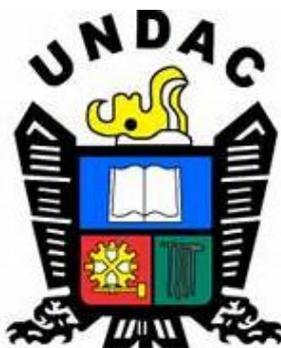


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Efecto de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento y  
calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica –  
Oxapampa**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autores:**

**Bach. Beyseth Brigitty DELGADO ALVAREZ**

**Bach. Heidy Anali LOPEZ CCATAMAYO**

**Asesor:**

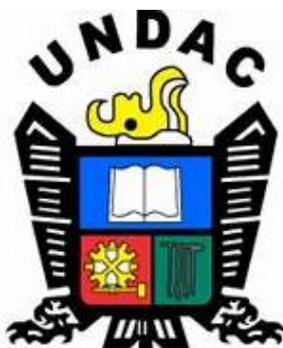
**Dra. Nilda HILARIO ROMAN**

**La Merced – Perú –2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Efecto de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento y  
calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica –  
Oxapampa**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 021-2025/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**DELGADO ALVAREZ, Beyseth Brigitty**  
**LOPEZ CCATAMAYO, Heidy Anali**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – La Merced**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Efecto de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento y calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica – Oxapampa**

Asesor  
**Dra HILARIO ROMÁN, Nilda**

Índice de similitud  
**3%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 24 de mayo de 2025



Firmado digitalmente por HILANES  
TGVAR Luis Antonio FAU  
20154925046.pdf  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24.05.2025 14:30:18 -05:00

Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres Hilda, Elvira y Segundo por su apoyo incondicional.

A mi maestra Dr. Nilda Hilario Román que dedico su tiempo en compartirnos sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Damos nuestros sinceros agradecimientos a las personas de nuestra institución que nos han apoyado para la realización de nuestro trabajo de tesis en particular:

- 1.** A La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía- Filial La Merced; por habernos albergado y haber hecho posible nuestra formación académica a través de enseñanzas impartidas por los docentes durante los 5 años de universitarios que nos impulsaron a ser mejores como personas y futuros ingenieros.
- 2.** A nuestro Asesor la Dra. Nilda Hilario Román por brindarnos el tiempo, su conocimiento y el mutuo apoyo para la realización de este trabajo de tesis.
- 3.** A nuestros padres que nos brindaron su apoyo y confianza a lo largo de nuestra formación profesional.
- 4.** A La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y en especial al Instituto de investigación (ICI) por el financiamiento para la ejecución de la tesis.

## RESUMEN

Ante el incremento de la población mundial la demanda de alimentos aumentó surgiendo nuevos retos para la agricultura. Ante ello la estrategia de fertilización es necesaria para responder esta demanda. Para ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos que producen las diferentes dosis de YaraMila TM en el rendimiento y calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica. El experimento se desarrolló en un diseño de bloques completo aleatorio (DBCA), con tres bloques y cinco tratamientos 700 (T1), 1 000 (T2), 1 500 (T3), 2 000 (T4) y 2 500 (T5) kg ha<sup>-1</sup> de YaraMila TM COMPLEX. Se evaluaron las variables de altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), número de flores, número de frutos, número de racimos, producción por hectárea (t ha<sup>-1</sup>), sólidos solubles (°Brix) y acidez titulable (%). El rendimiento máximo de tomate se obtuvo con la dosis de 1 500 kg ha<sup>-1</sup>, generó mayor altura de planta (154,61 cm/planta), área foliar (20,18 cm<sup>2</sup>), número de flores (9,39), número de frutos (13,04) y número de racimos (3,86) y producción por hectárea (52,62t ha<sup>-1</sup>) al proveer los nutrientes necesarios. En cambio, al incrementar la aplicación a 2 000 y 2 500 kg ha<sup>-1</sup>, la productividad cayó a 38,46 y 35,62 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, lo que sugiere que la sobre fertilización y la acumulación de sales en el suelo restringen la absorción de nutrientes. Se observó que a mayores sólidos solubles (°Brix) hay menor acidez titulable (%). Los tratamientos T1 y T3 tienen mayor Sólidos solubles de 6,2 y 6,1 respectivamente y menor Acidez titulable de 0,34 %, y los tratamientos T2, T4 y T5 tienen menor Sólidos solubles y mayor acidez titulable. Los resultados demostraron que los parámetros de rendimiento y calidad del fruto de tomate se vieron significativamente afectados por las diferentes dosis del producto. Por tanto, la aplicación de 1 500 kg ha<sup>-1</sup> de YaraMila TM COMPLEX se perfila como la mejor dosis

**Palabras clave:** Tomate, YaraMila TM COMPLEX, Rendimiento, Calidad de fruto, Fertilización.

## ABSTRACT

In response to the growing demand for fertilization strategies that improve productivity and quality in horticulture, this study evaluated the effect of five application rates of YaraMila TM COMPLEX (700, 1 000, 1 500, 2 000, and 2 500 kg ha<sup>-1</sup>) on the yield and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.), Río Grande variety, grown in Villa Rica, Oxapampa. Total yield (t ha<sup>-1</sup>), total soluble solids (°Brix), and titratable acidity—key parameters for commercial acceptance—were measured. The 1 500 kg ha<sup>-1</sup> dose produced the highest yield (52,62 t ha<sup>-1</sup>), clearly outperforming the 1 000 kg ha<sup>-1</sup> (41,22 t ha<sup>-1</sup>) and 700 kg ha<sup>-1</sup> (39,21 t ha<sup>-1</sup>) rates. In contrast, increasing the application to 2,000 and 2,500 kg ha<sup>-1</sup> led to a decline in yield to 38,46 and 35,62 t ha<sup>-1</sup>, respectively, suggesting that overfertilization and salt accumulation in the soil restrict nutrient uptake by the plant. It was observed that the higher the soluble solids (°Brix), the lower the titratable acidity (% citric acid). Treatments T1 and T3 have higher soluble solids and lower titratable acidity, and treatments T2, T4, and T5 have lower soluble solids and higher titratable acidity. Therefore, the application of 1 500 kg ha<sup>-1</sup> of YaraMila TM COMPLEX is identified as the optimal dose to maximize profitability and sustainability in tomato production by optimizing input use under similar agronomic conditions.

**Keywords:** tomato, YaraMila TM COMPLEX, yield, quality, fertilization

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día hay un incremento de la población y por ello en la agricultura se está aplicando nuevas estrategias mediante la fertilización orgánica, inorgánica o la combinación de fertilizantes orgánicos con químicos, para incrementar la calidad y el rendimiento del cultivo. Los fertilizantes, son indispensables en la producción agrícola, han desempeñado un papel importante en la mejora del rendimiento y la calidad de la fruta. Sin embargo, una fertilización insuficiente produce grandes pérdidas en el rendimiento y calidad (Turban y Özmen, 2021), por el contrario una fertilización excesiva con fertilizantes químicos evita la mejora del rendimiento y la calidad de los frutos (Du et al., 2021; Ji- jin, 2008), además también causa problemas ambientales como la acidificación del suelo, reducción de la actividad microbiana, el agravamiento de las plagas de los cultivos, la pérdida de nutrientes del suelo por lixiviación y las amenazas a la seguridad de las aguas subterráneas (Du et al., 2021). Para reducir estos impactos negativos al ambiente y minimizar costo de producción, se han realizado investigaciones relacionados al tipo de fertilizantes, las dosis de fertilización (Terry et al., 2018; Martínez, 2023) y requisitos de la planta en las diferentes etapas de crecimiento.

El principal productor de tomate en el mundo es China con 46,87 millones de toneladas (Molina et al., 2023) y en América Latina son México, Brasil y Argentina, sin embargo, es un desafío sustancial producir frutos de alta calidad y alto rendimiento. (Selvaganapathi, 2024; EMR, 2025). En 2023 Perú produjo 226 200 toneladas de toma, Ica ocupa el primer lugar de producción con una participación del 23% seguido por Arequipa con 15 % y Lima con 14% según Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2023).

Por otro lado, el departamento de Pasco en el año 2023 reportó la producción de tomate de 15, 2 Tn/Ha según (MIDAGRI, 2024). Este cultivo en el distrito de Villa Rica

(Oxapampa) se desarrolla hace 5 años aproximadamente de manera tradicional, sin embargo, no existe experiencias exitosas respecto a la fertilización y rendimientos rentables del cultivo ya que los grandes problemas del tomate son: productividad, carencia de capacitación, falta de tecnología y altos costos de producción. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el efecto de diferentes dosis de YaraMila™ COMPLEX sobre el rendimiento y la calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande, con la finalidad de determinar la mejor dosis que maximice la producción y mejore las características de los frutos.

Los resultados de la investigación contribuirán al avance del conocimiento sobre programas de fertilización. Hay que mencionar, además que la investigación busca aportar alternativas para enfrentar los retos del sector Agricultura como la seguridad alimentaria y minimizando los impactos negativos de los fertilizantes en los cuerpos de agua y suelo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	2
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general .....	3
1.3.2.	Problemas específicos .....	3
1.4.	Formulación de objetivos .....	3
1.4.1.	Objetivo general .....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	4

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	6
------	-------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas - científicas.....	8
2.2.1.	Origen del cultivo .....	8
2.2.2.	Taxonomía .....	8
2.2.3.	Descripción botánica .....	9
2.2.4.	Manejo agronómico.....	11
2.2.5.	Fenología del cultivo .....	14
2.2.6.	Condiciones climáticas.....	15
2.2.7.	Fertilización.....	16
2.2.8.	Requerimiento nutricional del cultivo .....	19
2.2.9.	Variedad de tomate (Rio grande).....	19
2.2.10.	Característica nutricional de YaraMila™ COMPLEX .....	19
2.3.	Definición de términos básicos .....	20
2.4.	Formulación de hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis general .....	22
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	22
2.5.	Identificación de variables.....	22
2.5.1.	Variables independientes .....	22
2.5.2.	Variables dependientes .....	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	24

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipos de investigación .....	25
3.2.	Nivel de investigación .....	25
3.3.	Métodos de investigación.....	25
3.4.	Diseño de investigación.....	25

3.4.1.	Diseño experimental.....	25
3.5.	Población y muestra .....	26
3.5.1.	Población .....	26
3.5.2.	Muestra .....	26
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	27
3.6.1.	Observación directa .....	27
3.6.2.	Medición de parámetros agronómicos.....	27
3.7.	Técnicas de procesamiento de datos.....	27
3.8.	Tratamiento estadístico.....	27
3.8.1.	Análisis de varianza.....	28
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	28

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo en campo .....	29
4.1.1.	Lugar de ejecución .....	29
4.1.2.	Materiales equipos e insumos.....	29
4.1.3.	Croquis del experimento.....	31
4.1.4.	Características del campo experimental .....	31
4.1.5.	Procedimiento y conducción del experimento .....	32
4.1.6.	Evaluación de las variables .....	35
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	36
4.2.1.	Altura de planta .....	36
4.2.2.	Diámetro de tallo .....	38
4.2.3.	Área foliar.....	39
4.2.4.	Numero de flores .....	41

4.2.5.	Numero de frutos .....	43
4.2.6.	Numero de racimos.....	45
4.2.7.	Rendimiento del tomate.....	47
4.2.8.	Calidad química del fruto .....	48
4.3.	Prueba de hipótesis .....	49
4.3.1.	Hipótesis nula (Ho).....	49
4.3.2.	Hipótesis alterna (Ha).....	50
4.3.3.	Regla de decisión.....	50
4.3.4.	Prueba de hipótesis de las variables .....	50
4.4.	Discusión de resultados .....	50
4.4.1.	Altura de planta .....	50
4.4.2.	Diámetro de tallo .....	51
4.4.3.	Área foliar.....	52
4.4.4.	Numero de flores .....	54
4.4.5.	Numero de frutos.....	55
4.4.6.	Numero de racimos.....	56
4.4.7.	Produccion t/ha.....	57
4.4.8.	Solidos solubles (°Brix).....	58
4.4.9.	Acidez titulable (% ácido cítrico).....	60

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de la ficha técnica de YaraMila TM Complex .....	20
<b>Tabla 2.</b> Descripción de los tratamientos estudiados .....	26
<b>Tabla 3.</b> Modelo de análisis de varianza ANVA .....	28
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta .....	36
<b>Tabla 5.</b> Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados .....	37
<b>Tabla 6.</b> Prueba de comparaciones de Nemenyi (POST-HOC) para los tratamientos evaluados .....	38
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el Área Foliar del Tomate.....	39
<b>Tabla 8.</b> Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados .....	40
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza (ANOVA) de la variable número de flores.....	41
<b>Tabla 10.</b> Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados .....	42
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de frutos.....	43
<b>Tabla 12.</b> Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados .....	44
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de racimos .....	45
<b>Tabla 14.</b> Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0,05) para los tratamientos evaluados .....	46
<b>Tabla 15.</b> Rendimiento (T/ha) de los tratamientos.....	48
<b>Tabla 16.</b> Parámetros de calidad .....	49
<b>Tabla 17.</b> Algunas características morfológicas y anatómicas del tomate.....	49
<b>Tabla 18.</b> Prueba de hipótesis .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Croquis de la parcela experimental.....	31
<b>Figura 2.</b> Croquis de la unidad experimental .....	31
<b>Figura 3.</b> Altura de planta (cm) .....	38
<b>Figura 4.</b> Área foliar de las plantas de tomate (cm <sup>2</sup> ) .....	41
<b>Figura 5.</b> Medias para la evaluación del número de flores en las plantas de tomate ....	43
<b>Figura 6.</b> Medias para la evaluación del número de frutos en las plantas de tomate ....	45
<b>Figura 7.</b> Medias para la evaluación del número de racimos en las plantas de tomate .	47
<b>Figura 8.</b> Gráfico del rendimiento del cultivo del tomate .....	48
<b>Figura 9.</b> Sólidos solubles (°Brix) y Acidez titulable (% ácido cítrico).....	49

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Identificación y determinación del problema

El cultivo de tomate es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial, tanto por su valor económico como por su amplia demanda en los mercados. Ica ocupa el primer lugar de producción de tomate en nuestro país con una participación del 23% con 70 t/ha seguido por Arequipa con el 15%, Lima con el 14%, entre otros, según el Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2023). Por otro lado, el departamento de Pasco en el año 2023 reporto la producción de tomate de 15,2 t/ha. Según MIDAGRI. 2024. Del análisis de estas variables de producción se requiere realizar más investigación para incrementar la producción a nivel Pasco y específicamente en el Distrito de Villa Rica toda vez que se adolece de reporte de producción.

En el distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa, el tomate variedad Río Grande es una alternativa de producción por las condiciones climatológicas, edafológicas así mismo se viene cultivando en pequeñas áreas, aunque no se tiene las dosis de fertilización idóneas para este cultivo en la zona. El rendimiento y la

calidad del fruto pueden verse afectados por diversos factores, entre los cuales la fertilización es uno de los más determinantes. A pesar de la disponibilidad de múltiples fuentes de fertilizantes, el uso de dosis inadecuadas puede provocar una baja eficiencia nutricional, afectando el crecimiento, desarrollo y la capacidad productiva de las plantas (Turban y Özmen, 2021).

El fertilizante YaraMila TM COMPLEX, que contiene una mezcla balanceada de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, se ha propuesto como una alternativa para mejorar el rendimiento y la calidad del tomate. El problema radica en la falta de información técnica sobre la respuesta del tomate a diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX bajo las condiciones agroecológicas de Villa Rica, lo cual limita la capacidad de los productores para implementar prácticas de fertilización eficientes y sostenibles. Esta situación puede llevar al uso de dosis excesivas o inadecuadas, generando costos innecesarios, afectando la rentabilidad del cultivo y contribuyendo a la degradación del suelo y el ambiente.

Por tanto, se requiere una investigación que permita determinar la dosis óptima de YaraMila TM COMPLEX para maximizar el rendimiento y la calidad del tomate variedad Río Grande en Villa Rica. Identificar la dosis adecuada contribuirá a una mejor toma de decisiones en el manejo agronómico del cultivo, promoviendo una fertilización eficiente y sostenible que optimice los recursos y mejore la competitividad de los productores locales.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa, Región Pasco, Perú, a una altitud de 1 500 msnm del mes de noviembre a abril del presente año. Se evaluó el efecto de cinco diferentes dosis

de fertilizante YaraMila TM COMPLEX (700 kg/ha, 1 000 kg/ha, 1 500 kg/ha, 2 000 kg/ha y 2 500 kg/ha) en el rendimiento y calidad del fruto de tomate, considerando parámetros de producción como toneladas por hectárea y características de calidad como sólidos solubles y acidez titulable.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles son los efectos que producen las diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento y calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Qué efectos producen la aplicación de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica?

¿Qué efectos producen la aplicación de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en la calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar los efectos que producen las diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento y calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Determinar los efectos de la aplicación de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica.

Determinar los efectos de la aplicación de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en la calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica.

### **1.5. Justificación de la investigación**

La investigación busca evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del tomate en la variedad Río Grande, con el objetivo de identificar la mejor dosis que permita mejorar la producción y obtener frutos de mejor calidad. Esto se justifica dado que el uso de fertilizantes influye directamente en la productividad y características organolépticas de los cultivos, factores clave para la competitividad en el mercado agrícola.

Es por ello que esta investigación no solo contribuirá a identificar la mejor dosis de fertilizantes en la región de estudio, sino que también proporcionará información valiosa para agricultores y profesionales del sector sobre cómo maximizar la rentabilidad del cultivo de tomate, promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles.

Finalmente, los resultados obtenidos contribuirán al avance del conocimiento sobre programas de fertilización, de esta forma, la investigación busca aportar soluciones sostenibles para enfrentar los desafíos globales como la seguridad alimentaria, promoviendo la agricultura sostenible evitando el impacto negativo de fertilizantes en los cuerpos de agua y suelo.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Una de las principales limitaciones de la presente investigación radica en la falta de estudios previos específicos sobre el efecto de dosis diferenciadas de fertilizantes en el rendimiento y calidad del tomate en la zona de Villa Rica, Oxapampa. Aunque existe un amplio cuerpo de literatura sobre el manejo de

fertilización en otros contextos agronómicos y para diferentes variedades de tomate, no se encontraron trabajos similares en las condiciones agroecológicas particulares de la región. Esto restringe la posibilidad de comparar los resultados obtenidos y de establecer referencias locales para el manejo óptimo de la fertilización.

