

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS:

**Tutorado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate
(*Lycopersicum esculentum* L.) en secano. Pichari, Cusco, 2024**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

PRESENTADO POR:
Bach. Yuri Luis SULCA ESPINOZA

ASESOR:
Dr. Brian Adonai MEDINA GÓMEZ

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de investigación a mis padres,
Gloria y Modesto, por su apoyo eterno.*

*A mi esposa Elena por su amor incondicional,
su paciencia y por ser mi compañera constante
en este camino.*

*A mis hijas, Arianell y Aitana, para que este logro
sea un ejemplo de superación en sus vidas.
Gracias por ser mi fuerza y mi hogar.*

AGRADECIMIENTO

A la Tricentenaria Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, institución que me abrió sus puertas; su prestigio y compromiso con la educación superior han sido el marco perfecto para mi desarrollo integral.

A los señores docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, profesionales de alta vocación y conocimiento, quienes con sus valiosas enseñanzas, orientaciones y experiencias compartidas trazaron el camino que me condujo a alcanzar mis objetivos.

Al Dr. Brian Adonai Medina Gómez, por su asesoramiento riguroso, sus aportes sustanciales y su colaboración constante en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación. Su guía ha sido el sistema de soporte que permitió que este estudio alcanzara su máxima expresión.

A mis mejores amigos y compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, quienes me acompañaron y apoyaron durante los años de estudio, compartiendo no solo aulas y conocimientos, sino también experiencias vividas, desvelos, alegrías y lazos de amistad que trascienden lo académico. Su compañerismo hizo más fértil este camino.

A todos, mi más sincero y profundo agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.1.1. A nivel internacional	3
1.1.2. A nivel nacional	7
1.1.3. A nivel local	10
1.2. Bases teóricas	13
1.2.1. Cultivo de tomate	13
1.2.2. Clasificación taxonómica	14
1.3. Características botánicas del tomate	15
1.3.1. Raíz	16
1.3.2. Tallo	16
1.3.3. Hoja	16
1.3.4. Flor	17
1.3.5. Fruto	17
1.4. Habito de crecimiento del tomate	18
1.4.1. Plantas de crecimiento determinado	18
1.4.2. Plantas de crecimiento indeterminado	18
1.4.3. Plantas de crecimiento semideterminado	18
1.5. Requerimientos edafoclimáticos del tomate	19
1.5.1. Suelo	19
1.5.2. Temperatura	19
1.5.3. Humedad relativa	19
1.5.4. Agua	20

1.5.5. <i>Luminosidad</i>	20
1.5.6. <i>Altitud</i>	20
1.6. Manejo agronómico del tomate	21
1.6.1. <i>Elección y selección de semilla</i>	21
1.6.2. <i>Preparación de cama de almácigo</i>	21
1.6.3. <i>Siembra o almácigo</i>	21
1.6.4. <i>Manejo y cuidado del almácigo</i>	22
1.6.5. <i>Preparación del terreno</i>	22
1.6.6. <i>Trasplante</i>	23
1.6.7. <i>Abonamiento</i>	24
1.6.8. <i>Poda</i>	26
1.6.9. <i>Aporque</i>	26
1.6.10. <i>Riego</i>	27
1.6.11. <i>Deshierbo</i>	28
1.6.12. <i>Tutorado</i>	28
1.6.13. <i>Control fitosanitario</i>	28
1.6.14. <i>Cosecha</i>	28
1.7. Sistema de tutorado en el cultivo de tomate	29
1.7.1. <i>Tutorado individual</i>	31
1.7.2. <i>Tutorado de espaldera</i>	31
1.7.3. <i>Tutorado de caballete</i>	31
1.7.4. <i>Tutorado trípode o pirámide</i>	32
1.7.5. <i>Tutorado holandés:</i>	32
1.7.6. <i>Tutorado de malla</i>	32
1.8. Densidad de plantas de tomate	32
CAPÍTULO II	35
METODOLOGÍA	35
2.1. Ubicación del experimento	35
2.1.1. <i>Ubicación ecológica</i>	35
2.2. Características edáficas del terreno experimental	37
2.3. Características climatológicas del lugar experimental	37
2.4. Material genético: tomate variedad Marglobe	39
2.5. Variables estudiadas	39
2.5.1. <i>Variables independientes</i>	39

2.5.2. <i>Variable dependiente</i>	40
2.6. Tutorado	40
2.7. Densidad de plantas	40
2.8. Características productivas evaluadas del tomate	40
2.9. Instalación y conducción del ensayo	41
2.9.1. <i>Preparación del terreno</i>	41
2.9.2. <i>Demarcación y estacado del campo experimental</i>	41
2.9.3. <i>Trazado de surcos</i>	41
2.9.4. <i>Tutorado</i>	42
2.9.5. <i>Trasplante</i>	42
2.9.6. <i>Recalce</i>	42
2.9.7. <i>Abonamiento</i>	42
2.9.8. <i>Control de malezas</i>	42
2.9.9. <i>Aporque</i>	43
2.9.10. <i>Control de plagas</i>	43
2.9.11. <i>Cosecha</i>	43
2.10. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
2.11. Diseño experimental y análisis estadístico	46
CAPÍTULO III	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1. Variables de precocidad	47
3.2. Variables de rendimiento	48
3.2.1. <i>Altura de planta (m)</i>	48
3.2.2. <i>Diámetro ecuatorial del fruto de tomate (cm)</i>	50
3.2.3. <i>Altura polar del fruto del tomate (cm)</i>	51
3.2.4. <i>Número de ramas (U)</i>	53
3.2.5. <i>Rendimiento de frutos de tomate (kg/ha)</i>	54
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 <i>Propiedades físico-químicas del suelo del área experimental</i>	37
Tabla 2.2 <i>Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2025, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)</i>	38
Tabla 3.1 <i>Etapas fenológicas en ddt del tomate variedad Marglobe con tutorado en las densidades de planta. Pichari 562 msnm</i>	47
Tabla 3.2 <i>Análisis de variancia de la altura de planta en el tomate (m) variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm</i>	48
Tabla 3.3 <i>Análisis de variancia del diámetro ecuatorial del fruto (cm) del tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm</i>	50
Tabla 3.4 <i>Análisis de variancia de la altura polar del fruto (cm) del tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm</i>	51
Tabla 3.5 <i>Análisis de variancia del número de ramas (U) en la planta de tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Ubicación política del trabajo de investigación – EPIAF-PICHARI.....</i>	36
Figura 2.2 <i>Información meteorológica de temperaturas y precipitaciones de 2025</i>	38
Figura 2.3 <i>Croquis de la distribución de los tratamientos</i>	45
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey de la altura de planta en el tomate variedad</i> <i>Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm.....</i>	49
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples del diámetro ecuatorial del</i> <i>fruto (cm) de tomate variedad Marglobe con tutorado en las diferentes</i> <i>densidades de plantas. Pichari 562 msnm.....</i>	50
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura polar del fruto</i> <i>del tomate (cm) en la variedad Marglobe con tutorado y densidad de</i> <i>plantas. Pichari 562 msnm</i>	52
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples de tutorado en el número de</i> <i>ramas de la densidad de plantas de tomate Marglobe en los tutorados.</i> <i>Pichari 562 msnm.....</i>	53
Figura 3.5 <i>Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de frutos de</i> <i>tomate (kg/ha) de la variedad Marglobe de las densidades de plantas</i> <i>en los tutotados. Pichari 562 msnm.....</i>	55

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Panel fotográfico</i>	66
Anexo 2. <i>Análisis de suelo de la parcela experimental en los laboratorios LABSAF CANAAN-INIA</i>	73
Anexo 3. <i>Datos ordenados (tomados del campo) de las variables evaluadas en el cultivo de tomate</i>	77

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Centro Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal en Pichari (562 msnm), con el objetivo de evaluar el efecto del tutorado y la densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Marglobe en secano en la localidad de Pichari 562 msnm, Cusco – 2025. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2 T x 3 D y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en la combinación de tutorado (con tutor y sin tutor) y tres densidades de plantas (25 000, 20 000 y 16 667 plantas ha⁻¹). Los resultados indicaron el tutorado tuvo efecto altamente significativo sobre el rendimiento de tomate variedad Marglobe. Las plantas con tutor alcanzaron mayor altura (1.79 m frente a 1.48 m sin tutor), mayor diámetro ecuatorial del fruto, mayor altura polar (6.38 cm frente a 6.02 cm sin tutor), mayor número de ramas y mayor rendimiento de frutos. El tutorado con 20 000 plantas/ha reportó mayor rendimiento de frutos con 19 972.50 kg/ha. La densidad de plantas mostró efecto altamente significativo sobre las variables evaluadas. La densidad de 16 667 plantas/ha destacó en altura polar del fruto (6.42 cm), diámetro ecuatorial (8.50 cm con tutor) y número de ramas; sin embargo, el mayor rendimiento de frutos se logró con 20 000 plantas/ha con tutor.

Palabras clave: *Lycopersicum esculentum*, densidad de siembra, tutorado, rendimiento, Marglobe.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculentum*) es una de las hortalizas de mayor relevancia económica y social a nivel global, destacándose por su alto valor nutricional, versatilidad culinaria y significativa contribución a la economía agraria (Vallejo Cabrera, 2021). En el contexto peruano, en el 2023 se cultivó en 5218 ha, con rendimiento promedio de 43,336 kg/ha y una producción de 226,113 t, mientras que en el departamento de Ayacucho se cultivó en 94 ha, con rendimiento de 13,277 y una producción de 1248 toneladas (MINAGRI, 2024), lo cual demuestra la inmensa brecha con otras regiones, sin embargo, este cultivo es una fuente importante de ingresos para pequeños y medianos agricultores, particularmente en valles interandinos, a pesar que la productividad de este cultivo se ve frecuentemente limitada por factores como el manejo agronómico inadecuado, la incidencia de plagas y enfermedades, y la falta de adopción de tecnologías que optimicen el uso de recursos (Sullca Solano, 2022).

En la búsqueda de sistemas de producción más eficientes y sostenibles, la implementación de prácticas culturales como el tutorado y el ajuste de la densidad de siembra se perfilan como estrategias fundamentales. El tutorado, que consiste en proporcionar un soporte físico a la planta, es una práctica imprescindible para obtener frutos de alta calidad. Mejora la circulación del aire, facilita la penetración de la luz, reduce la incidencia de enfermedades al evitar el contacto de los frutos con el suelo, optimiza las labores de manejo fitosanitario y cosecha, y permite que los tallos soporten el peso de la producción (Galindo, 2022; Palomino, 2024). Asimismo, la densidad de siembra es un factor determinante en el rendimiento, ya que regula la competencia entre plantas por recursos esenciales como agua, luz y nutrientes. Una densidad óptima maximiza la eficiencia fotosintética y el uso del espacio, mientras que una densidad excesiva puede promover un microclima favorable para el desarrollo de plagas y reducir la calidad del fruto (Sullca Solano, 2022).

A pesar de la amplia difusión del cultivo en zonas como el Valle de Pichari, Cusco, aún persiste el uso de manejos tradicionales que no consideran la optimización de estas variables agronómicas para la variedad Marglobe. Esta variedad, como híbrido, posee un alto potencial productivo, pero su expresión está condicionada a un manejo técnico adecuado (Galindo, 2022). Diferentes estudios han demostrado que el uso de sistemas de tutorado como el individual o el holandés (colgado) incrementan significativamente el rendimiento en comparación con plantas no tutoradas, llegando a superar las 45 t/ha (Galindo, 2022). De igual manera, investigaciones con especies silvestres afines como *Solanum pimpinellifolium* L. indican que distanciamientos mayores (e.g., 1.0 x 1.0 m) favorecen un mayor desarrollo vegetativo (altura, número de ramas y área foliar), mientras que distanciamientos más estrechos (e.g., 1.0 x 0.5 m) optimizan el número de frutos y el rendimiento por unidad de superficie (Sullca Solano, 2022). Por lo tanto, la combinación de estas prácticas no es unívoca y requiere ser evaluada para cada contexto y genotipo.

Ante esta problemática, la presente investigación se justifica por la necesidad de introducir el cultivo de tomate en la zona, elevar la oferta de tomate en el mercado local y generar conocimiento local y específico para el manejo técnico de tomate de la variedad Marglobe en Pichari, Cusco.

En consecuencia, la presente investigación plantea el siguiente objetivo general y específicos:

Objetivo general

Conocer la influencia del empleo del tutorado y la densidad de planta en el rendimiento de tomate *Lycopersicum esculentum* en secano en la localidad de Pichari, Cusco, 2024.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto del tutorado en el rendimiento de tomate *Lycopersicum esculentum*.
2. Evaluar el efecto de la densidad de plantas en el rendimiento de tomate *Lycopersicum esculentum*.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. A nivel internacional

Maynard (2025) evaluó el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado en túneles altos en Wanatah, Indiana (EE. UU.), comparando dos sistemas de soporte: estacas con tejido horizontal (sin poda) versus cuerda vertical con poda. En el sistema de estacas y tejido, se colocaron estacas cada dos plantas y se entrelazó cuerda horizontalmente a ambos lados de la hilera, mientras que, en el sistema de cuerda vertical, los cultivares indeterminados Big Beef y Cherokee Purple se podaron a dos tallos y el cultivar determinado Mountain Fresh se podó eliminando la mayoría de las ramas inferiores, sujetando luego los tallos restantes a cuerdas verticales. Los resultados mostraron que el sistema de estacas y tejido produjo un rendimiento significativamente mayor de fruta USDA grado n.º 1 y n.º 2 en todos los cultivares: Big Beef promedió 20.6 lb/planta frente a 8.7 lb/planta; Cherokee Purple, 8.7 lb/planta frente a 2.4 lb/planta; y Mountain Fresh, 20.1 lb/planta frente a 16.9 lb/planta, respectivamente. Asimismo, el porcentaje de fruta descartada fue menor con estacas y tejido para los cultivares indeterminados, aunque no para Mountain Fresh. Durante las primeras tres semanas de cosecha, el sistema de estacas y tejido incrementó el rendimiento temprano en un 20% únicamente para Big Beef, sin diferencias significativas en los otros dos cultivares. En conclusión, bajo un período de cosecha de 8 a 10 semanas, el sistema de estacas con tejido horizontal superó al sistema de poda con sujeción a cuerda vertical en rendimiento comercializable.

García (2022) realizó el trabajo de investigación titulado “Evaluación de tutorado con diferentes ángulos sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicum esculentum*) var. Chonto”, el ensayo se llevó a cabo de marzo a septiembre de 2021 en el

invernadero de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) en su sede de El Remanso. El objetivo fue:

Evaluar el efecto de la angularidad en el tutorado del tomate (*Lycopersicon esculentum*) var. Chonto de crecimiento indeterminado. El objetivo específico, evaluar es el rendimiento y el tipo de calibre obtenido en cada una de las diez cosechas de los diferentes tratamientos. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres tratamientos, T1: 90°, T2: 45° y T3: 30° y dos bloques, donde se consideró para los resultados, la longitud de tallo, número de racimos, número de flores, número de frutos, diámetro ecuatorial y longitudinal, y peso por fruto. Existió un fenómeno fitopatológico que influyó en los resultados finales obtenidos, el T3 no proporcionó ventajas productivas para el cultivo ya que presentó un crecimiento y desarrollo lento, con bajo rendimiento y competitividad frente a los otros tratamientos. El T1 superó a los otros tratamientos frente a las variables a evaluar, obtuvo mayor número de frutos, pero con calibres bajos, demostró menor afectación fitosanitaria, por el contrario, en T2 obtuvo resultados menores al T1, pero superiores que el T3, presentó menor número de frutos que el T1, pero con calibres más altos. Se recomienda seguir con el trabajo de investigación en una locación con condiciones más controlables, evitando que factores externos tengan un impacto sobre la investigación. (p. 1)

Naz et al. (2019) realizaron el trabajo de investigación titulado “Respuesta del crecimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a diferentes niveles de fósforo y fechas de siembra”, se realizó un ensayo de campo en la Universidad de Agricultura de Peshawar durante la primavera de 2013 donde evaluó:

El efecto de diferentes niveles de fertilizante de fósforo y varias épocas de siembra en el crecimiento y desarrollo del tomate. El objetivo principal del trabajo de investigación fue investigar el mejor momento de siembra para el tomate en combinación con la dosis adecuada de fertilizante de P para obtener el máximo rendimiento del tomate en las condiciones climáticas de Peshawar. El diseño RCB con arreglos de parcelas divididas se utilizó en el ensayo. El factor principal (niveles de fósforo de 0, 90, 110, 130) se asignó a las parcelas principales mientras que las fechas de siembra en las subparcelas. Se repitieron un total de doce tratamientos tres veces. Los días máximos para la floración (39,583 días) y los días mínimos para la fructificación (46,167 días) se obtuvieron en la siembra

tardía. Los días mínimos para la floración (39) y los días mínimos para la fructificación (38,778 días) fueron tomados por la siembra temprana. El número máximo de ramas (27.778), la longitud máxima del fruto (6.0222), el máximo fruto con (6.1667), el máximo rendimiento del fruto (24.653 t ha⁻¹) se produjeron cuando la parcela fertilizó con 130 kg P ha⁻¹. El número máximo de frutos por planta⁻¹ (29.778) se produjo con la aplicación de 130 kg P ha⁻¹, el número mínimo de frutos (23.667 cm), el ancho del fruto (3.778 cm), la longitud del fruto (4.3667 cm) y la altura de la planta (56.300 cm) se obtuvieron del tratamiento controlado. Entre los diversos tratamientos estudiados en el experimento, se concluye que la plantación temprana del tomate en la temporada de verano, es decir, a principios de marzo y el uso de una dosis más alta de P (130 kg P ha⁻¹) son muy beneficiosos para el excelente crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del tomate. (p. 1)

Sánchez-del Castillo et al. (2017) realizaron el trabajo de investigación titulado “densidades de población y niveles de despunte para variedades contrastantes de jitomate en invernadero”, debido a la expansión poblacional, la escasez de tierras cultivables y las preocupaciones ambientales, el deseo de impulsar la productividad agrícola ha dado lugar al uso de tecnologías de producción intensiva como la hidroponía y los invernaderos. El objetivo del estudio fue:

Evaluar el comportamiento del manejo agronómico en variedades de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), en particular el rendimiento y sus componentes en plantas despuntadas a dos y tres racimos, establecidas a distintas densidades de población. Las variedades estudiadas fueron: ‘Imperial’ (tipo bola), ‘Moctezuma’ (tipo saladette), ‘Pick ripe’ (tipo bola) y ‘Serengueti’ (tipo saladette). Las primeras dos presentan crecimiento indeterminado y los otros dos determinados. Se establecieron tres densidades de población por nivel de despunte (20, 16 y 12 plantas·m² para plantas podadas a la segunda inflorescencia, y 13, 10 y 7 plantas·m² para aquellas despuntadas a la tercera inflorescencia). Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y arreglo de tratamientos en parcelas subdivididas con factores anidados (densidades dentro de niveles de podas). Las variedades tipo bola rindieron 37 % más que las saladette. Entre variedades con el mismo tipo de fruto, ‘Imperial’ rindió más que ‘Pick ripe’ y ‘Moctezuma’ superó a ‘Serengueti’; es decir, las indeterminadas rindieron más que

las determinadas. El rendimiento mayor de 'Imperial' ($38.16 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ útil, equivalente a $25 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ de invernadero) y 'Moctezuma' ($28.16 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ útil, equivalente a $18.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ de invernadero) se logró al establecer 13 plantas·m² y despuntes a la tercera inflorescencia. (p. 163)

Ponce et al. (2012) realizaron el trabajo de investigación titulado “densidad y poda en tres variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en invernadero”, el tomate de cáscara es una hortaliza de fruto que actualmente no se cultiva intensivamente en invernaderos debido a la falta de apoyo tecnológico. Sin embargo, experiencias previas en invernaderos han demostrado que, en condiciones de crecimiento libre, la producción es baja, pero el desarrollo vegetativo es alto. Partiendo de la idea de que la poda y las densidades de población pueden impulsar la producción, el presente experimento se llevó a cabo con el objetivo de:

Generar un sistema de producción para tomate de cáscara cultivado hidropónicamente bajo condiciones de invernadero. Se estudió el efecto tres variantes de poda (cuarto entrenudo, sexto entrenudo y sin poda) y tres densidades de población (5, 10 y 18 plantas·m²) en tres variedades de tomate de cáscara (Población 3, Tamazula SM2 y Población Tecámac) en condiciones de invernadero con sistema hidropónico, con el fin de obtener información referente al manejo del cultivo en un ambiente protegido. El experimento se estableció durante el ciclo verano-otoño de 2004 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, México, con diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones bajo un arreglo de parcelas subdivididas. El mayor rendimiento por planta y tamaño de fruto se obtuvo en la Población Tecámac. La poda no modificó la productividad del cultivo, pero conforme aumentó la densidad de población el rendimiento se incrementó, de tal forma que con 18 plantas·m² se obtuvo el mayor rendimiento ($1.06 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$). (p. 325)

Grijalva (2010) realizó el trabajo de investigación titulado “evaluación de densidades y arreglos de plantación en tomate bola en condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora”, el experimento se realizó en el Campo Experimental del INIFAP en Caborca, Sonora durante el año 2005 con el objetivo de;

Evaluar el efecto de la densidad y arreglo de plantación sobre la productividad y calidad del tomate bola bajo condiciones de invernadero. Se evaluaron cuatro

densidades (1.25, 1.89, 2.50 y 3.78 plantas m²) con diferentes arreglos de plantación. La variedad que se utilizó fue Beatrice. El trasplante se realizó el 4 de octubre en suelo acolchado de una textura franco arenosa, conductividad eléctrica de 1.22 dS m⁻¹ y pH de 7.96. El periodo de producción comprendió del 28 de diciembre al 30 de mayo, realizándose un total de 30 cortes. Se obtuvo una respuesta positiva en el rendimiento al incrementar la densidad de plantación. El tratamiento que obtuvo el mejor rendimiento fue la densidad 3.78 plantas m⁻² sacando un tallo por planta, el cual produjo 29.6 kg m⁻². El peso de fruto no fue afectado significativamente por los tratamientos y varió entre 149.5 a 154.9 g. Los tratamientos afectaron la altura de planta, pero no el diámetro del tallo ni la aparición de desórdenes fisiológicos como frutos agrietados y pudrición apical. (p. 20)

1.1.2. A nivel nacional

Pastrana (2022) llevó a cabo una investigación en el Taller de Enseñanza e Investigación de Plantas Hortícolas (TEIPH) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), en Zungarococha, región Loreto (Perú), con el objetivo de determinar el comportamiento de los componentes agronómicos y el rendimiento del tomate variedad "Río Grande" (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo diferentes tipos de tutores. El estudio fue de tipo experimental y explicativo, empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables dependientes evaluadas fueron altura de planta, longitud de fruto, diámetro de fruto, número de frutos por planta, peso de fruto, peso de frutos por planta y peso de frutos por hectárea. Los resultados demostraron que los tipos de tutores influyeron significativamente en el comportamiento agronómico y el rendimiento del cultivo. El tratamiento T1 (tutor tipo estaca individual) presentó los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas: altura de planta (110 cm), diámetro de planta (70 cm), diámetro de fruto (5 cm), peso de fruto (89 g), peso de frutos por planta (1,791.5 g) y peso de frutos por hectárea (42,996 kg/ha). Asimismo, este mismo tratamiento reportó la mayor utilidad económica, con un beneficio de S/ 73,923.00 soles, superando a los demás sistemas de tutorado evaluados. En conclusión, Pastrana (2022) demostró que el uso de tutor individual con estaca mejora tanto el rendimiento agronómico como la rentabilidad económica del cultivo de tomate en las condiciones de la Amazonía peruana.

