánchez Zapata, Z. del C. (2015). *Evaluación de biogás y biol en un biodigestor tipo batch utilizando residuos de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) tratados con B-LAC* ([esis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Nacional de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/67439ec1-2e4f-4555-bd6f-c698c9470106/content>

- Shuqin, J., & Fang, Z. (2018). Crecimiento cero del uso de fertilizantes químicos y pesticidas: Objetivos, avances y desafíos de China. *Revista de Recursos y Ecología*, 9(1), 50-58 <https://bioone.org/journals/Journal-of-Resources-and-Ecology/volume-9/issue-1/j.issn.1674-764x.2018.01.006/Zero-Growth-of-Chemical-Fertilizer-and-Pesticide-Use--Chinas/10.5814/j.issn.1674-764x.2018.01.006.short>
- Sistema Biobolsa. (s.f.). *Manual del Biol.* <https://sswm.info>
- Thankachan, M., & Chitra, G. (2021). The potential effect of fish waste fertilizer on the growth and yield of *Amaranthus dubius* and *Trigonella foenum-graecum*. *International Journal of Advanced Research*, 9(4), 406-411. <https://www.journalijar.com/article/36960/the-potential-effect-of-fish-waste-fertilizer-on-the-growth-and-yield-of-amaranthus-dubius-and-trigonellafoenum-graecum/>
- Thendral, B., & Geetha, A. (2019). Physicochemical characterization of traditionally fermented liquid manure from fish waste (Gunapaselam). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 18(4), 830–836. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28751.23206>
- Tommonaro, G., Abbamondi, G. R., Nicolaus, B., Poli, A., D'Angelo, C., Iodice, C., & De Prisco, R. (2021). Productivity and Nutritional Trait Improvements of Different Tomatoes Cultivated with Effective Microorganisms Technology. *Agriculture*, 11(2), 112. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020112>
- Torres P., A. (2017). *Manual de cultivo del Tomate al aire libre. La Cruz, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, no. 376. 96 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6707> .
- Van Haeff, S. (1998). *Manuales para la Producción de Tomate. 7 ma Edición. Editorial Trillas. México. 54 pág.*
- Vásquez Cieza, C. L. (2021). *Efecto De Tres Dosis De Biol En El Rendimiento Del Cultivo De Tomate Sheila Victory F1 (Solanum Lycopersicum L.), Bajo Condiciones De Invernadero En Baños Del Inca-Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Cajamarca. Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4381>
- Vilches Gonzáles, J. J. (2022). *Evaluación de dosis de fertilización convencional y biofertilizantes en el cultivo de maíz (Zea mays L.), UNA, Managua, 2021-2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4577/1/tnf04v699.pdf>

Zavaleta, G. A. (1992). *Edafología: el suelo en reacción con el suelo*. Ediciones Condytec.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de supuestos de las variables (normalidad y homogeneidad de varianzas)

En todos los casos las variables cumplene la prueba de supuestos (p-valor > 0.05).

Altura de la planta

```
> shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
      Shapiro-wilk normality test

data:  residuals(mod.fac1)
W = 0.96892, p-value = 0.709

> bartlett.test(Altura ~ trt) #homogeneidad de varianzas
      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  Altura by trt
Bartlett's K-squared = 6.3532, df = 6, p-value = 0.3848
```

Peso fresco de la planta (transformado a raíz cuadrada)

```
> shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
      Shapiro-wilk normality test

data:  residuals(mod.fac1)
W = 0.93362, p-value = 0.1627

> bartlett.test(Peso.fresco ~ trt) #homogeneidad de varianzas
      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  Peso.fresco by trt
Bartlett's K-squared = 2.633, df = 6, p-value = 0.8533
```

Peso seco de la planta (transformado a raíz cuadrada)

```
> shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
      Shapiro-wilk normality test

data:  residuals(mod.fac1)
W = 0.94191, p-value = 0.2376

> bartlett.test(Peso.seco ~ trt) #homogeneidad de varianzas
      Bartlett test of homogeneity of variances

data:  Peso.seco by trt
Bartlett's K-squared = 1.8528, df = 6, p-value = 0.9327
```

Materia seca de la planta

```
> shapiro.test(residuals(mod.fac1)) #normalidad
      Shapiro-wilk normality test

data:  residuals(mod.fac1)
W = 0.95146, p-value = 0.3628


> bartlett.test( MS ~ trt) #homogeneidad de varianzas
      Bartlett test of homogeneity of variances
```

data: MS by trt
Bartlett's K-squared = 1.023, df = 6, p-value = 0.9847

Anexo 2. Datos del campo recogido para todas las variables

Trt	Altura (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	%MS
T0	23	14.18	1.89	13.33
T0	27.7	17.3	2.66	15.38
T0	22	14.49	1.99	13.73
T1	24.4	9.83	1.64	16.68
T1	28.4	15.27	2.4	15.72
T1	21.1	11.5	1.75	15.22
T2	31.3	19.67	3.33	16.93
T2	28.8	12.48	2.12	16.99
T2	27.5	13.28	2.1	15.81
T3	29.3	17.41	2.88	16.54
T3	22.9	12.04	1.78	14.78
T3	30.4	19.96	3.19	15.98
T4	27.8	11.44	1.68	14.69
T4	24.3	15.3	2.28	14.9
T4	30.8	21.33	3.42	16.03
T5	19.9	6.83	0.92	13.47
T5	20	7.44	1.07	14.38
T5	20.9	16.07	2.37	14.75
T6	24.5	9.85	1.64	16.65
T6	22.9	13.15	2.25	17.11
T6	21.8	18.45	2.77	15.01

Anexo 3. Resultado del análisis de caracterización del suelo de estudio



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 Junin y Ayacucho”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Localidad : NIPUH – Programa de Investigación en Pastos y Ganadería
 Proyecto : “TESIS”
 Solicitante : Srta. Jhanett Estefany Cordero Espiritu

HR: 00602

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)		pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp (ppm)				Cationes cambiables (C _{mol(+) /kg})				C. I. C. (C _{mol(+) /kg})
	Arena	Limo						P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺	
01	54.7	24.0	7.84	1.52	2.5	3.98	0.19	22.2	194.7	11.7	3.84	1.00	0.78	0.0	0.0	18.4