Asimismo, la ausencia de datos históricos sobre la respuesta del cultivo a diferentes formulaciones de fertilizantes en esta zona de estudio representa una limitación significativa, ya que las características edáficas y climáticas de Villa Rica pueden influir de manera única en la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo del cultivo. Por lo tanto, esta falta de estudios previos impide establecer una línea base sólida para evaluar los resultados del presente experimento y su validez en ciclos productivos futuros.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

Según Martínez (2023), investigo la respuesta a la aplicación de cuatro dosis de roca fosfórica en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) Var Rio Grande en suelos ácidos en el Alto Huallaga, utilizó el Diseño de Bloques Completo al Azar con 5 tratamientos: T0 (Testigo) 0 tn/ha de roca fosfórica, T1 de 4 tn/ha de roca fosfórica, T2 de 8 tn/ha de roca fosfórica, T3 de 12 tn/ha de roca fosfórica y T4 de 16 tn/ha de roca fosfórica. En cuanto a las variables de rendimiento, se encontró que los tratamientos T2 (8 t/ha roca fosfórica), T3 (12 t/ha roca fosfórica) y T4 (16 t/ha roca fosfórica) dieron mejores valores de peso de frutos cosechados con 5,5 t/ha, 5,26 t/ha y 5 ,44 t/ha, demostrando que son estadísticamente iguales respectivamente.

Según Du et al. (2021), Efectos de diferentes tasas de fertilización sobre el crecimiento, rendimiento, calidad y productividad parcial de los factores de tomate bajo riego por gravedad sin presión. Un fertilizante compuesto (N: 18, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> :7, K<sub>2</sub>O: 20). La tasa de fertilizante de 840 kg/ha no solo ha mantenido la

productividad del suelo sino también el crecimiento del tomate y la calidad de la fruta, lo que hace que el riego por gravedad sin presión sea una forma potencial y rentable de aplicación de fertilizantes al obtener una producción de 11,25 t/ha.

Según Terry et al. (2018), investigo los efectos de diferentes manejos nutricionales sobre el rendimiento y calidad del tomate, utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos: control absoluto (sin fertilizante mineral y sin bioproductos), nutrición parcial ecológica (50% del fertilizante mineral + bioproductos: micorrizas y bioestimulante), nutrición orgánica (abono orgánico + bioproductos: micorrizas y bioestimulante) y nutrición convencional (solo fertilizante mineral NPK). Los resultados muestran que el manejo del cultivo a partir de la combinación bioproductos – fertilizante mineral (T2), permitió una producción equivalente al tratamiento de nutrición convencional (T4), ambos tratamientos mostraron un rendimiento entre 23 y 25 t/ha, superando en un 30% a la variante orgánica. En cuanto a calidad interna del tomate, mostró que, para las variables sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y contenidos de nitratos, los tratamientos con mejor calidad, fueron aquellos donde se manejó el cultivo bajo la nutrición parcial ecológica (T2) con 5,23 Brix, 0,41 %, 73,29 de nitratos, sin diferencias estadísticas con la nutrición convencional (T4) con 5,28 Brix; 0,43% y 74,68 de nitratos.

Según Jimenez (2017), Influencia del potasio en el rendimiento y calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del potasio en el rendimiento y calidad del tomate var. Floradade. Se estudiaron tres dosis de K<sub>2</sub>O (250, 300 y 350 kg/ha) más un testigo, 200 kg/ha. Los resultados mostraron que la mejor dosis fue 250

kg ha<sup>-1</sup> que produjo un rendimiento de 17,77 t /ha con relación al testigo referencial 200 kg/ha con 13,20 t/ha.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Origen del cultivo**

Los centros de origen del tomate y muchas plantas relacionadas son las estrechas cadenas montañosas de los Andes en Perú, Ecuador y Chile. Fuera de su hábitat natural, los tomates aparentemente han sido domesticados y cultivados durante la primera civilización en México. El nombre del tomate aparentemente se deriva del idioma náhuatl de México, y las variaciones del nombre han cambiado a medida que el cultivo del tomate se extendió a nivel mundial. En estos centros de domesticación todavía se pueden encontrar diversas formas de cultivo del tomate (Tighchelaar, 2000).

### **2.2.2. Taxonomía**

Con base en estudios filogenéticos, morfológicos y de distribución de plantas se ha reconocido tanto por taxónomos como por productores al tomate en el género *Solanum* (Singh et al., 2018). Según Sistema integrado de información taxonómica (ITIS, 2020), la clasificación taxonómica del referido cultivo se describe a continuación de la siguiente manera:

Reino :Plantae

División :Magnoliophyta

Clase :Magnoliopsida

Subclase :Asteridae

Orden :Solanales

Familia :Solanaceae

Tribu :Solaneae

Genero :Solanum

Especie :*Solanum lycopersicum*

### 2.2.3. Descripción botánica

Es una planta dicotiledónea arbustiva con dos hábitos de crecimiento que le permite funcionar como una planta perenne o anual (López, 2017). Se encuentran variedades de crecimiento indeterminado las cuales se mantiene la posición dominante de las yemas vegetativas sobre las ramas, y tienen un ápice vegetativo en la punta del tallo, resultando en plantas con un crecimiento desordenado, largo y sin límites. También están las variedades con crecimiento determinado las cuales tiene la característica que tanto las inflorescencias terminales como las apicales se pueden encontrar en las puntas de las ramas y en la parte superior del tallo, respectivamente; lo que da como resultado plantas cuyo crecimiento es controlado y ordenado (Fornaris, 2005).

**A. Raíz.** Es fuerte, fibrosa y fusiforme con muchas raíces secundarias que alcanzan hasta 2 m de profundidad (Baudoin, 2017). Los tomates tienen una raíz tuberosa y pivotante el cual crecen en longitud, al día unos 3 cm hasta alcanzar unos 60 cm de longitud. En cuanto a la profundidad, dependiendo del tipo de plántula las raíces cambian, con la técnica del trasplante se eliminan las raíces y otras nacen, llamadas adventicias (Fernández, 2009).

**B. Tallo.** La altura del tallo principal va de los 0,40 m a los 2 m, es bastante ancho y estable (Fornaris, 2005) las hojas, los tallos secundarios y los racimos de flores se desarrollan a partir del tallo, y el meristemo apical se encuentra en la punta del tallo (López, 2017). El tallo tiene un ancho de 2 a 4 cm y es más delgada en la parte superior, es grueso, pubescente, angular, verde y posee aspecto herbáceo. Se compone de glándulas capilares,

escamas, cilindro vascular y tejido medular. El cuerpo secundario, las nuevas hojas e inflorescencias se forma encima del cuerpo principal. En cuanto a la porción distal se encuentra el meristemo apical, del que brotan nuevos capullos y hojas (López, 2017).

**C. Hoja.** Sus hojas son compuestas pinnadamente plegadas y dentadas (Fornaris, 2005). Contiene de siete a nueve folíolos peciolados cubiertos de pelo glandulares y dentados, presenta una coloración cenicienta por el envés y verde por el haz. Las hojas del tallo están dispuestas de forma alterna, horizontal, oblicua o semivertical (López, 2017).

**D. Flor.** La flor tiene exactamente el mismo número de sépalos, pétalos y estambres, y tiene una forma perfecta y regular. La polinización cruzada se vuelve nula ya que los estambres rodean el ovario formando un cono estaminal (López, 2017). Las flores se agrupan en complejos racimos de inflorescencias, generalmente de dos a doce flores, sin embargo, algunos cultivares de frutos pequeños pueden producir racimos con 30 flores o más (Rincón, 2003).

**E. Fruto.** El fruto es una baya carnosa que viene en una variedad de formas, que incluyen esférica, ovalada, en forma de pera y aproximadamente cuadrada, su interior está dividido en 2 a 18 lóculos formado por pericarpio, tejido placentario y semillas (López, 2017). Tiene un alto contenido de carotenoides, el más importante de los cuales es el licopeno (83 %), así como carbohidratos, potasio, fósforo, magnesio, vitaminas B1, B2 y C (Palomo et al., 2010). Los tomates son uno de los alimentos con fuertes capacidades antioxidantes que pueden prevenir el cáncer y las enfermedades del corazón porque contienen una cantidad significativa de licopeno. Además, su alto

contenido en cobre, también ayuda en la formación de glóbulos rojos (Pérez, 2014).

#### **2.2.4. Manejo agronómico**

**A. Preparación de terreno.** Según Castagnino (2008) el sistema de plantación (siembra directa o trasplante) define el grado de refinamiento del suelo. Dos labores profundas inician la preparación del terreno seguidas de un mayor desmenuzamiento del suelo y sistematización del terreno.

**B. Siembra.** Al comparar los sistemas de siembra directa con los sistemas de trasplante, es claro que la siembra directa acorta el tiempo del ciclo de cultivo, lo que provoca una disminución en los costos de mano de obra. Por el contrario, el método de trasplante beneficia tanto al cultivo como a la estrategia general de producción porque requiere menos insumos, pero más mano de obra y ocupa la tierra por un período de tiempo más largo (Nuez, 1995). La siembra directa no se utiliza para el cultivo intensivo de tomates; en su lugar, se utilizan plantas cultivadas en semillero. A los 30 - 35 días después de la siembra en los semilleros las plántulas miden entre 10 - 15 cm de altura y han desarrollado seis a ocho hojas verdaderas, lo que indica que ya están aptas para ser trasplantadas a campo definitivo (Nuez, 1995).

**C. Trasplante.** Este proceso en campo definitivo se realiza cuando la plántula tenga de tres a cuatro hojas bien formadas o cuando tenga una altura que oscile entre los 10 a 15 cm, aproximadamente a las 4 o 5 semanas después de haber hecho la siembra en los semilleros

(Jaramillo et al., 2007). Según Rodríguez et al. (2001) antes de realizar el trasplante a la planta se le debe proporcionar algunos cuidados, primero no coloque las plantas bajo el sol directo, segundo, inunde o humedezca las bandejas con fungicida antes del trasplante, y tercero, trasplante temprano en el día o al atardecer para obtener mejores porcentajes de prendimiento.

**D. Riego.** Es uno de los factores de producción que tiene mayor impacto en la producción final del cultivo. Sus requerimientos están determinados por el tipo de suelo y las condiciones ambientales (León, 1980). Según Wilches-Rojas et al. (2008) el agua es esencial para las plantas de tomate durante tres etapas clave: germinación, floración y la primera mitad del desarrollo de la fruta. El cultivo de tomate necesita 0,4 - 0,5 mm de agua al día durante el desarrollo, desde la germinación hasta que empieza la floración, durante la floración necesita 1,5 - 1,7 mm y es ahí cuando el cultivo alcanza su máximo requerimiento de agua para luego reducir la necesidad de agua a 0,4 - 0,6 mm/día durante la etapa de maduración del fruto (Lizarraga, 2000).

**E. Control de malezas.** Las malas hierbas o malezas causan problemas en la plantación pues compiten por agua, nutrientes, luz y espacio. Los factores agronómicos como la fertilidad del suelo, la efectividad del riego y el equilibrio entre plagas y enfermedades también están relacionados con las malezas (Ugás et al., 2000).

**F. Sistemas de Entutorados.** La utilización de tutores está determinada para tomates que presentan un desarrollo indeterminado, sin

embargo, en Perú es usado en diversidades de desarrollo determinado (Jarquin, 2004). La altura en la cual se atará dicho vegetal pende del tipo que se cultiva, debido a que para tomates que son de desarrollo indeterminado, los tutores tienden a ser de mayor tamaño en comparación a las de desarrollo determinado. El tutorado ayuda a que la planta se mantenga erguida y evita que hojas y frutos toquen la tierra, facilitando la aireación de la planta, aprovechando la radiación solar y ejecutando un buen manejo cultural. Consiste en emplear a rafia para hacer un amarre a la planta, un único hilo en gancho para planta individual o utilizar emparrado (Zapata, 2014).

- G. Poda.** Implica eliminar aquellas partes de la planta que no son de interés. Ayuda a controlar el crecimiento de las plantas, mejora la fertilidad y tiene un mejor tamaño general de la fruta. (Rodríguez et al., 2012).
- H. Deshije.** Consiste en quitar el tallo lateral o cortarlo de la planta para que crezca mejor, puesto que esto le quita a la planta madre, agua, nutrientes, aireación y luz (Rodríguez et al., 2012). El primer corte tiene que hacerse en un periodo de 42 a 45 días luego de la plantación directa o entre 15 y 18 días luego del trasplante, es decir, cuando la planta de tomate empieza a dar frutos (Casanova, 2000).
- I. Cosecha.** Los sistemas de recolección de tomate pueden ser manuales o mecanizados. En general, la fruta para la industria se cosecha con máquinas, mientras que la fruta para consumo fresco se cosecha mejor a mano, lo que significa más mano de obra y costos (Jaramillo et al., 2007). La recolección mecánica requiere variedades que estén

adaptadas a la recolección mecánica y que tengan una producción y maduración de frutos uniformes.

#### **2.2.5. Fenología del cultivo**

- A. Crecimiento vegetativo.** Abarca los primeros 40 a 45 días comenzando con la plantación de la semilla, ulterior a ello los vegetales inician su crecimiento constante. A dicha fase le persiguen 4 semanas de rápido desarrollo (López, 2017).
- B. Floración e inicio del cuaje de la fruta.** López (2017) indicó que esta fase se despliega a partir del comienzo de la floración entre 20 a 40 días ulterior al trasplante hasta la culminación de la fase de crecimiento del vegetal. El cuaje se presenta al momento que la flor es fertilizada e inicia la fase de su evolución en fruto.
- C. Inicio del desarrollo de la fruta.** En referencia a ello, López (2017) aseveró que el cuaje se da posterior de la polinización, que se genera por medio de las abejas y del viento. En esta fase, una vez que crecen, la fruta no tiende a desprenderse y no se evidencia huellas de alguna flor. La acumulación de materia seca y el desarrollo de la fruta evidencian un compás respectivamente constante, hasta alcanzar un grado de maduración entre 2 o 3.
- D. Maduración de la fruta.** Dependiente de las condiciones del clima, el cultivar y la nutrición, la maduración se genera alrededor de 80 días ulterior al trasplante. Posterior a ello, la cosecha prosigue hasta alcanzar los 180 a 210 días (López, 2017).

### 2.2.6. Condiciones climáticas

- **Temperatura.** Aunque pueden prosperar en una variedad de climas debido a su resistencia, los tomates prosperan mejor en ambientes secos con temperaturas moderadas (Escalona et al., 2009). Los cultivos de tomate en el Perú se adaptan a temperaturas entre 10 y 26 °C, bajas temperaturas de 10 °C afecta el desarrollo de las plantas y la formación de flores mientras que temperaturas por encima de los 30 °C vuelven difícil la maduración del polen, dando como resultado flores abortadas y deterioro de frutos con extrema rapidez (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2018).
- **Humedad relativa.** La polinización normal y los altos rendimientos son fomentados por niveles de humedad entre 60 % y 80 %. Una humedad relativa demasiado alta o baja puede alterar los procesos fisiológicos y contribuir a la propagación de enfermedades, mientras que una humedad relativa muy alta inhibe la fecundación, ya que el polen húmedo reduce su viabilidad y por ende su adherencia al estigma (López, 2017).
- **Luminosidad.** Este requerimiento edafoclimático no solo ayuda a las plantas a crecer vegetativamente, sino que también juega un papel crucial en el desarrollo de sus sistemas reproductivos. Para estimular la floración, los tomates requieren al menos 6 horas de luz solar directa cada día, los valores bajos pueden tener un impacto negativo en la fecundación, y demasiada luz es perjudicial porque puede provocar quemaduras solares y una coloración desigual de la fruta (López, 2017).

- **Suelo.** Los tomates no requieren suelo de alta calidad y pueden crecer en suelo arenoso y suelo pesado. Se desarrolla de forma óptima en suelos de propiedades medias, bien drenados y con una profundidad mínima de 0,4 m lo que favorece el desarrollo radicular (Escalona et al., 2009).
- **pH.** El rango ideal de pH del suelo para los tomates está entre 5 y 6,5 aunque también pueden tolerar suelos ácidos o ligeramente alcalinos. Tiene tolerancia moderada a la salinidad y soporta máxima conductividad eléctrica (CE) 10 ds/m (Rincón, 2003).
- **Altitud.** Es posible cultivar el tomate desde los 200 a los 2000 msnm sin inconveniente, considerando su capacidad para adaptarse de cada variedad o híbrido (Rodríguez et al., 2012).

### 2.2.7. Fertilización

Fertilización es un método de cultivo cuyo objetivo principal es proporcionar directamente a la tierra o planta los fertilizantes (tanto orgánicos como inorgánicos) necesarios para obtener satisfactorios de frutas de alta calidad, con el menor impacto ecológico posible y al menor costo económico posible. (Pomare, S/N; ITC, 2025).

La fertilización tanto orgánico como inorgánico, proporciona nutrientes suficientes si se aplica en el adecuado periodo de desarrollo vegetal, y es crucial para que el cultivo se desarrolle de manera saludable, lo cual se traduce en mejores cosechas. (Cherlinka, 2024).

#### A. Macronutrientes

Según Verdesian (2025)

**Nitrógeno (N).** Es fundamental para el desarrollo de las hojas y la generación de clorofila, la sustancia encargada de la fotosíntesis. Fomenta un vigoroso desarrollo vegetal y potencia la habilidad de la planta para generar proteínas, enzimas y ácidos nucleicos.

**Fósforo (P).** Es crucial para la transferencia de energía dentro de la planta y fomenta el desarrollo de raíces, floración y producción de frutas. Es un elemento esencial del ATP (trifosfato de adenosina), que impulsa diversos procesos bioquímicos, entre ellos la fotosíntesis y la respiración.

**Potasio (K).** Es crucial para controlar la absorción y desplazamiento de agua dentro de la planta. Contribuye a mejorar la resistencia contra enfermedades y la salud global de las plantas mediante la activación de enzimas responsables de la fotosíntesis y la formación de proteínas.

**Calcio (Ca).** Es crucial para la solidez estructural de las paredes y membranas de las células. Calcio contribuye a preservar el equilibrio celular, fomenta el crecimiento de los raíces y sellos, y participa en las vías de señal que controlan diversos procesos fisiológicos.

**Magnesio (Mg).** Componente fundamental de clorofila, es crucial para la fotosíntesis. Magnesio también contribuye a la activación de enzimas relacionadas con el metabolismo de carbohidratos y proteínas, favoreciendo la salud global y la productividad de las plantas.

**Azufre (S).** Es imprescindible para la producción de algunos aminoácidos y proteínas, azufre participa en la creación de esenciales grasas y vitaminas. También tiene un papel en el funcionamiento de las enzimas y la producción de clorofila, lo que favorece un crecimiento saludable de las plantas.