Gutierrez (2022) realizó el trabajo de investigación titulado “Tipos de tutorados y su influencia sobre las características agronómicas y rendimiento de *Solanum lycopersicum* L., var. tomate regional, en Zungarococha-Loreto.2021”, se llevó a cabo en el Taller de investigación en Plantas Hortícolas (TEIPH) de la Facultad de Agronomía de la UNAP, ubicada al sur de Iquitos. El estudio fue experimental y explicativo, con una variable independiente (tipos de tutorados) y ocho variables dependientes (altura de la planta, longitud del fruto, diámetro del fruto, número de frutos/planta, peso del fruto, peso de los frutos/planta y peso de los frutos/hectárea). El objetivo de la investigación fue:

Determinar la influencia de los tipos de tutorados, sobre las características agronómicas y rendimiento de *Solanum lycopersicum* L., var. “tomate regional”, en Zungarococha en Zungarococha-Loreto.2021. El Diseño experimental que se utilizó fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida de 2 filas, 10 plantas/fila y la unidad de muestreo estuvo constituida por cuatro plantas/unidad experimental. Al término del experimento se llegó a las siguientes conclusiones: El tipo de tutorado influye en las características agronómicas y rendimiento de *Solanum lycopersicum* L., var. “tomate regional”; el tutorado de mayor influencia en el largo del fruto fueron el tipo parra y el tipo estaca individual, en el diámetro del fruto fue el tipo parra y la altura de la planta fueron el tipo espaldera y el tipo piramidal; el tutorado de mayor influencia en el rendimiento de peso de fruto, peso de frutos/planta y peso de frutos/ha fue el tipo parra (T4) y en el número de frutos/planta fue el tipo piramidal (T3); El tutorado de mejor rendimiento de peso de frutos/ha fue el tipo parra con 25.056 t/ha (T4); El tutorado de mejor rendimiento económico fue el tipo parra (T4), con una utilidad de S/.35,922.00. (p. xii)

Trujillo (2021) realizó el trabajo de investigación titulado “Rendimiento y calidad de *Lycopersicum esculentum* L. con tutorado y poda bajo fitotoldo en Santiago de Chuco, La Libertad”, se desarrolló entre los meses de octubre del año 2019 hasta febrero del 2020, con el objetivo de;

Conocer el rendimiento y calidad de *Lycopersicum esculentum* L. Var. Rio grande con sistemas de tutorado y poda bajo fitotoldo de la sierra liberteña en el caserío de Cashan, Santiago de Chuco, La Libertad. Los resultados obtenidos fueron: en número de racimos/planta el mayor promedio obtenido fue en aquellas plantas sin

tutores ni poda. En número de flores/racimo; número de frutos/plantas y frutos/racimo; en peso de frutos; y rendimiento en kg/planta el mayor promedio obtenido fue en aquellas plantas con tutores y poda. Los días transcurridos a la primera cosecha fueron 178 días en ambos sistemas, tomando en cuenta el color rojo del fruto. El rendimiento por ha estimado según los resultados fue significativamente mayor en plantas con tutores y poda obteniendo un valor de 121TM el cual fue superior a las 93TM que se obtuvo en plantas sin tutores ni poda. En cuanto a la calidad se evaluó los diámetros ecuatoriales de los frutos, obteniéndose un promedio máximo de 58,6mm en frutos de plantas con tutores y poda ubicándose en la categoría segunda del cuadro de clasificación de Escobar y Lee; mientras que en frutos de plantas sin tutores ni poda solo se obtuvo un promedio máximo de 54mm ubicándose en la categoría tercera. El costo de producción de tomate con sistemas de tutorado y poda fue de S/.353.1 valor mayor al de tomate sin tutorado y poda que fue de S/.259.5, pero de igual manera se obtuvo una mejor utilidad neta de producción lo que indica que es rentable la siembra de tomate con sistemas de tutores y poda bajo fitotoldos de la sierra liberteña. Se concluye que la siembra de tomate con sistemas de tutorado y poda bajo fitotoldo manifiestan los mejores resultados según las variables estudiadas. (p. v)

Huillca (2020) realizó el trabajo de investigación titulado “Efecto del humus de lombriz y bioestimulante, en la producción orgánica de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) variedad río grande, en Vilcabamba - Grau - Apurímac”, se llevó a cabo con el objetivo de;

Contrastar el efecto combinado con humus de lombriz + bioestimulante (Japaj® jali- 99) en las características de las fases y en el rendimiento del cultivo de tomate de crecimiento determinado, bajo condiciones ambientales sobre un suelo franco. Siendo el material biológico utilizado variedad Río Grande, sometidos a densidad de siembra de 0.35 x 0.80 m constituido cada plántula en 0.28 m². Siendo los T1, T2, T3 y T4 con (3, 2, 1, 0 kg/m² de humus de lombriz) enriquecido con bioestimulante vía foliar, en base a la dosis de 200 mL/20 L de agua, cada 7 días desde su etapa inicial excepto los testigos. Midiendo con instrumentos de precisión en sus diferentes momentos de su desarrollo fenológico del cultivo de tomate en cada tratamiento según bloque. El diseño experimental utilizado fue

DBCA, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados se dan a partir de la hipótesis de la investigación tanto a nivel general como a nivel específicos a través del análisis de varianza y Tukey al 95 % de probabilidad asumida, donde para los modelos lineales generales y tratamientos existen diferencias significativas (Sig.0.05), por efecto de humus de lombriz adicionado con bioestimulante (Japaj® jali- 99) vía foliar. Alcanzando valores mayores en las características de las fases fenológicas del cultivo de tomate, atribuyendo mejor porcentaje de emergencia el tratamiento T3 con 48.48 %, de la misma forma, con mejores valores numéricas el tratamiento T1 con altura de planta de 60.72 cm, diámetro del tallo de 9.68 mm, número de ramas laterales por planta con 49.64, número de flores por planta con 20.20, número de frutos por planta con 14.15, peso de frutos por planta con 0.96 kg, longitud de la raíz principal con 29.49 cm y el rendimiento del cultivo de tomate variedad rio grande con 9.557 t/ha, dichas características fenológicas mostraron diferencias significativas (Sig.<0.05) frente al T4 testigo. (p. 3)

1.1.3. A nivel local

Palomino (2024) desarrolló una investigación en condiciones de Canaán, Ayacucho, a 2750 msnm, con el objetivo de evaluar la influencia de la gallinaza y el tutorado en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 3 niveles de gallinaza (0.0, 4.0 y 8.0 t ha⁻¹) y 3 tipos de tutorado (sin tutor, holandés y de espalderas), con tres repeticiones. Los resultados mostraron que los tutorados holandés y de espalderas superaron estadísticamente al testigo sin tutor en altura de planta en todos los niveles de gallinaza, alcanzando un promedio de 72.13 cm frente a 60.42 cm. En cuanto al número de frutos por planta, se encontró una respuesta estadística significativa con la aplicación de gallinaza más tutor, logrando promedios de 61.33 y 53.64 frutos por planta. Para la biometría del fruto, no se observó diferencia estadística significativa con los niveles de gallinaza más tutor, obteniendo un diámetro promedio de 4.48 cm frente a 4.13 cm sin tutor; no obstante, la longitud del fruto sí mostró una respuesta significativa con el uso de tutores, alcanzando 6.48 cm frente a 5.62 cm sin tutor. En lo referente al rendimiento de fruto, existió diferencia estadística entre los tipos de tutorado y la ausencia de este, especialmente a mayor nivel de gallinaza, logrando un promedio de 72.04 t ha⁻¹ con tutor holandés o espaldera, frente a 61.85 t ha⁻¹ sin tutor. Finalmente, los tratamientos con

mayor índice beneficio/costo (B/C) fueron T5, T6, T8 y T9 (tutor holandés o espaldera con 4.0 y 8.0 t ha⁻¹ de gallinaza), alcanzando un B/C de 1.4 y beneficios netos que oscilaron entre S/ 51,990.5 y S/ 59,516.9, mientras que los tratamientos sin tutor (T4 y T7) obtuvieron un B/C de 0.9 y beneficios netos de S/ 26,934.0 y S/ 29,540.9 respectivamente.

Escarcena (2023) realizó un estudio en el Centro Experimental de Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), durante la campaña agrícola 2005-2006, con el objetivo de evaluar el efecto del tipo de surcado y la densidad de plantas sobre el rendimiento de tomate. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 2 tipos de surcado (simple y mellizo) y 5 densidades de plantas (d1: 1 tallo; d2: 1 tallo y 2 ramas; d3: 2 tallos; d4: 3 tallos; d5: 2 tallos y 4 ramas), con cuatro repeticiones. La fertilización se realizó con la fórmula 160-140-20 de NPK. Los resultados mostraron que el tipo de surcado no influyó significativamente en el rendimiento de frutos ni en otras características morfoagronómicas como días a floración, madurez comercial, altura de planta, número de racimos y número de frutos por racimo. En cambio, la densidad de plantas afectó los días a madurez fisiológica: la densidad d5 (2 tallos y 4 ramas) presentó el menor tiempo con 113.6 días. Asimismo, las densidades d2 (1 tallo y 2 ramas) y d1 (1 tallo) registraron menor número de días a madurez comercial, con 120.3 y 120.5 días respectivamente. El mayor número de racimos por planta se obtuvo con las densidades d5 (15.2 racimos), d2 (14.0) y d1 (13.1). Sin embargo, ni el tipo de surcado ni la densidad de plantas tuvieron un efecto significativo sobre el rendimiento total de frutos, el cual osciló entre 59,981 y 66,989 kg ha⁻¹.

Galindo (2022) realizó el trabajo de investigación denominado: “Rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en fitotoldo con dos técnicas de preparación de suelo y dos tipos de tutorado, distrito de Chuschi a 4100 msnm – Ayacucho”, el presente trabajo de investigación se desarrolló dentro de un invernadero (fitotoldo) instalado a 4100 msnm, situada en el Comunidad de Huertahuasi - Quispillaccta, distrito de Chuschi, provincia de Cangallo del departamento Ayacucho; con el objetivo de;

Determinar el efecto de dos técnicas de preparación del suelo y dos tipos de tutorado en el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad “nativo” y realizar el estudio económico del beneficio costo (B/C) de los

tratamientos. Los resultados alcanzados son los siguientes: Las técnicas de preparación del suelo (bancal profundo y tradicional) no presentó diferencia estadística en la productividad del tomate, sin embargo, hubo diferencia numérica muy estrecha a favor del “bancal profundo”; Los sistemas de tutorado mostraron diferencia estadística en el rendimiento y calidad de frutos cosechados comparando con el testigo o plantas sin tutor. En primer lugar, destaca el tratamiento con tutorado individual con la que se logró 48,423.50 kg/ha⁻¹, seguido por tutorado holandés con 45,065.30 kg/ha⁻¹, frente a plantas conducidos sin tutor cuyo rendimiento fue 26,599.50 kg/ha⁻¹ Los tratamientos con los que se obtienen el mayor índice de B/C fueron los tratamientos T2 y T5 (con tutorado holandés) con las que se logró el mayor índice de B/C de 1.7 en ambos casos y un beneficio neto de S/. 56,646.00 y 57,300.33 respectivamente. El tratamiento T3 y T6 (sin tutor) resultaron con un índice de B/C de 0.7 y 0.8, cuyos beneficios netos fueron S/. 19,896.80 y S/. 20,878.40 respectivamente. (p. 1)

Carrasco (2017) realizó el trabajo de investigación “densidad óptima de tomate y cebada, como indicadores en la evaluación de la fertilidad de suelos por las técnicas del elemento faltante y presente”, se desarrolló en condiciones de invernadero, en los ambientes del Área de Suelos, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho con el objetivo de;

Determinar la relación que existe entre las diferentes densidades de tomate y cebada, los rendimientos relativos de materia seca del cultivo (obtenidos por las técnicas del elemento faltante y del elemento presente), y los resultados de los análisis de suelos, mediante un ensayo en macetas en invernadero, para el diagnóstico de la fertilidad química del suelo, en cuanto a N, P, K, de un suelo agrícola; se utilizó una muestra de suelo con un contenido bajo en N total (0,1%), ligeramente alto en P disponible (19,9 ppm) y muy alto en K disponible (315 ppm) y como plantas indicadoras a diferentes densidades (unidades por maceta), tomate (1, 2 y 3) y cebada (3, 6 y 9). Los resultados indican que estas especies se comportan de diferente manera: 1. Las plantas indicadoras estudiadas responden al abonamiento con N, P y K, en el suelo empleado, manifestándose mejor a la inclusión de N, en la técnica del elemento presente o a la omisión de N en la

técnica del elemento faltante; resultados que guardan relación con el bajo contenido de nitrógeno del suelo (0,10%), así como con los niveles alto y muy alto de P (19,93 ppm) y K (315 ppm) disponibles. El orden de deficiencia de nutriente (N, P y K) detectado con el tomate coincide con el contenido de estos nutrientes determinados en el análisis del suelo. 2. El tomate como planta indicadora es más sensible que la cebada; en la técnica del elemento faltante la no inclusión de N se traduce en rendimientos relativos más bajos (41,23%), respecto a la cebada (71,20%); la no inclusión de P también afecta algo al tomate (66.67%), mientras que la cebada no es muy sensible a esta reducción del rendimiento de materia seca (89,20%). (p. 2)

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Cultivo de tomate

Maurya et al. (2025) el tomate (*Lycopersicum esculentum*) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial, valorado por su alto contenido nutricional, relevancia económica y amplia gama de aplicaciones industriales. Pertenece a la familia Solanaceae, que también incluye a la papa (*Solanum tuberosum*), la berenjena (*Solanum melongena*), el chile (*Capsicum* spp.) y el tabaco (*Nicotiana tabacum*). El tomate es originario del oeste de América del Sur, específicamente de la región andina, desde donde se extendió a Europa y posteriormente al resto del mundo tras el intercambio colombino. Actualmente, se cultiva en más de 170 países bajo diversas condiciones climáticas.

Según Quispe (2024) el origen del cultivo de tomate tiene su origen en la región andina, que abarca desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Sin embargo, parece que fue en México donde comenzó su domesticación, posiblemente porque crecía de manera espontánea entre los cultivos. Ya en el siglo XVI, en México se consumían tomates de diversas formas, tamaños y colores, como rojos y amarillos, mientras que, en Europa, en países como España e Italia, ya se había introducido. En otros lugares de Europa, como Alemania, solo se usaba en farmacia hasta principios del siglo XIX. Los españoles y portugueses llevaron el tomate al Medio Oriente y África, desde donde se extendió a otros países de Asia. Desde Europa también llegó a Estados Unidos y Canadá. (p. 6)

Según Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2021), “el tomate cultivado (*Lycopersicum esculentum*) es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas originaria de Sudamérica cuyo fruto, de gran valor económico, es utilizado ampliamente en la gastronomía” (p. 7).

Según Monardes (2009, como se cita en López 2016), el origen del cultivo de tomate se sitúa en “la región Andina, desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Posiblemente desde allí fue trasladada a América Central y México, donde se domesticó. Posiblemente desde allí fue trasladada a América Central y México, donde se domesticó” (p. 13). “Los parientes silvestres del tomate se distribuyen a través de los Andes comprendiendo los países de Chile, Ecuador, Colombia y Perú (Peralta & Spooner, 2007, como se cita en INIA, 2021, p. 7).

Según señal Cuesta (2007), el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) “es originaria de las regiones tropicales de América Latina, cuyo centro de origen se localiza en la región de los andes de Chile, Ecuador, Colombia, Bolivia. Donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres” (p. 2).

El cultivo de tomate “tiene una amplia distribución debido a los parámetros que exige. Puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm. Se cultiva bajo climas cálidos y templados” (Cuesta, 2007, p. 2).

1.2.2. Clasificación taxonómica

El tomate tiene un número cromosómico básico de $x = 12$, una complementación diploide de $2n = 24$ y un tamaño genómico de aproximadamente 950 Mbp, el cual ha sido completamente secuenciado, permitiendo extensivas investigaciones genómicas y de mejoramiento molecular. Los cromosomas se numeran del 1 al 12, siendo el primero el más grande, el segundo el cromosoma satélite, el duodécimo el más corto, y el gen Ty-2 (resistente al virus de la hoja amarilla del tomate) se localiza en el cromosoma 11 (Maurya et al., 2025).

“Según Peralta et al. (2006, como se cita en INIA, 2021), los estudios moleculares más recientes han colocado al tomate, previamente denominado *Solanum lycopersicon*

Mill., dentro del género *Solanum*, pasándose a denominar *Lycopersicum esculentum*, clasificando como:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum
Sección	: Lycopersicon
Especie	: <i>Lycopersicum esculentum</i>

La sección *Lycopersicon* incluye el tomate cultivado y 12 especies silvestres, a este grupo se le denomina “clado de tomate” (p. 9).

1.3. Características botánicas del tomate

Botánicamente, los tomates son herbáceas anuales o perennes de vida corta con hábito de crecimiento débil y extendido. Las plantas presentan diferentes tipos de crecimiento: determinado, indeterminado y semideterminado, los cuales afectan la estructura del dosel, la floración y el comportamiento de fructificación. El sistema radicular es superficial pero extendido, con una raíz pivotante robusta y ramas laterales bien desarrolladas. El tallo es angular, cubierto de tricomas glandulares y no glandulares, propenso a formar raíces adventicias. Las hojas son compuestas y pinnadamente divididas, con un olor pungente distintivo debido a los tricomas glandulares que liberan aceites volátiles. Las flores son pequeñas, amarillas y agrupadas en inflorescencias tipo cima; son hermafroditas y principalmente autopolinizadas. El fruto es una baya carnosa que varía en tamaño, forma y color (rojo, rosado, amarillo, naranja e incluso púrpura). El licopeno es el responsable del color rojo, el betacaroteno del amarillo y el prolipopeno del color naranja (mandarina). Las semillas son pequeñas, con forma de riñón y están inmersas en una pulpa mucilaginosa (Maurya et al., 2025).

Según Cestoni et al. (2006, como se cita en López, 2016), “el tomate pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta dicotiledónea” (p. 13), y “herbácea perenne, que se

cultiva en forma anual para el consumo de sus frutos” (Semillaria, 2015, como se cita en López, 2016, p. 13).

1.3.1. Raíz

En relación al sistema radicular del cultivo de tomate, Monardes (2009) e INTA (2014, como se cita en López, 2016), manifiesta que es;

Ayuda a la planta a anclarse al suelo o al sustrato, absorbe y transporta nutrientes y agua a la parte superior de la planta. Está constituido por la raíz principal y las raíces secundarias y adventicias; estas últimas son numerosas y potentes y no superan los 30 cm de profundidad. (p. 16)

“El interior de la raíz presenta tres partes: epidermis, córtex y cilindro vascular. La epidermis contiene pelos que absorben el agua y los nutrientes, mientras que el córtex y el cilindro vascular cumplen la función de transportar los nutrientes” (Infoagro Systems S.L., 2016, como se cita en López, 2016, p. 16).

1.3.2. Tallo

Respecto al tallo del cultivo de tomate, Monardes (2009, como se cita en López, 2016), manifiesta que es;

Grueso, pubescente, anguloso y de color verde. Mide entre 2 y 4 cm de ancho y es más delgado en la parte superior. En el tallo principal se forman tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares. (p. 13).

“Inicialmente el tallo tiene una apariencia herbácea; está compuesto de epidermis con pelos glandulares, corteza, cilindro vascular y tejido medular” (Escobar & Lee, 2009, como se cita en López, 2016, p. 13).

1.3.3. Hoja

En relación a la hoja del cultivo de tomate, Monardes (2009, como se cita en López, 2016), manifiesta que es;

Pinnada y compuesta. Presenta de siete a nueve foliolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y, por lo general, de color verde, glanduloso-pubescente por el haz y cenicento por el

envés. Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuestos en posición alternada sobre el tallo. (p. 14).