Ayacucho, 01 de Diciembre del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

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; FrArL: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 4. Resultado de laboratorio del EM-1 enriquecido



inia
 Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO

N° 01009-24/AO/ LABSAF - CANAAN

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Jhanet Cordero Espíritu
Propietario / Productor	: Jhanet Cordero Espíritu
Dirección del cliente	: Urb. Primavera
Solicitado por	: Jhanet Cordero Espíritu
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 01
Producto declarado	: Biol
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	: Ayacucho
Fecha(s) de muestreo	: 8/04/2024
Fecha de recepción de muestra(s)	: 8/04/2024
Lugar de ensayo	: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare
Fecha(s) de análisis	: 22/04/2024 al 26/04/2024
Cotización del servicio	: 004-24-CA
Fecha de emisión	:

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6																																				
Código de Laboratorio	AB002-CA-24																																									
Matriz Analizada	BIOL																																									
Fecha de Muestreo	8/04/2024																																									
Hora de Inicio de Muestreo (h)	9:00(*)																																									
Condición de la muestra	Botella Plástico																																									
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	--	--																																								
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Ensayo</th> <th style="width: 10%;">Unidad</th> <th style="width: 10%;">LC</th> <th style="width: 59%;">Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>pH</td><td>unid. pH</td><td>--</td><td>3.8</td></tr> <tr><td>Conductividad Eléctrica</td><td>dS/m</td><td>--</td><td>11.3</td></tr> <tr><td>Materia Orgánica</td><td>%</td><td>--</td><td>34.05</td></tr> <tr><td>Nitrogeno Total</td><td>%</td><td>--</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>P2O5</td><td>%</td><td>--</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>K2O</td><td>%</td><td>--</td><td>0.82</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>%</td><td>--</td><td>--</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>ppm</td><td>--</td><td>--</td></tr> </tbody> </table>	Ensayo	Unidad	LC	Resultados	pH	unid. pH	--	3.8	Conductividad Eléctrica	dS/m	--	11.3	Materia Orgánica	%	--	34.05	Nitrogeno Total	%	--	0.12	P2O5	%	--	0.02	K2O	%	--	0.82	CaO	%	--	--	Mg	ppm	--	--						
Ensayo	Unidad	LC	Resultados																																							
pH	unid. pH	--	3.8																																							
Conductividad Eléctrica	dS/m	--	11.3																																							
Materia Orgánica	%	--	34.05																																							
Nitrogeno Total	%	--	0.12																																							
P2O5	%	--	0.02																																							
K2O	%	--	0.82																																							
CaO	%	--	--																																							
Mg	ppm	--	--																																							
Análisis de Microelementos																																										
Fierro (Fe)	ppm	--	--																																							
Zinc (Zn)	ppm	--	--																																							
Cobre (Cu)	ppm	--	--																																							

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994/Cor.1:1996. Soil quality - Determination of the specific electrical conductivity - Technical Corrigendum 1.
Materia Orgánica	Método de calcinación
Nitrogeno	Método micro-Kjeldahl. Digestión y determinación por destilación y titulación manual
Potasio	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. Item 6.4.1. Pag. 83-84. Determinación de Cationes
Fósforo	Método Colorimétrico. colorimetría del fosfo-vanadomolibdato

Anexo 5. Resultado de laboratorio del biol de vísceras de pescado



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO N° 01008-24/AO/ LABSAF - CANAAN

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Jhanet Cordero Espiritu
 Propietario / Productor : Jhanet Cordero Espiritu
 Dirección del cliente : Urb. Primavera
 Solicitado por : Jhanet Cordero Espiritu
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01
 Producto declarado : Biol
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico transparente
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : Ayacucho
 Fecha(s) de muestreo : 8/04/2025
 Fecha de recepción de muestra(s) : 8/04/2025
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF Canaan
 Fecha(s) de análisis :
 Cotización del servicio : 003-24-CA
 Fecha de emisión :

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AB001-CA-24					
Matriz Analizada	BIOL					
Fecha de Muestreo	8/04/2025					
Hora de Inicio de Muestreo (h)	9:00(*)					
Condición de la muestra	Bolsita Plástico					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	-	-				
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	--	6.3			
Conductividad Eléctrica	dSm	--	25.6			
Materia Orgánica	%	--	44.81			
Nitrógeno Total	%	--	0.83			
P2O5	%	--	0.23			
K2O	%	--	1.13			
CaO	%	--	2.49			
Mg	ppm	--	37.00			
Análisis de Microelementos						
Hierro (Fe)	ppm	--	67.80			
Zinc (Zn)	ppm	--	423.00			
Cobre (Cu)	ppm	--	71.35			

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 8045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994/Cor.1:1996. Soil quality - Determination of the specific electrical conductivity - Technical Corrigendum 1.
Humedad	Método gravimétrico
Materia Orgánica	Método de calcinación
Nitrógeno	Método micro-Kjeldahl. Digestión y determinación por destilación y titulación manual
Potasio	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. Item 6.4.1. Pág. 83-84. Determinación de Cationes
Fósforo	Método Colorimétrico. colorimetría del fosto-vanadomolibdato
Calcio	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. Item 6.4.1. Pág. 83-84. Determinación de Cationes
Magnesio	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. Item 6.4.1. Pág. 83-84. Determinación de Cationes
C/N	A partir del CO y el N
Microelementos	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. Item 6.4.1. Pág. 70. Determinación de Cationes

Anexo 6. Panel fotográfico



Foto1. Proceso de elaboración del biol vísceras de pescado: A (vísceras de pescado), B (papaya), C (ceniza), D (melaza), E (levadura), F (rumen)



A



B



C



D

Foto2. A (llenado de sustrato en las macetas), B (plántulas recién transplantadas), C y D (Después de una semana de Transplante)



Foto3. A (aplicación de tratamientos) B (Trampas cromáticas de color amarillo)



Foto 4. Respuesta del tomate al 0% (Testigo)