## B. Macronutrientes

Según Verdesian (2025)

**Boro (B). Esencial** para la formación de la pared celular y el desarrollo de nuevos brotes. Además, facilita el traslado de azúcares y energía dentro de la planta.

**Cloro (Cl).** Es crucial para la fotosíntesis y la osmoregulación. Contribuye a mantener un balance iónico adecuado y es vital para la función de las estomas.

**Cobre (Cu).** Desempeña un papel crucial en la fotosíntesis, respiración y la generación de lignina en las paredes de las plantas. También funciona como un catalizador en diversas reacciones enzimáticas.

**Hierro (Fe).** Esencial para la producción de clorofila y la fotosíntesis. Hierro es un elemento esencial de varias enzimas que participan en la transferencia de energía y el transporte de electrones.

**Manganeso (Mn).** Participa en procesos de fotosíntesis, respiración y asimilación de nitrógeno. El manganeso facilita la activación de los enzimas encargados de diversos procesos metabólicos.

**Molibdeno (Mo).** Es crucial para la fijación de nitrógeno y la transformación de nitrato a amonio en plantas. También contribuye a la formación de algunas proteínas y enzimas.

**Zinc (Zn).** Crucial para el funcionamiento de las enzimas, la formación de proteínas y la regulación del crecimiento. El zinc fomenta la generación de auxinas, que son hormonas plantas indispensables para el crecimiento.

### **2.2.8. Requerimiento nutricional del cultivo**

El requerimiento nutricional que el cultivo necesita para cada tonelada de cosecha resulta ser: calcio en el rango de 1,2 a 3,2 kg; nitrógeno en el rango de 2,1 a 3,8 kg; potasio en el rango de 4,4 a 7,0 kg; magnesio en el rango de 0,3 a 1,1 kg; fósforo en el rango de 0,3 a 0,7 kg como requerimientos nutritivos (Cárdenas et al., 2003).

### **2.2.9. Variedad de tomate (Rio grande)**

El tomate Río Grande es rastrera, es una variedad en crecimiento determinado, se consume fresco y principalmente para conservas. Los frutos tienen una forma cilíndrica oblonga, firme y carnosa, con un delicioso sabor (Páez et al, 2000).

#### **A. Características**

- Mercado de doble intención industrial y fresco
- Muy productiva de frutos tipo pera cuadrado grande.
- Presenta aceptación a *Verticillium* sp, *Fusarium* de raza 1 y 2, Nematodos, Peca Bacteriana y *Stemphylium* (Herrera, 2013).

### **2.2.10. Característica nutricional de YaraMila™ COMPLEX**

YaraMila™ COMPLEX resulta ser un fertilizante complejo de forma perlada que proporciona un contenido equitativo de azufre, nitrógeno (nitrato y amoniacal), magnesio, magnesio, fósforo, potasio, además de microelementos como manganeso, zinc, hierro y boro. Su vertiginosa solubilidad posibilita usarlo en sementera y en cobertera (Yara Perú, 2017).

A su vez, brinda una cantidad equitativa de nitrógeno nitrato y nitrógeno amoniacal para el acompañamiento del desarrollo de la planta en todas sus etapas. Toda la cantidad de fósforo que integra este fertilizante se encuentra en forma disponible y es tolerado por la planta, certificando una asimilación dilatada del

fósforo en el transcurso del desarrollo radicular, además contiene microelementos, magnesio y azufre favorece a la planta en fases como la generación de la clorofila o en la formación de enzimas, vitaminas y proteínas. Para el cultivo de tomate a campo abierto se recomienda de 10 a 15 días después del trasplante la fertilización de 300 – 400 kg/ha y de 35 a 45 días después del trasplante la fertilización de 300 – 400 kg/ha (Yara Perú, 2017).

*Tabla 1. Descripción de la ficha técnica de YaraMila TM Complex*

<b>COMPONENTE</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Nitrógeno (N)	12%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	11%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	18%
Magnesio (MgO)	2,70%
Azufre (S)	8%
Boro (B)	0,02%
Hierro (Fe)	0,20%
Manganeso (Mn)	0,02%
Zinc (Zn)	0,02%

### 2.3. Definición de términos básicos

**A. Producción Agrícola.** La producción agrícola se refiere a la cantidad total de productos obtenidos en un área específica durante un periodo determinado. Es un indicador clave de la eficiencia de un sistema agrícola y está influenciada por factores como el tipo de suelo, el manejo de cultivos, la disponibilidad de agua y las condiciones climáticas (Food and Agriculture Organization [FAO], 2017). García (2019) menciona que la producción óptima requiere un balance adecuado entre prácticas agronómicas y sostenibilidad ambiental.

- B. Acidez Titulable.** La acidez titulable es un parámetro que mide la concentración total de ácidos en un fruto o muestra, expresado generalmente en gramos de ácido cítrico por 100 ml de muestra. Es un indicador importante de la calidad del fruto, ya que influye en el sabor y la vida de anaquel. Según Moreno et al. (2012), la acidez titulable se determina mediante la titulación con una base estándar y proporciona información relevante sobre el estado de madurez y la aceptabilidad comercial del producto.
- C. Rendimiento del Cultivo.** El rendimiento de un cultivo se refiere a la cantidad de producto agrícola (como granos, frutos o biomasa) obtenida por unidad de área. Se mide comúnmente en toneladas por hectárea (t/ha) y es un parámetro esencial para evaluar la eficiencia productiva de un sistema agrícola (Graham et al., 2013). La International Food Policy Research Institute (IFPRI, 2020) subraya que el rendimiento está condicionado tanto por factores genéticos como por las prácticas de manejo y el entorno agroecológico.
- D. Sólidos Solubles.** Los sólidos solubles representan el contenido de azúcares y otras sustancias solubles en el jugo de un fruto, y se expresan en grados Brix (°Brix). Son un indicador de la dulzura y calidad organoléptica del fruto. Este parámetro se determina con un refractómetro y su valor varía en función de la variedad y manejo de cultivo (Kader, 2008). Según el estudio de Mitchell et al. (2010), los sólidos solubles están fuertemente influenciados por el régimen de fertilización y las condiciones de crecimiento del cultivo.
- E. YaraMila TM COMPLEX.** Es un fertilizante de liberación controlada que contiene nitrógeno, fósforo y potasio en proporciones equilibradas, junto con otros micronutrientes esenciales. Está diseñado para mejorar la eficiencia en

la absorción de nutrientes y promover el desarrollo uniforme de los cultivos. Según Yara International (2016), este fertilizante ha demostrado ser efectivo en la mejora del rendimiento y la calidad de diversos cultivos hortícolas bajo diferentes condiciones edáficas.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La aplicación de las diferentes dosis de YaraMilaTM COMPLEX mejora el rendimiento y calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Variedad Río Grande en Villa Rica.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

La aplicación de las diferentes dosis de YaraMilaTM COMPLEX mejora el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Variedad Río Grande en Villa Rica.

La aplicación de las diferentes dosis de YaraMilaTM COMPLEX mejora la calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Variedad Río Grande en Villa Rica.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variables independientes**

Dosis de fertilización:

1. 700 kg/ha
2. 1 000 kg/ha
3. 1 500 kg/ha
4. 2 000 kg/ha
5. 2 500 kg/ha

### **2.5.2. Variables dependientes**

Rendimiento y calidad del cultivo:

1. Altura de planta
2. Diámetro de tallo
3. Área foliar
4. Número de flores
5. Número de frutos
6. Número de racimos
7. Producción por hectárea (rendimiento)
8. Sólidos solubles
9. Acidez titulable

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

<b>Variable</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Método de Evaluación</b>
<b>Altura de planta</b>	Longitud de la planta medida desde la base del tallo hasta el ápice de crecimiento al finalizar la etapa vegetativa.	Longitud de la planta	Cm	Se midió con una cinta métrica desde la base hasta el punto más alto de la planta.
<b>Diámetro del tallo</b>	Grosor del tallo principal a 5 cm de la base, evaluado al final del ciclo vegetativo.	Grosor del tallo	Mm	Se midió con un vernier digital para determinar la robustez estructural de la planta.
<b>Numero de flores</b>	Cantidad de flores de cada planta a los 88 días después de la siembra.	Cantidad de flores	unidad	Se realizó el conteo manualmente de todas las flores.
<b>Numero de frutos</b>	Cantidad de frutos de cada planta a los 88 días después de la siembra.	Cantidad de frutos	unidad	Se realizó el conteo manualmente de todos los frutos.
<b>Numero de racimos</b>	Cantidad de racimos de cada planta a los 88 días después de la siembra.	Cantidad de racimos	unidad	Se realizó el conteo manualmente de todos los racimos.
<b>Producción por hectárea</b>	Peso total de frutos recolectados en la superficie experimental, considerando la densidad de plantas por hectárea.	Rendimiento total	t/ha	Se extrapola la producción individual por planta a la densidad de plantas por hectárea.
<b>Sólidos solubles</b>	Concentración de azúcares presentes en el jugo de los frutos maduros, evaluada con un refractómetro portátil.	Concentración de azúcares	°Brix	Se extrajo jugo del fruto y se midió con un refractómetro, expresando el resultado en grados Brix.
<b>Acidez titulable</b>	Contenido de ácido cítrico presente en el jugo del fruto, determinado mediante una titulación con NaOH.	Contenido de ácido	%	Se realizó una titulación ácido-base usando un indicador de pH hasta alcanzar el punto final de neutralización, expresado como porcentaje de ácido cítrico en el jugo.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipos de investigación**

Es de tipo aplicada, cuantitativa y experimental.

#### **3.2. Nivel de investigación**

La presente investigación se ubica en el nivel aplicativo donde se evidencia el efecto de la dosis de fertilizante en la producción y calidad del tomate.

#### **3.3. Métodos de investigación**

En la investigación se trabajó a nivel hipotético deductivo de cómo influye el YaraMila™ COMPLEX en el rendimiento y calidad del tomate.

#### **3.4. Diseño de investigación**

##### **3.4.1. Diseño experimental**

La indagación utilizo para su óptimo despliegue los Bloques Completamente al Azar (DBCA) como su diseño, contando la cantidad de 5 tratamientos, 3 repeticiones y 15 unidades experimentales que suman un total de 360 plantas evaluadas.

La prueba de comparación de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) permite medir diferencias estadísticas entre los tratamientos

- **Tratamientos**

*Tabla 2. Descripción de los tratamientos estudiados*

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis de YaraMila™ COMPLEX</b>
T <sub>1</sub>	700 kg
T <sub>2</sub>	1 000 kg
T <sub>3</sub>	1 500 kg
T <sub>4</sub>	2 000 kg
T <sub>5</sub>	2 500 kg

La prueba de comparación de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) permite medir diferencias estadísticas entre los tratamientos

- **El modelo aditivo lineal**

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es una observación j-ésima correspondiente al tratamiento i-ésimo

$\mu$  = Media poblacional,

$T_i$  = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto aleatorio de bloques

$E_{ij}$  = Error experimental

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

El estudio abarcó una población total de 750 plantas de tomate, todas en pleno período de producción.

#### **3.5.2. Muestra**

Se evaluaron un total de 360 plantas de tomate de la variedad Rio Grande, de las cuales se seleccionaron al azar 24 plantas por cada tratamiento para su

evaluación, excluyendo las plantas ubicadas en los extremos, a fin de asegurar la precisión de los resultados.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Observación directa**

Se utilizó la observación directa para registrar las condiciones del cultivo, el desarrollo fenológico de las plantas y posibles incidencias en el crecimiento y producción del tomate. Esta técnica permitió obtener información objetiva sobre las diferencias entre tratamientos.

#### **3.6.2. Medición de parámetros agronómicos**

Se llevó a cabo la medición de variables cuantificables relacionadas con el rendimiento y calidad del tomate, lo que incluye peso de los frutos, número de frutos por planta, diámetro y longitud del fruto, así como el contenido de sólidos solubles, para ello se utilizó fichas de registros, e instrumentos como la balanza gramera, cinta métrica, vernier, equipo de titulación y refractómetro.

### **3.7. Técnicas de procesamiento de datos**

Se recolectaron los datos y se digito en hojas de cálculo de MS Excel y el procesamiento se realizó en el programa Infostat. Los datos fueron examinados por medio de los estadígrafos como las medidas de dispersión y las de tendencia central para inferir en la población.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

En cuanto al análisis estadístico se utilizó el test estadístico de Análisis de Varianza (ANVA) y para comparar las medias de los tratamientos y jerarquizar se ha empleado el test de Turkey con 0,05 y 0,01 de nivel de significancia.

### 3.8.1. Análisis de varianza

*Tabla 3. Modelo de análisis de varianza ANVA*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrado medios (CM)</b>	<b>FC</b>
Tratamientos	$t - 1$	SCt	$CMA = SCA / t - 1$	$CMA / CME$
Bloques	$b - 1$	SCb	$CMB = SCB / t - 1$	$CMB / CME$
Error	$(t - 1) (b - 1)$	SCE	$CME = SCE / (t - 1) (b - 1)$	
<b>Total</b>	$t*b - 1$	SCT		

Si:  $F_c < F_t$  entonces se dice no existe diferencia estadística significativa y se representa por n.s.

Si:  $F_c > F_t$  ( $\geq 0,05$ ), Se dice que existe diferencia estadística significativa y se pone un asterisco (\*)

Si:  $F_c > F_t$  ( $> 0,05$  y  $\geq 0,01$ ), Se dice que existe diferencia estadística altamente significativa, se pone dos asteriscos (\*\*)

### 3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La presente investigación se realizó siguiendo de manera rigurosa los principios éticos y epistemológicos estipulados en el estatuto de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, así como las normativas que regulan las buenas prácticas científicas. El estudio tuvo lugar en el distrito de Villa Rica, provincia Oxapampa y departamento de Pasco, asegurando en todo momento el cumplimiento de los estándares éticos en el proceso de recolección y análisis de datos, lo que permitió preservar la integridad del estudio y la validez de sus hallazgos dentro del enfoque cuantitativo.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo en campo**

##### **4.1.1. Lugar de ejecución**

El lugar de ejecución de la presente investigación presenta las siguientes ubicaciones geográficas: latitud -10,737035, longitud -75,232426, con los datos climatológicos de temperatura promedio 23°, precipitación 40 mm y humedad relativa 60%, ubicado en el distrito de Villa Rica, provincia Oxapampa, departamento Pasco, a una altura de 1 500 m.s.n.m., específicamente en la parcela del Sr. Segundo Delgado.

##### **4.1.2. Materiales equipos e insumos**

###### **A. Materiales**

- Machete
- Lima
- Rastrillo
- Poseador
- Palana

- Pico
- Cinta métrica
- Rafia
- Clavos
- Alambre galvanizado
- Martillo
- Grapas
- Bandejas germinadoras
- Mochila de fumigar
- Regadora
- Papel bond
- Lápiz
- Plumones
- Lapiceros

#### **B. Equipos**

- Laptop
- Cámara digital
- Vernier

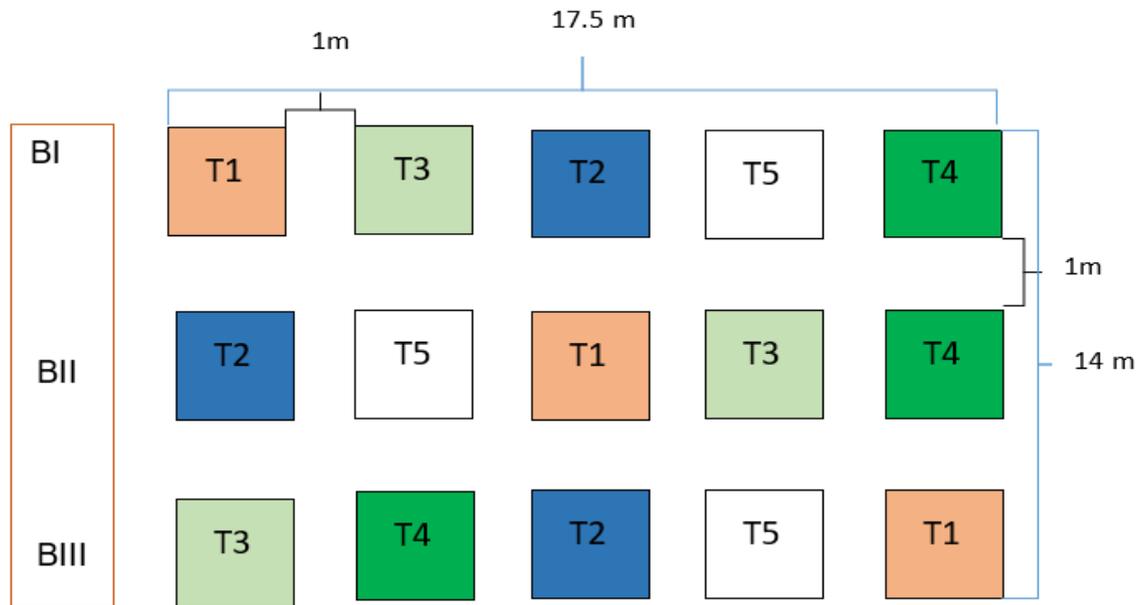
#### **C. Insumos**

- Semillas
- Humus
- Insecticidas
- Fungicidas
- Yaramila – Complex

### 4.1.3. Croquis del experimento

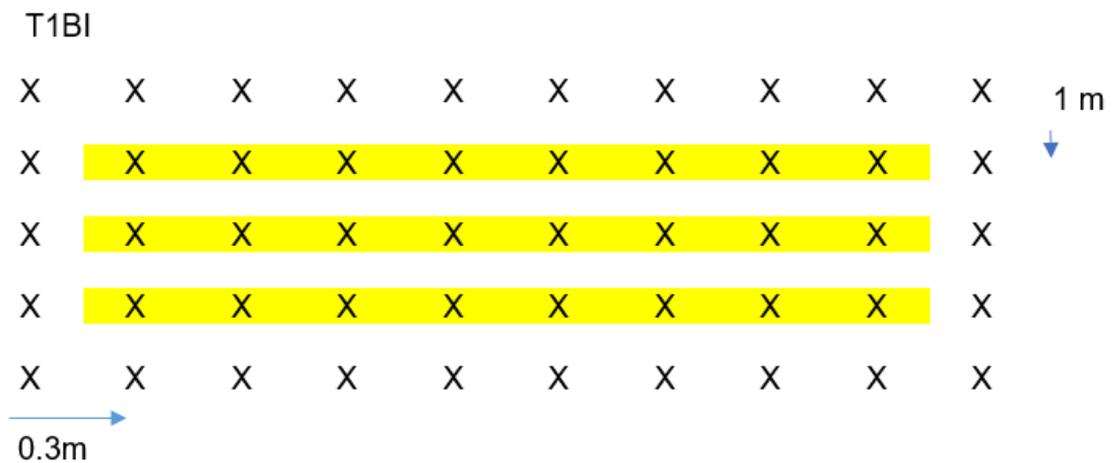
- **Distribución de la parcela experimental**

*Figura 1. Croquis de la parcela experimental*



- **Distribución de la unidad experimental**

*Figura 2. Croquis de la unidad experimental*



### 4.1.4. Características del campo experimental

#### A. Características de los tratamientos

- Número de tratamientos: 5

- Número de unidades experimentales: 15
- Número de plantas/U. E: 50
- Número total de plantas: 750
- Número de plantas evaluadas/U. E: 24
- Número total de plantas evaluadas: 360
- Medidas de U.E: 3 m de ancho x 5 m de largo

#### **B. Características de los bloques**

- Numero de bloques: 3
- Numero de U.E/bloque: 5
- Numero de plantas/bloque: 250
- Numero de plantas evaluadas por bloque: 120
- Largo del bloque: 17,5 m
- Ancho del bloque: 4 m
- Área del bloque: 70 m<sup>2</sup>

#### **C. Características del experimento**

- Largo del experimento: 17,5 m
- Ancho del experimento: 14 m
- Área del experimento: 245 m<sup>2</sup>

### **4.1.5. Procedimiento y conducción del experimento**

**A. Limpieza de la parcela experimental.** Se realizó antes de la instalación del experimento, eliminando malezas, residuos y cualquier obstáculo que pudiera interferir con el desarrollo del cultivo. Este proceso aseguró un terreno adecuado y libre de contaminantes para la correcta ejecución de las labores agrícolas y la recolección de datos.