“La posición de las hojas en el tallo puede ser semierecta, horizontal o inclinada. Puede ser de tipo enana, hoja de papa, estándar, peruvianum, pimpinellifolium o hirsutum” (IPGRI 1996, como se cita en López, 2016, p. 14).

1.3.4. Flor

Respecto a la flor del cultivo de tomate, Infoagro Systems S.L. (2016, como se cita en López, 2016), manifiesta que es;

Perfecta y regular. Los sépalos, los pétalos y los estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos y de cinco pétalos de color amarillo, que se encuentran dispuestos de forma helicoidal. Poseen cinco o seis estambres que se alternan con los pétalos, formando los órganos reproductivos. El ovario tiene dos o más segmentos. (p. 15)

“Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo, en grupos de tres a diez en variedades comerciales de tomate medianas y grandes. Las inflorescencias se ubican en las axilas, cada dos o tres hojas” (INTA 2014, como se cita en López, 2016, p. 14). “Es normal que se forme la primera flor en la yema apical, las demás aparecen en posición lateral por debajo de la primera, colocándose alrededor del eje principal, siendo el pedicelo el que une la flor al eje floral” (Infoagro Systems S.L., 2016, como se cita en López, 2016, p. 15).

1.3.5. Fruto

En relación al fruto del cultivo de tomate, EDIFORM (2006, como se cita en López, 2016), manifiesta que es;

Una baya bilocular o plurilocular, subesférica globosa o alargada, que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 g. El fruto está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo (p. 15). “Existen cultivares de tomate con frutos de color amarillo, rosado, morado, naranja y verde, entre otros” (López, 2016, p. 15).

“El fruto contiene las semillas, que tiene un tamaño promedio de 5x4x2 mm. Son ovoides, comprimidas, lisas o muy velludas, parduzcas y están embebidas en abundante masa mucilaginosa. Cada semilla está compuesta por el embrión, endospermo y cubierta seminal” (Díaz & Hernández, 2003, como se cita en López, 2016p. 16).

1.4. Habito de crecimiento del tomate

1.4.1. Plantas de crecimiento determinado

Respecto al crecimiento determinado del cultivo de tomate, López (2016), manifiesta que son;

Plantas cuyos tallos principal y lateral detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias, según la variedad. Son de porte bajo y compacto y producen frutos durante un periodo relativamente corto. Su crecimiento se detiene después de la aparición de varios racimos de flor con la formación de un último racimo apical. La cosecha puede realizarse de una a tres veces durante el ciclo de cultivo. (p. 17)

1.4.2. Plantas de crecimiento indeterminado

En relación al crecimiento indeterminado del cultivo de tomate, López (2016), manifiesta que son;

Plantas cuyos tallos principal y lateral crecen en un patrón continuo, siendo la yema terminal del tallo la que desarrolla el siguiente tallo. La floración, la fructificación y la cosecha se extienden por periodos muy largos, por lo que son usualmente cultivadas en invernaderos o casas sombra con tutorado. Poseen condiciones adecuadas para un crecimiento continuo, dado que forman hojas y flores de manera ilimitada. La aparición de flores en los racimos y su grado de desarrollo son escalonados: las primeras flores del racimo pueden estar totalmente abiertas, mientras que las últimas aún no se abren. En Costa Rica son utilizadas en plantaciones a campo abierto para disponer de cosecha durante un periodo de tres a cuatro meses. (p. 17)

1.4.3. Plantas de crecimiento semideterminado

“Se caracterizan por la interrupción del crecimiento de sus tallos después de un determinado número de inflorescencias, usualmente en una etapa muy avanzada del ciclo del cultivo” (Haifa Chemicals, 2014, como se cita en López, 2016, p. 17).

1.5. Requerimientos edafoclimáticos del tomate

El tomate es un cultivo de estación cálida. El rango óptimo de temperatura es de 21-27 °C durante el día y 18-20 °C por la noche. Temperaturas inferiores a 10 °C y superiores a 35 °C son perjudiciales. La producción de licopeno es máxima entre 21 y 24 °C y se destruye completamente a 40 °C. El cultivo prospera en suelos franco arenosos a franco arcillosos, bien drenados, con alto contenido de materia orgánica y un pH óptimo entre 6.0 y 7.0 (Maurya et al., 2025).

1.5.1. Suelo

Respecto al requerimiento edáfico del tomate, Infoagro Systems S.L. (2016, como se cita en López, 2016), señala que él;

Cultivo de tomate no es muy exigente en términos de suelo, excepto en lo que respecta al drenaje; no obstante, se obtienen mejores resultados en suelos profundos (de 1 m o más de profundidad), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en su perfil. El tomate tolera la acidez y crece adecuadamente en pH de 5,0 a 6,8. Es medianamente tolerante a la salinidad, con valores máximos de 6400 ppm (10 mmho). (p. 21)

1.5.2. Temperatura

En relación a las exigencias de temperatura del tomate, Díaz (2007, como se cita en López, 2016), señala que;

La temperatura óptima de desarrollo del cultivo oscila entre 20 °C y 30 °C durante el día y entre 10 °C y 17 °C durante la noche. Temperaturas superiores a los 30 °C reducen la fructificación y la fecundación de los óvulos, afectan el desarrollo de los frutos y disminuyen el crecimiento y la biomasa de la planta. Las plantas de tomate se desarrollan mejor con temperaturas de entre 18 °C y 24 °C. Temperaturas diurnas inferiores a 12-15 °C pueden originar problemas en el desarrollo de la planta, mientras que temperaturas diurnas superiores a 30 °C e inferiores a 12 °C afectan la fecundación. (p. 20)

1.5.3. Humedad relativa

Respecto a las exigencias de la humedad relativa del tomate, Infoagro Systems S.L. (2016, como se cita en López, 2016), señala que;

La humedad relativa (HR) óptima, que se ubica entre 60 % y 80 %, favorece el desarrollo normal de la polinización y garantiza una buena producción. El exceso o déficit de HR produce desórdenes fisiológicos y favorece la presencia de enfermedades. Humedad relativa superior al 80 % favorece la permanencia de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificulta la fecundación, ya que el polen se humedece y hay aborto floral. Una alta humedad relativa y una baja iluminación reducen la viabilidad del polen y pueden limitar la evapotranspiración, disminuir la absorción del agua y los nutrientes, generar déficit de elementos como el calcio e inducir desórdenes fisiológicos. Una humedad relativa menor al 60 % dificulta la polinización. (p. 21)

1.5.4. Agua

“Los requerimientos de agua varían dependiendo de la variedad entre 300 y 1000 mm” (SIA – Hural, 2008, como se cita en Bellido, 2010, p. 38)

1.5.5. Luminosidad

“La luminosidad reducida, puede afectar negativamente los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. Durante los periodos críticos del desarrollo vegetativo de la planta la interrelación entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad es fundamental” (Infoagro Systems S.L., 2016, como se cita en López, 2016, p. 21). “Por tal motivo se recomienda no cultivar tomate en sitios que permanecen nublados, ya que los rendimientos disminuyen considerablemente” (INTA 2014, como se cita en López, 2016, p. 21).

1.5.6. Altitud

“En el ámbito mundial las zonas donde más se ha adaptado esta especie son las de clima templado, ubicadas entre 1000 y 2000 m s. n. m. en ambientes protegidos” (Vallejo, 1999, como se cita en López, 2016, p. 21). “En la actualidad se encuentran cultivares adaptados a rangos de altitudes más amplios” (López, 2016, p. 21).

El tomate “se puede cultivar desde 0 a 2800 metros sobre el nivel del mar” (Cáceres, como se cita en Bellido, 2010, p. 38)

1.6. Manejo agronómico del tomate

1.6.1. Elección y selección de semilla

Como en todo cultivar, de acuerdo donde se va cultivar, la elección de la variedad y la calidad de semilla es la base fundamental en la producción del cultivo tomate. “La elección de la calidad y variedad es, sin duda un elemento fundamental a tener en cuenta en momento de almacigar y/o cultivar” (Bartolini, 1989, como se cita en Ayala, 2017, p. 23). “Para obtener buenos resultados, la elección de la variedad debe ir acompañada por la adquisición de una semilla confiable, de buena calidad” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013, p. 9).

1.6.2. Preparación de cama de almácigo

La preparación de la cama del almácigo consiste en ofrecer un “buen lecho de siembra, es una de las labores más importantes para el buen éxito del cultivo, porque tiene un buen papel determinante en las primeras fases del desarrollo de la planta es decir en la germinación y enraizamiento” (Bartolini, 1989, como se cita en Ortiz, 2018, p. 31). Un buen almácigo “depende del sustrato a utilizar; cuya producción del cultivo depende de un buen almacigo. Para obtener una buen almacigo, se recomienda utilizar una proporción de tierra negra, de humus de lombriz o materia orgánica, y arena” (INFOAGRO, 2007, como se cita en Bellido, 2010, p. 38). “El almácigo se prepara en camas de 10-15 m de largo por 1.0 m de ancho y 20 cm de altura. Estas camas son por lo general, mezclas de tierra franca (50%), arena (30%) y materia orgánica (20%)” (CATIE, 1990, como se cita en Ortiz, 2018, p. 31). “El uso de almácigos permite tener un mejor control de las condiciones ambientales como humedad y temperatura, así como la prevención y manejo de plagas, también facilita la selección de plántulas sanas y uniformes” (CATIE, 1990, como se cita en Ayala, 2017. p. 24). “Se pueden almacigarse en camas almacigueras, cajones de madera, vasos descartables, bandejas almacigueras, etc.” (INFOAGRO, 2007, como se cita en Bellido, 2010, p. 39). “Se recomienda desinfectar la cama con algún biocida (bromuro de metilo, dazomet, vapor) y aplicar un fertilizante completo antes de desinfección” (CATIE, 1990, como se cita en Ortiz, 2018, p. 31).

1.6.3. Siembra o almácigo

Respecto a la siembra y almácigo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013), señala que se debe;

Sembrar las semillas en hileras una profundidad de 5 mm, regar bien y cubrir con papel periódico, a fin de obtener una germinación uniforme. Una vez germinada se debe retirar el papel, y en caso de temperatura baja mantener bajo túnel de plástico, abrir durante el día cuando hace calor para permitir una buena iluminación y aireación. En el verano se puede utilizar tela de gasa para evitar los daños por plagas. (p. 12)

1.6.4. Manejo y cuidado del almácigo

Las labores muy importantes del almácigo es el deshije, tinglado, riego y control fitosanitario.

- a) Deshije.** Se debe “realiza a los 15 días después de la siembra, dejando en el caso de las bandejas y vasos descartables una planta por unidad, en las camas almacigueras se deja el espacio necesario para el desarrollo de la planta” (INFOAGRO, 2007, como se cita en Bellido, 2010, p. 39).
- b) Tinglado.** Se realiza “en épocas de verano para proteger del sol del medio día y le permitan recibir media sombra” (INFOAGRO, 2007, como se cita en Bellido, 2010, p. 39).
- c) Riego.** En las “épocas de verano regar todos los días a partir de la siembra, preferentemente por las mañanas o por las tardes con 3 a 4 litros de agua por m², evitando el encharcamiento” (INFOAGRO, 2007, como se cita en Bellido, 2010, p. 39).
- d) Control fitosanitario.** “Al germinar y cada 7 días, se deben realizar aplicaciones fitosanitarias preventivas (según correspondan) con los productos registrados para el cultivo de tomate” (FAO, 2013, p. 12).

1.6.5. Preparación del terreno

Según Llanos (1984, como se cita en Ayala, 2017) la preparación del suelo es una labor secundaria, que;

Sirve fundamentalmente para preparar el suelo antes de la siembra. Su objetivo es dejar la superficie en mejor estado de agregación y limpio de hierbas competidoras, también recomienda realizar la siembra en el momento, en que la humedad de suelo se encuentra en condiciones adecuadas. (p. 23)

Mientras que SARH (1980, como se cita en Cuesta, 2007), respecto al proceso de preparación del suelo señala que;

Es necesario efectuar una buena preparación del terreno, para lo cual se dan dos pasos cruzados de subsuelo y un barbecho profundo; posteriormente desmenuzar el terreno mediante rastreo y por último la nivelación. Para el establecimiento de la plantación se requiere preparar el suelo con anterioridad, una pasada de arado y dos rastreadas son suficientes. (p. 10)

Asimismo, Bellido (2010), en relación a las formas de preparación del suelo señala que se:

Puede realizarse en forma mecánica, con tracción animal o labranza mínima dependiendo de las condiciones donde se siembre. Lo recomendable es realizar operaciones de arado y rastra; adicionalmente cuando se tengan terrenos con pendientes, es necesario sembrar en curvas a nivel para evitar erosión del terreno, y cuando se tengan terrenos con problemas de inundación o terrenos no nivelados, es necesario hacer un sistema de drenajes que incluyan los drenes interiores y drenes recolectores, para evitar anegamiento dentro del cultivo. (p. 38)

1.6.6. *Trasplante*

Según CATIE (1990, como se cita en Ortiz, 2018) “antes de trasplantar las plantas se debe regar, y también asperjar la plántula con una solución azucarada 10%, para aumentar potencial osmótico de la plántula, finalizando con un riego ligero” (p. 32). Hugo y Rebeca (2001, como se cita en Ortiz, 2018), señala que “el trasplante definitivo se realiza aproximadamente entre cuatro o cinco semanas después de la siembra. Un trasplante bien hecho es esencial para obtener una buena cosecha en invernadero” (p. 32). “La época adecuada de trasplante de las mudas es cuando se abren totalmente 3 a 4 hojas (30 días de edad)” (FAO, 2013, p. 12).

En relación al trasplante, SEP (1988, como se cita en Cuesta, 2007), manifiestan que el trasplante se;

Realiza a los 30 o 35 días en verano y a las 40 o 45 días en invierno. Las plántulas en el momento del trasplante deben tener un tamaño de 10 a 15 cm. y con 6 a 8 hojas verdaderas formadas. El momento del día más adecuado para el trasplante en clima cálido, es hacia el atardecer o por la noche. En caso de riego previo al

trasplante se puede trasplantar durante el día igual que en climas templados o durante días frescos. La planta sufre un retraso en su desarrollo normal a causa del trasplante. Esto se debe a la rotura de muchas raíces, lo que afecta el flujo de agua y nutrientes. La pérdida de una parte del volumen radicular es la causa de que la planta se marchite al principio. (p. 11)

Van (como se cita en Bellido, 2010) respecto a la época de trasplante al campo definitivo señala que se debe efectuar a;

Los 45 días aproximadamente de la siembra del almacigo y trasplantar a la mitad del costillar del surco para evitar danos al efectuarse el riego. El trasplante puede hacerse a cualquier hora del día siempre que las plántulas se hayan aclimatado exponiéndolas gradualmente a la luz, o suprimiéndoles gradualmente el riego. (p. 40-41)

1.6.7. Abonamiento

Zevallos (como se cita en Bellido, 2010), en relación a la aplicación del abono, manifiesta que;

Antes de hacer cualquier abonamiento, se recomienda hacer un análisis de suelo. En cuanto a la época y forma de abonamiento se recomienda que todo el fosforo y el potasio, se aplique junto con el guano de corral o compost, en el momento de la preparación del terreno definitivo, la mitad del nitrógeno (80 unidades), se aplicara en el momento de la siembra, del nitrógeno restante la mitad (40 unidades), se aplicara a los 30 días del trasplante, o sea cuando se realiza el primer aporque. El nitrógeno restante (40 unidades) será aplicado dos meses después del trasplante cuando se hace el aporque definitivo. (p. 42)

Mientras que Villareal (como se cita en Bellido, 2010), respecto a la incorporación del abono señala que;

Antes de la siembra se debe incorporar al suelo una tercera parte de la cantidad del nitrógeno más el total de P y K, luego de 60 días del trasplante se aplica la otra tercera parte del nitrógeno y a los 100 días después del trasplante el resto del nitrógeno. (p. 42)

Respecto a la presencia del nitrógeno, Azabache (2003, como en Ortiz, 2018), señala que es un;

Nutriente importante para la planta, que en el suelo se encuentra en pocas cantidades. Las plantas contienen entre 10 – 40g de nitrógeno (N) en cada kg de materia seca. El nitrógeno es absorbido por la planta en iones amonio (NH_4) y nitrato (NO_3). El nitrato es una fuente preferencial para el crecimiento de los cultivos. (p. 33)

En relación a la presencia del fósforo, Azabache (2003, como en Ayala, 2017), señala que es él;

Fósforo (P) se presenta en la mayoría de las plantas en concentraciones 1 a 4 g por kg de materia seca, estas lo absorben en forma activa, como iones orto fosfato H_2PO_4^- , la absorción de H_2PO_4^- es mayor en pH bajo, mientras que la absorción de $\text{HPO}_4^{=}$ es mayor en pH alto. (p. 27)

Mientras que California Fertilizer Asociation (CFA, 1995, como se cita en Ayala, 2017)) sustenta que;

La mayor parte de la cantidad total de fósforo que existe en el suelo es ligada químicamente a compuestos de solubilidad limitada. En suelo con pH neutros hasta alcalinos se forma fosfato de calcio, en tanto en el suelo ácido se produce fosfato de hierro y aluminio. La cantidad de fósforo disponible en el suelo es apenas 1% o menos de la cantidad total existente. El fósforo estimula el crecimiento temprano y la formación de raíces, acelera la maduración y promueve la producción de semilla. (p. 27)

Respecto a la presencia del potasio, Azabache (2003, como en Ortiz, 2018), señala que;

El potasio (K^+) es absorbido activamente, por las raíces de las plantas, a una alta tasa. La tasa de absorción depende de la permeabilidad relativa de la membrana al potasio que probablemente resulta de la presencia de iones foros que facilitan la difusión. La retención de potasio en la célula depende principalmente del potencial negativo de célula. La absorción y retención de potasio en las células de las plantas son también afectadas por H^+ , Ca^+ , Mg^+ y Na^+ . La concentración de K^+ en el tejido vegetal es de 10 a 40 g por kg de materia seca. (p. 33)

1.6.8. Poda

Anónimo (1980, como se cita en Cuesta 2007), respecto a la poda señala que, “es la remoción de partes de las plantas como yemas, brotes desarrollados y raíces, para mantener una forma deseable, controlando la dirección y la cantidad de crecimiento” (p. 12). “La poda vegetativa en la planta de tomate, consiste en eliminar los brotes que aparecen debajo de la primera inflorescencia. En las variedades de crecimiento indeterminado se continúa la poda dejando únicamente el tallo principal y una rama secundaria” (León & Arosamena, 1980, como se cita en Cuesta 2007, p. 12).

En la opinión de Martínez et al. (2016), la poda de formación en el cultivo de tomate es una;

Práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15- 20 días después del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos. (p. 41)

Hugo y Rebeca (2001, como se cita en Ortiz, 2018), respecto a la poda en el cultivo de tomate señal que;

La poda es la práctica de remover o cortar algunos de los tallos de la planta. El principal objetivo de las podas es balancear el crecimiento reproductivo y vegetativo, permitiendo que los fotoasimilados se canalicen hacia los frutos, pero también tiene otros beneficios principalmente de tipo fitosanitario. Básicamente existen cuatro tipos de podas: poda de formación, yemas o cupones, flores y frutos y hojas bajas. (p. 32)

1.6.9. Aporque

Van (como se cita en Bellido, 2010), indica “que el aporque consiste en arrimar tierra al pie de la planta, con la finalidad de evitar el volcado, inducir la emisión de raíces adventicias, aumentar el espacio para el desarrollo radicular y control de las malezas” (p. 42). Para Martínez et al. (2016). Es una “práctica que se realiza tras la poda de formación,

con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con tierra” (p. 42).

Zevallos (2008, como se cita en Bellido, 2010), respecto al aporque señala que es una labor de;

Campo que tiene el objeto de alejar la planta del surco de riego, evitando la pudrición y el ataque de enfermedades en la planta. El primer aporque se debe realizar a los 30 días después del trasplante y luego a los 2 meses del trasplante aprovechando la segunda dosis de nitrógeno. (p. 41)

1.6.10. Riego

Alvarado (2009, como se cita en Ayala, 2017), señala que la labor de regar los cultivos es la;

Aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona radical para que las plantas rindan la máxima producción. (p. 24)

CATIE (1990, como se cita en Ayala, 2017), en relación al manejo del agua de riego señala que se;

Debe realizarse en forma cuidadosa, pues tanto la falta como el exceso repercuten en la calidad y producción del fruto, Se ha determinado una alta correlación entre sequías prolongarlas y rajaduras de frutos; por otra parte, el exceso de agua, favorece el desarrollo de enfermedades de la raíz, lo cual ocasiona bajos rendimientos. (p. 24)

Asimismo, Alvarado (2009, como se cita en Ayala, 2017), respecto al manejo del agua de riego señala que debe;

Realizarse en forma cuidadosa, pues tanto la falta como el exceso repercuten en la calidad y producción del fruto, Se ha determinado una alta correlación entre sequías prolongarlas y rajaduras de frutos; por otra parte, el exceso de agua, favorece el desarrollo de enfermedades de la raíz, lo cual ocasiona bajos rendimientos. (p. 31)

1.6.11. Deshierbo

Cásseres (1980, como se cita en Bellido, 2010), menciona que se puede realizar el deshierbo cada vez que aparezcan las malas hierbas, siendo de gran importancia los primeros raspados, cuando la planta es aún pequeña”. (p. 43)

1.6.12. Tutorado

En opinión de Martínez et al. (2016), el sistema de tutorado en el cultivo de tomate es:

Una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. (p. 42)

Según Anderlini (como se cita en Bellido, 2010), “existen diferentes tipos de tutorado, como son soporte individual, soporte en pirámide, soporte colgado, soporte en espaldera” (p. 43).