Foto 5. Respuesta del tomate al 1% de biol de vísceras de pescado



Foto 6. Respuesta del tomate al 3% de biol de vísceras de pescado



Foto 7. Respuesta del tomate al 5% de biol de vísceras de pescado



Foto 8. Respuesta del tomate al 1% de EM-1



Foto 9. Respuesta del tomate al 3% de EM-1



Foto 10. Respuesta del tomate al 5% de EM-1



Foto 11. Respuesta del tomate a distintos niveles de biol de vísceras de pescado



Foto 12. Respuesta del tomate a distintos niveles de EM-1



Foto 13. A (Altura de planta) B (Corte parte aérea de la planta)



Foto 14. Evaluación materia seca de la planta de tomate



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JHANETT ESTEFANY CORDERO ESPIRITU

R.D. N° 271-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los siete días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho 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; Ing. Guillermo Carrasco Aquino y Ing. Juan Benjamín Girón Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*) - Ayacucho, 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, presentado por la Bachiller **JHANETT ESTEFANY CORDERO ESPIRITU**.

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 deliberacion 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	15	15	15
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	16	15	16	16
Ing. Guillermo Carrasco Aquino	14	14	14	14
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	16	14	15	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


.....
Ing. Guillermo Carrasco Aquino
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 R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*) - Ayacucho, 2024

Autor : Jhanett Estefany CORDERO ESPIRITU
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 de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de trece por ciento **(13%)** 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: 2852069995

Ayacucho, 31 de diciembre de 2025

.....
Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*) - Ayacucho, 2024

por Jhanett Estefany Cordero Espiritu

Fecha de entrega: 31-dic-2025 10:03a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2852069995

Nombre del archivo: TESIS_FINAL-JHANETT_ESTEFANY_CORDERO_ESPIRITU.pdf (3.45M)

Total de palabras: 20090

Total de caracteres: 114436

Niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*) - Ayacucho, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	idoc.pub Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uaaan.mx Fuente de Internet	1%
8	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Integración Blackboard Trabajo del estudiante	<1%
10	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1%

12	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad ISA Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	ddigital.umss.edu.bo:8080 Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
20	ijmra.in Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

27 Andrea Onofri. "Field Research Methods in Agriculture", Springer Science and Business Media LLC, 2026 <1 %
Publicación

28 Mario Paz A, John Meneses R, Jorge López M. "Digestibility of diets with flour fish silage for the growing of arawana (Osteoglossum bicirrhosum)", Revista MVZ Córdoba, 2016 <1 %
Publicación

29 Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas <1 %
Trabajo del estudiante

30 Submitted to Consejo Nacional de Universidades de Nicaragua <1 %
Trabajo del estudiante

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Niveles de biol de vísceras de pescado y EM-1 en el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*) - Ayacucho, 2024

Levels of biol from fish viscera and EM-1 in the dry matter yield of tomato (*Solanum lycopersicum*) - Ayacucho, 2024

Jhanett Estefany Cordero Espiritu

Jhanett.cordero.01@unsch.edu.pe

Rodolfo Alca Mendoza

Rodolfo.alca@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistema de producción agrícola

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de biol elaborado a partir de vísceras de pescado y de microorganismos eficaces (EM-1) aplicados de manera independiente para evaluar el rendimiento de materia seca de tomate (*Solanum lycopersicum*). Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos (tres niveles de biol 1%, 3% y 5%; tres niveles de EM-1 1%, 3% y 5%; y un testigo sin aplicación), con tres repeticiones cada uno. El experimento se condujo en macetas con una capacidad de 3,5 kg de suelo, bajo condiciones controladas. Los tratamientos se aplicaron por vía edáfica a los 7 ddt y la evaluación de los parámetros se realizó a los 45 ddt, correspondiente a la etapa final del ciclo vegetativo del cultivo de tomate Suarta F1. Los resultados indicaron que el tratamiento con 5% de biol de vísceras de pescado alcanzó 2.58g de materia seca, lo que representó un incremento de 16.28% respecto al testigo, mientras que el tratamiento con 1% de EM-1 alcanzó 2.41g con un incremento del 10.37%. No obstante, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Palabras clave: Biol de vísceras de pescado, microorganismos eficaces (EM-1), materia seca.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the Pasture and Livestock Research Program of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of San Cristóbal de Huamanga, with the objective of evaluating the effect of different levels of biol made from fish viscera and effective microorganisms (EM-1) applied independently to evaluate the dry matter yield of tomato (*Solanum lycopersicum*). A completely randomized design was used with seven treatments (three levels of biol 1%, 3% and 5%; three levels of EM-1 1%, 3% and 5%; and a control without application), with three repetitions each. The experiment was conducted in pots with a capacity of 3.5 kg of soil, under controlled conditions. The treatments were applied by edaphic route at 7 dat and the evaluation of the parameters was carried out at 45 dat, corresponding to the final stage of the vegetative cycle of the Suarta F1 tomato crop. The results indicated that the treatment with 5% fish viscera biol reached 2.58g of dry matter, which represented an increase of 16.28% compared to the control, while the treatment with 1% EM-1 reached 2.41g with an increase of 10.37%. However, no significant statistical differences were evident between treatments.

Keywords: Fish viscera biol, effective microorganisms (EM-1), dry matter.