- B. Demarcación del área experimental.** Para la demarcación del campo experimental, se utilizó estacas, rafia y una wincha. El área se dividió en tres bloques, y cada bloque en 5 parcelas (tratamiento). Además, se colocaron claves en cada bloque y parcela para facilitar la ubicación y distribución en el campo experimental.
- C. Análisis de suelo.** Se realizó un análisis de suelo al inicio del experimento para determinar la cantidad de nutrientes presentes en el suelo, se realizó el muestreo en zigzag dentro de toda la parcela experimental, la muestra de suelo fue secada bajo sombra, mullida y homogenizada en un tamiz de 2 mm (TFSA) obteniendo 1 kg de suelo, la misma que se trasladó al laboratorio de suelos para su respectiva caracterización química y granulométrica. El cual se encuentra en la Tabla 19.
- D. Siembra de las semillas en la bandeja germinadora.** Se realizó la siembra de las semillas, previamente desinfectadas y curadas, en bandejas germinadoras de 200 celdas, utilizando un sustrato compuesto por una mezcla de tierra agrícola y compost. Se colocó una semilla en cada celda para asegurar una germinación uniforme y controlada.
- E. Encalado y trasplante.** Según los resultados del análisis de suelo el pH es de 4,09, es un pH inadecuado para el cultivo del tomate, por ello se encalo con 25 kg de cal agrícola para subir el pH a 5,2 que si es adecuado para el desarrollo del cultivo. Las plántulas de tomate se establecieron en el campo definitivo cuando tuvieron entre tres a cuatro hojas verdaderas aproximadamente a una altura de 13 cm. Se

trasplantaron a un distanciamiento de 1 m entre hileras y 0,30 m entre plantas para optimizar el crecimiento y desarrollo del cultivo.

- F. Tutorado.** El tutorado se realizó a los 40-45 cm de altura, se guio a la planta con ayuda de rafia negra, el cual se teje desde la base de la planta, rodeando su tallo y guiando la planta.
- G. Poda.** Se realizó la poda de los brotes cada 15 días hasta la producción y también se podó al inicio de la producción las 3 primeras hojas de base. Esta práctica brindó a cada planta de tomate mayor aireación, disminuyó la propagación de enfermedades producidas por el hongo, ayudó al llenado de frutos y translocación de nutrientes al mismo.
- H. Fertilización.** Se llevó a cabo la fertilización con YaraMila™, aplicando las dosis específicas correspondientes a cada tratamiento, conforme al diseño experimental establecido. Esta aplicación se realizó siguiendo las recomendaciones técnicas del fabricante, asegurando así una correcta distribución y disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo óptimo del cultivo. Se realizó tres fertilizaciones para cada tratamiento que consistía en aplicar el 20% a los 20 días después de la siembra, el 40% al inicio de la floración y el 40% en la formación de frutos.
- I. Control de malezas.** Se realizó de forma manual, cada 30 días o de acuerdo con la incidencia de las malezas a todos los tratamientos y alrededor de la investigación.
- J. Recolección de datos.** La recolección de datos se hizo de acuerdo con la fenología del cultivo, del tamaño de planta, diámetro de planta, área de las hojas, cantidad de frutos, y mancha foliar.

#### 4.1.6. Evaluación de las variables

- A. **Altura de planta.** Se realizó la medición en centímetros (cm) desde la base del tallo hasta el punto más alto de la planta (ápice) utilizando una cinta métrica. Estas mediciones se llevaron a cabo a los 88 días después de la siembra, en 24 plantas evaluadas de la unidad experimental.
- B. **Diámetro del tallo.** Se realizó la medición del grosor del tallo principal, a una altura de 5cm desde la base con un vernier digital expresadas en mm. Estas mediciones se realizaron a los 88 días después de la siembra, en 24 plantas evaluadas de la unidad experimental.
- C. **Área foliar.** Se realizó midiendo la superficie de las hojas recolectadas de cada planta mediante un medidor de área foliar digital. Las hojas se extendieron en una superficie plana y se procesaron con el instrumento para obtener el área en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>). Los resultados fueron registrados en una base de datos para su posterior análisis y comparación entre los tratamientos.
- D. **Número de flores.** Se realizó el conteo de flores a los 88 días después de la siembra, expresadas en contadas. El conteo se realizó a un total de 24 plantas evaluadas de la unidad experimental.
- E. **Numero de frutos.** Se realizó el conteo de frutos a los 88 días después de la siembra, expresadas en contadas. El conteo se realizó a un total de 24 plantas evaluadas de la unidad experimental.

- F. Numero de racimos.** Se realizó el conteo de racimos a los 88 días después de la siembra, expresadas en contadas. El conteo se realizó a un total de 24 plantas evaluadas de la unidad experimental.
- G. Producción por hectárea (rendimiento).** La evaluación de esta variable del experimento se tomó en consideración la sumatoria total de los pesos de los frutos de las 24 plantas evaluadas de la unidad experimental por cada tratamiento, con estos valores se proyectaron el rendimiento en unidad de área agrícola, expresando en t/ha
- H. Sólidos solubles.** Se recolectaron los frutos de tomate maduros con un peso de muestra de 400 g por tratamiento. Las muestras representativas fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial La Merced.
- I. Acidez titulable.** Se recolectaron los frutos de tomate maduros con un peso de muestra de 400 g por tratamiento. Las muestras representativas fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial La Merced.

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

##### 4.2.1. Altura de planta

*Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc (0,05)	Ft 0,05	0,01	p-valor	Sig.
<b>Tratamiento</b>	4	9 788	2447	11,96	3,84	7,01	0,000042	**
<b>Bloque</b>	2	645	322,3	1,57	3,46	8,65	0,224	n.s
<b>Error</b>	8	6 537	204,3					
<b>Total</b>	14							
	s =	14,29	$\bar{x}$ =	149,58		CV=	2,89	

NOTA: \*\*: Alta significancia, n.s: no significativo

En la Tabla 4 de análisis de la varianza (ANOVA) para la variable de altura de planta (cm) mostraron diferencias altamente significativas para los tratamientos (\*\*), el análisis mostró un  $F = 11,96$ ,  $p\text{-valor} < 0,001$ , evidenciando que las diferentes dosis aplicadas generaron efectos significativos en el desarrollo de la altura de planta. A nivel de bloques, se obtuvo un  $F = 1,57$ ,  $p\text{-valor} = 0,224$ , evidenciando el efecto, no mostro diferencia significativa.

La diferencia estadística altamente significativas (\*\*) entre los tratamientos de diferentes dosis de YaraMila™ COMPLEX en tomate nos indica que, al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, en tal sentido presenta un efecto en la altura de planta.

El coeficiente de variabilidad de 2,89% es considerado según Calzada Benza como coeficiente excelente, lo que nos indica que la altura de planta dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio de 149, 58 cm y con una desviación estándar de 14,29.

**Tabla 5.** Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados

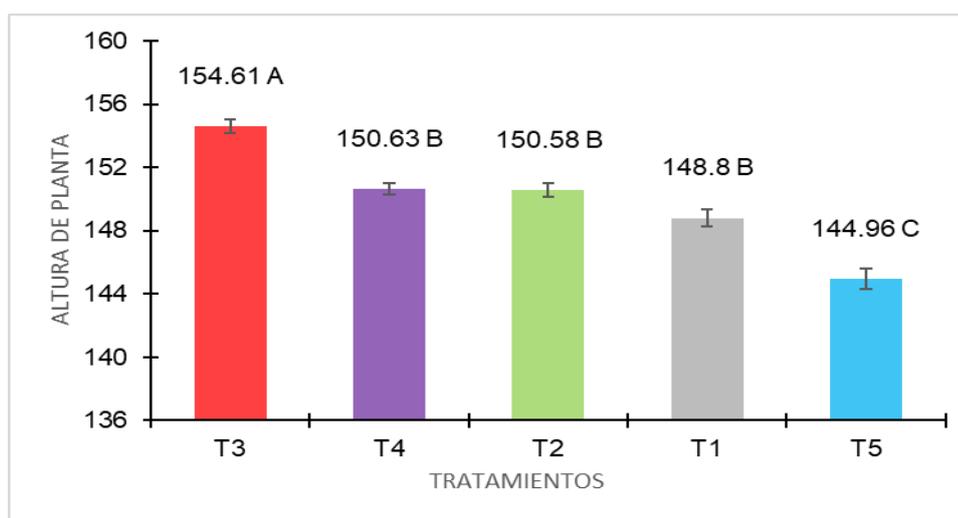
<b>Trat.</b>	$\bar{x}$	<b>Error</b>	<b>Clasificación</b>
T <sub>3</sub>	154,61	0,45	A
T <sub>4</sub>	150,63	0,38	B
T <sub>2</sub>	150,58	0,44	B
T <sub>1</sub>	148,80	0,56	B
T <sub>5</sub>	144,96	0,67	C

NOTA: Trat: Tratamiento.

Según el análisis de comparaciones de medias efectuado con la prueba de Tukey al 5% y 1% para altura de planta (Tabla 5). Se identificó que el tratamiento T<sub>3</sub> (1 500 kg/ha) presentó la mayor altura promedio (154,61 cm  $\pm$  0.45) y se ubicó en el grupo A, evidenciando ser el tratamiento más efectivo para promover el

crecimiento en altura. Por otro lado, los tratamientos T4 (2 000 kg/ha), T2 (1 000 kg/ha) y T1(700 kg/ha), con promedios en de  $150,63 \pm 0,38$  cm,  $150,58 \pm 0,44$  cm,  $148,8 \pm 0,56$  cm respectivamente, se clasificaron en el grupo B, sin mostrar diferencias significativas entre ellos, pero siendo inferiores a T3. Finalmente, el tratamiento T5 (2 500 kg/ha), con el menor promedio ( $144,96 \pm 0,67$  cm), se ubicó en el grupo C, siendo significativamente inferior al resto. Esto demuestra que el tratamiento T3 (1 500 kg/ha) fue el más eficaz para estimular el crecimiento en altura de las plantas, superando significativamente a los demás tratamientos evaluados.

**Figura 3.** Altura de planta (cm)



#### 4.2.2. Diámetro de tallo

**Tabla 6.** Prueba de comparaciones de Nemenyi (POST-HOC) para los tratamientos evaluados

Trat.	$\bar{x}$	mediana	Error	Clasificación
T <sub>1</sub>	12,14	11	1.43	A
T <sub>2</sub>	10,83	10.73	0.17	A
T <sub>3</sub>	10,73	10.85	0.1	A
T <sub>4</sub>	10,48	10.35	0.08	A
T <sub>5</sub>	10,23	10.1	0.08	A

NOTA: Trat: Tratamiento

Según los resultados obtenidos mediante la prueba de comparaciones múltiples de Nemenyi (Post-Hoc) para el diámetro de tallo (Tabla 6), se evidenció que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que todos se ubicaron dentro del mismo grupo (A). El tratamiento T1 (700 kg/ha) presentó numéricamente el mayor promedio ( $12,14 \pm 1,43$ ), mientras que los tratamientos T2 (1 000 kg/ha), T3 (1 500 kg/ha), T4 (2 000 kg/ha) y T5 (2 500 kg/ha) registraron valores ligeramente menores, con promedios de  $10,83 \pm 0,17$ ,  $10,73 \pm 0,10$ ,  $10,48 \pm 0,08$  y  $10,23 \pm 0,08$  respectivamente. La clasificación homogénea sugiere que ninguno de los tratamientos evaluados generó un efecto diferencial significativo en la variable analizada.

#### 4.2.3. Área foliar

**Tabla 7.** Análisis de varianza (ANOVA) para el Área Foliar del Tomate

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0.01		
<b>Tratamiento</b>	4	476,1	119,03	12,31	3,84	7,01	0,0000349	**
<b>Bloque</b>	2	13,6	6,81	0,71	3,46	8,65	0,498	n.s
<b>Error</b>	8	309,2	9,66					
<b>Total</b>	14							
	S=	3,11	$\bar{x}$ =	18,65		CV=	15,3	

NOTA: \*\*: Alta significancia, n.s: no significativo

En la tabla 7. del análisis de la varianza (ANOVA) para la variable área foliar mostraron diferencias altamente significativas (\*\*) para los tratamientos, el análisis mostró un  $F = 12,31$ ,  $p\text{-valor} < 0,001$ , evidenciando que las diferentes dosis aplicadas generaron efectos significativos en el desarrollo del área foliar. A nivel de bloques, se obtuvo un  $F = 0,71$ ,  $p\text{-valor} = 0,498$ , evidenciando el efecto, no mostro diferencia significativa.

La diferencia estadística altamente significativas (\*\*) entre los tratamientos de diferentes dosis de YaraMila™ COMPLEX en tomate nos indica que, al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, en tal sentido presenta un efecto en el desarrollo del área foliar.

El coeficiente de variabilidad de 15,3% es considerado según Calzada Benza como muy bueno, lo que nos indica que el desarrollo del área foliar dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 18,65 y con una desviación estándar de 3,11.

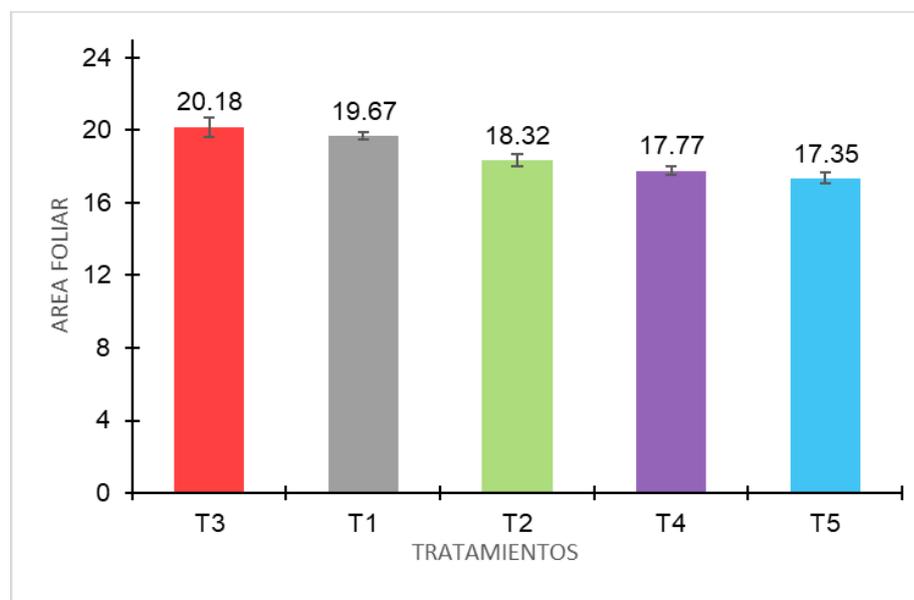
**Tabla 8.** Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados.

Trat.	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T <sub>3</sub>	20,18	0,54	A
T <sub>1</sub>	19,67	0,21	A
T <sub>2</sub>	18,32	0,34	B
T <sub>4</sub>	17,77	0,25	B
T <sub>5</sub>	17,35	0,30	B

NOTA: Trat: Tratamiento.

Según el análisis de comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey al 5% y 1% para área foliar (Tabla 7), se observó que los tratamientos T<sub>3</sub> (1 500 kg/ha) y T<sub>1</sub> (700 kg/ha) alcanzaron los mayores promedios, con valores de  $20,18 \pm 0,54 \text{ cm}^2$  y  $19,67 \pm 0,21 \text{ cm}^2$  respectivamente, agrupándose ambos en la categoría A, sin diferencias significativas entre ellos. En cambio, los tratamientos T<sub>2</sub> (1 000 kg/ha), T<sub>4</sub> (2 000 kg/ha) y T<sub>5</sub> (2 500 kg/ha), con promedios de  $18,32 \pm 0,34 \text{ cm}^2$ ,  $17,77 \pm 0,25 \text{ cm}^2$  y  $17,35 \pm 0,30 \text{ cm}^2$  respectivamente, se ubicaron en el grupo B, evidenciando valores significativamente inferiores en comparación con T<sub>3</sub> y T<sub>1</sub>. Estos resultados indican que los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>1</sub> fueron los más efectivos en incrementar el área foliar de las plantas evaluadas.

**Figura 4.** Área foliar de las plantas de tomate (cm<sup>2</sup>)



#### 4.2.4. Numero de flores

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANOVA) de la variable número de flores

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0.01		
Tratamiento	4	12,68	3,171	6,616	3,84	7,01	0,00059	*
Bloque	2	1,82	0,9083	1,895	3,46	8,65	0,16895	n.s
Error	8	15,35	0,4797					
Total	14							
	S=	0,69	$\bar{x}$ =	8,56		CV=	12,05	

NOTA: \*\*: Alta significancia, n.s: no significativo

En la tabla 9. del análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de flores mostraron diferencias significativas (\*) para los tratamientos, el análisis mostró un  $F = 6,616$ ;  $p\text{-valor} < 0,001$ , evidenciando que las diferentes dosis aplicadas generaron efectos significativos en el desarrollo de numero de flores. A nivel de bloques, se obtuvo un  $F = 1,895$ ,  $p\text{-valor} = 0,16895$ , evidenciando el efecto, no mostro diferencia significativa.