1.6.13. Control fitosanitario

Respecto al control fitosanitario, CATIE (1990, como se cita en Ayala, 2017) señala que,

El conocimiento de fenología del cultivo es muy importante para el manejo de plagas y enfermedades, ya que la susceptibilidad del cultivo, al daño por las plagas varía de acuerdo, con su estado de desarrollo. A su vez la incidencia de las plagas, es a función de factores ambientales y de la condición del cultivo. (p. 26)

Según Cuesta (2007), “el tomate puede verse afectado por un buen grupo de plagas, enfermedades y otras alteraciones, especialmente en el cultivo intensivo de invernadero; ya que en el huerto al aire libre suele haber muchos menos problemas de plagas y enfermedades” (p. 24).

1.6.14. Cosecha

Respecto a la cosecha del cultivo de tomate, Martínez et al. (2016), señala que se realiza en función de;

La variedad y el manejo del cultivo, esta se inicia después de los 60 a 90 días del trasplante, pudiendo extenderse la misma por 45 a 90 días. La forma de cosecha y el grado de madurez dependerá del destino de la producción, mercado en fresco local o a larga distancia, o para la industria. Por lo general se lo cosecha cuando el fruto comienza a tornarse de color rojo “pintón” para que este madure en los días posteriores a la cosecha y este en su punto óptimo, cuando llegue al mercado. (p. 42)

Gordón (1992, como se cita en Cuesta 2007), respecto a los períodos de cosecha del tomate manifiesta que;

La etapa de madurez en las cosechas varía principalmente con el mercado al que se abastece. Los tomates para procesamiento se cosechan cuando están y completamente maduros o sea en la etapa de maduración roja ya que son procesados lo más pronto posible. El punto de maduración adecuado para la cosecha destinada al mercado fresco, depende de los procedimientos de comercialización y de la distancia al mismo. Para el embarque a larga distancia los tomates son recogidos en la etapa de maduración verde. Aunque es difícil determinar exactamente esta etapa, se describe mejor como aquella en que el color verde oscuro cambia al verde claro. (p. 41)

1.7. Sistema de tutorado en el cultivo de tomate

“El tutorado consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda (Parrado & Ubaque, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1), “palos o estacas, para evitar que las plantas sean tumbadas sobre el suelo” (Ecoagricultor, 2014, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “El uso de los sistemas de tutorado es en diversos cultivos de crecimiento arbustivo o de enredadera como el tomate, pimiento, pepinillo, arveja, etc.” (Agronoticias, 2012, p. 1)

La colocación del tutorado “es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida. Facilita el manejo general de la plantación y evita que los frutos toquen el suelo” (Rojas & Castillo 2007, como se cita en López, 2016, p. 57). “Se realiza de quince a veintidós días posteriores al trasplante. Los postes pueden ser de caña india, caña brava” (Díaz 2007, como se cita en López, 2016, p. 57) o bambú.

“Las ventajas de emplear un sistema de tutorado son: Mejora la disposición espacial de las plantas y, con ello se simplifican las labores del cultivo, como la cosecha” (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “Se mejora la calidad de los frutos, pues ya no están en contacto con el suelo y tendrán suficiente aireación y luz (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “Se evitan enfermedades y daños mecánicos hacia los frutos (Huamanchay, 2013, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “Se puede incrementar los rendimientos (Cosme, 2015). En el caso del cultivo de arveja se puede incrementar las utilidades en 15%” (ITACAB, s.f., como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1).

Monge (2016, como se cita en López, 2016), respecto al uso de los tutorados en plantaciones de tomate señala que;

Se colocan al centro de cada lomillo o cama y generalmente con una distancia entre postes de 2,5 m a 3 m de largo. En las cabeceras o al final de cada lomillo se coloca una caña de bambú con mayor grosor que el de los internos. Se recomienda enterrar los postes a 40 cm o 50 cm de profundidad y con una altura aérea de 2.5 m, para dar mejor soporte a las plantas y facilitar su desarrollo final. (p. 57)

López (2016, respecto al amarre de las plantas en los tutorados en plantaciones de tomate señala que;

Es una práctica que se emplea para dar sostén y mantener las plantas erectas. Se utiliza un mecate tomatero para amarrar en forma horizontal los tutores o postes; es colocado a partir de los primeros 60 cm de altura de la planta. Conforme la planta va creciendo se colocan hiladas de mecate tomatero que sirve como espaldera para la planta de tomate. La planta se amarra al mecate tomatero con ayuda de rafia, hilo o hebra tomatera a un extremo del tallo de la planta y se debe tener cuidado de no tensarlo para que no se estrangule. El número de hileras de mecate tomatero depende del crecimiento de la planta. Los cultivares de crecimiento indeterminado necesitan tres o cuatro hileras de mecate, mientras que las de crecimiento determinado requieren una o dos hileras. Esta labor se debe hacer lo antes posible para evitar que la rama o el tallo principal es doble. (p. 57)

En relación a los tipos de tutorado, Agronoticias (2012), señala que hay “diversas maneras de realizar el tutorado, dependiendo de la disponibilidad de materiales de cada zona, así como el costo que implique su implementación. Los más comunes son el tutorado individual, de espaldera, de emparrado, de malla, caballete, holandés, etc.” (p. 1)

1.7.1. Tutorado individual

El sistema tutorado individual “consiste en que cada planta recibe un tutor individual localizado a 10-20 cm de la base de la planta. El tutor puede tener entre 2 a 2.5 m de largo. Las plantas se sostienen por amarres individuales” (Vallejo & Estrada, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1)

1.7.2. Tutorado de espaldera

En el sistema tutorado de espaldera “se colocan postes de unos 2 m de altura a distancias de 2 a 3 m a lo largo del surco, y en los postes de las orillas se instalan alambres para soportar el peso de las plantas” (Fundacion Hogares Juveniles Campesinos, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “Además, este sistema es muy común en surcos sencillos, y entre cada tutor se corre una cuerda cruzada que va formando una cajonera de sostenimiento” (Vallejo & Estrada, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “Los tutores de tipo espalderas con hilos horizontales, son una variación, donde los tutores se sujetan de los extremos con estacas, se tienden las pitas de rafia en forma horizontal distanciadas de 4 a 5 centímetros” (ITACAB, s.f., como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1).

1.7.3. Tutorado de caballete

El sistema de tutorado de caballete, “también llamado en tijera; es útil en cultivos de doble surcos, donde a cada planta se le coloca un tutor las cuales se inclinan para unirse en el centro del extremo superior” (Vallejo & Estrada, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “Las espalderas pueden unirse entre ellos mediante una cuerda, palos o alambre. Los cultivos que se aplican son frijoles y tomates” (Arévalo, 2014, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1)

1.7.4. Tutorado trípode o pirámide

En el sistema tutorado trípode “se utiliza tres o más tutores inclinados, amarrados en la punta con rafia, alambre u otros materiales. Se usa para guiar tomate, pepino o melón” (Huamán, 2005, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1).

1.7.5. Tutorado holandés:

En la opinión de Vallejo y Estrada (2004, como se cita en Agronoticias, 2012), el sistema tutorado holandés es:

También denominado colgado, en este tutorado se colocan palos fuertes y en la parte superior se cruza una cuerda de alambre (calibre 8 o 12), del cual se sostienen verticalmente las cuerdas que cuelgan dando amarre a las plantas. Los amarres se hacen una o dos veces por semana, a medida que la planta desarrolla su tallo. (p. 1)

“Este sistema requiere de una mayor inversión en mano de obra respecto al tutorado tradicional, pero supone una mejora de la aireación en general de la planta” (Arévalo, 2014, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1).

1.7.6. Tutorado de malla

En el sistema tutorado de malla “el enmallado es tan ancho como la cama y soporta el tallo de plantas débiles como el cultivo de flores. A medida que la planta crece el enmallado sube” (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2004, como se cita en Agronoticias, 2012, p. 1). “Otra variante consiste en colocar las mallas en forma vertical, donde servirá como apoyo para el crecimiento de las plantas” (Agronoticias, 2012, p. 1.)

1.8. Densidad de plantas de tomate

En la opinión de González et al. (2012), la densidad de plantas por unidad de área es muy importante, por cuanto “la densidad de siembra influye en el rendimiento de fruto, a menor número de plantas, mayor número y peso de fruto por planta; pero menor rendimiento de fruto por hectárea” (p. 145).

Respecto a la densidad de plantas del cultivo de tomate, Monge (2016, como se cita en López, 2016) señala que;

La distancia de siembra adecuada es aquella que permite un rendimiento máximo, una madurez uniforme de la fruta y una adecuada aireación de las plantas. Cuando la densidad es alta, puede ocurrir competencia por los nutrientes, el agua y la luz entre las plantas y haber presencia de plagas y enfermedades, lo que dificulta la fertilización, el amarre, la poda y la cosecha, entre otras prácticas.

En el cultivo de tomate a campo abierto se utiliza el sistema de siembra de línea simple o lineal en todas las zonas productoras. En Costa Rica se siembra a una distancia de 1,2 m a 1,6 m entre surcos y de 35 cm a 50 cm entre plantas, dejando la arquitectura de la planta a dos ejes. En la época seca la distancia entre las plantas utilizada por los agricultores es menor porque la biomasa no es tan abundante como en la época lluviosa. (p. 56)

Respecto a la densidad de plantas de tomate, Valadez (1997, como se cita en Cuesta, 2007), señala que;

La densidad de población por hectárea, se obtienen densidades de 18, 000 a 33, 000 plantas por hectárea, pudiendo fijar las siguientes distancias entre surcos: 1.00, 1.20, 1.50 y 1.80 m, dependiendo de la maquinaria disponible y el tipo decrecimiento de la planta. Entre plantas se da un espacio de 25 a 50 cm. La densidad de plantas en el campo depende si el cultivar es enano o de enrame. El espaciamiento de las variedades enanas es de 30 a 60 cm. en la fila y de 90 a 120 cm. entre hileras. (p. 12)

Respecto a la densidad de plantas de tomate bajo sistema invernadero, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, s.f., como se cita en López, 2016), señala que;

Es común utilizar el sistema de doble línea en invernaderos. Se hacen eras de 90 cm de ancho, espaciadas a 50 cm o 60 cm. Las plantas se colocan en hileras dobles con 50 cm o 60 cm entre estas. La distancia entre centros de cama puede variar de 1,40 m a 1,60 m, y los pasillos son de 0,8 m a 1 m de ancho. (p. 56)

Díaz (2007, como se cita en López, 2016), indica, según la investigación realizada en la zona Central Occidental de Costa Rica, sobre agro cadena de tomate, “las densidades de siembra oscilan entre 14,000 y 16,000 plantas/ha. Los rendimientos obtenidos están

entre 35,000 kg/ha y 80 000 kg/ha en campo abierto. La densidad de siembra en ambientes protegidos se encuentra entre 20,000 plantas/ha y 22,000 plantas/ha” (p. 56).

Van (como se cita en Bellido, 2010), manifiesta “que la distancia de trasplante y la densidad de plantas por hectárea dependen principalmente del sistema de cultivo y de la variedad del tomate” (p. 41).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

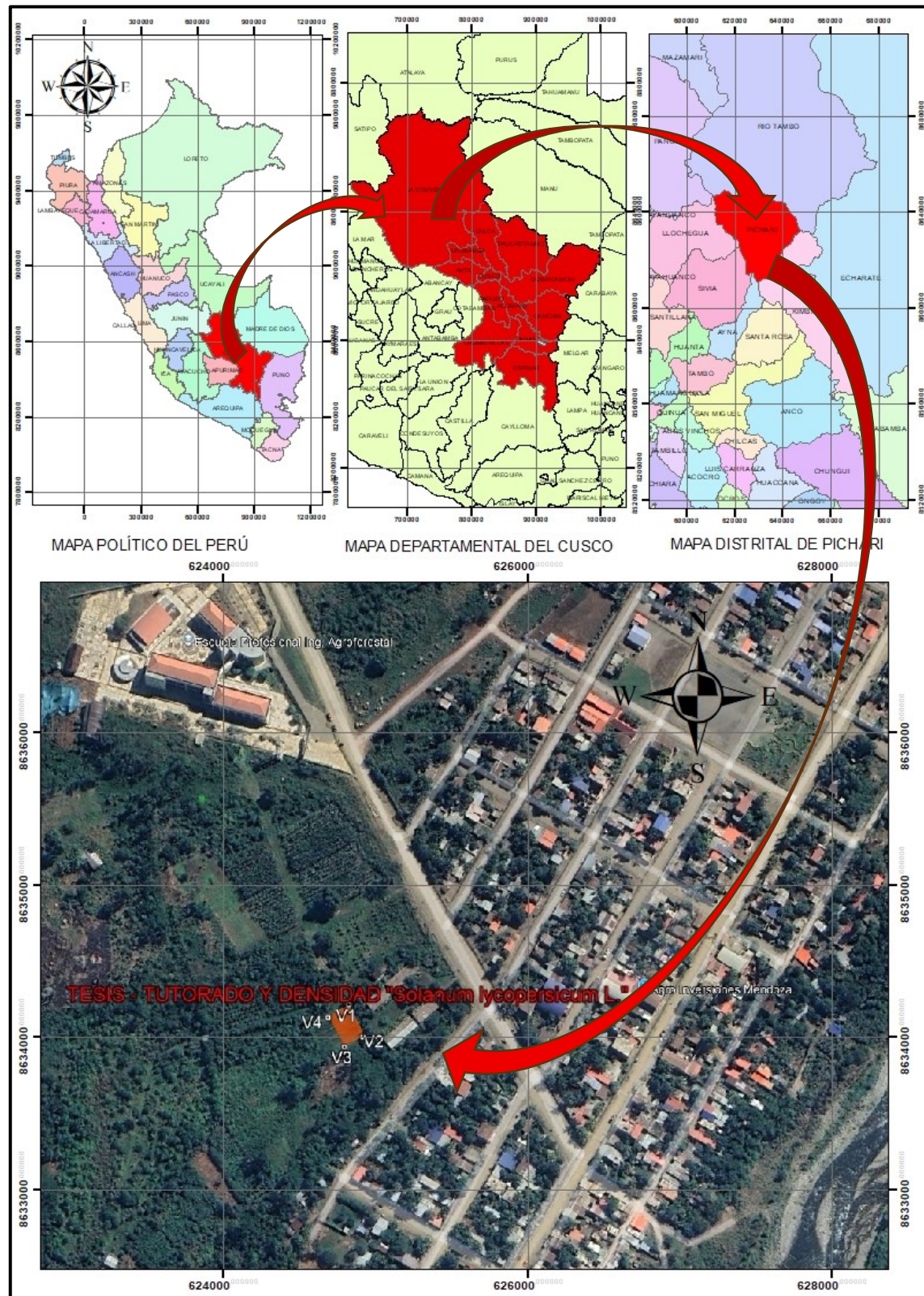
La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal (Sede Pichari) de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El predio se sitúa en el distrito de Pichari, provincia de La Convención, departamento de Cusco. Geográficamente, el área experimental se localiza en las coordenadas 12°31'40.31" de latitud sur y 73°50'18.93" de longitud oeste, a una altitud media de 562 msnm.

2.1.1. Ubicación ecológica

Desde una perspectiva macro ecológica, el estudio se desarrolló en el ámbito de la selva tropical peruana. Según la clasificación jerárquica de Aragón & Chuspe (2018), la zona se enmarca en el bioma de Bosques Húmedos Tropicales y Subtropicales de Hoja Ancha, específicamente dentro de la ecorregión de los Bosques Húmedos de la Amazonía Suroccidental (pp. 17-27). En este contexto, Pichari se sitúa en una franja de transición entre la selva alta y la selva baja, un sector estratégico del piedemonte andino que integra elementos bióticos de la llanura amazónica y de las Yungas, lo que le confiere una alta biodiversidad (Aragón & Chuspe, 2018, pp. 20-67). Complementariamente, de acuerdo con el sistema de zonas de vida de Holdridge, el área de estudio corresponde a la formación ecológica de bosque muy húmedo - Premontano Tropical (bmh-PT) (ONERN, 1976). Esta unidad bioclimática se caracteriza por una elevada humedad relativa y temperaturas cálidas, condiciones ambientales que determinan el desarrollo fenológico y el potencial de rendimiento de las variedades Margot F_1 “tomate” evaluadas en la región.

Figura 2.1

Ubicación política del trabajo de investigación – EPIAF-PICHARI



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Características edáficas del terreno experimental

Previo al establecimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Variedad Marglobe, se realizó un muestreo sistemático de suelo a una profundidad de 0-30 cm para determinar sus propiedades físico-químicas. Los resultados del análisis de laboratorio (Tabla 2.1) permitieron diagnosticar la fertilidad potencial del área experimental y ajustar el plan de fertilización.

Tabla 2.1

Propiedades físico-químicas del suelo del área experimental

Categoría	Parámetro	Unidad	Valor	Interpretación (para tomate)
Física	Clase textural	-	-	Franco arenoso
Química	Reacción del suelo (pH)	1:2.5	6.40	Ligeramente ácido (Óptimo)
	Conductividad eléctrica (CE)	dS/m	0.70	No salino
	Materia orgánica (MO)	%	4.50	Alto
	Fósforo disponible (P)	mg/kg	27.80	Alto
	Potasio disponible (K)	mg/kg	143.60	Medio
Complejo	Capacidad de Intercambio	cmol(+)/kg	18.71	Media
Absorbente	Catiónico (CIC)			

2.3. Características climatológicas del lugar experimental

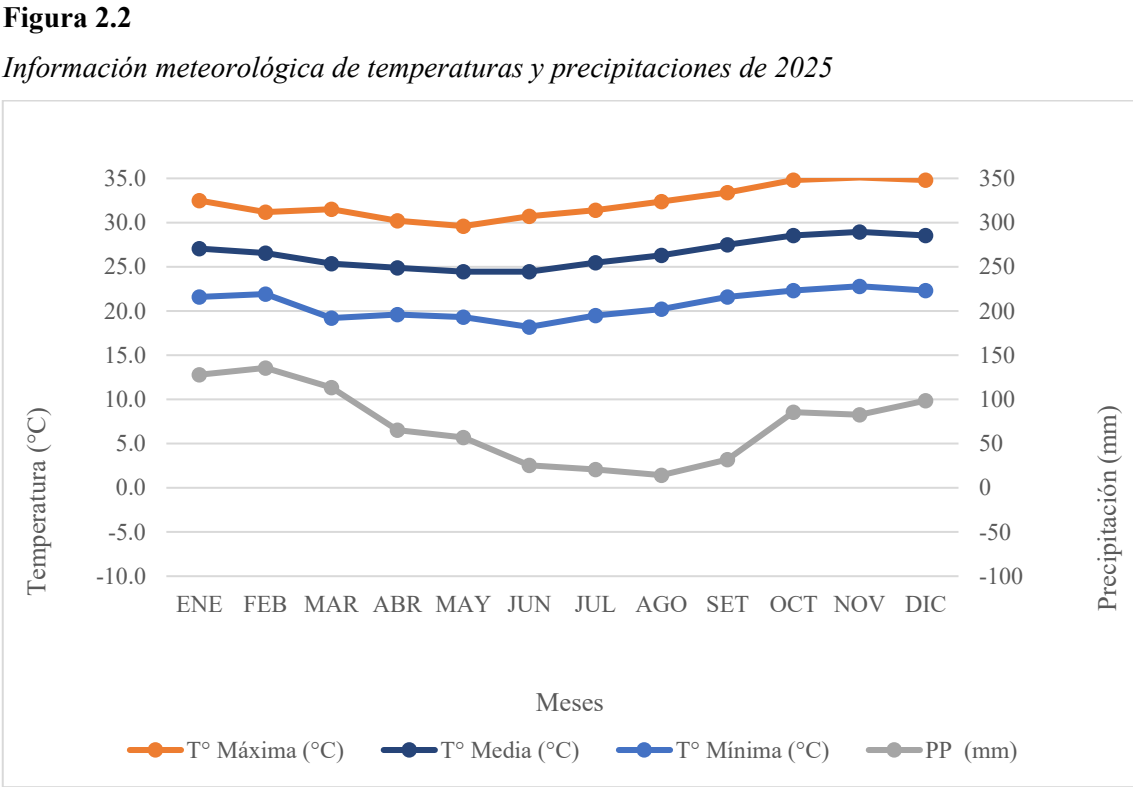
Las variables meteorológicas del periodo de estudio fueron obtenidas de la estación automatizada de Pichari, bajo la administración de la Dirección Regional Agraria de Cusco (DRAC). El área experimental se circunscribe en la región de selva alta o ceja de selva, con un clima clasificado como tropical y subtropical húmedo. Esta condición climática está determinada por la convergencia de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes y la llanura amazónica, factores que configuran un ecosistema de alta biodiversidad y aptitud para cultivos agroindustriales perennes.

Durante el ciclo fenológico del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Variedad Marglobe, se registró una temperatura máxima promedio de 35.1 °C y una mínima promedio de 18.2 °C. La precipitación total acumulada alcanzó los 858.4 mm, presentándose además una humedad relativa persistente entre el 90 % y 95 %. Si bien estos parámetros hídricos y térmicos se consideran favorables para el desarrollo del

cultivo en la zona, la combinación de altas temperaturas y saturación de humedad ambiental representa un entorno que demanda un monitoreo fitosanitario riguroso.

Tabla 2.2
Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2025, DRAC – Pichari (Estación Meteorológica Pichari)

AÑO	2025											
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T° Máx. (°C)	32.5	31.2	31.5	30.2	29.6	30.7	31.4	32.4	33.4	34.8	35.1	34.8
T° Mín. (°C)	21.6	21.9	19.2	19.6	19.3	18.2	19.5	20.2	21.6	22.3	22.8	22.3
T° Med. (°C)	27.1	26.6	25.4	24.9	24.5	24.5	25.5	26.3	27.5	28.6	29.0	28.6
PP (mm)	127.8	135.6	113.6	65.3	56.8	25.6	20.6	14.3	32.0	85.6	82.5	98.7



En la figura 2.2 se detallan las variables meteorológicas registradas durante el periodo experimental. El comportamiento térmico se caracterizó por una temperatura máxima promedio de 32.3 °C, una media de 26.5 °C y una mínima de 20.7 °C. En cuanto al régimen hídrico, la precipitación total acumulada fue de 858.4 mm, observándose que las mayores cargas pluviométricas se concentraron en los meses de diciembre, enero y febrero.