INTRODUCCIÓN

La inestabilidad socioeconómica global, agravada por el conflicto entre Rusia y Ucrania en 2022, generó efectos directos en el sector agrícola. En el Perú, esta situación se reflejó en un incremento en los precios de fertilizantes sintéticos, combustibles e insumos agrícolas, elevando los costos de producción de cultivos hortícolas, frutales y granos. Este contexto afectó especialmente a los pequeños y medianos productores, quienes se vieron obligados a buscar alternativas de bajo costo que permitieran sostener la productividad de sus sistemas agrícolas (Castañeda, 2023). Paralelamente, los consumidores muestran una tendencia creciente hacia productos saludables y libres de residuos químicos, impulsando la transición a sistemas agrícolas más sostenibles. En este marco, los bioles (abonos orgánicos líquidos obtenidos mediante la fermentación de residuos orgánicos) se presentan como una alternativa viable, especialmente cuando se elaboran a partir de subproductos abundantes y poco aprovechados como las vísceras de pescado. En la provincia de Huamanga, estos residuos suelen ser descartados sin tratamiento, generando impactos ambientales negativos, pese al potencial como fuente de materia orgánica y nutrientes esenciales. Del mismo modo, los microorganismos eficaces (EM-1) han adquirido relevancia en la agricultura orgánica debido a su capacidad para equilibrar la microbiota del suelo, acelerar la descomposición de materia orgánica y mejorar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Considerando estos aspectos, se seleccionó el tomate híbrido Suerta F1 como cultivo indicador, debido a sus características agronómicas. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de biol de vísceras de pescado y de EM-1 en el rendimiento de materia seca del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Por consiguiente, esta investigación busca aportar conocimiento técnico que respalde el uso de insumos orgánicos y accesibles, como alternativa

sostenible, accesible y ecológicamente responsable.

METODOLOGÍA

Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, situada a una altitud de 2750 msnm, con coordenadas geográficas de 13°08'12" S y 74°32'12" W.

Periodo de ejecución de la parte experimental

La investigación se desarrolló en dos etapas. La primera correspondió a la elaboración del biol de vísceras de pescado, realizada del 3 de enero al 3 de abril de 2024. Previo al inicio de la segunda etapa, se realizó la activación del EM-1, con el fin de asegurar la disponibilidad y viabilidad de los microorganismos para su aplicación en el experimento.

La segunda etapa correspondió a la conducción del experimento en el cultivo de tomate, desarrollada del 29 de junio al 16 de agosto de 2024, periodo en el cual se aplicaron los tratamientos con los niveles establecidos para el biol de vísceras de pescado y EM-1 durante la fase vegetativa del cultivo de tomate; finalizada dicha etapa, se realizó la medición de los parámetros.

Diseño experimental

Se desarrolló bajo el Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con 7 tratamientos y 3 repeticiones, siendo un total de 21 unidades experimentales, empleándose el modelo aditivo $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$; antes del análisis se verificarán los supuestos de normalidad y homogeneidad, posteriormente se realizó el análisis de varianza y, cuando correspondió, la prueba de comparación de medias Tukey.

Tratamientos

Los tratamientos empleados en el experimento se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1.*Descripción de los tratamientos*

Bioinsumos	Niveles	Tratamiento
Testigo	0%	T0
Biol de	1%	T1
vísceras de	3%	T2
pescado	5%	T3
EM - 1	1%	T4
	3%	T5
	5%	T6

Cultivo indicador

Se utilizaron plántulas de tomate del tipo híbrido Suarta F1 de 25 días de edad (adquiridas de un vivero comercial) para realizar los ensayos en maceta. Según (AgroBesser, s. f.) Suarta F1 es una variedad de tomate que crece de forma determinada. Se ha adaptado eficazmente a las condiciones de clima cálido y templado. Produce frutos de color rojo intenso, con un peso que varía entre 150 y 220 gramos. Su ciclo de maduración es precoz, permitiendo cosechas entre los 100 y 110 días después del trasplante (ddt). Gracias a su adaptabilidad, puede sembrarse durante todo el año.

Características del suelo

El suelo utilizado en el experimento provino del PIPG y fue analizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del PIPG, los resultados indicaron: suelo con textura franco arcillo arenosa, pH (7.8), C.E. (1.52 dS m^{-1}), materia orgánica (3.98%), N-total (0.19%), P_2O_5 (22.2 ppm), K_2O (194.7 ppm) y C.I.C ($18.4 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$).

Análisis químico biol de vísceras de pescado

El biol elaborado a partir de la fermentación anaeróbica durante 90 días y analizado en el LABSAF – INIA, presentó un pH (6.3), C.E. (25.6 dS m^{-1}), materia orgánica (44.81 %), los macronutrientes N, P_2O_5 y K_2O mostraron valores (0.83 %, 0.23% y 1.13 %, respectivamente).

Análisis químico del EM-1

El EM-1 comercial (microorganismos eficaces) activado se analizó en LABSAF – INIA presentó un pH de 3.8, valor ligeramente superior al rango recomendado (≤ 3.5) según la ficha técnica del fabricante (EM Bioecsa, 2021), aunque aún dentro del nivel ácido necesario para mantener la estabilidad y viabilidad de los microorganismos eficientes. C.E. (11.3 dS m^{-1}) y materia orgánica (34 %). Los macronutrientes N, P_2O_5 y K_2O mostraron valores (0.12 %, 0.02 % y 0.82 %, respectivamente), lo cual concuerda con la naturaleza del producto, cuyo propósito no es aportar nutrientes, sino actuar como bioestimulante microbiano. En este sentido, el EM-1 contribuye principalmente a mejorar la actividad biológica del suelo, la descomposición de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes

Conducción del experimento

El experimento se condujo durante la fase vegetativa del cultivo de tomate, con una duración total de 45 días después del trasplante (ddt). Los tratamientos consistieron en la aplicación de biol de vísceras de pescado y EM-1, evaluados en niveles de 1 %, 3 % y 5 %, además de un tratamiento testigo sin aplicación de bioinsumos. Las aplicaciones se realizaron a los 7 ddt, mediante vía edáfica, utilizando un volumen final de 100 mL por unidad experimental. Las soluciones se prepararon por dilución, empleando 1, 3 y 5 mL de cada bioinsumo en 99, 97 y 95 mL de agua destilada, respectivamente. El volumen de aplicación fue medido con una probeta graduada, garantizando la precisión y uniformidad en la dosificación de los tratamientos. Las aplicaciones se efectuaron en horas de la tarde, con el fin de reducir pérdidas por evaporación y favorecer la absorción radicular. El volumen fue distribuido de manera uniforme sobre el sustrato, alrededor de la base de cada planta, asegurando una adecuada infiltración hacia la zona de raíces y la homogeneidad del tratamiento entre unidades experimentales. Al término del periodo experimental, se evaluaron

las variables de altura de planta (cm), peso fresco (g), peso seco (g) y porcentaje de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta (cm)

En la figura 3.1 el tratamiento con biol de vísceras de pescado al 3% registró la mayor altura 29.20 cm; sin embargo, este valor no mostró diferencias estadísticas respecto a los tratamientos con EM-1 al 1% y biol al 5%. Asimismo, ninguno de estos tratamientos difirió significativamente del testigo, por lo que su efecto sobre la altura fue estadísticamente similar.