La diferencia estadística significativas (\*) entre los tratamientos de diferentes dosis de YaraMila™ COMPLEX en tomate nos indica que, al menos

uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, en tal sentido presenta un efecto en el número de flores.

El coeficiente de variabilidad de 12,05% es considerado según Calzada Benza como muy bueno, lo que nos indica que el número de flores dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 8,56 y con una desviación estándar de 0,69.

**Tabla 10.** Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados.

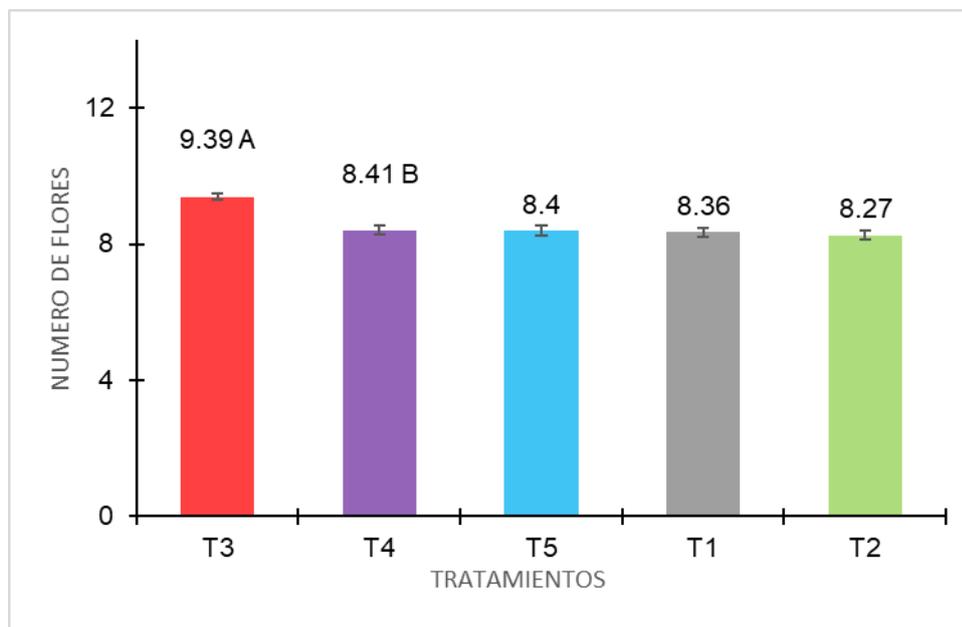
Trat.	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T <sub>3</sub>	9,39	0,10	A
T <sub>4</sub>	8,41	0,13	B
T <sub>5</sub>	8,40	0,14	B
T <sub>1</sub>	8,36	0,13	B
T <sub>2</sub>	8,27	0,12	B

NOTA: Trat: Tratamiento.

Según el análisis de comparaciones de medias efectuado mediante la prueba de Tukey al 5% y 1% para el número de flores (Tabla 9), el tratamiento T3 (1 500 kg/ha) obtuvo el mayor promedio, con un valor de  $9,39 \pm 0,10$  flores, clasificándose en el grupo A y diferenciándose significativamente del resto de tratamientos. En cambio, los tratamientos T4 (2 000 kg/ha), T5 (2 500 kg/ha), T1 (700 kg/ha) y T2 (1 000 kg/ha), con promedios de  $8,41 \pm 0,13$ ;  $8,40 \pm 0,14$ ;  $8,36 \pm 0,13$  y  $,27 \pm 0,12$  flores respectivamente se ubicaron en el grupo B, sin diferencias significativas entre sí, pero mostrando valores inferiores a T3.

Estos resultados confirman que el tratamiento T3 fue el más eficiente para estimular la floración en las plantas evaluadas.

**Figura 5.** Medias para la evaluación del número de flores en las plantas de tomate



#### 4.2.5. Numero de frutos

**Tabla 11.** Análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de frutos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0.01		
<b>Tratamiento</b>	4	11,86	2,9659	4,818	3,84	7,01	0,0034	*
<b>Bloque</b>	2	3,68	1,8389	2,991	3,46	8,65	0,0644	n.s
<b>Error</b>	8	19,72	0,6163					
<b>Total</b>	14							
		S= 0,79	$\bar{x}$ = 12,24			CV= 13,35		

NOTA: \*\*: Alta significancia, \*: significativo, n.s: no significativo

En la tabla 11. del análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de frutos mostraron diferencias significativas (\*) para los tratamientos, el análisis mostró un  $F = 4,818$ ;  $p\text{-valor} < 0,0034$ , evidenciando que las diferentes dosis aplicadas generaron efectos significativos en el desarrollo de numero de frutos. A nivel de bloques, se obtuvo un  $F = 2,991$ ,  $p\text{-valor} > 0,0644$ , evidenciando el efecto, no mostro diferencia significativa.

La diferencia estadística significativas (\*) entre los tratamientos de diferentes dosis de YaraMila™ COMPLEX en tomate nos indica que, al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, en tal sentido presenta un efecto en el número de frutos.

El coeficiente de variabilidad de 13,35% es considerado según Calzada Benza como muy bueno, lo que nos indica que el número de frutos dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 12,24 y con una desviación estándar de 0,79.

**Tabla 12.** Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para los tratamientos evaluados

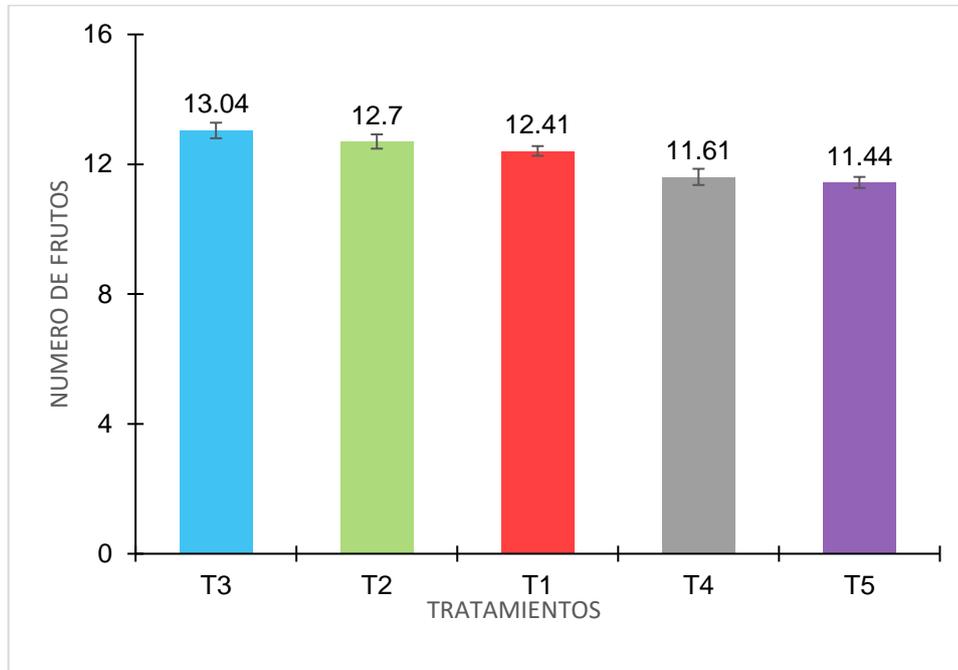
Trat.	$\bar{x}$	Error	Clasificación		
T <sub>3</sub>	13,04	0,24	A		
T <sub>2</sub>	12,70	0,22	A		
T <sub>1</sub>	12,41	0,15	A	B	
T <sub>4</sub>	11,61	0,25		B	C
T <sub>5</sub>	11,44	0,17		B	C

NOTA: Trat: Tratamiento

Según el análisis de comparaciones de medias realizado mediante la prueba de Tukey al 5% y 1% para el número de frutos (Tabla 12), se observó que el tratamiento T<sub>3</sub> (1 500 kg/ha) presentó el mayor promedio con  $13,04 \pm 0,24$  frutos, seguido por el tratamiento T<sub>2</sub> (1 000 kg/ha) con  $12,70 \pm 0,22$  frutos; ambos se ubicaron en el grupo A, sin diferencias significativas entre ellos. Por su parte, el tratamiento T<sub>1</sub> (700 kg/ha) alcanzó un promedio de  $12,41 \pm 0,15$  frutos, clasificándose en el grupo AB, mostrando un comportamiento intermedio. Finalmente, los tratamientos T<sub>4</sub> (2 000 kg/ha) y T<sub>5</sub> (2 500 kg/ha), con promedios de  $11,61 \pm 0,25$  y  $11,44 \pm 0,17$  frutos respectivamente se agruparon en el grupo BC, siendo estadísticamente inferiores respecto a los tratamientos mejor

clasificados. Estos resultados evidencian que los tratamientos T3 y T2 favorecieron en mayor medida la formación de frutos en las plantas evaluadas.

**Figura 6.** Medias para la evaluación del número de frutos en las plantas de tomate



#### 4.2.6. Numero de racimos

**Tabla 13.** Análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de racimos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0.01		
<b>Tratamiento</b>	4	4,89	1,22	5,47	3,84	7,01	0,003	*
<b>Bloque</b>	2	0,41	0,20	0,91	3,46	8,65	0,403	n.s
<b>Error</b>	8	76,85	0,22					
<b>Total</b>	14	82,15						
	S=	0,5	$\bar{x}$ =	3,628		CV=	13,03	

En la tabla 13. del análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de racimos mostraron diferencias significativas (\*) para los tratamientos, el análisis mostró un  $F = 5,47$ ;  $p\text{-valor} < 0,003$ , evidenciando que las diferentes dosis aplicadas generaron efectos significativos en el número de racimos. A nivel de

bloques, se obtuvo un  $F = 0,91$ ,  $p\text{-valor} > 0,403$ , evidenciando el efecto, no mostro diferencia significativa.

La diferencia estadística significativas (\*) entre los tratamientos de diferentes dosis de YaraMila™ COMPLEX en tomate nos indica que, al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, en tal sentido presenta un efecto en el número de racimos.

El coeficiente de variabilidad de 13,03% es considerado según Calzada Benza como muy bueno, lo que nos indica que el número de racimo dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 3,628 y con una desviación estándar de 0,5.

**Tabla 14.** Prueba de comparaciones múltiples (Tukey 0,05) para los tratamientos evaluados

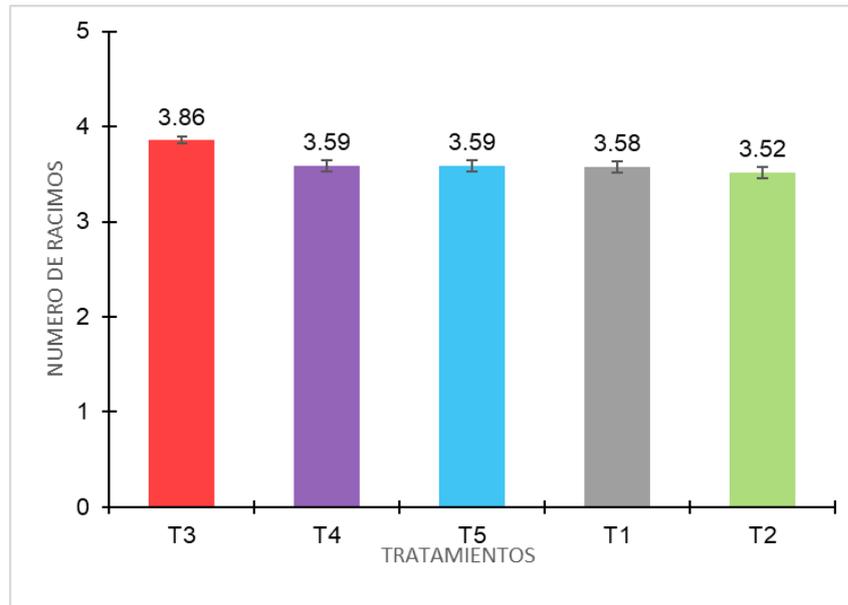
<b>Trat.</b>	$\bar{x}$	<b>Error</b>	<b>Clasificación</b>
T <sub>3</sub>	3,86	0,04	A
T <sub>4</sub>	3,59	0,06	B
T <sub>5</sub>	3,59	0,06	B
T <sub>1</sub>	3,58	0,06	B
T <sub>2</sub>	3,52	0,06	B

NOTA: Trat: Tratamiento.

De acuerdo con el análisis de comparaciones de medias realizado mediante la prueba de Tukey al 5% y 1% para el número de racimos (Tabla 14), el tratamiento T3 (1 500 kg/ha) presentó el mayor promedio, con un valor de  $3,86 \pm 0,04$ , ubicándose en el grupo A, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos. Por otro lado, los tratamientos T4 (2 000 kg/ha), T5 (2 500 kg/ha), T1 (700 kg/ha) y T2 (1 000 kg/ha), con promedios de  $3,59 \pm 0,06$ ;  $3,59 \pm 0,06$ ;  $3,58 \pm 0,06$  y  $3,52 \pm 0,06$  respectivamente, se agruparon en la categoría B, sin diferencias significativas entre ellos, pero siendo inferiores al tratamiento T3.

Estos resultados evidencian que el tratamiento T3 fue el más efectivo para favorecer la formación de racimos en las plantas evaluadas.

**Figura 7.** Medias para la evaluación del número de racimos en las plantas de tomate



#### 4.2.7. Rendimiento del tomate

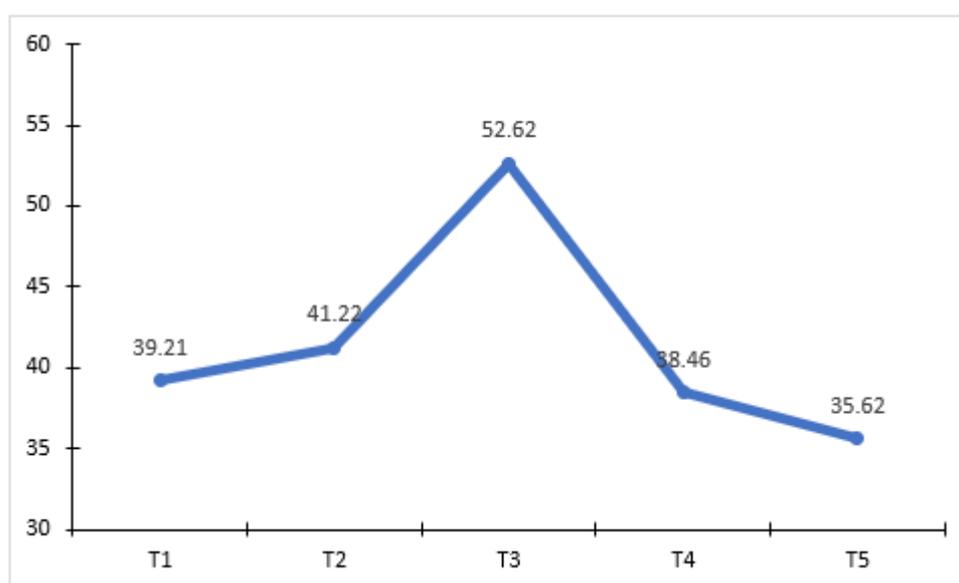
En la tabla 15. Los resultados muestran los pesos de los tomates por planta y los rendimientos (t/ha) de cada tratamiento. Numéricamente en primer lugar está el tratamiento T3 (1 500 kg/ha) con un rendimiento de 52,62 t/ha; en segundo lugar, está el tratamiento T2 (1 000 kg/ha) con un rendimiento de 41,22 t/ha; en tercer lugar, está el tratamiento T1 (700 kg/ha) con un rendimiento de 39.21 t/ha; en cuarto lugar, está el tratamiento T4 (2 000 kg/ha) con un rendimiento de 38,46 t/ha y finalmente está el tratamiento T5 (2 500 kg/ha) con un rendimiento de 35,62 t/ha. Estos resultados demuestran que un aumento de dosis moderado respecto al T1 el T3 hay un incremento en el rendimiento y una dosis en exceso respecto al T1 hay un menor rendimiento.

**Tabla 15.** Rendimiento (T/ha) de los tratamientos

Trat.	Nº DE PLANTAS	Kg/planta	Rendimiento (Kg)	Rendimiento (Kg/ha)	Rendimiento (t/ha)
T <sub>1</sub>	71	1,17615493	83,507	39205,16432	39,21
T <sub>2</sub>	69	1,236695652	85,332	41223,18841	41,22
T <sub>3</sub>	72	1,578513889	113,653	52617,12963	52,62
T <sub>4</sub>	71	1,153732394	81,915	38457,74648	38,46
T <sub>5</sub>	71	1,068661972	75,875	35622,06573	35,62

NOTA: Trat: Tratamiento.

**Figura 8.** Gráfico del rendimiento del cultivo del tomate



#### 4.2.8. Calidad química del fruto

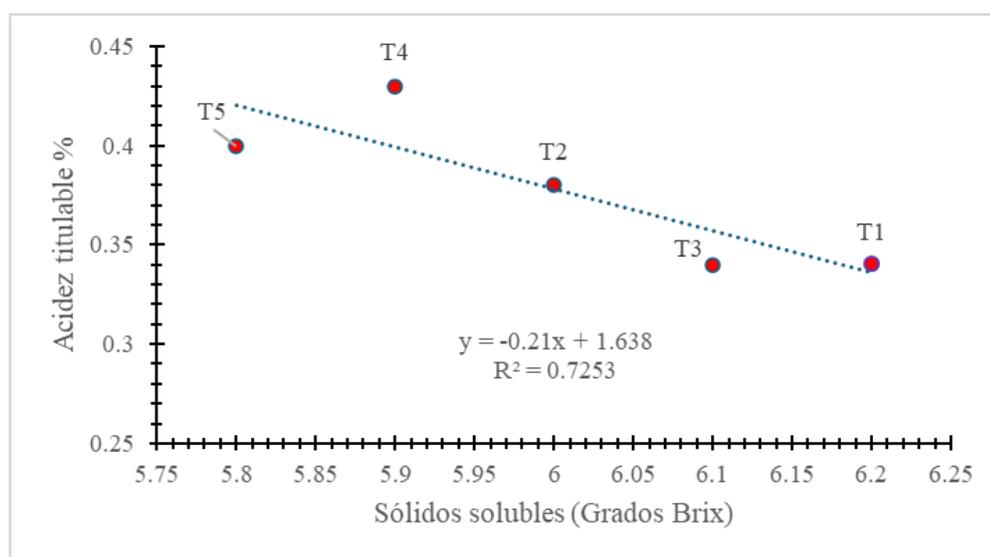
##### A. Sólidos solubles (°Brix) y Acidez titulable (% ácido cítrico)

Los resultados en la tabla (16) y figura (10), muestran los Sólidos solubles (°Brix) y Acidez titulable (% ácido cítrico) de cada tratamiento. Se observó que a mayor Sólidos solubles (°Brix) hay menor Acidez titulable (% ácido cítrico). Los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> tienen mayor Sólidos solubles y menor Acidez titulable y los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> tienen menor Sólidos solubles y mayor acidez titulable.