Por el contrario, el periodo comprendido entre mayo y agosto presentó los valores más bajos de precipitación; no obstante, debido a las condiciones intrínsecas del VRAEM, la humedad relativa se mantuvo en niveles críticos de saturación, oscilando entre el 95 % y 98 %. Bajo este escenario de alta higroscopía ambiental y estabilidad térmica, se infiere que no existieron deficiencias hídricas que limitaran el desarrollo fisiológico durante el ciclo productivo del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Variedad Marglobe.

2.4. Material genético: tomate variedad Marglobe

La variedad “Marglobe” es un tomate (*Lycopersicum esculentum*) de polinización abierta, considerado una variedad tradicional o estándar, no un híbrido comercial moderno.

Es un tomate de ensalada carnosos, de crecimiento vigoroso y frutos pequeños, ideal para horticultura profesional y huertos caseros. En los racimos se agrupan hasta 20 frutos rojos, ligeramente acanalados, de forma redondeada y aplanada, con un aroma intenso. Variedad resistente y tolerante al agrietamiento, adecuada para cultivo en campo abierto y protegido. Peso del fruto: 40–50 g. (Rein Saat, 2026).

Planta de crecimiento indeterminado 1,5-1,7 m de altura. Frutos globosos de tamaño grande y superficie lisa. Pulpa muy carnosa y jugosa (La chacra, 2026).

2.5. Variables estudiadas

2.5.1. Variables independientes

- Tutorado
- Densidad de plantas

a. Tutorado

Indicadores:

- ✓ Sin tutorado
- ✓ Con Tutorado

b. Densidad de plantas

Indicadores:

- ✓ 25,000 plantas ha⁻¹ (1.0 m entre surco x 0.40 m entre golpe x 1 plantas)

- ✓ 20,000 plantas ha⁻¹ (1.0 m entre surco x 0.50 m entre golpe x 1 plantas)
- ✓ 16,667 plantas ha⁻¹ (1.0 m entre surco x 0.60 m entre golpe x 1 plantas)

2.5.2. *Variable dependiente*

Se evaluaron los siguientes indicadores:

- ✓ Fenología del cultivo
- ✓ Altura de planta (cm)
- ✓ Diámetro ecuatorial del fruto (cm)
- ✓ Altura polar del fruto (cm)
- ✓ Número de ramas por planta
- ✓ Rendimiento por hectárea (kg)

2.6. Tutorado

- a. **Sin tutor.** Consistió de no emplear los tutores durante el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate.
- b. **Con tutor.** Se utilizó tutores de palo tipo poste con soporte horizontales con cuerda.

2.7. Densidad de plantas

- a. **25 000 plantas ha⁻¹.** Consistió en colocar 50 plantas en la unidad experimental con un distanciamiento de 1.0 m entre surco y 0.4 m. entre planta y planta.
- b. **20 000 plantas ha⁻¹.** Consistió en colocar 40 plantas por unidad experimental con un distanciamiento de 1.0 m entre surco y 0.5 m. entre planta y planta.
- c. **16 667 plantas ha⁻¹.** Consistió en colocar 33.3 plantas por Unidad experimental con un distanciamiento de 1.0 m entre surco y 0.6 m. entre planta y planta.

2.8. Características productivas evaluadas del tomate

- a. **Fenología del cultivo.** Se registró el número de días transcurridos desde el establecimiento de las plantas hasta cada una de las fases fenológicas evaluadas: crecimiento vegetativo, floración, inicio del cuajado de frutos, inicio del desarrollo de frutos, maduración de frutos e inicio de cosecha.
- b. **Altura de la planta (cm).** Para determinar la altura de las plantas, se realizó la medición de todos los individuos ubicados en los dos surcos centrales de cada

parcela, empleando un flexómetro. Los resultados se expresaron en centímetros (cm).

- c. Número de ramas planta (U).** Para obtener dicha información, se contabilizó el número de ramas presentes en cada planta ubicada en los dos surcos centrales de cada parcela. Los resultados se expresaron como número de ramas por planta (N° ramas/planta).
- d. Altura polar de fruto (cm).** Para obtener la información de la longitud de fruto, una vez cosechada los frutos, a nivel de los dos surcos centrales de cada parcela, utilizando un vernier se midió los frutos de tomate comercial, cuyos resultados se expresaron en centímetros (cm).
- e. Diámetro ecuatorial de fruto (cm).** Para determinar el diámetro de los frutos, una vez cosechados, se realizaron las mediciones correspondientes en los frutos provenientes de los dos surcos centrales de cada parcela, empleando un vernier. Los resultados se expresaron en centímetros (cm).
- f. Rendimiento de fruto (kg ha⁻¹).** Para obtener el rendimiento de fruto por hectárea, una vez cosechada los frutos, a nivel de los dos surcos centrales de cada parcela, utilizando una balanza digital se efectuó el pesaje correspondiente, cuyos resultados fueron expresados en (kg ha⁻¹).

2.9. Instalación y conducción del ensayo

2.9.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se ejecutó el 13 de setiembre del 2025, empleando un tractor agrícola, utilizando un arado de discos y una rastra, a una profundidad de 30 cm. Estas labores se realizaron con el fin de roturar el terreno. Posteriormente, el mullido se llevó a cabo el 16 y 17 de setiembre de 2025.

2.9.2. Demarcación y estacado del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó el 20 de setiembre de 2025 utilizando cal apagada y estacas. Los trazos se ejecutaron con ayuda de una wincha y cordel, conforme al croquis experimental.

2.9.3. Trazado de surcos

Los surcos se trazaron el 01 de octubre de 2025, luego de evidenciarse lluvias en exceso, con la finalidad de prevenir el ataque de hongos. El trazado se realizó de forma

manual, después del delineado con yeso, empleando zapapicos y considerando los siguientes espaciamientos: 25 000 plantas ha⁻¹ (1,0 m entre surcos × 0,40 m entre golpes × 1 planta), 20 000 plantas ha⁻¹ (1,0 m entre surcos × 0,50 m entre golpes × 1 planta) y 16 667 plantas ha⁻¹ (1,0 m entre surcos × 0,60 m entre golpes × 1 planta).

2.9.4. Tutorado

Los tutorados se instalaron el 04 de noviembre de 2025, posterior a la realización de la siembra directa en la parcela experimental.

2.9.5. Trasplante

La siembra se realizó de forma directa el 04 de octubre de 2025, empleándose semilla certificada.

2.9.6. Recalce

El recalce se realizó el 11 y 12 de octubre de 2025, semanas posteriores a la siembra, reemplazándose los golpes de semillas que no lograron emerger en los hoyos, considerado como pérdidas.

2.9.7. Abonamiento

En el experimento se utilizó en nivel de fertilización 180-80-150 de NPK, la cual se estimó en base al análisis de suelos y rendimiento del cultivo. La mezcla de fertilizantes se suministró al cultivo en forma fraccionada en tres momentos. Primer abonamiento se realizó el 20 de octubre de 2025, la segunda fracción 35 después y la tercera, 15 días más tarde. Las fuentes de fertilizantes fueron: Urea agrícola (45% de N), fosfato di amónico (18 % N y 46 % P) y cloruro de potasio (60 % de K)

Como complemento, se aplicó al cultivo calcio y boro como abono foliar, el 21 de octubre de 2025, repitiéndose con una frecuencia de cada 20 días, empleándose 600 g por mochila de 20 L con agua.

2.9.8. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual y periódica en la parcela experimental, ejecutándose con azadones con el fin de evitar la competencia de las

malezas con el cultivo del tomate. El primer deshierbo se realizó a los 15 días después de la siembra.

2.9.9. Aporque

El aporque se realizó el 17 de noviembre de 2025, cuando la planta alcanzó una altura de 18 cm.

2.9.10. Control de plagas

Primera aplicación de insecticida se efectuó el 18 de octubre de 2025, antes del aporque, para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Las aplicaciones se realizaron cada 15 días, de manera preventiva, a razón de 15-20 mL por 20 L de agua. Para el control de pulgones y larvas de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), se empleó Spintor® Green 24 SC (spinosad), un insecticida de etiqueta verde (Categoría IV), aplicado a razón de 50-75 mL por 200 L de agua.

Primera aplicación de fungicida se realizó el 21 de noviembre de 2025, antes del aporque, para el control del hongo causante de la chupadera fungosa (*Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp.). Las aplicaciones se efectuaron cada 15 días, de manera preventiva, a razón de 15-20 mL por 20 L de agua. Como alternativa de etiqueta verde, se utilizó Polyram® DF (metiram), fungicida de contacto y acción preventiva, clasificado en la Categoría IV, a una dosis de 200 g por 200 L de agua.

2.9.11. Cosecha

La recolección de los frutos se llevó a cabo mediante cuatro cosechas selectivas durante el mes de enero de 2026 (días 04, 15, 23 y 30), establecidas en función del estado de madurez comercial (fruto pintón) y la firmeza mecánica al tacto. El procedimiento técnico consistió en realizar un corte preciso a nivel del pedúnculo, conservando una sección de 0.5 a 1.0 cm para mitigar el riesgo de lesiones mecánicas y optimizar la vida postcosecha del producto. La cosecha se ejecutó con intervalos de ocho días, que permitió estandarizar los criterios de calidad y garantizar la uniformidad de las muestras evaluadas en cada tratamiento.

2.10. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. Unidad experimental. La unidad experimental estuvo conformada por cada una de las parcelas de cultivo de tomate, instaladas según los factores en estudio, empleando el tutorado y la densidad de planta por unidad de área.

a.1. Empleo del tutorado

t_0 = Sin tutor

t_1 = Con tutor

a.2. Densidad de plantas de tomate

d_1 = 25 000 plantas ha^{-1}

d_2 = 20 000 plantas ha^{-1}

d_3 = 16 667 plantas ha^{-1}

b. Tratamientos

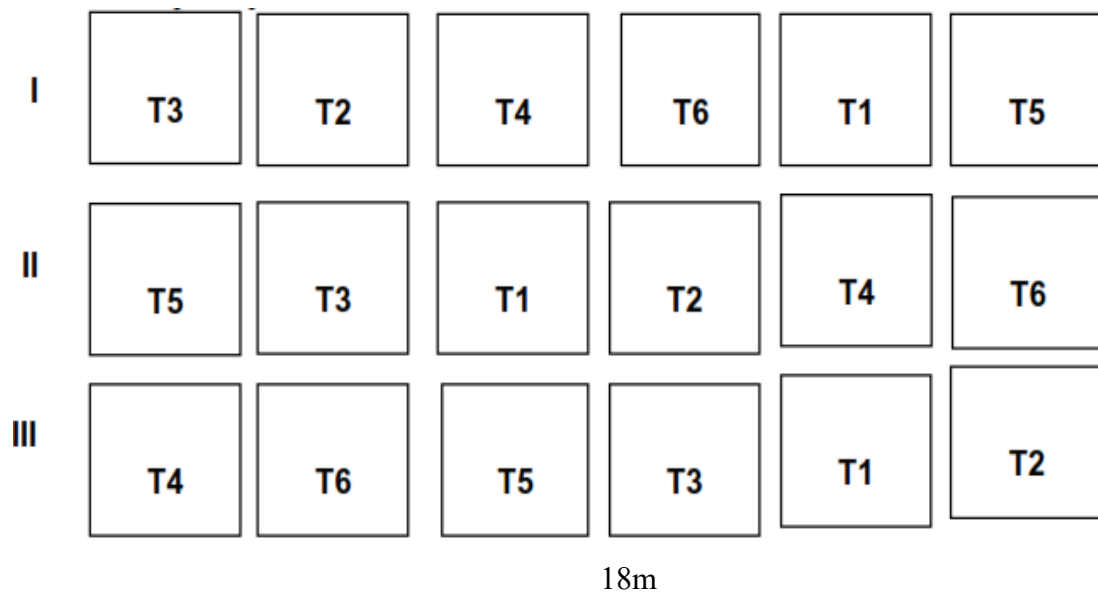
De la combinación de los factores en estudio, se tuvo los siguientes tratamientos:

Nº	Tratamientos	Descripción
1	$T1 = t_0 \times d_1$	Sin tutorado x 25,000 plantas ha^{-1}
2	$T2 = t_0 \times d_2$	Sin tutorado x 20,000 plantas ha^{-1}
3	$T3 = t_0 \times d_3$	Sin tutorado x 16,667 plantas ha^{-1}
4	$T4 = t_1 \times d_1$	Con tutorado x 25,000 plantas ha^{-1}
5	$T5 = t_1 \times d_2$	Con tutorado x 20,000 plantas ha^{-1}
6	$T6 = t_1 \times d_3$	Con tutorado x 16,667 plantas ha^{-1}

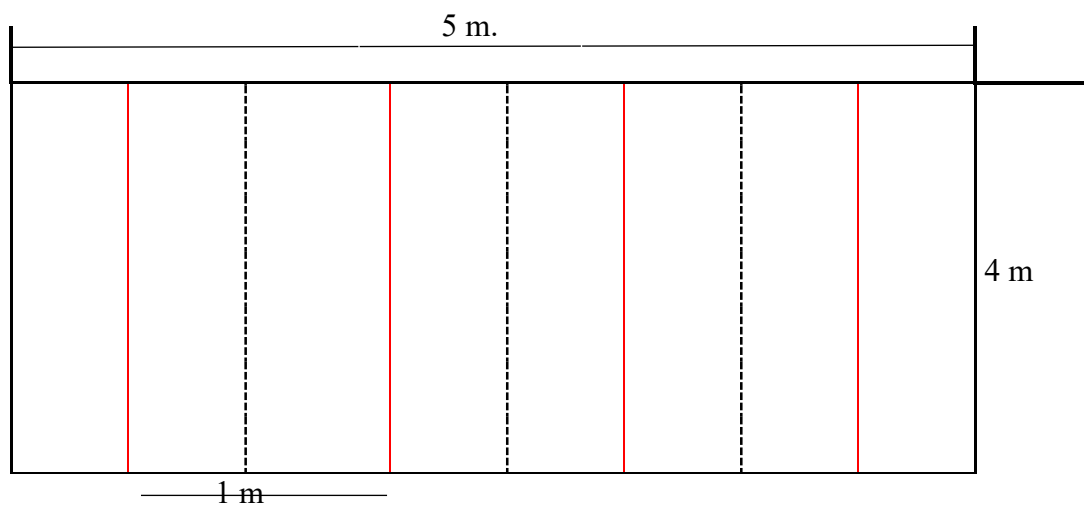
c. Esquema de distribución de las unidades y el campo experimental. En el siguiente gráfico se aprecia el esquema de distribución al azar de los tratamientos en el campo experimental.

Figura 2.3

Croquis de la distribución de los tratamientos



d. Croquis de la unidad experimental



e. Características del campo experimental

Largo de la parcela	: 5.00 m
Ancho de la parcela	: 4.00 m
Área de la parcela	: 20.00 m ²
Ancho del surco	: 1.00 m
Orientación del surco	: Surco vertical
Número de surcos por parcela	: 4.0 surcos

Número de surcos a evaluar	: Surcos centrales
Número de bloques	: 3 bloques
Número de parcelas (U. E.)	: 18
Ancho de la calle entre bloques	: 1.00 m
Ancho del campo experimental	: 24.00 m
Largo del campo experimental	: 18.00 m
Área total del campo experimental	: 432.00 m ²

2.11. Diseño experimental y análisis estadístico

El trabajo de investigación, se condujo utilizando el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 6 tratamientos, con arreglo factorial 2 formas de tutorado por 3 densidades de planta de tomate, con tres repeticiones (2T x 3D x 3r), con un total de 18 unidades experimentales. El análisis estadístico consistió en el análisis de varianza de los factores en estudio y su correspondiente prueba de contraste; las otras variables de interés fueron analizadas mediante las medidas de asociación, es decir prueba de regresión y correlaciones, según corresponde.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta de la i-ésima tutorado, en el j-ésima densidad de plantas en el k-ésimo bloque.

μ : Efecto de la media

β_k : Efecto del k-ésimo bloque

α_i : Efecto del i-ésimo tutorado

δ_j : Efecto del j-ésimo densidad de plantas

$(\alpha\delta)_{ij}$: Efecto de interacción i-ésimo tutorado con la j-ésimo densidad de plantas

ε_{ijk} : Error experimental

Alcance de los sub índices:

$i = 1, 2$ $\alpha_i = 2$

$j = 1, 2, 3,$ $\delta_j = 3$

$k = 1, 2, 3$ $r = 3$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

Tabla 3.1

Etapas fenológicas en ddt del tomate variedad Marglobe con tutorado en las densidades de planta. Pichari 562 msnm

Tratamientos	Etapas vegetativa	Floración	Cuajado	Madurez comercial
Con tutor 16667 plantas	0 – 40 días	35 - 50 días	50 – 75 días	80 – 90 días
Con tutor 20000 plantas	0 – 40 días	35 - 50 días	50 – 75 días	80 – 90 días
Con tutor 25000 plantas	0 – 40 días	35 - 50 días	50 – 75 días	80 – 90 días
Sin tutor 16667 plantas	0 – 40 días	35 - 50 días	50 – 75 días	80 – 90 días
Sin tutor 20000 plantas	0 – 40 días	35 - 50 días	50 – 75 días	80 – 90 días
Sin tutor 25000 plantas	0 – 40 días	35 - 50 días	50 – 75 días	80 – 90 días

Fuente: Tomada de los datos de la investigación de campo

En la tabla 3.1 la cosecha de los frutos del tomate se inició a la madurez comercial (90 ddt) cuando el tomate está cambiando de color (pintón), después la cosecha continuó cada 8 días finalizando la cosecha a los 125 ddt, en total se efectuó 4 cosechas.

La cosecha del tomate requiere paciencia para no adelantarse y precisión para no dañar la planta. No es solo arrancar el fruto, sino entender su punto exacto de madurez según lo que planees hacer con él. El tomate es un fruto climatérico, lo que significa que seguirá madurando perfectamente en tu cocina si lo dejas en un lugar fresco y a la sombra. La cosecha en el experimento se efectuó cuando los frutos tenían una coloración inicial del rojo en un 30 %.

Se puede mencionar la etapa de la apertura de las flores en los racimos, la polinización siendo el tomate un cultivo autógamo y luego el cuajado, la transformación del ovario en un pequeño fruto tras la fecundación. La fructificación y maduración

incremento rápido y acumulación de agua y azúcares. Finalmente, la maduración cambio de color del fruto de verde al rojo debido a la degradación de la clorofila y síntesis de licopeno. El momento de la cosecha es la llamada fruto pintón (Pérez et al 2020).

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. Altura de planta (m)

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la altura de planta en el tomate (m) variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

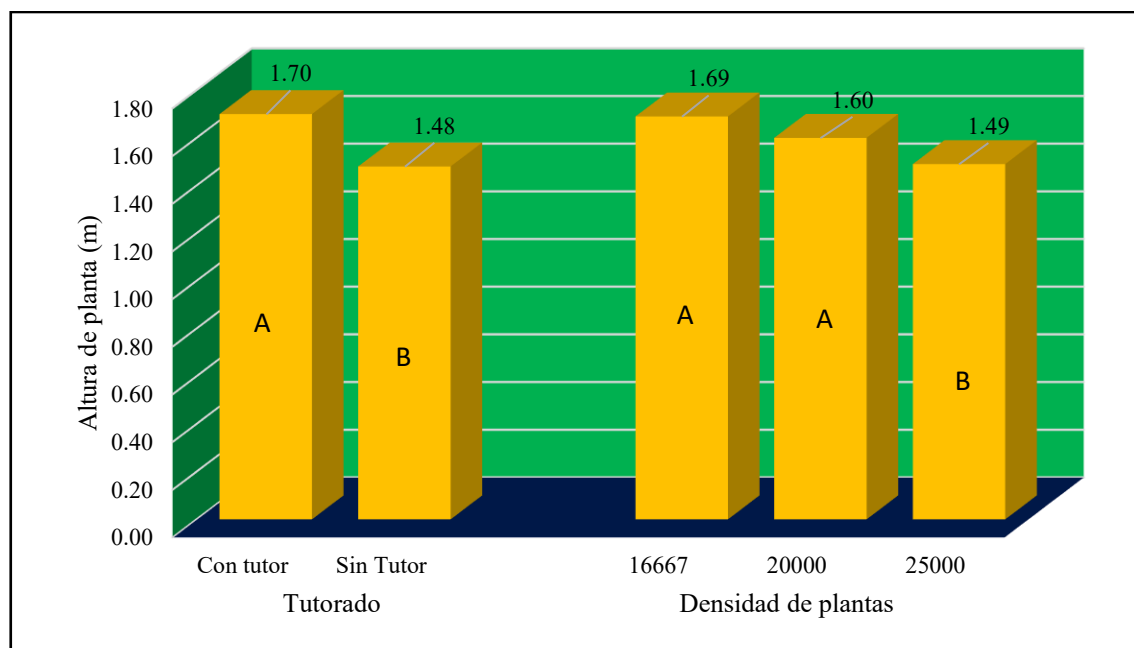
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.02	0.01	2.89	0.1024 ns
Tutorado (T)	1	0.21	0.21	54.65	<0.0001 **
Densidad de plantas (D)	2	0.12	0.06	14.89	0.0010 **
Interacción (T x D)	2	0.02	0.01	2.05	0.1789 ns
Error	10	0.04	0.0039		
Total	17	0.41			

C.V. = 3.93 %

La tabla 3.2 del ANVA de la altura de planta del tomate al final de la última cosecha, se observa alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y la densidad de plantas esto permite el análisis en forma independiente el efecto del tutorado y la densidad de planta. El coeficiente de variación muestra buena precisión de los datos del experimento.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de la altura de planta en el tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm



La figura 3.1 de la prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta al tutorado existe diferencia estadística en efecto en el tutorado de las plantas de tomate diferenciándose estadísticamente frente a la planta sin tutor, alcanzando un valor de 1.79 y 1.48 m.