El tratamiento de EM-1 al 1% favoreció el crecimiento en altura de plantas de tomate, logrando un incremento del 11.94% respecto al testigo, mientras que el 3% no produjo efectos relevantes. Los resultados obtenidos guardan relación con lo reportado por Pino (2015) quien realizó su investigación en Lamas y, a partir del análisis de suelo, reportó bajos contenidos de materia orgánica y nitrógeno, asociados a una baja fertilidad del suelo, encontrando mayores respuestas con dosis más altas de microorganismos eficientes; en particular, el tratamiento T4 (1000 kg·ha⁻¹) registró la mayor altura de planta de tomate. No obstante, en el presente estudio, el suelo presentó contenidos medios de materia orgánica y alto en nitrógeno y fósforo, lo que permitió alcanzar un nivel óptimo de respuesta con dosis bajas de EM, sin observarse incrementos significativos al aplicar niveles más elevados. Esta diferencia puede explicarse por las condiciones edafoclimáticas de la región selvática, caracterizadas por precipitaciones frecuentes que favorecen la lixiviación de nutrientes del suelo, reduciendo su disponibilidad para las plantas. En este contexto, suelos con mayores pérdidas de nutrientes suelen requerir estrategias que mejoren su reciclaje y disponibilidad, lo que podría explicar la necesidad de aplicar dosis más elevadas de microorganismos eficientes para sostener la

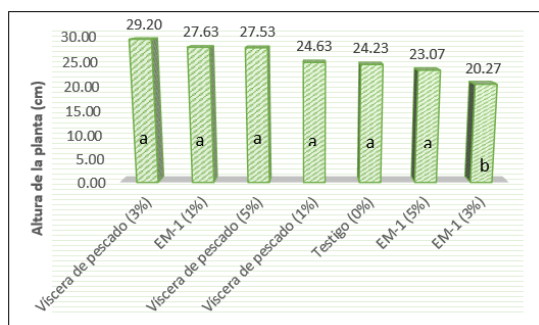
respuesta del cultivo. En concordancia con ello, Olle (2021) señaló que la aplicación de EM-1 puede mejorar el contenido de nutrientes del suelo; sin embargo, también reportó que la mayor altura de planta se registró en el tratamiento testigo, evidenciando que el efecto de los microorganismos eficientes no es uniforme y depende de las condiciones iniciales del suelo y del sistema de cultivo.

En cuanto al biol de vísceras de pescado, el nivel de 3% resultó ser la más efectiva en incremento de altura de plantas de tomate.

Respecto a ello, el efecto observado en la altura de planta concuerda con lo reportado por Saldaña et al. (2018), quienes evidenciaron incremento de altura en *Capsicum pubescens* con el uso de fertilizantes elaborados a partir de vísceras de pescado; no obstante, en dicho estudio la mayor altura se obtuvo con una dosis de 5%, lo que sugiere que la respuesta puede variar según el cultivo, la dosis aplicada y las condiciones experimentales. Asimismo, Poloyapoy et al. (2024) reportaron incrementos en el crecimiento vegetativo del tomate al aplicar fertilizantes orgánicos fermentados elaborados a partir de vísceras de pescado y tallos de plátano, observándose un mayor desarrollo del brote y la longitud aérea de las plantas. Estos autores atribuyeron dicho efecto a la mayor disponibilidad de nutrientes y compuestos bioactivos, los cuales favorecen los procesos fisiológicos asociados a la elongación celular y al crecimiento de los órganos aéreos. Al respecto, Domínguez et al. (2024) señalan que esto podría atribuirse a que el biol de vísceras de pescado es una fuente rica en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, además de aminoácidos y péptidos que actúan como bioestimulantes, promoviendo el crecimiento vegetal.

Figura 3. 1

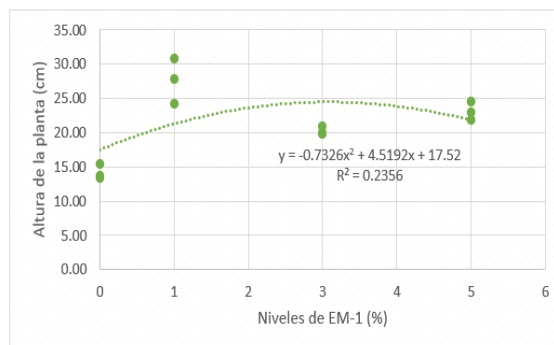
Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de altura promedio de la planta de tomate bajo efecto de biol de vísceras de pescado y EM-1



La Figura 3.2 muestra que la altura de las plantas de tomate se ajustó a un modelo cuadrático ($y = -0.7326x^2 + 4.5192x + 17.52$), el cual estima un nivel óptimo de 3.08% de EM-1 con una altura de 24.67 cm. Sin embargo, los datos reales revelaron que la mayor altura se obtuvo con 1% de EM-1 (27.63 cm), mientras que a 3% la altura disminuyó a 20.27 cm. Esto demuestra que la respuesta de la planta no es lineal y que dosis bajas de EM-1 son más efectivas, observándose una tendencia decreciente en la altura conforme aumenta el nivel aplicado. El comportamiento cuadrático observado en la altura de las plantas concuerda parcialmente con Liu et al. (2024), quienes registraron un aumento del 22.6% en pimientos tratados con microorganismos eficientes, evidenciando que los EM promueven el crecimiento hasta un punto óptimo. De manera similar, Iriti et al. (2019) reportaron que los microorganismos eficientes mejoraron la eficiencia fotosintética y el rendimiento en frijol común, indicando efectos positivos sobre el desarrollo vegetal. Asimismo, González et al. (2021) demostraron que la combinación de EM con el bioestimulante FitoMas-E incrementó significativamente la altura del pimiento, mostrando que la acción conjunta de EM con otros bioestimulantes puede potenciar el crecimiento tanto de raíces como de órganos aéreos.