**Tabla 16.** Parámetros de calidad

TRATAMIENTO	SOLIDOS SOLUBLES (Brix)	ACIDES TITULABLE (% Acido citrico)
T1	6,2	0,34
T2	6,0	0,38
T3	6,1	0,34
T4	5,9	0,43
T5	5,8	0,40

**Figura 9.** Sólidos solubles (°Brix) y Acidez titulable (% ácido cítrico)



**Tabla 17.** Algunas características morfológicas y anatómicas del tomate

Tratamiento	Peso de fruto (gr)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
T1	151,9	67,4	65,45
T2	152	61	68,3
T3	155,9	63,4	63
T4	153	60	65,35
T5	140,3	58,3	66,4

#### 4.3. Prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis estadística de las diferentes variables en estudio se establece:

##### 4.3.1. Hipótesis nula (Ho)

Ho: Todas las medias de los tratamientos son iguales

#### 4.3.2. Hipótesis alterna (Ha)

Ha: Al menos una media de un tratamiento es diferente

#### 4.3.3. Regla de decisión

Si: La  $F_c < F_t$  entonces se dice no existe diferencia estadística significativa y se representa por n.s. (no rechaza la hipótesis nula)

Si: La  $F_c > F_t$  ( $\geq 0,05$ ), Se dice que existe diferencia estadística significativa y se pone un asterisco (\*), rechaza la hipótesis nula.

#### 4.3.4. Prueba de hipótesis de las variables

*Tabla 18. Prueba de hipótesis*

Variable	F calculado (Fc)	F tabular (Ft)	Resultado
Altura de planta	6,87	3,48	Rechazo Ho
Diámetro de tallo	1,11	3,48	No se rechaza Ho
Área foliar	12,45	2,37	Rechazo Ho
Número de flores	2,96	2,37	Rechazo Ho
Número de frutos	15,52	2,37	Rechazo Ho
Numero de racimos	5,47	3,84	Rechazo Ho

#### 4.4. Discusión de resultados

##### 4.4.1. Altura de planta

En cuanto a la altura de planta, los resultados obtenidos muestran diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que la dosis de fertilización aplicada influyó en el crecimiento en altura de las plantas de tomate. El tratamiento T<sub>3</sub>, con una dosis de 1 500 kg/ha de YaraMila™, presentó la mayor altura promedio de 154,61 cm, seguido de cerca por los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> con alturas de 150,63 cm, 150,58 cm y 148,80 cm respectivamente. Sin embargo, el T<sub>5</sub>, con la dosis más alta de fertilizante (2 500 kg/ha), mostró la altura más baja, con un promedio de 144,96 cm, lo que indica que una dosis excesiva podría haber reducido el crecimiento en altura.

Estos resultados son consistentes con estudios previos sobre la influencia de la fertilización en el crecimiento vegetativo de cultivos. Según Cabrera et al. (2017), las dosis moderadas de fertilizante pueden promover un crecimiento óptimo, mientras que dosis excesivas pueden tener efectos negativos, ya que generan un desequilibrio en la absorción de nutrientes, lo que puede alterar el crecimiento de la planta. Específicamente, Gómez et al. (2016) encontraron que dosis muy altas de fertilizante pueden inducir un crecimiento desproporcionado, que a veces resulta en una disminución de la altura debido a un estrés nutricional.

Por otro lado, Méndez et al. (2017) sugieren que, al alcanzar una dosis óptima de fertilización, las plantas responden favorablemente en cuanto a crecimiento vegetativo. Sin embargo, después de cierto punto, el exceso de fertilización puede conducir a la acumulación de sales en el suelo, lo que afecta la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes, reduciendo su crecimiento. En este sentido, los resultados obtenidos en el tratamiento T5 (2 500 kg/ha) son un ejemplo de este fenómeno, ya que el exceso de fertilización parece haber generado una disminución en la altura de la planta.

#### **4.4.2. Diámetro de tallo**

En cuanto al diámetro del tallo, los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los valores promedio de diámetro de tallo oscilan entre 10,23 mm y 12,14 mm, con todos los tratamientos (T1 a T5) agrupados en la misma categoría de letras "A", lo que indica que no hubo variación significativa en el crecimiento del diámetro del tallo debido a las diferentes dosis de YaraMila™ aplicadas.

Este resultado podría estar relacionado con el hecho de que, aunque el fertilizante aplicado influye en el crecimiento general de la planta, el diámetro del

tallo no es tan sensible a las dosis de fertilización en comparación con otras variables como la altura de la planta. Según Farfán et al. (2018), el diámetro del tallo es más dependiente de factores como el manejo del riego, la genética de la planta y las condiciones climáticas, que de las dosis de fertilización por sí solas. En este sentido, las plantas podrían haber respondido de manera similar en cuanto a la acumulación de biomasa en el tallo, independientemente de la dosis de fertilización.

Por otro lado, Serrano et al. (2019) sugieren que el diámetro del tallo es una medida de la capacidad de la planta para acumular recursos y desarrollar estructuras vegetativas robustas, pero este parámetro puede verse más influenciado por otros factores ambientales y de manejo, como la densidad de siembra o la disponibilidad de agua, que por la fertilización en sí. De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible que las dosis aplicadas de YaraMila™ hayan sido adecuadas para promover un crecimiento equilibrado de las plantas, pero sin generar diferencias notables en el diámetro del tallo.

#### **4.4.3. Área foliar**

Los resultados obtenidos evidencian que la fertilización influye significativamente en el desarrollo del área foliar del tomate variedad Río Grande, encontrándose diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 (1 500 kg/ha) presentó la mayor área foliar (20,18 cm<sup>2</sup>), seguido por T1 (700 kg/ha) con un valor similar (19,67 cm<sup>2</sup>), ambos pertenecientes al grupo estadístico A. En contraste, los tratamientos T2 (1 000 kg/ha), T4 (2 000 kg/ha) y T5 (2 500 kg/ha) mostraron menores valores de área foliar (18,32 cm<sup>2</sup>), (17,77 cm<sup>2</sup>) y (17,35 cm<sup>2</sup>) ubicándose en el grupo B. El tratamiento T5 registrando la menor área (17,35 cm<sup>2</sup>).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Gutiérrez et al. (2021) quienes evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada en tomate y encontraron que dosis moderadas de fertilizante favorecen el crecimiento foliar, mientras que dosis excesivas generan una disminución en la biomasa aérea, debido a posibles efectos negativos como el incremento en la salinidad del suelo y el desequilibrio en la absorción de nutrientes. Asimismo, Ramírez y López (2019) señalaron que un exceso de nitrógeno puede reducir la expansión foliar y afectar la eficiencia fotosintética, afectando indirectamente el rendimiento del cultivo.

En un estudio similar, Martínez et al. (2020) encontraron que una fertilización equilibrada con 1 200 a 1 600 kg/ha de fertilizante compuesto promovió un mayor desarrollo foliar en tomate, en comparación con dosis más elevadas, lo cual concuerda con los valores obtenidos en T3 (1 500 kg/ha) en este estudio. Estos autores destacaron que un mayor desarrollo del área foliar permite una mayor captación de radiación y mejora la tasa fotosintética, lo que repercute positivamente en la producción de frutos.

Por otro lado, Pérez et al. (2018) indicaron que dosis elevadas de fertilización, superiores a 2 000 kg/ha, pueden generar toxicidad en las plantas, reduciendo su crecimiento vegetativo y promoviendo el estrés osmótico, lo que podría explicar la menor área foliar registrada en T4 (2 000 kg/ha) y T5 (2 500 kg/ha) en este estudio.

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que una fertilización moderada entre 700 y 1 500 kg/ha de YaraMila™ COMPLEX favorece el crecimiento del área foliar en tomate, mientras que dosis superiores pueden resultar en efectos negativos. Esto resalta la importancia de optimizar la

fertilización para maximizar el crecimiento vegetativo sin generar problemas de salinidad o toxicidad.

#### **4.4.4. Numero de flores**

El análisis del número de flores en tomate variedad Río Grande mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 (1 500 kg/ha) presentó el mayor número promedio de flores (9,39), ubicándose en el grupo estadístico A, lo que sugiere que esta dosis favorece la floración óptima en las plantas. Le siguieron T5 (2 500 kg/ha), T2 (1 000 kg/ha), T1 (700 kg/ha) y T4 (2 000 kg/ha) con valores de 8,40, 8,27, 8,36 y 8,41, respectivamente, ambos en el grupo B, indicando que estas dosis también favorecen la floración, aunque en menor medida que T3.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Gutiérrez et al. (2021), quienes determinaron que dosis moderadas de fertilización mejoran la floración del tomate al proporcionar un equilibrio adecuado de nitrógeno, fósforo y potasio. Según Martínez et al. (2020), una fertilización óptima con 1 400 a 1 600 kg/ha favorece la inducción floral, ya que una deficiencia de nutrientes puede limitar la formación de botones florales, mientras que un exceso puede promover el crecimiento vegetativo en detrimento de la floración.

En contraste, Pérez et al. (2018) encontraron que dosis superiores a 2 000 kg/ha pueden generar efectos adversos en la floración debido a la acumulación de sales en el suelo y el desequilibrio en la absorción de nutrientes esenciales para el desarrollo reproductivo. Este hallazgo concuerda con la menor cantidad de flores observada en T4 (2 000 kg/ha) en el presente estudio.

Por otro lado, Ramírez y López (2019) indicaron que una relación equilibrada entre nitrógeno y potasio es esencial para la floración, ya que un

exceso de nitrógeno puede inducir un mayor crecimiento vegetativo a expensas del desarrollo reproductivo, lo cual podría explicar por qué T1 (700 kg/ha) mostró menor floración, posiblemente por insuficiencia de nutrientes para sostener una mayor producción floral.

#### **4.4.5. Numero de frutos**

El análisis del número de frutos en tomate variedad Río Grande mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 (1 500 kg/ha) y T2 (1 000 kg/ha) obtuvieron el mayor número de frutos (13,04 y 12,17) ubicándose en el grupo estadístico A. Por otro lado, los tratamientos T1 (700 kg/ha), T4 (2 000 kg/ha) y T5 (2 500 kg/ha) registraron los valores más bajos de frutos con 12,41; 11,61 y 11,44, respectivamente. T1 se ubicó en el grupo AB, mientras que T4 y T5 formaron parte del grupo BC, indicando que estas dosis no fueron óptimas para la producción de frutos.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Martínez et al. (2020), quienes encontraron que dosis moderadas de fertilización favorecen la floración y el cuajado de frutos en tomate, mientras que dosis extremas pueden generar efectos negativos. Según Gutiérrez et al. (2021), dosis intermedias de fertilización, entre 1 200 y 1 600 kg/ha, incrementan la producción de frutos debido a un equilibrio adecuado entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo.

En contraste, Pérez et al. (2018) indicaron que una fertilización excesiva, superior a 2 000 kg/ha, puede afectar la producción de frutos debido al aumento en la salinidad del suelo y a la reducción en la eficiencia de absorción de nutrientes. Este hallazgo es consistente con los menores valores obtenidos en T4

y T5, donde el exceso de fertilizante pudo haber inducido estrés en las plantas, afectando la fase de fructificación.

Por otro lado, Ramírez y López (2019) señalaron que un balance adecuado entre nitrógeno, fósforo y potasio es crucial para garantizar una mayor producción de frutos, ya que un exceso de nitrógeno puede promover el desarrollo foliar en detrimento de la producción. Este fenómeno podría explicar el menor número de frutos en T5, donde una mayor cantidad de fertilizante pudo haber favorecido más el crecimiento vegetativo que la producción de frutos.

#### **4.4.6. Numero de racimos**

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el tratamiento T3 (1 500 kg/ha) produjo el mayor número promedio de racimos por planta (3,86), superando a los tratamientos T4 (3,59), T5 (3,59), T1 (3,58) y T2 (3,52). Esta diferencia sugiere que una dosis intermedia de fertilización favorece la emisión de racimos florales, probablemente debido a un balance adecuado de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, que están directamente relacionados con el desarrollo reproductivo del cultivo del tomate.

Este hallazgo coincide con lo reportado por Canales-Almendares et al. (2021), quienes observaron que aplicaciones equilibradas de fertilizantes incrementaron la emisión de estructuras florales y, por ende, el número de racimos en plantas de tomate bajo condiciones de invernadero. Asimismo, Barrios Díaz et al. (2017) señalaron que dosis adecuadas de fósforo tienen un efecto positivo sobre la floración y la ramificación, variables que están estrechamente relacionadas con el número de racimos. Por otro lado, Reyes Pérez et al. (2020) indicaron que la respuesta del cultivo en términos de floración y formación de racimos puede disminuir cuando se utilizan dosis excesivas de

fertilizantes, debido a posibles desequilibrios nutricionales o efectos osmóticos negativos en las raíces.

#### **4.4.7. Producción t/ha**

En cuanto a la producción de tomate, los resultados mostraron una clara diferencia en el rendimiento de los distintos tratamientos. El tratamiento T3 (1 500 kg/ha) presentó la mayor producción con un promedio de 52,62 t/ha, seguido por T2 (1 000 kg/ha) con 41,22 t/ha, T1 (700 kg/ha) con 39,21 t/ha, T4 (2 000 kg/ha) con 38,46 t/ha y, finalmente, T5 (2 500 kg/ha) con la menor producción de 35,62 t/ha.

La respuesta productiva observada en los tratamientos evaluados refleja la existencia de una relación no lineal entre la dosis de fertilización y el rendimiento del cultivo, indicando que el rendimiento máximo se alcanza en dosis intermedias, mientras que dosis más altas resultan en una disminución de la producción. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Marschner (2012), quien señaló que dosis elevadas de fertilizantes pueden generar un efecto de saturación de nutrientes en el suelo, lo que impide su adecuada absorción y genera desbalances nutricionales que afectan negativamente el crecimiento y desarrollo de la planta.

El tratamiento T3, con 1 500 kg/ha, registró el rendimiento más alto, sugiriendo que a esta dosis se logró un equilibrio adecuado entre la oferta de nutrientes y la capacidad de absorción de la planta, favoreciendo un crecimiento vegetativo y reproductivo óptimo. Rodríguez y Castro (2016) también observaron un efecto similar en tomate, destacando que niveles intermedios de fertilización permiten una mayor acumulación de biomasa y una mejor formación de estructuras reproductivas.

En contraste, el rendimiento decreciente en los tratamientos con dosis más altas (T4 y T5) puede atribuirse a un fenómeno de toxicidad por exceso de nutrientes, especialmente de nitrógeno, lo cual ha sido documentado en varios estudios (Hernández et al., 2017). Un suministro excesivo de fertilizante puede inducir un crecimiento vegetativo excesivo perjudicando el desarrollo de los frutos, reduciendo la eficiencia en el uso de los recursos y generando un aumento en la susceptibilidad a enfermedades y estrés ambiental.

Por otro lado, el rendimiento relativamente alto en T2 (41,22 t/ha) comparado con T1 (39,21 t/ha) indica que un incremento moderado de la dosis de fertilizante desde 700 a 1 000 kg/ha podría optimizar la producción sin incurrir en los riesgos asociados a un exceso de nutrientes. Este resultado también es consistente con lo reportado por Gautier et al. (2005), quienes encontraron que la producción de tomate puede incrementarse con dosis moderadas de fertilización, siempre que se mantenga un balance adecuado entre nitrógeno, fósforo y potasio.

#### **4.4.8. Sólidos solubles (°Brix)**

En cuanto a los sólidos solubles presentes en los frutos del tomate, todos los tratamientos no mostraron variaciones mayores entre ellas, siendo menor a 10 %. Numero de tabla 15. Los resultados muestran que el tratamiento con la dosis más baja T1 (700 kg/ha) obtuvo el mayor valor de sólidos solubles con 6,20 °Brix, mientras que el tratamiento con la mayor dosis de fertilizante T5 (2 500 kg/ha) presentó el valor más bajo de 5,80 °Brix. En cuanto a los tratamientos intermedios, se observó una disminución gradual en el contenido de sólidos solubles conforme aumentó la cantidad de fertilizante aplicado: T3 (1 500 kg/ha) alcanzó 6,10 °Brix, T2 (1 000 kg/ha) mostró 6,00 °Brix y T4 (2 000 kg/ha) obtuvo

5,90 °Brix. Estos resultados sugieren una tendencia decreciente en la acumulación de azúcares a medida que la dosis de fertilizante incrementa.

La aplicación de fertilizantes en dosis crecientes no mostró grandes variaciones en el contenido de sólidos solubles en los frutos de tomate bajo las condiciones evaluadas. Si bien el tratamiento T1 registró el mayor valor (6,20 °Brix) y el tratamiento T5 el menor (5,80 °Brix), las diferencias observadas no fueron lo suficientemente grandes para demostrar un impacto diferenciado entre las dosis aplicadas. Este comportamiento es consistente con lo reportado por Hernández et al. (2017), quienes encontraron que un aumento excesivo de fertilización puede no traducirse en un incremento de la calidad de los frutos, ya que el exceso de nutrientes puede ocasionar un desbalance fisiológico y limitar la acumulación de compuestos solubles en el fruto.

Los resultados sugieren que una dosis moderada de fertilizante, como la aplicada en el tratamiento T1, podría ser suficiente para alcanzar un óptimo contenido de sólidos solubles, sin necesidad de incrementar la fertilización. Según Marschner (2012), un exceso de nitrógeno puede incrementar el crecimiento vegetativo a expensas de la calidad del fruto, reduciendo la acumulación de carbohidratos en órganos de almacenamiento como el fruto. Este fenómeno podría explicar la disminución en los sólidos solubles observada a medida que se aumentó la dosis de fertilización en T4 y T5, donde la mayor disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes favoreció un desarrollo excesivo del follaje y una competencia interna por los fotoasimilados.