Según la ficha técnica de la variedad Marglobe es un cultivar de crecimiento indeterminado que alcanza una altura de planta de 1.5 a 2.0 m. La altura de una planta de tomate depende totalmente de su variedad genética y del manejo agronómico utilizado. En el cultivo en el campo, la mayor altura se tiene cuando se le proporciona un tutor. Los valores encontrados en el presente experimento se aproximan a los reportado por la casa comercial Hortus.

3.2.2. *Diámetro ecuatorial del fruto de tomate (cm)*

Tabla 3.3

Análisis de variancia del diámetro ecuatorial del fruto (cm) del tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

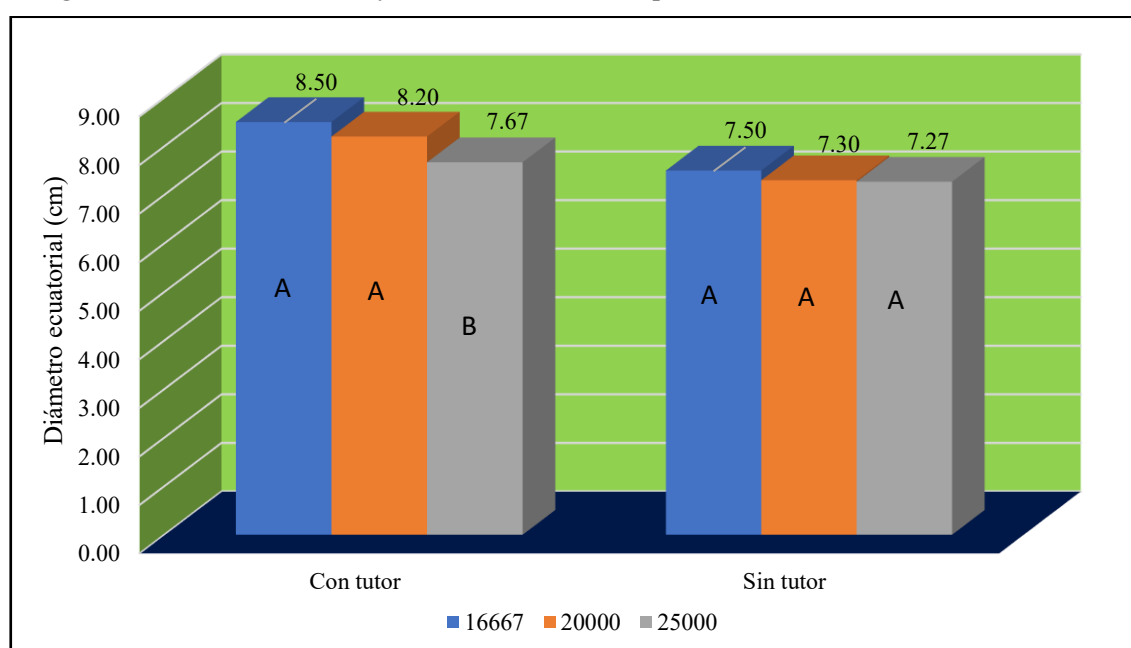
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.15	0.08	4.32	0.0445 *
Tutorado (T)	1	2.65	2.65	147.86	<0.0001 **
Densidad plantas (D)	2	0.85	0.43	23.88	0.0002 **
Interacción (T x D)	2	0.31	0.16	8.66	0.0066 **
Error	10	0.18	0.02		
Total	17	4.14			

C.V. = 1.73 %

La tabla 3.3 del ANVA del diámetro ecuatorial del fruto del tomate muestra alta significación en la interacción del tutorado y la densidad de plantas. Respuesta que permite el estudio de los efectos simples de los factores en estudio. Por tanto, el análisis se centra en el análisis de la interacción bajo los efectos simples. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión mostrándonos poca variación en esta variable por efecto del tutorado y la densidad de plantas.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos simples del diámetro ecuatorial del fruto (cm) de tomate variedad Marglobe con tutorado en las diferentes densidades de plantas. Pichari 562 msnm



La figura 3.2 de la prueba de Tukey de los efectos simple muestra en las plantas con tutor un mayor diámetro en las densidades de 16 667 y 20 000 plantas; en lo referente a plantas sin tutor no se encuentra diferencia estadística, las plantas alcanzan entre 7.50 a 7.22 cm.

Según la ficha técnica de esta variedad reporta, para la variedad de tomate Marglobe, al ser un tomate ampliamente utilizado como material genético parental en la obtención de híbridos experimentales dentro de programas de mejora genética, sus dimensiones no son simétricas como las de un tomate redondo estándar. Su estructura suele ser más achatado que alto dependiendo de las condiciones de cultivo. El diámetro ecuatorial suele oscilar entre los 7.0 a 9.0 cm. El tomate presenta surco la altura polar mide dentro de un rango de 5.0 a 6.0 cm. Estos valores se encuentran en los obtenidos en el presente experimento.

3.2.3. *Altura polar del fruto del tomate (cm)*

Tabla 3.4

Análisis de variancia de la altura polar del fruto (cm) del tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

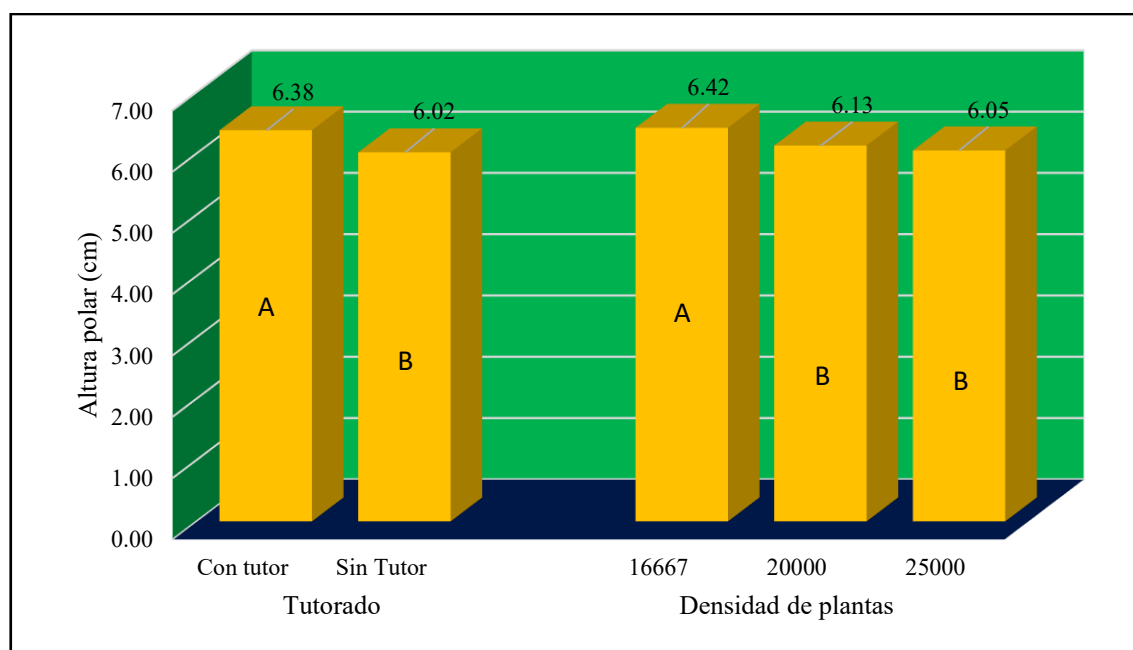
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.14	0.07	2.65	0.1189 ns
Tutor (T)	1	0.57	0.57	21.07	0.0010 **
Densidad (D)	2	0.44	0.22	8.21	0.0078 **
Interacción (T x D)	2	0.07	0.04	1.38	0.2960 ns
Error	10	0.27	0.03		
Total	17	1.50			

C.V. = 2.65 %

La tabla 3.4 del ANVA de la altura polar del fruto del tomate, se observa alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y la densidad de plantas esto permite el analisis en forma independiente el efecto del tutorado y la densidad de planta. El coeficiente de variación muestra buena precisión de los datos del experimento.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura polar del fruto del tomate (cm) en la variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm



La figura 3.3 de la prueba de Tukey se observa una respuesta al tutorado en el efecto en la altura de polar del fruto diferenciándose estadísticamente en promedio de la densidad de plantas, a los frutos sin aplicación del tutor, alcanzando un valor de 6.38 cm. En el caso de la densidad de plantas de 16 667 se alcanza una altura polar de 6.42 cm superando estadísticamente a la densidad de 20 000 y 25 000 plantas por hectarea.

El tomate Marglobe es una variedad a muy apreciada, especialmente en cultivos de invernadero, por su combinación de estética rústica y gran sabor. A menudo se confunde con la variedad Marglobe (que es amarilla con vetas rojas), pero la Marglobe original se distingue por ser un tomate rojo de tipo “acorazonado” es de crecimiento indeterminado y vigor medio-alto. Esto significa que la planta seguirá creciendo y produciendo frutos a lo largo de la temporada, por lo que requiere tutores o soportes, el alto de esta variedad esta entre 6.0 a 8.0 cm estos valores están dentro de los obtenidos en el experimento.

3.2.4. Número de ramas (U)

Tabla 3.5

Análisis de variancia del número de ramas (U) en la planta de tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

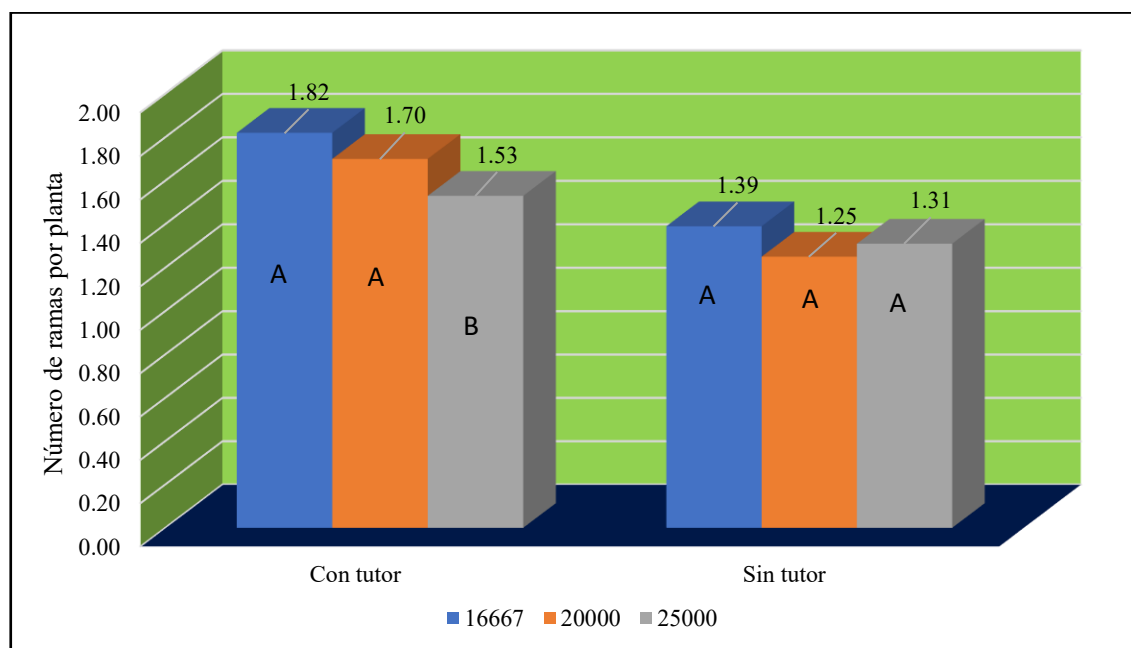
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.01	0.0049	2.22	0.1597 ns
Tutorado (T)	1	0.56	0.56	258.23	<0.0001 **
Densidad plantas (D)	2	0.11	0.06	25.51	0.0001 **
Interacción (T x D)	2	0.04	0.02	9.26	0.0053 ns
Error	10	0.02	0.0022		
Total	17	0.74			

C.V. = 3.85 %

La tabla 3.5 del ANVA del número de ramas por planta del tomate Marglobe, se observa alta significación estadística en los efectos de la interacción del tutorado y la densidad de plantas esto permite el análisis dependiente de los factores en estudio. El análisis se efectuará bajo los efectos simples. El coeficiente de variación muestra buena precisión de los datos del experimento.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos simples de tutorado en el número de ramas de la densidad de plantas de tomate Marglobe en los tutorados. Pichari 562 msnm



La figura 3.4 muestra sobre el número de ramas de la planta de tomate, los efectos simples muestran cuando la planta tiene tutor es mayor el número de ramas por ello se observa con diferencia estadística es mayor este número en promedio de la densidad de planta. En la menor densidad de plantas de 16 667 conjuntamente con la densidad media de 20 000 son las de mayor número de ramas.

La variedad de tomate Marglobe es un tomate de crecimiento indeterminado. Esto es clave para entender cómo maneja sus ramas. A diferencia de los tomates determinados (que crecen en forma corta), Para el manejo del tomate Marglobe, la decisión sobre el número de ramas es clave ya que, al ser una planta de crecimiento indeterminado, tiene la capacidad de desarrollar tallos laterales de forma constante. La recomendación varía según el espacio que tengas y el tamaño de fruto que desees obtener, al manejar 2 ramas los frutos son más pequeños lo más común es manejar con una sola rama (FAO, 2020).

3.2.5. Rendimiento de frutos de tomate (kg/ha)

Tabla 3.6

Análisis de variancia del rendimiento de frutos(kg/ha) en el tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	299699.22	149849.96	0.38	0.6541 ns
Tutorado (T)	1	35319210.89	35319210.89	89.27	<0.0001 **
Densidad plantas (D)	2	58023150.75	29011575	73.33	<0.0001 **
Interacción (T x D)	2	7398763.86	3699381.93	9.35	0.0051 **
Error	10	3956270.92	395627.09		
Total	17	104997096.34			

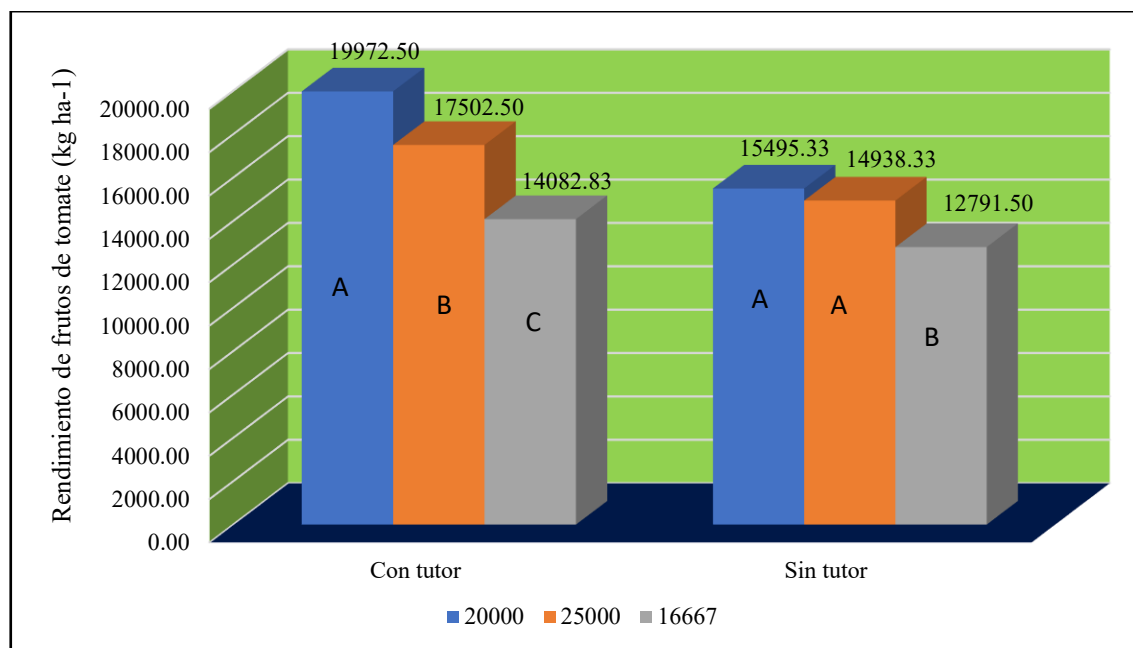
C.V. = 3.98 %

El análisis de variancia de la tabla 3.6 del rendimiento de frutos de tomate, muestra alta significación estadística en la fuente de variación de tutorado, densidad de plantas e interacción de tutorado x densidad de plantas. Por tanto, el estudio se centra en el análisis de los efectos simples, es decir que la respuesta al tutorado depende de la densidad de plantas y así mismo la respuesta a las densidades de plantas depende del uso de tutorado. El coeficiente de variación del experimento de 3.98 % es un valor que indica buena precisión proporcionándonos buena confianza en los resultados.

En la tabla 3.5 se presenta el analisis de los efectos simples. Se observa que con el uso de tutor, la densidad de plantas 20000 plantas ha⁻¹ con 19972.50 kg/ha es superior a 25000 plantas ha⁻¹ y 16667 plantas ha⁻¹, a su vez 25000 plantas ha⁻¹ es superior a 16667 plantas ha⁻¹ que solo alcanzó 14082.83 kg/ha. Tambien se muestra que, cuando no se utiliza tutor, las densidades 20000 y 25000 plantas ha⁻¹ presentan similar rendimiento de frutos (15495.33 y 14938.33 kg/ha, respectivamente), pero superiores a 16667 plantas ha⁻¹. Mientras que en la densidad 25000 plantas ha⁻¹ y 20000 plantas ha⁻¹ el cultivo con uso de tutor supera en rendimiento al cultivo sin tutor. En la densidad 16667 plantas ha⁻¹ el cultivo con tuto y sin tutor presenta rendimientos similares.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de frutos de tomate (kg/ha) de la variedad Marglobe de las densidades de plantas en los tutotados. Pichari 562 msnm



El rendimiento de frutos de tomate y otros cultivos están gobernados por el ambiente y el genotipo, base fundamental de la productividad. Podemos observar en la figura 3.5 la influencia de esta variable una mayor respuesta al tutorado superando estadísticamente a las plantas sin tutor con un rendimiento de 19972.50 kg ha⁻¹ valor obtenido en la densidad de 20000 plantas por hectárea, superando estadísticamente a las diferentes densidades de planta, se entiende un mayor rendimiento por el número adecuado de plantas en el campo.

Al respecto, los resultados obtenidos coinciden con García (2022) que el tutor de 90° obtuvo mayor número de frutos que las otras angularidades. También coincide con Sánchez del castillo et al (2017) que obtuvo mayor rendimiento de frutos con la mayor densidad de plantas (13 plantas m⁻²). Los rendimientos logrados también coinciden con Ponce et al. (2012), Grijalva (2010), que demostraron que conforme aumento la densidad de población se aumentaron los rendimientos de frutos.

Por otro lado, las respuestas obtenidas son respaldadas por Pastrana (2022) y Gutiérrez (2022) que demostraron que el uso de tutores influyó significativamente en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de tomate. También, Trujillo (2021) y Galindo (2022) en cultivo de tomate en fitotoldo, obtuvieron mayor rendimiento de tomate con tutor. También los resultados son similares a los obtenidos por Palomino (2024) que cuando utilizó gallinaza y tutor tipo holandés, obtuvo rendimientos de 72.04 t ha⁻¹, que fueron muy superiores al logrado en el presente experimento. Finalmente, Escarcena (2023) la densidad de plantas solo tuvo efecto en los días a madurez fisiológica de tomate.

Babyplant Spain S.L. (2024) reporta rendimientos entre 20 a 30 t ha⁻¹ en producciones de campo y de más de 50 t ha⁻¹ en invernadero con tutores.