Figura 3. 2.

Relación entre los niveles de EM-1 y altura del cultivo de tomate



Con la finalidad de complementar el análisis, se presentan evidencias visuales del comportamiento de la altura de las plantas de tomate bajo la aplicación de EM-1 y biol de vísceras de pescado.

Figura 3.3.

Altura de plantas de tomate tratadas con diferentes niveles de EM-1.



Figura 3.4.

Altura de plantas de tomate tratadas con diferentes niveles de biol de vísceras de pescado.



Materia fresca o peso fresco aéreo de la planta (g)

La Tabla 3.2 muestra que el peso fresco aéreo de las plantas no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), por lo que ni el biol de vísceras de pescado ni el EM-1 tuvieron efecto sobre esta variable. El coeficiente de variación 14.46% indicó una variabilidad moderada. Asimismo, el análisis de regresión no identificó modelos significativos y los contrastes frente al testigo tampoco mostraron diferencias, confirmando que ninguno de los bioinsumos incrementó el peso fresco aéreo ni generó variación entre tratamientos. Los resultados coinciden con lo reportado por Aranganathan y Rajasree (2016) encontraron que los fertilizantes líquidos de residuos de pescado mejoraron la salud vegetal, pero sin incrementos significativos en el peso fresco, posiblemente debido a la concentración o frecuencia de aplicación. Estos antecedentes respaldan los hallazgos del presente estudio, en el que ni el biol de vísceras de pescado ni el EM-1 incrementaron el peso fresco aéreo de las plantas de tomate.

Tabla 3.5.

Análisis de varianza de peso fresco aéreo de tomate bajo efecto de biol de vísceras de pescado y EM-1

F. Variación	G. L	S. C	C. M	Fc	P-valor
Tratamientos	6	1.940	0.323	1.115	0.4771 ns
Biol de vísceras de pescado					
R. Lineal	1	0.470	0.470	1.621	0.2242 ns
R. Cuadrático	1	0.030	0.030	0.103	0.7706 ns
Microorganismos eficaces					
R. Lineal	1	0.120	0.120	0.414	0.5282 ns
R. Cuadrático	1	1.010	1.010	3.483	0.0826 ns
Bioinsumos vs Testigo	1	7.770	7.770	26.793	0.5952 ns
Biol vs EM-1	1	0.190	0.190	0.655	0.4349 ns
Error	14	4.060	0.290		
Total	20	6.000			
Coeficiente de variación (%)	14.46				

Materia seca o peso seco aéreo de la planta (g)

En la Figura 3.3 se observa que las respuestas de todos los tratamientos en el peso seco aéreo (materia seca) determinado en estufa no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, correspondiendo todos a la misma letra estadística (“a”). No obstante, se registró una tendencia a mayores valores

promedio con la aplicación del 5% de biol de vísceras de pescado, el cual alcanzó 2.58 g, representando un incremento del 16.28% respecto al testigo. En contraste, los tratamientos con 1% de biol de vísceras de pescado y EM-1 al 3% mostraron valores promedio inferiores al testigo absoluto, con 1.91 g y 1.39 g, respectivamente.

En esta investigación, el biol de vísceras de pescado mostró un efecto positivo en materia seca, resultado que coincide con lo reportado por Marin (2022), quien observó incrementos en la cantidad y calidad de la masa foliar de lechuga con bioles elaborados con 10 y 15 kg de vísceras de pescado. Estos hallazgos sugieren que cultivos como el tomate también pueden beneficiarse de bioles de origen pesquero. De manera similar Poloyapoy et al. (2024) reportaron efectos positivos en la materia seca del cultivo de tomate al aplicar fertilizantes orgánicos elaborados a partir de vísceras de pescado y tallos de plátano. Dichos autores atribuyeron estos resultados a la aplicación del tratamiento T7 (60 ml de tallo de plátano fermentado y vísceras de pescado), el cual aportó una mayor disponibilidad de compuestos bioactivos y nutrientes esenciales, como antioxidantes fenólicos, vitaminas, flavonoides, aminoácidos, promotores del crecimiento, así como nitrógeno, fósforo y potasio, elementos fundamentales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Asimismo, Balraj et al. (2014) reportaron que los fertilizantes líquidos a base de restos de pescado fermentados favorecieron el crecimiento aéreo y el desarrollo radicular, atribuible al aporte de aminoácidos y ácidos orgánicos que optimizan la absorción de nutrientes y aumentan la materia seca. Estos antecedentes respaldan los efectos positivos observados en la investigación.

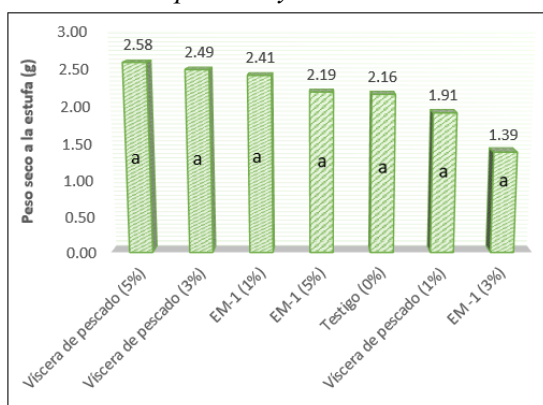
En esta investigación, el EM-1 mostró un efecto intermedio en comparación con el biol de vísceras de pescado, pero logró un impacto positivo en la materia seca a un nivel del 1%. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Alarcón et al. (2020), quienes registraron un incremento significativo de

biomasa aérea en tomate al aplicar EM autóctonos cada 14 días. De manera similar, Radkowski y Radkowska (2018) encontraron que los EM aumentaron la materia seca en praderas y mejoraron la disponibilidad de nutrientes como fósforo, magnesio y calcio, además de favorecer la absorción de zinc. Estos efectos se atribuyen a la capacidad de los EM para solubilizar nutrientes y mejorar la absorción vegetal.