Dorais et al. (2001) y Rodríguez y Castro (2016) también destacaron que la disponibilidad de nutrientes debe estar equilibrada con el estado fenológico del cultivo y las necesidades específicas de la planta en cada etapa de desarrollo. Un

exceso de fertilizante, especialmente en etapas tempranas, puede inducir un crecimiento vegetativo desproporcionado y afectar la partición de carbohidratos, disminuyendo la calidad final del fruto. En este estudio, la falta de respuesta significativa en los sólidos solubles puede atribuirse a un manejo homogéneo de otros factores, como el riego y la luz, que pudieron haber contrarrestado los posibles efectos positivos de dosis más altas de fertilización.

Es interesante observar que, a pesar de la ausencia de diferencias significativas, los valores absolutos de sólidos solubles tienden a disminuir con el incremento de las dosis de fertilizante. Esto sugiere que dosis excesivas podrían no solo ser innecesarias, sino también contraproducentes para la calidad del fruto. En este contexto, Hernández et al. (2017) y Alvarado et al. (2018) recomiendan que la optimización de la fertilización debería basarse en la capacidad de respuesta específica del cultivar y en el uso de análisis de suelo que permitan ajustar las dosis según las necesidades reales de la planta.

#### **4.4.9. Acidez titulable (% ácido cítrico)**

En cuanto a la acidez titulable del fruto de tomate, se observó que los valores fluctuaron entre 0,34 % y 0,43 %. El tratamiento T4 (2 000 kg/ha) registró el valor más elevado de acidez, con 0,43%, seguido de T5 (2 500 kg/ha) con 0,40 %, y T2 (1 000 kg/ha) con 0,38 %. Por otro lado, los tratamientos con dosis más bajas de fertilización, T1 (700 kg/ha) y T3 (1 500 kg/ha), presentaron los valores de acidez más bajos, 0,34 % y 0,34 %, respectivamente. A pesar de observarse una tendencia creciente en la acidez titulable con el aumento de la dosis de fertilizante, el análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

La ausencia de diferencias significativas en la acidez titulable de los frutos de tomate bajo diferentes dosis de fertilización indica que, bajo las condiciones experimentales del presente estudio, el nivel de fertilización no tuvo un efecto claro sobre este parámetro de calidad. Sin embargo, es relevante considerar las tendencias observadas, donde las dosis más altas (T4 y T5) presentaron valores de acidez superiores a las dosis más bajas (T1 y T3). Este incremento podría explicarse por el hecho de que un suministro elevado de nutrientes, particularmente nitrógeno, tiende a aumentar la concentración de ácidos orgánicos como el cítrico y el málico en los frutos, como lo sugieren Hernández et al. (2017) en estudios similares con cultivos de tomate en invernadero. El aumento en la acidez con mayores dosis de fertilizante podría estar relacionado con el desarrollo vegetativo de las plantas. Según Marschner (2012), un exceso de nitrógeno puede fomentar un crecimiento vegetativo exuberante, lo que a su vez aumenta la competencia por los fotoasimilados y altera el balance de partición de carbohidratos entre el fruto y los órganos vegetativos. Esto podría traducirse en una menor acumulación de azúcares y, por consiguiente, en un incremento relativo de la acidez en los frutos, como se observó en los tratamientos T4 y T5.

No obstante, la falta de significancia estadística sugiere que, aunque existe una tendencia, los resultados no pueden ser atribuidos exclusivamente a la variación en las dosis de fertilización. Este comportamiento podría explicarse por la influencia de otros factores ambientales que no fueron controlados estrictamente en el experimento, tales como la distribución del agua en el suelo, la variabilidad climática y las diferencias en el estado fenológico de las plantas. Dorais et al. (2001) mencionan que la acidez en frutos de tomate es altamente dependiente de las condiciones de manejo, como la frecuencia de riego y la

intensidad lumínica, lo que podría enmascarar los efectos directos de la fertilización.

Además, la tendencia observada en el presente estudio concuerda con lo reportado por Rodríguez y Castro (2016), quienes indicaron que una mayor fertilización tiende a incrementar la acidez, aunque la magnitud de este efecto puede variar según el estado nutricional inicial de las plantas y las características del suelo. En su estudio, la acidez alcanzó niveles máximos con dosis elevadas de fertilizante, pero estos incrementos no se reflejaron en una mejora general de la calidad del fruto. El comportamiento observado también coincide con los hallazgos de Gautier et al. (2005), quienes observaron que la relación entre el nivel de fertilización y la acidez no es lineal, sino que depende de múltiples interacciones entre la nutrición mineral y las condiciones de crecimiento. Los autores señalaron que un exceso de nutrientes podría inducir una síntesis de ácidos como mecanismo compensatorio frente al estrés causado por un desbalance nutricional, lo que podría explicar el aumento de acidez en T4 y T5.

Por otro lado, se ha reportado que la variación en las dosis de fertilizantes no solo afecta el rendimiento, sino también la calidad nutricional y antioxidativa de los frutos (Lester et al., 2010). Esto indica que un enfoque integral que considere tanto la cantidad como la proporción de los fertilizantes es clave para la sostenibilidad de los sistemas de producción de tomate (Hartz et al., 2005).

## CONCLUSIONES

Se concluye que el T3 con dosis de 1500 kg/ha de YaraMila™ es la más adecuada para mejorar el rendimiento del cultivo de tomate con 52,62 t/ha en las condiciones de Villa Rica, logrando un equilibrio entre el aporte nutricional y la absorción eficiente por parte de las plantas bajo las características del suelo con pH 5,2 M.O. de 7,32 %, K 169 ppm, textura franco arcilloso ideal para este cultivo. A medida que se incrementó la dosis de fertilización por encima de 1 500 kg/ha de YaraMila™ la producción disminuyó de manera significativa, los tratamientos con las dosis más altas T4 con 2 000 kg/ha y T5 con 2 500 kg/ha obtuvieron los rendimientos más bajos con 38,46 y 35,62 t/ha, respectivamente. Este comportamiento sugiere un efecto negativo del exceso de fertilización, que podría estar relacionado con un desbalance nutricional o toxicidad por acumulación de nutrientes en el suelo. El T3 tiene la siguiente composición: 186.1 Kg de N, 164 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 272 Kg de K<sub>2</sub>O, 306Kg de CaO, 40 Kg de MgO, 120Kg de S, 0.23Kg de B, 3Kg de FeO, 0.3Kg de MnO y 0.3 Kg de ZnO

En cuanto a la calidad de los frutos, si bien no se encontraron diferencias significativas en los sólidos solubles ni en la acidez titulable, se identificó una correlación negativa, también llamada correlación inversa, para las variables de sólidos soluble (°Brix) y acidez titulable (%) donde los °brix aumenta T1 = 6,2, T2 = 6,0, T3 = 6,1 mientras la acidez disminuye T1 = 0,34, T2 = 0,38 y T3 = 0,34, y viceversa en los tratamientos con dosis más altas en grados °brix T4=5,9 y T5=5,8 y en la acidez T4 = 0,43 y T5=0,40 , lo cual podría impactar en la calidad organoléptica del fruto y su aceptación en el mercado.

En conclusión, el mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T3 con dosis de 1 500 kg/ha de YaraMila™ con 52,62 t/ha y con 6,1 grados brix y 0,34 acidez titulable,

longitud 63 mm, diámetro 63.40 mm y peso de fruto 155.9 gr bajo condiciones de suelo y clima en Villa Rica.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda profundizar en el estudio de la interacción entre las dosis de fertilizante y otros factores de manejo, como la época de establecimiento en época de lluvia y época de sequía para desarrollar estrategias integradas que optimicen el uso de fertilizantes y promuevan un cultivo de tomate más sostenible y rentable.

Además de probar fertilizantes compuestos con buena dosis de nitrógeno, fósforo y potasio adicionar compuestos o fertilizantes que contengan calcio, magnesio y azufre en dosis adecuadas para este y/o otros cultivos, pero queremos poner hincapié que un elemento determinante en la producción llamado boro debe incluirse como una obligación para obtener rendimientos que dupliquen la cosecha que hemos obtenido en esta investigación.

Aunque no se observaron diferencias significativas en los parámetros de calidad (sólidos solubles y acidez titulable), se recomienda realizar un monitoreo continuo de estos atributos a fin de garantizar la uniformidad y calidad de los frutos producidos, especialmente en escenarios de fertilización intensiva. Además, el estudio de otros factores de calidad como el contenido de licopeno y vitamina C podría proporcionar una evaluación más completa del impacto de las dosis de fertilizante en la calidad organoléptica y nutricional.

Se recomienda validar los resultados del presente estudio en diferentes condiciones de suelo sobre todo suelos ácidos y con contenido de materia orgánica de valores menores de 4% y con más bajo contenido de potasio total y potasio cambiante para evaluar la consistencia de la dosis óptima de fertilizante bajo diferentes condiciones climáticas y zonas por altitud. Dicha validación permitiría ajustar las recomendaciones según las características locales y asegurar una adopción efectiva de las prácticas propuestas por parte de los productores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J., Pérez, L., & Moreno, H. (2018). Manejo del riego y su influencia en la calidad de frutos de tomate. *Journal of Horticultural Science*, 45(3), 345 - 353. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/handle/10521/5085>
- Amaya, B. J. (2021). *Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento y mancha foliar del cultivo de Solanum lycopersicum en Pichanaki*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7697>
- Baltazar, B. I. (2018). *Rendimiento y calidad en tomate (Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1) empleando cuatro láminas de riego*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3220>
- Barrera, L. (1994). La fertilidad de los suelos de climas fríos y fertilización de los cultivos. En F. Silva (Ed.). *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*, 2(1), 12 – 17. <http://hdl.handle.net/11348/4922>
- Barrios Díaz, J. M., Suárez Blanco, B., Cruz Romero, W., Barrios Díaz, B., Vázquez Huerta, G., Ibáñez Martínez, A., & Moreno Velázquez, D. (2017). Fertilización fosfatada en rendimiento y calidad de tomate en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 897 – 904. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.628>
- Baudoin, A. (2017). *Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas*. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (Bolivia). Dirección General de Producción Agropecuaria y Soberanía Alimentaria. <https://www.bivica.org/files/tomate-manual-tecnico.pdf>

- Brady, N.C., & Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. 14th Edition. Prentice Hall. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19861907639>
- Bravo, F. F. (2009). *Estudio de tres niveles de humus de lombriz en la producción de tomate (*lycopersicum sculentum*, mill) var. Rio Grande en Sanibeni – Mazamari*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1895>
- Cabrera, L. (2019). *Caracterización morfoagronómica de tres híbridos foráneos de tomate (*solanum lycopersicum* L.) en condiciones de cultivo protegido tropical*. [Tesis de Pregrado, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas]. Repositorio institucional UCLV. <https://www.uclv.edu.cu/tag/repositorio/>
- Canales-Almendares, J. E., Borrego-Escalante, F., Narváez-Ortiz, W. A., González-Morales, S., & Benavides-Mendoza, A. (2021). Impacto de diferentes fertilizantes en la solución del suelo y el crecimiento de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(26), 105 – 117. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i26.2941>
- Cadenas, F., (2003) El cultivo protegido del tomate. En: *Técnicas de producción en cultivos protegidos* (ed. Camacho, F.F.). Volumen 212. Cap Rural Intermediterránea, Cajamar, Almería. Ed. Mundi-Prensa. 481-537.
- Castagnino, A. M. (2008). *Manual de cultivos hortícolas innovadores*. 3ra ed. Editorial Mundi - Prensa. <https://www.agricolajerez.com/es/product/manual-de-cultivos-hortícolas-innovadores>
- Cherlinka, V. (2024). Tipos De Fertilizantes Y Cómo Elegir El Adecuado. doi:<https://eos.com/es/blog/tipos-de-fertilizantes/>

- Dorais, M., Papadopoulos, A. P., & Gosselin, A. (2001). Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Reviews*, 26(2), 239 - 319.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470650806.ch5>
- Du, Q.-J., Xiao, H.-J., Li, J.-Q., Zhang, J.-X., Zhou, L.-Y., y Wang, J.-Q. (2021). *Efectos de diferentes tasas de fertilización en el crecimiento, el rendimiento, la calidad y la productividad parcial de los factores de tomate bajo riego por gravedad sin presión*. *PloS One* , 16 (3), e0247578.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247578>
- EMR. (2025). Mercado de Tomate en América Latina. Informe de expertos.  
doi:<https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-tomate-en-america-latina#:~:text=El%20mercado%20latinoamericano%20del%20tomate,millones%20de%20toneladas%20en%2020234>.
- Escalona, R., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., y Martin, A. (2009). *Manual de cultivo de tomate*. 5ta ed. Editorial Mundi - Prensa.  
[https://www.academia.edu/14057757/MANUAL\\_DE\\_CULTIVO\\_DE\\_TOMATE](https://www.academia.edu/14057757/MANUAL_DE_CULTIVO_DE_TOMATE)
- Esteban, K. R. (2020). *Efecto de la fertilización en drench en el cultivo de Solanum lycopersicum en Pichanaqui* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/7074>
- FAO. (2017). *World Fertilizer Trends and Outlook to 2020*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/42d5a668-f44c-4976-8540-8efdb0f4d17b/content>

- Felipe, E.F., & Casanova, O.E. (2000). Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in alluvial bank soils of the Guarico river. *Revista-Unelles-de-Ciencia-y-Tecnologia, Produccion Agricola*, 17(1), 21–44. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20000311235>
- Fornaris, G. J. (2005). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento. Características de la Planta*. Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate. Estación experimental agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas. Universidad de Puerto Rico, San Juan - Puerto Rico. <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Character%C3%ADsticas-de-la-Planta-v2007.pdf>
- García, C.G. (2019). Impacto de la fertilización balanceada en el rendimiento de cultivos hortícolas: un enfoque agroecológico. *Revista de Agronomía y Producción*, 34(2), 123 - 135. [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_agro/article/view/28253](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/28253)
- García, M., Rodríguez, P., & Torres, J. (2021). Efecto de la fertilización en el cuajado de frutos y rendimiento en tomate. *Revista de Agricultura y Nutrición Vegetal*, 10(3), 203 - 210. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60927902006.pdf>
- Gargurevich, G. (2018). Reinventar el cultivo del tomate. *Redagricola*, 6(1), 41 - 47. <https://www.redagricola.com/pe/reinventar-el-cultivo-del-tomate/>
- Gautier, H., Diakou-Verdin, V., Benard, C., Reich, M., Buret, M., Bourgaud, F., & Bertin, N. (2005). How does tomato quality (sugar, acid, and nutritional quality) vary with ripening stage, temperature, and irradiance? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2756 - 2762. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf072196t>
- González-Fuentes, J. A., Lozano-Cavazos, C. J., Preciado-Rangel, P., Troyo-Diéguez, E., Rojas-Duarte, A., y Rodríguez-Ortiz, J. C. (2021). Fertilización orgánica contra

- convencional en el rendimiento, atributos morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante. *Revista terra latinoamericana*, 39(2), 98 - 107. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.897>
- Gonzales, J. A. (2016). *Respuesta de la fertilización de NPK en el cultivo del tomate (lycopersicum esculentum), var. Rio Grande, en función al rendimiento en la provincia de Lamas – San Martín* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Repositorio institucional UNSM. <http://hdl.handle.net/11458/619>
- González, R. P. (2019, marzo). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Polo del conocimiento*, 9(3), 1671 - 1688. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i3.6741>
- Gómez, L. & Ramírez, A. (2017). Efectos de la sobrefertilización en el crecimiento y desarrollo de plantas hortícolas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 8(1), 45 - 52. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7184>
- Graham, P., Martin, R.J., & White, T. (2013). Maximizing Yield: An Analysis of Yield Performance in Different Cropping Systems. *Journal of Crop Science*, 52(7), 801 - 810. <https://www.springernature.com/gp/open-research/about/the-fundamentals-of-open-access-and-open-research>
- Gutiérrez, M., Isla, R., Muñoz, F., Orús, F., Pérez, M., Quílez, D., Sin, E., & Yagüe, M. R. (2006). *Fertilización nitrogenada: Guía de actualización*. Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura y Alimentación. Recuperado de [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105\\_11.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf)
- Hartz, T.K., Johnstone, P.R., Miyao, E.M., & Davis, R.M. (2005). Nitrogen management in processing tomato: Impact of drip irrigation timing and soil fertility on yield and fruit quality. *HortScience*, 40(6), 1879 - 1884.