CONCLUSIONES

1. El tutorado tuvo efecto sobre el rendimiento y características agronómicas de tomate variedad Marglobe. Las plantas con tutor alcanzaron mayor altura (1.79 m frente a 1.48 m sin tutor), mayor diámetro ecuatorial del fruto, mayor altura polar (6.38 cm frente a 6.02 cm sin tutor), mayor número de ramas y mayor rendimiento de frutos. El tutorado con 20 000 plantas/ha reportó mayor rendimiento de frutos con 19 972.50 kg/ha.
2. La densidad de plantas mostró efecto sobre el rendimiento de frutos en función del uso de tutor. La densidad de 16 667 plantas/ha destacó en altura polar del fruto (6.42 cm), diámetro ecuatorial (8.50 cm con tutor); sin embargo, el mayor rendimiento de frutos de tomate en la variedad Marglobe se logró con 20 000 plantas/ha con tutorado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizaren el cultivo de tomate variedad Marglobe, tutorado con la densidad de 20 000 plantas por hectárea, ya que esta interacción mostró el mayor rendimiento (19 972.50 kg/ha) y buen tamaño de frutos, dentro de los estándares reportados.
2. Se sugiere evaluar en la variedad Marglobe, el efecto del tutorado y la densidad en diferentes épocas de siembra y con otros cultivares de tomate, así como incluir análisis económicos para determinar la rentabilidad de las densidades recomendadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agronoticias. (2012). *Sistema de tutorado en hortalizas*.
https://agronoticias2012.blogspot.com/2016/07/sistema-de-tutorado-en-hortalizas.html#google_vignette
- Agarwal, A., Prakash, O., Sahay, D., & Bala, M. (2022). Effect of organic and inorganic mulching on weed density and productivity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Agriculture and Food Research*, 7(January), 100274.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100274>
- Alomia - Lucero, J. M., Torres - Castro, R. E., & Roland - Jacobsen, C. (2025). Potencial genético del tomate *Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme con abonamiento y fertilización en Satipo. *Revista Investigación Agraria*, 7(1), 6–13.
<https://doi.org/10.47840/ReInA.7.1.2310>
- Aragón, J. (2023) *Costo de producción del tomate en siembra en campo*. Ministerio de Agricultura, Gerencia regional de Agricultura Arequipa, Agencia Agraria Castilla
- Aragón, J. I., & Chuspe, M. E. (2018). *ECOLOGÍA GEOGRÁFICA DEL CUSCO*.
https://www.researchgate.net/publication/327172888_Ecologia_Geografica_del_Cusco
- Ayala, P. P. (2017). *Diseños de superficie de respuesta para determinar los niveles de n y p, que maximizan el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum) A 2760 msnm – Ayacucho*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH.
http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3110/1/TESIS%20AG1200_Aya.pdf
- Babyplant Spain. (2021). *Tomate Corazón de Buey Margot Fl.*
<https://babyplantspain.com/tomate/corazon-de-buey/margot-fl>
- Bellido, R, C. E. (2010). *Efecto de la aplicación del guano de isla incubada en la solución de microorganismos efectivos naturales y distintos niveles de aplicación en el cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.), Ayacucho, a 2750 m.s.n.m.* [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH.
http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3213/1/TESIS%20AG883_Bellido.pdf
- Carrasco, G. I. (2017). *Densidad óptima de tomate y cebada, como indicadores en la*

- evaluación de la fertilidad de suelos por las técnicas del elemento faltante y presente*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3246>
- CEDECO & Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). (2024). *Tomate: Manual de buenas prácticas agrícolas con enfoque de adaptación al cambio climático*. <https://fundecooperacion.org/wp-content/uploads/2024/10/Manual-Tomate-AF-1.pdf>
- Cruz, C. J., Jiménez, F., Ruiz, J., Díaz, G., Sánchez, P., Perales, C., & Arellanes, A. (2003). Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 85-88. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43714112.pdf>
- Cuesta, T. A. (2007). *El Cultivo del Tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. México]. Repositorio Institucional de la UAAAN. [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1389/EL%20CULTIVO%20DEL%20TOMATE,\(Lycopersicon%20esculentum%20Mill.\)..pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1389/EL%20CULTIVO%20DEL%20TOMATE,(Lycopersicon%20esculentum%20Mill.)..pdf?sequence=1)
- Escarcena, T. (2023). *Tipos de surcado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ff183cd3-4f73-4857-a777-701b624b3a6f/content>
- Galindo, L. (2022). *Rendimiento de tomate (Solanum lycopersicum L.) en fitotoldo con dos técnicas de preparación de suelo y dos tipos de tutorado, distrito de Chuschi a 4100 msnm - Ayacucho*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH.
- García, V. (2022). *Evaluación de tutorado con diferentes ángulos sobre el rendimiento y calidad de tomate (Lycopersicum esculentum) var. Chonto*. Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales] Repositorio Institucional de la UDCA.
- Gonzales, V. R., Imán, C. S., & Pinedo, T. E. (2012). Evaluación de densidades de siembra en *Solanum sessiliflorum* dunal “cocona” y su efecto en el rendimiento

- de fruto. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 2(2): 142-145.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5072924.pdf>
- Grijalva, C. R. I., Macías, D. M., Grijalva, D. S. A., & Robles, C. F. (2010). Evaluación de densidades y arreglos de plantación en tomate bola en condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. *BIOtecnia*, 12(2): 20-28.
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/download/85/78/168>
- Gutierrez, A. (2022). *Tipos de tutorados y su influencia sobre las características agronómicas y rendimiento de Solanum lycopersicum L., var. "tomate regional", en Zungarococha-Loreto.2021*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana] Repositorio Institucional de la UNAP.
- Holdridge, L. . (1967). *Life Zone Ecology* (Tropical Science Center (ed.)).
<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-56.pdf>
- Huillca, A. (2020). *Efecto del humus de lombriz y bioestimulante, en la producción organica de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) variedad río grande, en Vilcabamba-Grau-Apurímac*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac] Repositorio Institucional de la UNAMBA.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. (2021). *Catálogo de tomate y sus parientes silvestres del Perú*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1321>
- Investigación Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuari, INTA (2023) *Manual tecnico del cultivo de tomate*. PRIICA, IICA
- Komakhin, R. A., Strelnikova, S. R., & Zhuchenko, A. A. (2019). Genetic Features of the Tomato Marker Line Mo938. *Russian Journal of Genetics*, 55(1), 52–60.
<https://doi.org/10.1134/S1022795419010083>
- La Chacra. (2026). Tomate Marglobe. https://www.semillaslachacra.cl/product/tomate-marglobe-mata-alta?srsId=AfmBOoryCfi_L3_hXveP3kxzc-bCu4WYkSCwtnmavIYwdNUNvQ_ABpnW
- López, M. L. M. (2016). *Manual técnico del cultivo de tomate Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Maurya, H. K., Lata, R., Sundar, S., Mitra, D. S., Singh, H., & Yadav, G. C. (2025). Scientific Advances in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Cultivation, Agronomic Innovation and Genetic Improvement: A Comprehensive Review. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 28(10), 781–803.

- <https://journaljabb.com/index.php/JABB/article/view/3103>
- Maynard, E. T. (2025). Stake-and-Weave Trellising Produces Higher Tomato Yield in High Tunnels than Does a Double- or Multiple-leader Vertical-string Support System. *HortTechnology*, 35(5), 770–775. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH05722-25>
- Martínez, C. S. D., Muggeridge, J. D., De Souza, J. V., Carvajal, L. M., Jérez, F., & Sánchez, M. E. (2016). *Manual para el cultivo de hortalizas*. <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/83-Manual%20para%20el%20Cultivo%20de%20Hortalizas.pdf>
- Meza, N. M. (2025). Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Shanty e híbrido DRD 8551, bajo las condiciones de Cubiro, Estado Lara- Venezuela. *Revista Científica Agroindustria, Sociedad y Ambiente (A.S.A.)*, 1(2343–6115). <https://doi.org/doi.org/10.5281/zenodo.17465057>
- MINAM. (2020). *Línea de base de la diversidad del tomate peruano con fines de bioseguridad* (M. del Ambiente (ed.)). https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2021/01/libro_tomate_peruano.pdf
- MINAGRI. (2023). Anuario de producción agrícola del peru. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>
- Naz, N., Khan, I., Gul, B., Ayub, G., Jan, F., Jang, N., & Shuaib, M. (2019). Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) growth to different phosphorous levels and sowing dates. *Acta Ecologica Sinica*, 39(1), 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.06.004>
- Nkongho, R. N., Ndam, L. M., Akoneh, N. N., Tongwa, Q. M., Njilar, R. M., Agbor, D. T., Sama, V., Ojongakpa, O. T., & Ngone, A. M. (2023). Vegetative propagation of F1 tomato hybrid (*Solanum lycopersicum* L.) using different rooting media and stem-nodal cuttings. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11(September 2022), 100470. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100470>
- ONERN. (1976). *Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa*. Ministerio de Agricultura. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Maps/Mapa-Ecologico-Del-Peru-1976.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2013. *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y*

- periurbana. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca – Presidencia de la Nación Argentina.* <https://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Ortiz, P. J. A. (2018). *Evapotranspiración del cultivo para calcular la demanda de agua del tomate (Lycopersicum esculentum) en condición de invernadero y campo abierto a 2760 msnm – Ayacucho.* [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional de la UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3156/1/TESIS%20IAG111_Ort.pdf
- Palomino, A. (2024). *Gallinaza y tutorado en el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) a 2750 msnm - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ce484326-5f0a-4f64-b7f9-f34b60d47e7b/content>
- Pastrana, E. E. (2022). *TIPOS DE TUTORES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y SU RENDIMIENTO DEL Lycopersicum esculentum Mill, “tomate” var. “Río Grande”, ZUNGAROCOCHA-LORETO.2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana] Repositorio Institucional de la UNAP]. <https://api-repositorio.unapikitos.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2161278d-b712-4b5b-a819-e9972db69e05/content>
- Pérez-Díaz, Fabiola, Arévalo-Galarza, Ma. de Lourdes, Pérez-Flores, Laura J., Lobato-Ortiz, Ricardo, & Ramírez-Guzmán, Martha E.. (2020). Crecimiento y características postcosecha de frutos de genotipos nativos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista fitotecnica mexicana*, 43(1), 89-99. Epub 28 de diciembre de 2020.<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.89>
- Ponce, V. J. J., Peña-Lomeli, A., Rodríguez- Pérez, J. E., Mora-Aguilar, R., Castro-Brindis, R., & Magaña, L. N. (2012). Densidad y poda en tres variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18(3): 325-332. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v18n3/v18n3a6.pdf>
- Quispe, J. C. (2024). *Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) de la variedad Río Grande, Santa Rosa - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH.

<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7350>

- Razifard, H., Ramos, A., Della Valle, A. L., Bodary, C., Goetz, E., Manser, E. J., Li, X., Zhang, L., Visa, S., Tieman, D., van der Knaap, E., & Caicedo, A. L. (2020). Genomic Evidence for Complex Domestication History of the Cultivated Tomato in Latin America. *Molecular Biology and Evolution*, 37(4), 1118–1132. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz297>
- Rein Saat. (2026). Tomate Marglobe. <https://www.reinsaat.at/shop/ES/peas/marglobe/>
- Sánchez-del Castillo, F., Moreno-Pérez, E. D. C., Vázquez-Rodríguez, J. C., & González-Núñez, M. A. (2017). Densidades de población y niveles de despunte para variedades contrastantes de jitomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(3): 163-174. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.01.003>
- Sullca Solano, G. N. (2022). *Adaptación con densidad de siembra al manejo agronómico convencional de Solanum pimpinellifolium L., en Rio Negro - Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Humanga] Repositorio Institucional de la UNSCH]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8824>
- Trujillo, A. (2021). *Rendimiento y calidad de Lycopersicum esculentum L. con tutorado y poda bajo fitotoldo en Santiago de Chuco, La Libertad*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio Institucional de la UNT. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e042be8a-a8a9-464e-83e0-901c57ab3476/content>
- Vallejo Cabrera, F. A. (2021). Avances en la producción de líneas de tomate *Solanum lycopersicum* Mill. con resistencia genética al perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée 1854) (Lepidoptera: Crambiade). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(174), 136–146. <https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.1205>
- Villegas-Cota, J. R., González-Hernández, V. A., Carrillo-Salazar, J. A., Livera-Muñoz, M., Sánchez-del Castillo, F., & Osuna-Enciso, T. (2022). crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(4), 333. <https://doi.org/10.35196/rfm.2004.4.333>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Fotografía 01: Limpieza y desmalezado del terreno experimental de la EPIAF-Pichari.



Fotografía 02: Preparación y arado del terreno agrícola experimental de la EPIAF-Pichari.



Fotografía 03: Medición y trazado del Terreno.



Fotografía 04: Siembra de las semillas de tomate variedad Marglobe.



Fotografía 05: Instalación de los soportes para los tutores (pabilo).



Fotografía 06: Frutos listos para la cosecha tomate.



Fotografía 07: Frutos cosechados de tomate.



Fotografía 08: Pesado de los frutos de tomate, los resultados se expresaron en gramos (g).



Fotografía 09: Pesado de los frutos de tomate variedad Marglobe redondo, los resultados se expresaron en gramos (g).



Fotografía 10: Diámetro del fruto de tomate variedad Marglobe redondo. Los resultados se expresaron en centímetros (cm).



Fotografía 11: Altura del fruto de tomate variedad Marglobe redondo, Los resultados se expresaron en centímetros (cm).



Fotografía 12: Altura de la planta de tomate variedad Marglobe Redondo, con tutor y sin tutor. Los resultados se expresaron en centímetros (cm).



Fotografía 13: Altura de la planta de cada tratamiento del bloque experimental del tomate variedad Marglobe Redondo, con tutor y sin tutor. Los resultados se expresaron en centímetros (cm).

Anexo 2. Análisis de suelo de la parcela experimental en los laboratorios LABSAF CANAAN-INIA



inía
Instituto Nacional de Innovación Agraria

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



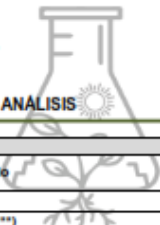
INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayos
Accreditado

**INFORME DE
ENSAYO
LABSAF**



I. INFORMACIÓN

Cliente	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Propietario / Productor	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Dirección del cliente	:	Jr. Quillabamba s/n. Pichari
Solicitado por	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Muestreado por	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Referencia del muestreo	:	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s) (***)	:	Pichari-La Convención-Cusco
Fecha(s) de muestreo (***)	:	2025-08-31
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2025-09-01
Lugar de ensayo	:	LABSAF CANAAN
Fecha(s) de análisis	:	Del 2025-09-04 al 2025-09-05
Cotización del servicio	:	147-25-CA
Fecha de emisión	:	2025-09-05



**Pro Suelos y Aguas
LABSAF**

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU2157-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-08-31	-	-	-	-	-
Hora de inicio de Muestreo (h) (***)	7:00	-	-	-	-	-
Código/identificación de la Muestra por el Cliente (***)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0.1	6.4	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.0	10.7	-	-	-
Materia Orgánica	%	0.2	4.5	-	-	-
Textura	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	65.83	-	-	-
Arcilla	%	-	8.55	-	-	-
Limo	%	-	25.29	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	-	-	-



Ministerio de Desarrollo Agrario
Pesca y Alimentación

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliáres
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

LABSAF Canaan
Dirección: Av. Abancay N° 299
Email: labsafcanaan@inia.gob.pe

F-46 / Ver:05
www.inia.gob.pe

Página 1 de 2

**INFORME DE
ENSAYO
LABSAF**



III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994 / Cor 1:1996 1994 Soil quality -- Determination of the specific electrical conductivity
Carbono Orgánico Total / Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7, AS-07 2002 Determinación de materia orgánica del suelo (AS-07 Método de Walkley y Black).
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.9, AS-09 2002 Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos).

IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido solo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Katia Mendoza Dávalos - Responsable del LABSAF - CANAAN

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO LABSAF

I. INFORMACION

Cliente	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Propietario / Productor	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Dirección del cliente	:	Jr. Quillabamba s/n. Pichari
Solicitado por	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Muestreado por	:	Yuri L. Sulca Espinosa
Referencia del muestreo	:	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s) (****)	:	Pichari-La Convención-Cusco
Fecha(s) de muestreo (***)	:	2025-08-31
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2025-09-01
Lugar de ensayo	:	LABSAF CANAAN
Fecha(s) de análisis	:	Del 2025-09-04 al 2025-09-05
Colización del servicio	:	147-25-CA
Fecha de emisión	:	2025-09-08

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU2157-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-08-31	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (****)	7:00	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (****)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,1	0,2	-	-	-
Potasio Disponible	mg/kg	2,7	143,6	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0,1	27,6	-	-	-
Cl/Ce	cmol (+)/Kg	-	18,71	-	-	-
Nitrógeno Total	%	-	0,23	-	-	-
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K)						
Calcio (Ca)	cmol (+)/Kg	0,2	14,9	-	-	-
Magnesio (Mg)	cmol (+)/Kg	0,1	3,0	-	-	-
Sodio (Na)	cmol (+)/Kg	0,1	0,4	-	-	-
Potasio (K)	cmol (+)/Kg	0,1	0,3	-	-	-



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliarios
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

LABSAF Canaan
Dirección: Av. Abancay N° 299
Email: labsafcanaan@inia.gob.pe

P-46 / Ver.06
www.inia.gob.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO LABSAF

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Acidez y Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.29, A5-33 2002 Determinación de Acidez y Aluminio Intercambiable (A5-33 método de Cloruro de Potasio).
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.14, A5-12 2002 Determinación de Potasio Disponible (A5-12 Método de Extracción con Agua). Revisión 5, 2015. Validado (modificado y aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de potasio disponible en suelos con saturación de arcilla de amonio 1N, pH 7.0 (Inductively Coupled Plasma).
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.10, A5-11 2002 Determinación de Fósforo extraíble en suelos neutros y ácidos (A5-11 Método de Bray y Kurtz).
Carbonato De Calcio Equivalente	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.25, A5-29 2002 Determinación de los carbonatos de calcio equivalente (A5-29 Método de neutralización ácida).
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.9, A5-09 2002 Determinación de la textura del suelo (A5-09 Método de Bouyoucos).
Bases Intercambiables (Ca, Mg, Na y K Intercambiable)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.12, A5-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (A5-12 Método de acetato de amonio para bases intercambiables: Ca, Mg, Na y K) (Inductively Coupled).

IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente informe de ensayo ha sido autorizado por: Katia Mendoza Dávalos - Responsable del LABSAF - CANAAN

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliages
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

LABSAF Canaán
Dirección: Av. Abancay N° 299
Email: labsafcanaan@inia.gob.pe

F-46 / Ver:05
www.inia.gob.pe

Anexo 3. *Datos ordenados (tomados del campo) de las variables evaluadas en el cultivo de tomate*

Cuadro 1A: Datos del número de frutos y su peso respectivo (g) en los frutos de tomate sin tutor y con tutor. Pichari 562 msnm

Sin Tutor				Con tutor			
Nº frutos	Peso (g)	Nº frutos	Peso (g)	Nº frutos	Peso (g)	Nº frutos	Peso (g)
3	325	3	420	4	440	4	431
4	404	4	506	3	421	4	491
2	293	2	264	5	568	2	293
4	427	4	530	4	437	4	489
5	487	5	618	5	595	3	467
3	356	5	593	5	598	4	562
3	345	4	516	5	587	2	293
2	264	5	616	5	568	4	589
3	326	3	420	4	426	5	687
3	388	4	506	4	486	5	659
2	309	2	264	5	595	4	573
3	365	4	530	4	482	3	467
2	293	5	548	2	277	4	562
3	377	5	593	3	365	2	293
4	415	4	487	3	382	4	589
3	409	5	598	4	458	5	687
4	412	4	440	3	373	5	659
4	415	5	512	4	418	4	573
4	405	5	549	3	366	5	684
5	505	5	522	4	409	5	610
3	345	3	369	5	586	4	431
2	268	4	442	2	321	4	491
4	489	2	264	3	473	2	293
4	421	4	440	3	364	4	489
5	495	5	512	4	492	3	467
5	475	3	420	3	535	4	562
3	342	4	506	4	475	2	293
2	254	2	264	3	503	4	589
4	368	4	530	4	506	5	687
4	452	5	578	5	589	5	659
4	468	5	593	5	538	4	573
3	387	4	516	5	587	3	467
3	369	3	420	5	582	4	562
4	436	4	506	5	565	2	293
3	325	2	264	3	364	4	589
5	521	4	530	3	390	5	687
2	304	5	618	3	355	5	659
5	442	5	593	3	431	4	573
3	342	4	516	3	366	5	684
2	300	5	616	5	587	3	412
5	340	3	369	2	270	4	431
5	367	4	530	5	576	3	467
3	341	3	420	4	441	4	562

4	432	4	506
4	460	2	264
3	327	4	530
4	456	5	618
5	384	5	593
5	456	4	516
3	289	5	568
2	213	3	420
5	462	4	506
4	425	2	264
2	256	4	487
5	485	5	564
5	487	5	584
4	409	4	498
4	475	5	518
5	505	4	440
5	508	5	541
4	445	6	574
5	487	4	350
2	278	5	421
4	435	4	342
5	482	5	415
3	347	4	352
3	328	4	356
2	251	5	429
5	532	6	576
2	278	4	350
4	435	5	421
5	506	4	342
5	508	6	568
2	278	4	350
5	532	5	421
2	278	4	342
4	435	5	415
5	561	4	352
3	347	4	356
5	514	5	394
4	445	5	421
5	514	4	342
2	278	5	415
4	435	4	352
5	512	5	421
3	347	4	342
3	328	5	415
2	251	4	352
5	532	4	356
2	278	5	429
4	435	6	574
5	516	5	421
3	351	4	342
4	445	5	415
5	508	4	352
2	278	4	356

3	360	2	293
4	472	4	589
4	472	5	687
4	456	3	467
3	406	4	562
4	500	2	293
4	409	4	589
4	499	5	687
5	589	3	467
5	584	4	562
5	595	2	293
4	496	4	589
4	487	5	687
3	379	5	659
3	321	4	573
3	314	5	684
4	476	4	489
4	468	5	577
5	560	4	469
2	293	5	569
4	458	4	483
5	590	4	489
5	568	5	589
5	502	6	710
4	468	4	480
5	560	5	577
2	293	5	595
4	458	4	469
5	590	5	569
2	277	4	483
3	365	4	489
4	468	5	589
5	560	6	705
2	293	4	480
4	458	5	577
5	590	4	469
4	409	6	714
4	468	4	483
5	560	4	489
2	293	5	589
4	458	5	577
5	590	4	469
5	565	4	483
5	502	4	489
4	468	5	589
5	560	5	577
2	293	4	469
4	458	5	569
5	590	4	483
4	468	4	489
5	560	4	483
2	293	4	489
4	458	5	630

4	435	5	429
5	512	6	574
3	347	4	350
2	285	5	421
4	445	5	452
5	508	5	421
2	278	4	342
4	435	5	415
5	507	4	335
3	347	5	452
3	328	5	421
2	251	5	452
5	521	5	421
2	278	4	342
4	435	5	415
5	514	4	335
4	535	5	452
2	243	5	452
5	477	5	421
4	445	4	342
5	488	5	415
2	278	4	335
4	435	5	452
5	509	5	421

5	590	5	625
3	365	4	469
3	366	5	569
5	534	4	483
4	468	4	489
5	560	5	635
2	293	5	620
4	458	5	630
5	590	4	469
5	580	5	629
5	574	4	460
4	468	5	620
5	560	5	610
2	293	5	620
4	458	5	640
5	590	4	469
5	584	5	665
5	502	4	460
4	468	5	620
5	560	5	577
2	293	4	469
4	458	5	610
5	590	4	460
4	476	5	620

Cuadro 2A: Diámetro ecuatorial del tomate variedad Marglobe Redondo. Pichari 562 msnm.