Asimismo, Tommonaro et al. (2021) demostraron que los EM incrementan la productividad y biomasa en tomate variedad Itálica, mientras que Olle (2021) reportó mejoras en plántulas de tomate, reflejadas en mayor diámetro de tallo y un crecimiento más compacto. Los efectos positivos observados pueden explicarse por la composición microbiana de los EM, que incluye bacterias lácticas, bacterias fotosintéticas y levaduras, las cuales actúan sinérgicamente para solubilizar nutrientes, antagonizar patógenos y favorecer el crecimiento y la acumulación de biomasa, según lo señalado por Rodríguez (2019).

Figura 3.6.

Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de peso seco a la estufa de la planta de tomate bajo efecto de biol de vísceras de pescado y EM-1



Materia seca aéreo (%)

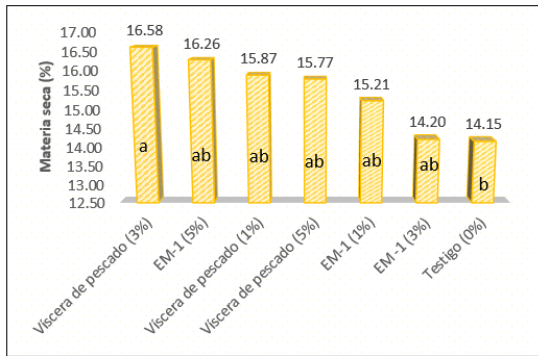
En la Figura 3.4 muestra que el 3% de biol de vísceras de pescado generó el mayor porcentaje de materia seca aérea (16.58%), superando al testigo de manera significativa con un incremento del 14.66%. En el caso de EM-1, la dosis de 5% alcanzó 16.26% de porcentaje de

materia seca, lo que representa un aumento del 12.98% respecto al testigo, aunque sin diferencias estadísticas. Las dosis de 1% y 3% de EM-1 mostraron valores menores (15.21% y 14.20%, respectivamente). En general, los tratamientos con EM-1 fueron estadísticamente similares al testigo, mientras que el nivel de 3% de biol de vísceras de pescado fue el único que destacó estadísticamente.

Respecto al efecto de biol de vísceras de pescado, en este trabajo de investigación, tuvo influencia positiva en (%) materia seca, los cuales, a comparación con Medina (2014) quien evaluó distintos niveles de biol en lechuga. En dicho estudio, aunque no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los niveles evaluados, se observó una tendencia constante de aumento en el porcentaje de materia seca respecto al testigo, con valores que alcanzaron hasta 13.77% en promedio con el nivel del 30% de biol, lo que indica un efecto bioestimulante real del biol sobre el crecimiento vegetativo del tomate. Esta similitud en los resultados, a pesar de tratarse de diferentes cultivos y fuentes de biol, sugiere que la aplicación de bioinsumos orgánicos genera respuestas positivas en la acumulación de % materia seca, aun sin diferencias estadísticas entre niveles. En este trabajo de investigación, el EM-1 tuvo efecto intermedio a comparación de biol de vísceras de pescado en porcentaje de materia seca ya que ha mostrado un efecto positivo a un nivel de 5%, aunque no se encontraron estudios que reporten explícitamente el porcentaje de materia seca como variable respuesta tras la aplicación de EM-1.

Figura 3.7.

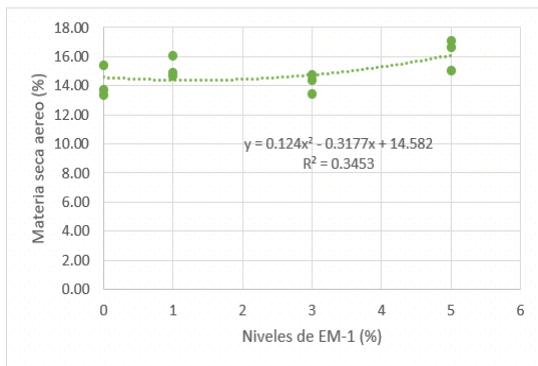
Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) de porcentaje de materia seca aéreo de tomate bajo efecto de biol de vísceras de pescado y EM-1.



En la Figura 3.5 se muestra el modelo de regresión del comportamiento de porcentaje de materia seca en los niveles de EM, aplicados vía foliar. Según el resultado, la altura se ajusta al modelo cuadrático, $y = 0.124x^2 - 0.3177x + 14.582$, es decir, con los niveles crecientes de EM, el % de materia seca tiende a incrementar, por lo tanto, sería conveniente evaluar niveles mayores a 5% para poder encontrar el punto que maximice el rendimiento de % de materia seca.

Figura 3.8.

Relación entre los niveles de EM-1 y el porcentaje de materia seca aérea del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum).



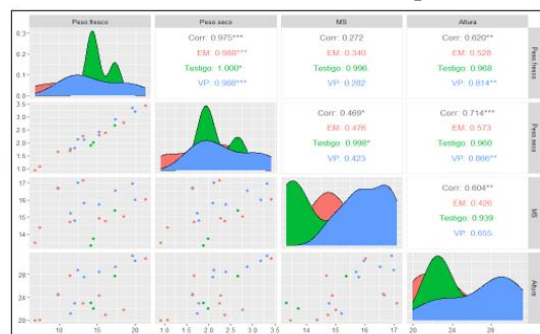
En la Figura 3.6 se muestra correlación de las variables evaluadas, donde se encontró coeficientes altas y significativas entre altura de la planta y materia seca, 0.604**; peso seco o materia seca y peso fresco o materia fresca, 0.975**. Los coeficientes altas y significativas indican una relación directa entre dos factores, es decir, el desarrollo de uno influye en el otro directamente. En este trabajo de investigación se encontraron correlaciones positivas relacionadas a materia seca, a la cual justifica los reportes de Núñez-Ramírez et al. (2012), quienes tras evaluar variables en cultivo de tomate encontraron correlación positiva entre

altura de la planta y materia seca del cultivo, sugiriendo que un mayor crecimiento en altura está asociado con una mayor acumulación de biomasa. Por otra parte, Recharte Pineda (2015) evaluó la influencia de microorganismos eficientes en el crecimiento del cultivo de tomate en Abancay, reportando que la aplicación de 25 ml de EM cada 14 días favoreció significativamente el desarrollo vegetativo, reflejado en mayor altura de planta, número de tallos y tamaño foliar.