<https://www.proquest.com/openview/b478836ef103abaefcaab3c3a845bf74/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Hernández, M., García, R., & García, R. (2017). Efecto del potasio en la calidad de frutos de tomate bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica*, 35(2), 123 - 131. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282023000200016&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282023000200016&script=sci_arttext)

Herrera, F. (2013). *Efecto de dos dosis de fosfocompost en el rendimiento y calidad de Lycopersicum esculentum Mill Var. Rio Grande en Pampas Mocupe – Lambayeque* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional UNITRU. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7642>

Huaman M. J., y Mamani N. Z. (2019). *El efecto de cuatro dosis de fertilización química y orgánica en el rendimiento del cultivo de caigua (Cyclanthera pedata L.), en el Distrito de Monobamba* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1749>

ITC. (2025). La importancia de la fertilización en los cultivo. [doi:https://www.itc.es/es/fertilizacion-eficiente-cultivo/#](https://www.itc.es/es/fertilizacion-eficiente-cultivo/#)

Jaramillo, N. P. J., Rodríguez, V. P., Guzmán, A. M., y Zapata, M. A. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicum esculentum*, Mill). *Corporación colombiana de investigación agropecuaria – Agrosavia*, 2(1), 27 – 36. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1224>

Jaramillo, N. J., Rodríguez, V. P., Guzmán, A. M., y Zapata, M. A. (2007). Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. *Corporación colombiana de investigación agropecuaria – Agrosavia*, 4(2), 37 – 43. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1224>

- Jiménez, B., & García-Seminario, R. (2018). Influencia del potasio en el rendimiento y calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Manglar*, 14(2), 125-131.
- Leitón, I. Y. M. (2020). *Evaluación bajo invernadero de fuentes de fertilización orgánica y química en tomate riñón (Solanum lycopersicum Mill.), en Pichincha*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20691>
- Lester, G.E., Jifon, J.L., & Makus, D.J. (2010). Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: A condensed and concise review of the literature. *Better Crops with Plant Food*, 94(1), 18-21. [http://eeca-en.ipni.net/ipniweb/region/eecaen.nsf/0/69F4F2205C1B59EE8525803E0031DF67/\\$FILE/K\\_booklet\\_ENG\\_site.pdf#page=12](http://eeca-en.ipni.net/ipniweb/region/eecaen.nsf/0/69F4F2205C1B59EE8525803E0031DF67/$FILE/K_booklet_ENG_site.pdf#page=12)
- López, M. L. M. (2017). *Manual técnico del cultivo del tomate Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>
- López, S. (2012). *Efecto de fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento y calidad de tomate variedad Rio Grande* [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio institucional UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/44112?show=full>
- Marschner, H. (2012). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, 3rd ed. [ciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants](https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants)
- Martínez, B. (2023). Dosis de roca fosfórica en la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.), en suelos ácidos, Alto Huallaga – Tocache

<https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/05da0207-40e4-410e-8ab9-36c5c71ae2a2/content>

- Martínez-Sías, A., Mendoza-Pérez, J. A., & García-Hernández, J. L. (2020). Rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum*) en función de la aplicación de fosfito de potasio. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(2), 333 - 344. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342020000200333&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342020000200333&script=sci_arttext)
- Meza, A. G. (2000). Estimación de las necesidades hídricas del tomate. *Terra Latinoamericana*, 18(1), 45 - 50. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318105.pdf>
- MIDAGRI. (2021). Semana Nacional de frutas y verduras. doi:<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828921/Dossier%20Tomate.pdf>
- MIDAGRI. (2024). Boletín de producción Anual. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anauales/4-agricola>
- Molina, L., Rodríguez, S., Montero, L., & Paneque, L. Y. (2023). *Efecto de dosis diferenciadas de NPK sobre tomate*. Obtenido de <file:///C:/Users/ELI/Downloads/AGRICULTURAMedioambienteYEducacion.pdf>
- Moreno, C., Sánchez, F., & Delgado, J. (2020). Impacto del manejo nutricional en la actividad hormonal y cuajado de frutos en tomate. *Agricultural Sciences*, 11(2), 178 - 185. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1646>
- Nnabude, P.C., Nweke, I.A., & Nsoanya, L.N. (2014). Response of three varieties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) to liquid organic fertilizers (alfa life) and inorganic fertilizer (NPK 20: 10: 10) and for soil improvements. *European*

- Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1(1), 32 – 41.  
<https://scholar.google.com.mx/citations?user=yBDazXsAAAAJ&hl=es&oi=sra>
- Nuez, F. (1995). *El Cultivo del tomate*. Mundi Prensa Libros.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=298619>
- Oliveira Da Silva, H., Augusto van Tol de Castro, T., Carlos Huertas Tavares, O., Fernandes Rodrigues, N., Zonta, E., Azevedo Santos, L., & Calderín García, A. (2023). Humic foliar application as sustainable technology for improving the growth, yield, and abiotic stress protection of agricultural crops. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(8), 493 - 513.  
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.05.001>
- Palomo, I., Moore-Carrasco, R., Carrasco, G., Villalobos, P., y Guzmán, L. (2010). Tomato consumption prevents the development of cardiovascular events and cancer: *Epidemiologic antecedents and action mechanisms*. *Idesia*, 28(3), 121-129. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20123043507>
- Pérez, A., Morales, G., & Cortés, H. (2016). Influencia del balance de nutrientes en la eficiencia reproductiva de cultivos de tomate. *Journal of Plant Nutrition*, 39(5), 661 - 671.  
<http://repositorio.plantnutrition.mx:8080/xmlui/handle/123456789/49342>
- Pérez, E. D. K. (2014). *Evaluación del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en La Molina*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria La Molina]. Repositorio institucional La Molina.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2340>
- Pérez, M., Quílez, D., Sin, E., & Yagüe, M. R. (2018). *Fertilización nitrogenada: Guía de actualización*. Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura y

Alimentación.

[https://citarea.cita-](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf)

[aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105\\_11.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf)

- Ramírez, P., & López, J. (2019). Efecto de la fertilización sobre el rendimiento y calidad del tomate. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 45 - 56.  
<https://www.redalyc.org/journal/2631/263150548008/html/>
- Rijal, R., Kumar, A., Maity, P., Bisoyi, S., Chattarjee, S., y Nelli, R. (2021). Effect of bio-manures on growth and development of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(1), 119 - 135.  
[https://www.researchgate.net/publication/349761212\\_EFFECT\\_OF\\_BIO-MANURES\\_ON\\_GROWTH\\_AND\\_DEVELOPMENT\\_OF\\_TOMATO\\_Solanum\\_lycopersicum\\_L\\_A\\_REVIEW](https://www.researchgate.net/publication/349761212_EFFECT_OF_BIO-MANURES_ON_GROWTH_AND_DEVELOPMENT_OF_TOMATO_Solanum_lycopersicum_L_A_REVIEW)
- Rincón, M. H. (2003). *Calidad y producción de tomate bola (lycopersicon esculentum mill.) bajo el sistema de cultivo sin suelo*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio institucional UAAAAN.  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1281>
- Reyes Pérez, J. J., Enríquez Acosta, E. A., Ramírez Arrebato, M. Á., Zuñiga Valenzuela, E., Lara Capistrán, L., & Hernández Montiel, L. G. (2020). Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3), 457 - 465.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2392>
- Roca Molina, G. A. (2024). Niveles de biosílice, boro y zinc foliar en el rendimiento y calidad de tomate cherry (*Lycopersicum esculentum*) var. cerasiforme. Ayacucho-2022.
- Rodríguez, E., & López, F. (2018). Evaluación del uso de fertilizantes en la producción y calidad de tomate bajo condiciones controladas. *Horticultura Internacional*,

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/0763948f-fa8a-4074-b1b1-2b3b1491e02c/content>

Rodríguez, V. H., y Morales, J. L. (2007). *Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) contra el ataque del complejo Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*, *Gennadius*) - Geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2023>

Rodríguez, J. & Castro, R. (2016). Efecto de la estructura del suelo en la absorción de nutrientes en tomate. *Revista de Suelos y Nutrición Vegetal*, 12(1), 34 - 42. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342020000400699&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342020000400699&script=sci_arttext)

Rodríguez, R. R., Tabares, R. J. M., y Medina, S.J. J. A. (2001). *Cultivo moderno del tomate*. 2da ed. Ediciones Mundi Prensa. <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788471146403/cultivo-moderno-del-tomate>

Salama, A.A., Nashwa, A.I.A., & El-Sayed, H.E.K. (2017). Effect of deficit irrigation levels and NPK fertilization rates on tomato growth, yield and fruit quality. *Middle East Journal of Agricultural Research*, 6(3), 587 – 604. <https://www.curreweb.com/mejar/mejar/2017/587-604.pdf>

Santana, F. B. (2015). *Fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.)* [Tesis de Pregrado, Universidad de las fuerzas armadas – ESPE]. Repositorio institucional ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10234>

- Silva, C., Andrade, V., & Fernández, J. (2019). Nutrición balanceada para mejorar la calidad y rendimiento en cultivos de tomate. *Revista de Horticultura y Nutrición*, 12(4), 321 - 330. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/3064>
- Singh, A., Singh, N. B., Afzal, S., Singh, T., y Hussain, I. (2018). Zinc oxide nanoparticles: A review of their biological synthesis, antimicrobial activity, uptake, translocation and biotransformation in plants. *Journal of Materials Science*, 53(1), 185 - 201. <https://doi.org/10.1007/s10853-017-1544-1>
- Terry et al. (2018). Efecto de diferentes manejos nutricionales sobre el rendimiento y calidad de. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n2/1021-7444-am-29-02-00389.pdf>
- Tighchelaar, E. (2000). *Plagas y enfermedades del tomate*. Editorial Mundi - Prensa. <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169925874007.pdf>
- Tswana, M.N., & Olaniyi, J.O. (2016). Effects of mineral fertilizers on growth and fruit yield of tomato variety (*Lycopersicon lycopersicum* Mill) in the Southern Guinea Savanna Zone of Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 2(9), 147 – 153. <http://pearlresearchjournals.org/journals/jasft/index.html>
- Turhan, A. y Özmen, N. (2021). *Efectos de los tratamientos con fertilizantes químicos y orgánicos sobre las características de rendimiento y calidad del tomate industrial*. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 213-221. <https://doi.org/10.33462/jotaf.741367>
- Uddling, J., Gelang-Alfredsson, J., Piikki, K., & Pleijel, H. (2007). Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis Research*, 91(1), 37 – 46. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11120-006-9077-5>

- Ugas, R., Siura, S., Delgado De La Flor, F., Casas, A., y Toledo, J. (2000). *Programa de Hortalizas*. Universidad Nacional Agraria La Molina.  
<http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Datosbasicos.html>
- Vallejo, C. F. A., y Estrada, S. E. I. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Universidad Nacional de Colombia.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52005>
- VERDESIAN. (2025). Nutrientes esenciales para las plantas. Obtenido de  
<https://vlsci.com/blog/essential-plant-nutrients/>
- Wilches-Rojas, F. A., Álvarez-Herrera, J. G., y Balaguera-López, H. E. (2008). Tamaños de alvéolo y diferentes láminas de riego en obtención de plántulas de tomate. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(2), 4 - 9.  
<https://doi.org/10.31910/rudca.v11.n2.2008.631>
- Von Haeff, J. N. M. (1983). Manuales para educación agropecuaria. Área: *Producción Vegetal*, 16(1), 9 - 53. <https://uniquindio.metacatalogo.org/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14774>
- Xiukang, W., & Yingying, X. (2016). Evaluation of the effect of irrigation and fertilization by drip fertigation on tomato yield and water use efficiency in greenhouse. *International Journal of Agronomy*, 6(3), 1 - 10.  
<https://doi.org/10.1155/2016/3961903>
- Yara Perú. (2017). YaraMila COMPLEX. <https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/productos/yaramila/yaramila-complex/>
- Yara Perú. (2021). Incrementar el rendimiento del tomate.  
<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/tomate2/incrementar-el-rendimiento-del-tomate/>

## **ANEXOS**

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### Fichas de recolección de datos

*Ficha de recolección de datos del bloque I altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, racimo, flor y fruto procesados en Excel*

BLOQUE	TRA.	REP.	ALTURA (cm)	DIAMETR O (mm)	AREA FOLIAR	RACIMO	FLOR	FRUTO
I	T1	1						
I	T1	2						
I	T1	3						
I	T1	4						
I	T1	5						
I	T1	6						
I	T1	7						
I	T1	8						
I	T1	9						
I	T1	10						
I	T1	11						
I	T1	12						
I	T1	13						
I	T1	14						
I	T1	15						
I	T1	16						
I	T1	17						
I	T1	18						
I	T1	19						
I	T1	20						
I	T1	21						
I	T1	22						
I	T1	23						
I	T1	24						
I	T2	1						
I	T2	2						
I	T2	3						
I	T2	4						
I	T2	5						
I	T2	6						
I	T2	7						
I	T2	8						
I	T2	9						
I	T2	10						
I	T2	11						
I	T2	12						
I	T2	13						
I	T2	14						

I	T2	15						
I	T2	16						
I	T2	17						
I	T2	18						
I	T2	19						
I	T2	20						
I	T2	21						
I	T2	22						
I	T2	23						
I	T2	24						
I	T3	1						
I	T3	2						
I	T3	3						
I	T3	4						
I	T3	5						
I	T3	6						
I	T3	7						
I	T3	8						
I	T3	9						
I	T3	10						
I	T3	11						
I	T3	12						
I	T3	13						
I	T3	14						
I	T3	15						
I	T3	16						
I	T3	17						
I	T3	18						
I	T3	19						
I	T3	20						
I	T3	21						
I	T3	22						
I	T3	23						
I	T3	24						
I	T4	1						
I	T4	2						
I	T4	3						
I	T4	4						
I	T4	5						
I	T4	6						
I	T4	7						
I	T4	8						
I	T4	9						
I	T4	10						
I	T4	11						
I	T4	12						

I	T4	13						
I	T4	14						
I	T4	15						
I	T4	16						
I	T4	17						
I	T4	18						
I	T4	19						
I	T4	20						
I	T4	21						
I	T4	22						
I	T4	23						
I	T4	24						
I	T5	1						
I	T5	2						
I	T5	3						
I	T5	4						
I	T5	5						
I	T5	6						
I	T5	7						
I	T5	8						
I	T5	9						
I	T5	10						
I	T5	11						
I	T5	12						
I	T5	13						
I	T5	14						
I	T5	15						
I	T5	16						
I	T5	17						
I	T5	18						
I	T5	19						
I	T5	20						
I	T5	21						
I	T5	22						
I	T5	23						
I	T5	24						

*Ficha de recolección de datos del bloque II altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, racimo, flor y fruto procesados en Excel*

BLOQUE	TRA.	REP.	ALTURA (cm)	DIAMETRO (mm)	AREA FOLIAR	RACIMO	FLOR	FRUTO
II	T1	1						
II	T1	2						
II	T1	3						
II	T1	4						
II	T1	5						
II	T1	6						
II	T1	7						
II	T1	8						
II	T1	9						
II	T1	10						
II	T1	11						
II	T1	12						
II	T1	13						
II	T1	14						
II	T1	15						
II	T1	16						
II	T1	17						
II	T1	18						
II	T1	19						
II	T1	20						
II	T1	21						
II	T1	22						
II	T1	23						
II	T1	24						
II	T2	1						
II	T2	2						
II	T2	3						
II	T2	4						
II	T2	5						
II	T2	6						
II	T2	7						
II	T2	8						
II	T2	9						
II	T2	10						
II	T2	11						
II	T2	12						
II	T2	13						
II	T2	14						
II	T2	15						
II	T2	16						
II	T2	17						
II	T2	18						

II	T2	19						
II	T2	20						
II	T2	21						
II	T2	22						
II	T2	23						
II	T2	24						
II	T3	1						
II	T3	2						
II	T3	3						
II	T3	4						
II	T3	5						
II	T3	6						
II	T3	7						
II	T3	8						
II	T3	9						
II	T3	10						
II	T3	11						
II	T3	12						
II	T3	13						
II	T3	14						
II	T3	15						
II	T3	16						
II	T3	17						
II	T3	18						
II	T3	19						
II	T3	20						
II	T3	21						
II	T3	22						
II	T3	23						
II	T3	24						
II	T4	1						
II	T4	2						
II	T4	3						
II	T4	4						
II	T4	5						
II	T4	6						
II	T4	7						
II	T4	8						
II	T4	9						
II	T4	10						
II	T4	11						
II	T4	12						
II	T4	13						
II	T4	14						
II	T4	15						
II	T4	16						

II	T4	17						
II	T4	18						
II	T4	19						
II	T4	20						
II	T4	21						
II	T4	22						
II	T4	23						
II	T4	24						
II	T5	1						
II	T5	2						
II	T5	3						
II	T5	4						
II	T5	5						
II	T5	6						
II	T5	7						
II	T5	8						
II	T5	9						
II	T5	10						
II	T5	11						
II	T5	12						
II	T5	13						
II	T5	14						
II	T5	15						
II	T5	16						
II	T5	17						
II	T5	18						
II	T5	19						
II	T5	20						
II	T5	21						
II	T5	22						
II	T5	23						
II	T5	24						

*Ficha de recolección de datos del bloque III altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, racimo, flor y fruto procesados en Excel.*

BLOQUE	TRA.	REP.	ALTURA (cm)	DIAMETRO (mm)	AREA FOLIAR	RACIMO	FLOR	FRUTO
III	T1	1						
III	T1	2						
III	T1	3						
III	T1	4						
III	T1	5						
III	T1	6						
III	T1	7						
III	T1	8						
III	T1	9						
III	T1	10						
III	T1	11						
III	T1	12						
III	T1	13						
III	T1	14						
III	T1	15						
III	T1	16						
III	T1	17						
III	T1	18						
III	T1	19						
III	T1	20						
III	T1	21						
III	T1	22						
III	T1	23						
III	T1	24						
III	T2	1						
III	T2	2						
III	T2	3						
III	T2	4						
III	T2	5						
III	T2	6						
III	T2	7						
III	T2	8						
III	T2	9						
III	T2	10						
III	T2	11						
III	T2	12						
III	T2	13						
III	T2	14						
III	T2	15						
III	T2	16						
III	T2	17						
III	T2	18						

III	T2	19						
III	T2	20						
III	T2	21						
III	T2	22						
III	T2	23						
III	T2	24						
III	T3	1						
III	T3	2						
III	T3	3						
III	T3	4						
III	T3	5						
III	T3	6						
III	T3	7						
III	T3	8						
III	T3	9						
III	T3	10						
III	T3	11						
III	T3	12						
III	T3	13						
III	T3	14						
III	T3	15						
III	T3	16						
III	T3	17						
III	T3	18						
III	T3	19						
III	T3	20						
III	T3	21						
III	T3	22						
III	T3	23						
III	T3	24						
III	T4	1						
III	T4	2						
III	T4	3						
III	T4	4						
III	T4	5						
III	T4	6						
III	T4	7						
III	T4	8						
III	T4	9						
III	T4	10						
III	T4	11						
III	T4	12						
III	T4	13						
III	T4	14						
III	T4	15						
III	T4	16						

III	T4	17						
III	T4	18						
III	T4	19						
III	T4	20						
III	T4	21						
III	T4	22						
III	T4	23						
III	T4	24						
III	T5	1						
III	T5	2						
III	T5	3						
III	T5	4						
III	T5	5						
III	T5	6						
III	T5	7						
III	T5	8						
III	T5	9						
III	T5	10						
III	T5	11						
III	T5	12						
III	T5	13						
III	T5	14						
III	T5	15						
III	T5	16						
III	T5	17						
III	T5	18						
III	T5	19						
III	T5	20						
III	T5	21						
III	T5	22						
III	T5	23						
III	T5	24						

Análisis Físico Del Suelo de la UNALM

## ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante	: BEYSETH DELGADO ALVAREZ																						
Departamento	: PASCO											Provincia	: OXAPAMPA										
Distrito	: VILLA RICA											Predio	:										
Referencia	: H.R. 84705-277C-24											Fact.:	12351			Fecha	: 24/01/2025						

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
14728		4.09	0.11	0.00	7.32	1.6	169	44	27	29	Fr.Ar.	29.36	0.54	0.15	0.37	0.03	9.00	10.09	1.09	4

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

*Medición de sólidos solubles Grados Brix con ayuda de un refractómetro*



*Determinación de acidez total por titulación con NaOH 0,1 M*



*Limpieza de la parcela*



*Delimitación de los bloques y tratamientos*



*Siembra de las plántulas de tomate*



*Fertilización*



## *Poda*



## **Medición del diámetro del tallo**



*Medición altura de planta*



*Conteo de Flores*



## *Plantas de tomate en producción*



## *Cosecha*



*Pesado de la Cosecha del T1*



*Pesado de la cosecha del T2*



*Pesado de la cosecha T3*



*Pesado de la cosecha del T4*



*Pesado de la cosecha del T5*



*Pesado del fruto de tomate de todos los tratamientos*