Si bien en dicho estudio se emplearon microorganismos eficientes de origen autóctono y con aplicaciones periódicas, a diferencia de la presente investigación donde se utilizó EM-1 comercial con una sola aplicación a los 7 días después del trasplante, los resultados permiten establecer una relación fisiológica entre el incremento del crecimiento vegetativo y la acumulación de materia seca. En este sentido, un mayor desarrollo estructural de la planta implica una mayor síntesis y almacenamiento de biomasa, lo cual respalda el efecto observado del EM-1 sobre el porcentaje de materia seca.

Figura 3.9.

Correlación de las variables de respuesta



CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación permiten concluir con lo siguiente:

1. Los diferentes niveles de biol de vísceras de pescado aplicados no generaron un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento de materia seca del tomate en las

condiciones del experimento; sin embargo, el nivel de 5% mostró un mayor peso seco promedio 2.58 g, superando al testigo en un 16.28%.

- De manera similar, los diferentes niveles de EM-1 aplicados tampoco presentaron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de materia seca del tomate, sin embargo, el nivel de 1% mostró un mayor peso seco promedio 2.41g, superando al testigo en un 10.37%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, J., Recharte, D., Yanqui, F., Moreno, S., & Buendía, M. (2020). Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67–73. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>
- Aranganathan, L., & Rajasree, S. R. (2016). Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on Tomato growth. *Management of Environmental Quality*, 27(1), 93–103. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2015-0074>
- Balraj, T. H., Palani, S., Arumugan, S. (2014). Influence of Gunapaselam, a liquid fermented fish waste on the growth characteristics of *Solanum melongena*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(12), 58–66. https://www.researchgate.net/publication/313179567_Influence_of_Gunapaselam_a_liquid_fermented_fish_waste_on_the_growth_characteristics_of_Solanum_melongena
- Castañeda Chirre, E. T. (2023). *Fertilización ecológica de biol a base residuos pescado para mayor rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.)*, Barranca 2022 [Tesis doctoral, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. [https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7610:contentReference\[oaicite:3\]{index=3}](https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7610:contentReference[oaicite:3]{index=3})
- González, R. L., Ramos, J. P., Yunel Pérez Hernández, I. P., Beatriz, S., & Luis, S. (2021). Use of effective microorganisms and FitoMas-E® to increase the growth and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9699–9706. https://www.redalyc.org/journal/1799/179969339009/html/?utm_source=9/179969339009/html/?utm_source
- Iriti, M., Scarafoni, A., Pierce, S., Castorina, G., & Vitalini, S. (2019). Soil Application of Effective Microorganisms (EM) Maintains Leaf Photosynthetic Efficiency, Increases Seed Yield and Quality Traits of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Grown on Different Substrates. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(9), 2327. <https://doi.org/10.3390/ijms20092327>
- Liu, C., Wan, C.-C., Song, X., Xia, G.-F., Ao, N., Sang, J., Wang, K.-M., & Wang, J. (2024). (Effects of effective microorganisms on growth promotion and the rhizosphere eukaryotic community structure of pepper in Xinjiang, China). *PubMed*, 35(6), 1599–1607. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202406.015>
- Marin Saavedra, K. (2022). *Efecto de la aplicación de un abono orgánico a base de biofermento de pescado sobre el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 659 en Pucallpa*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU. <https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/01211dde-9e0f-4499-97ba-0f4b72893df3/content>
- Medina Gonzales, E. (2014). *Efecto de la aplicación foliar de tres concentraciones de biol sobre el*

- rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) White Boston y Waldmans Green, bajo el sistema hidropónico NFT en Arequipa. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/1f13a716-fc5f-44a9-a0bc-e90256d7514d>
- Núñez, F., Grijalva, R., & Ceceña, C. (2012). Crecimiento, acumulación y distribución de materia seca en tomate de invernadero. *Biotecnia*, 14(3), 3–9. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971153005.pdf>
- Olle, M. (2021). *The Effect of Effective Microorganisms on the Performance of Tomato Transplants*. 68–68. <https://doi.org/10.3390/iecps2021-12007>
- Pino Rojas, J. M. (2015). *Dosis de fertilizante con microorganismos benéficos (feri em) en el cultivo de un ecotipo de tomate (lycopersicum esculentum mill.), en el distrito de lamas - región san martin* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/4e6ea938-e7ab-4106-87ab-a50949925bb2/content>
- Poloyapoy, A., Camingawan, E., Cono, J., Yagos, R., & Bombeo, K. (2024). Efficacy of different formulations of fermented organic concoctions from fish entrails and banana stem on the growth and yield performance of tomato (*Solanum lycopersicum*) plants. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14607420>
- Radkowski, A., & Radkowska, I. (2018). Influence of effective microorganisms on the dry matter yield and chemical composition of meadow vegetation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(2), 747–753. https://www.researchgate.net/publication/324213368_Influence_of_effective_microorganisms_on_the_dry_matter_yield_and_chemical_composition_of_meadow_vegetation
- Recharte Pineda, D. C. (2015). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum, Mill) en San Gabriel – Abancay*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio Institucional UTEA. https://repositorio.utea.edu.pe/items/025fe5e3-8bd3-448f-a902-58b4a1674f2a?utm_source.com
- Saldaña, Y., Vega, T. N., & Vigo, G. G. (2018). *Efecto del fertilizante elaborado con vísceras de pescado en la fertilidad del suelo y crecimiento del Capsicum pubescens* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32029/salda%c3%b1a_vy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tommonaro, G., Abbamondi, G. R., Nicolaus, B., Poli, A., D'Angelo, C., Iodice, C., & De Prisco, R. (2021). Productivity and Nutritional Trait Improvements of Different Tomatoes Cultivated with Effective Microorganisms Technology. *Agriculture*, 11(2), 112. <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/2/112>