Tutorado	SIN TUTOR			CON TUTOR		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
I	8.0	7.4	7.4	7.8	8.5	8.5
I	7.3	7.8	6.7	7.3	8.3	8.6
I	7.0	6.8	8.1	6.9	8.6	9.3
I	7.0	7.1	7.0	7.1	7.9	9.3
I	6.7	6.2	7.2	6.8	7.6	8.0
I	7.9	7.5	8.1	8.1	8.0	7.9
I	6.8	8.7	9.1	7.8	9.1	9.0
I	7.2	7.2	7.4	7.9	8.3	8.2
I	6.7	7.1	6.3	7.2	7.6	8.4
I	6.9	7.0	6.8	7.4	7.8	8.0
Promedio	7.14	7.28	7.42	7.43	8.17	8.51

II	7.2	7.2	7.4	8.4	8.9	8.3
II	6.9	6.3	7.9	6.8	8.7	8.8
II	7.3	7.6	6.6	8.1	8.0	8.2
II	7.2	7.9	7.1	8.2	8.7	8.1
II	8.1	7.9	7.5	8.2	7.7	9.9
II	6.7	7.3	7.6	8.1	7.9	7.8
II	6.2	7.9	7.8	7.2	7.4	7.3
II	6.0	6.0	7.5	6.9	8.3	9.3
II	8.2	7.0	7.6	8.1	8.5	8.4
II	7.4	7.1	7.7	8.3	8.0	7.9
Promedio	7.12	7.21	7.46	7.82	8.22	8.42
III	8.3	7.4	8.4	7.6	8.2	8.0
III	8.1	7.8	7.9	8.1	8.2	8.0
III	6.4	6.6	6.8	7.5	7.7	9.2
III	8.3	7.3	8.6	8.0	8.4	8.7
III	6.3	5.4	7.2	7.3	7.7	9.1
III	6.3	8.5	7.5	8.2	8.3	7.9
III	7.9	7.7	7.9	8.2	8.1	8.1
III	8.0	7.4	7.1	7.5	8.2	8.9
III	7.4	8.1	7.4	8.5	8.6	9.9
III	8.6	7.6	7.6	7.4	8.9	7.9
Promedio	7.56	7.37	7.65	7.83	8.21	8.57

Cuadro 3A: Altura polar del tomate variedad Marglobe Redondo. Pichari 562 msnm

Tutorado	SIN TUTOR			CON TUTOR		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
I	6.6	6.1	6.0	6.5	7.0	6.8
I	6.0	6.5	5.4	5.9	5.0	6.9
I	5.7	5.5	6.8	5.6	5.9	6.5
I	5.7	5.8	5.7	5.8	6.0	5.4
I	5.4	4.9	5.9	5.5	6.2	6.6
I	6.5	6.2	6.7	6.1	6.7	6.6
I	5.5	6.2	7.4	6.1	6.6	6.3
I	5.9	5.9	6.1	6.5	7.0	6.8
I	5.5	5.8	5.1	5.9	6.3	6.6
I	5.6	5.7	5.5	6.1	6.5	6.6
Promedio	5.8	5.9	6.1	6.0	6.3	6.5

II	5.8	5.8	6.0	7.0	6.6	6.9
II	5.5	4.9	6.4	5.4	6.4	6.4
II	6.0	6.2	5.2	6.6	6.6	6.8
II	5.8	6.5	5.7	6.7	7.3	6.7
II	6.7	5.6	6.1	6.8	6.3	8.4
II	5.3	5.9	6.2	6.7	6.5	6.4
II	4.9	6.4	6.4	5.8	6.0	6.0
II	4.7	4.7	6.1	5.5	5.6	5.6
II	7.0	5.7	6.2	6.1	7.1	7.0
II	6.1	5.7	6.3	6.1	6.6	6.5
Promedio	5.8	5.7	6.1	6.3	6.5	6.7
III	6.9	6.0	7.0	6.3	6.4	6.7
III	6.8	6.5	6.6	6.8	6.8	6.7
III	5.1	5.3	5.5	6.2	6.4	6.6
III	7.0	6.2	7.2	6.7	6.5	6.9
III	5.0	5.5	4.2	6.0	6.2	6.1
III	5.0	5.9	7.1	5.5	6.3	6.6
III	6.6	6.0	7.5	6.2	6.4	6.8
III	6.6	7.0	6.7	6.2	6.5	5.7
III	6.1	5.3	7.0	6.1	6.5	6.6
III	7.2	6.1	7.3	6.1	6.6	6.5
Promedio	6.2	6.0	6.6	6.2	6.4	6.5

Cuadro 4A: Altura de la planta del tomate variedad Marglobe Redondo. Pichari 562 msnm.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Tutor	Sin tutor			Con tutor		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
I	1.3	1.3	1.4	1.1	1.7	2.0
I	1.1	1.1	1.5	1.0	1.9	1.7
I	1.5	1.5	1.6	1.9	1.8	1.8
I	1.4	1.4	1.1	2.1	1.9	1.8
I	1.0	1.5	1.2	1.5	1.8	1.9
I	1.2	1.2	1.5	1.6	1.4	1.9
I	1.4	1.5	1.7	1.5	1.3	1.8
I	1.4	1.6	1.6	1.7	1.5	1.8
I	1.3	1.5	1.6	1.9	1.6	1.8
I	1.5	1.7	1.4	1.8	1.6	1.9
Promedio	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
Tutor	Sin tutor			Con tutor		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
II	1.6	1.5	1.8	1.8	1.9	1.9
II	1.6	1.4	1.4	1.6	1.8	2.1
II	1.5	1.1	1.4	1.8	1.5	1.8
II	1.2	1.6	1.4	1.8	1.7	1.6
II	1.4	1.8	1.5	1.6	1.5	2.10
II	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.6
II	1.5	1.5	1.3	1.5	1.7	1.8
II	1.1	1.7	1.5	1.4	1.8	1.8
II	1.2	1.4	1.5	1.3	1.5	1.9
II	1.5	1.4	1.6	1.7	1.4	1.9
Promedio	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.9
Tutor	Sin tutor			Con tutor		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
III	1.5	1.7	1.6	1.3	1.6	1.9
III	1.6	1.4	1.5	1.2	1.8	1.8
III	1.7	1.6	1.6	1.1	1.8	2.0
III	1.5	1.4	1.6	1.4	1.6	1.6
III	1.4	1.6	1.8	1.6	1.6	1.9
III	1.5	1.9	1.8	1.5	1.7	1.9
III	1.5	1.6	1.6	1.8	1.8	1.9
III	1.7	1.6	1.6	1.9	1.7	1.7
III	1.2	1.8	1.6	2	1.7	1.8
III	1.1	1.6	1.8	1.5	1.9	1.7
Promedio	1.5	1.6	1.7	1.5	1.7	1.8

Cuadro 5A: Número de ramas por planta del tomate variedad Marglobe Redondo. Pichari 562 msnm.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Tutor	Sin tutor			Con tutor		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
I	1.0	1.2	1.1	1.3	1.9	2.0
I	1.2	1.3	1.3	1.5	1.8	1.8
I	1.2	1.2	1.4	1.4	2.0	2.0
I	1.3	1.0	1.4	1.5	1.3	2.0
I	1.1	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8
I	1.3	1.6	1.6	1.8	1.3	1.3
I	1.4	1.7	1.4	1.3	1.4	1.4
I	1.0	1.2	1.4	1.5	1.0	2.0
I	1.3	1.0	1.6	1.6	2.0	2.0
I	1.5	1.2	1.5	1.3	2.0	1.8
Promedio	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8
Tutor	Sin tutor			Con tutor		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
II	1.2	1.3	1.2	1.7	1.5	2.0
II	1.3	1.0	1.1	1.2	1.5	1.6
II	1.4	1.6	1.8	2.1	1.8	2.0
II	1.4	1.0	1.2	1.5	2.0	1.8
II	1.5	1.5	0.8	1.1	1.6	1.4
II	1.3	2.1	1.5	1.1	1.8	2.0
II	1.3	1.1	1.4	2.0	1.8	1.5
II	1.5	1.1	1.5	1.9	2.0	1.8
II	1.4	1.3	1.8	1.1	1.6	1.8
II	1.2	1.2	1.2	1.2	1.8	2.0
Promedio	1.4	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8
Tutor	Sin tutor			Con tutor		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
III	1.6	1.2	1.7	1.9	2.1	2.0
III	1.2	1.0	1.3	1.6	1.2	1.8
III	1.5	0.9	1.5	1.1	1.9	2.1
III	1.7	1.1	1.5	1.6	1.8	1.8
III	1.0	1.3	0.8	1.4	1.7	1.8
III	0.9	1.2	1.3	1.6	2.1	1.8
III	1.6	1.4	1.8	1.7	1.9	2.0
III	1.5	0.9	1.3	1.6	1.9	2.1
III	1.1	1.6	1.4	1.8	1.5	2.0
III	1.3	2.1	1.5	1.8	1.1	1.3
Promedio	1.3	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9

Cuadro 6A: Rendimiento de frutos de tomate en kg ha⁻¹ variedad variedad Marglobe Redondo. Pichari 562 msnm.

Tutor	Sin tutor			Con tutor		
Densidad	25000	20000	16667	25000	20000	16667
BI	14837.2	16086.0	13170.5	17672.0	19661.5	14066.5
BII	15528.7	15173.0	11931.0	17520.5	19798.5	15031.0
BIII	14449.1	15227.0	13057.0	17315.0	20457.5	13151.0
Promedio	14938.3	15495.3	12719.5	17502.5	19972.5	14082.8

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. YURI LUIS SULCA ESPINOZA
R.D. N° 308-2026-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho, a los cuatro días del mes de agosto del año dos mil veintiséis, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, Dr. Brian Adonai Medina Gómez como asesor, M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y el Ing. Eduardo Robles García; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Tutorado y densidad de plantas en la producción de tomate *Solanum lycopersicum* L. Pichari, Cusco, 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal, presentado por el Bachiller **YURI LUIS SULCA ESPINOZA**.

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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	14	15	15
Dr. Brian Adonai Medina Gómez	17	16	16	16
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	17	15	16	16
Ing. Eduardo Robles García	16	15	16	16
PROMEDIO GENERAL				16

OBSERVACIONES: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Tutorado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) en secano. Pichari, Cusco, 2024**

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


.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Presidente


.....
Dr. Brian Adonai Medina Gómez
Asesor


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


.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado


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

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por la R.D N° 437-2026-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado:

Tutorado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) en secano. Pichari, Cusco, 2024

Autor : Yuri Luis SULCA ESPINOZA
Asesor : Brian Adonai MEDINA GÓMEZ

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software **TURNITIN UNSCH**, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de dieciocho por ciento (**18 %**) de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega:3063695034

Ayacucho, 18 de octubre de 2026

Dimas Alberto Quintanilla Melgar

M.Sc. en Producción Animal

E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Tutorado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) en seco. Pichari, Cusco, 2024

por Yuri Luis Sulca Espinoza

Fecha de entrega: 18-oct-2026 09:08p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 3063695034

Nombre del archivo: TESIS_YURI_LUIS_SULCA_ESPINOZA_EPIAF.pdf (5.21M)

Total de palabras: 24412

Total de caracteres: 122797

Tutorado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum L.) en secano. Pichari, Cusco, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	1%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	9%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unsch.edu.pe	5%
	Fuente de Internet	
3	1508.redalyc.org	1%
	Fuente de Internet	
4	alicia.concytec.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	hdl.handle.net	<1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unapiquitos.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	dspace.unitru.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
8	www.reinsaat.at	<1%
	Fuente de Internet	
9	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
10	repositorio.unjbg.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
11	up-rid.up.ac.pa	<1%
	Fuente de Internet	
12	ri.ues.edu.sv	<1%
	Fuente de Internet	

Tutorado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) en secano. Pichari, Cusco, 2024

Yuri Luis Sulca Espinoza
yuri.sulca.28@unsch.edu.pe

Brian Adonai Medina Gómez
brian.medina@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistemas de producción agroforestal

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Centro Experimental de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal en Pichari (562 msnm), con el objetivo de evaluar el efecto del tutorado y la densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Marglobe en secano en la localidad de Pichari 562 msnm, Cusco – 2025. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2 T x 3 D y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en la combinación de tutorado (con tutor y sin tutor) y tres densidades de plantas (25 000, 20 000 y 16 667 plantas ha⁻¹). Los resultados indicaron el tutorado tuvo efecto altamente significativo sobre el rendimiento de tomate variedad Marglobe. Las plantas con tutor alcanzaron mayor altura (1.79 m frente a 1.48 m sin tutor), mayor diámetro ecuatorial del fruto, mayor altura polar (6.38 cm frente a 6.02 cm sin tutor), mayor número de ramas y mayor rendimiento de frutos. El tutorado con 20 000 plantas/ha reportó mayor rendimiento de frutos con 19 972.50 kg/ha. La densidad de plantas mostró efecto altamente significativo sobre las variables evaluadas. La densidad de 16 667 plantas/ha destacó en altura polar del fruto (6.42 cm), diámetro ecuatorial (8.50 cm con tutor) y número de ramas; sin embargo, el mayor rendimiento de frutos se logró con 20 000 plantas/ha con tutor.

Palabras clave: *Lycopersicum esculentum*, densidad de siembra, tutorado, rendimiento, Marglobe.

Staking and plant density effects on tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) yield under rainfed conditions. Pichari, Cusco, 2024

Yuri Luis Sulca Espinoza
yuri.sulca.28@unsch.edu.pe

Brian Adonai Medina Gómez
brian.medina@unsch.edu.pe

Research area: Environment

Research line: Agroforestry production systems

ABSTRACT

This research was conducted at the Experimental Center of the Agroforestry Engineering School in Pichari (562 masl) to evaluate the effect of staking and plant density on the yield of the Marglobe tomato variety (*Lycopersicum esculentum*) under dry-season conditions in Pichari, Cusco (2025). A randomized complete block design (RCBD) was used with a 2 (staking) x 3 (density) factorial arrangement and three replications. Treatments consisted of combinations of staking (with and without staking) and three plant densities (25,000, 20,000, and 16,667 plants ha⁻¹). Results indicated that staking had a highly significant effect on the yield of the Marglobe tomato variety. Staked plants achieved greater height (1.79 m vs. 1.48 m without staking), larger equatorial fruit diameter, greater polar height (6.38 cm vs. 6.02 cm without staking), a higher number of branches, and higher fruit yield. The staking treatment with 20,000 plants/ha recorded the highest fruit yield at 19,972.50 kg/ha. Plant density showed highly significant effects on the evaluated variables. The density of 16,667 plants/ha stood out regarding polar fruit height (6.42 cm), equatorial diameter (8.50 cm with staking), and number of branches; however, the highest fruit yield was achieved with 20,000 plants/ha with staking.

Keywords: *Lycopersicum esculentum*, planting density, staking, yield, Marglobe.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculentum*) es una de las hortalizas de mayor relevancia económica y social a nivel global, destacándose por su alto valor nutricional, versatilidad culinaria y significativa contribución a la economía agraria (Vallejo Cabrera, 2021). En el contexto peruano, en el 2023 se cultivó en 5218 ha, con rendimiento promedio de 43,336 kg/ha y una producción de 226,113 t, mientras que en el departamento de Ayacucho se cultivó en 94 ha, con rendimiento de 13,277 y una producción de 1248 toneladas (MINAGRI, 2024), lo cual demuestra la inmensa brecha con otras regiones, sin embargo, este cultivo es una fuente importante de ingresos para pequeños y medianos agricultores, particularmente en valles interandinos, a pesar que la productividad de este cultivo se ve frecuentemente limitada por factores como el manejo agronómico inadecuado, la incidencia de plagas y enfermedades, y la falta de adopción de tecnologías que optimicen el uso de recursos (Sullca Solano, 2022).

En la búsqueda de sistemas de producción más eficientes y sostenibles, la implementación de prácticas culturales como el tutorado y el ajuste de la densidad de siembra se perfilan como estrategias fundamentales. El tutorado, que consiste en proporcionar un soporte físico a la planta, es una práctica imprescindible para obtener frutos de alta calidad. Mejora la circulación del aire, facilita la penetración de la luz, reduce la incidencia de enfermedades al evitar el contacto de los frutos con el suelo, optimiza las labores de manejo fitosanitario y cosecha, y permite que los tallos soporten el peso de la producción (Galindo, 2022; Palomino, 2024). Asimismo, la densidad de siembra es un factor determinante en el rendimiento, ya que regula la competencia entre plantas por recursos esenciales como agua, luz y nutrientes. Una densidad óptima maximiza la eficiencia fotosintética y el uso del espacio, mientras que una densidad excesiva puede promover un microclima favorable para el desarrollo de plagas y reducir la calidad del fruto (Sullca Solano, 2022).

Al evaluar densidades y arreglos de plantación en tomate bola en condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora se obtuvo una respuesta positiva en el rendimiento al incrementar la densidad de plantación. Obtuvo el mejor rendimiento fue la densidad 3.78 plantas m⁻² sacando un tallo por planta, el cual produjo 29.6 kg m⁻². El peso de fruto no fue afectado significativamente por los tratamientos y varió entre 149.5 a 154.9 g. (Grijalva, 2010, p. 20)

Los tipos de tutorados influyeron sobre las características agronómicas y rendimiento de *Solanum lycopersicum* L., var. tomate regional, en Zungarococha-Loreto.2021y se encontró que el tipo de tutorado influye en las características agronómicas y rendimiento de *Solanum lycopersicum* L., var. tomate regional; el tutorado de mayor influencia en el largo del fruto (Gutierrez, 2022, p. xii)

Se evaluó la influencia de la gallinaza y el tutorado en el rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y demostró que el tutorado holandés y de espalderas superaron estadísticamente al testigo sin tutor en altura de planta en todos los niveles de gallinaza, alcanzando un promedio de 72.13 cm frente a 60.42 cm. Hubo respuesta estadística significativa con aplicación de gallinaza más tutor, logrando promedios de 61.33 y 53.64 frutos por planta. En rendimiento de fruto, existió diferencia estadística entre los tipos de tutorado y sin tutorado; a mayor nivel de gallinaza y con tutor tipo holandés logró 72.04 t ha⁻¹, frente a 61.85 t ha⁻¹ sin tutor Palomino, 2024).

A pesar de la amplia difusión del cultivo, en zonas como el Valle de Pichari, Cusco, aún persiste el manejo tradicional que no consideran la optimización de las variables agronómicas para la variedad Marglobe. Ante esta problemática, la presente investigación se justifica por la necesidad de introducir el cultivo de tomate en la zona, elevar la oferta de tomate en el mercado local y generar conocimiento local y específico para el manejo técnico de tomate de la variedad Marglobe en Pichari, Cusco.

En consecuencia, la presente investigación plantea los siguientes objetivos:

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto del tutorado en el rendimiento de tomate *Lycopersicum esculentum*.
2. Evaluar el efecto de la densidad de plantas en el rendimiento de tomate *Lycopersicum esculentum*.

METODOLOGÍA

Ubicación del experimento

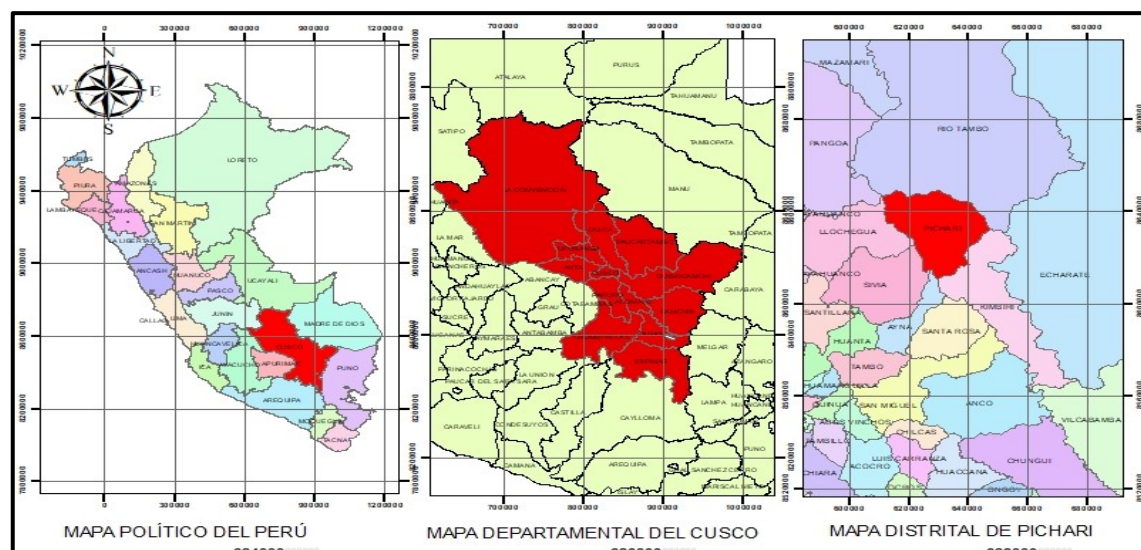
La investigación se realizó en el C.E. de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal (Sede Pichari) de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El predio se sitúa en el distrito de Pichari, provincia de La Convención, departamento de Cusco. Geográficamente, el área experimental se localiza en las coordenadas 12°31'40.31" de latitud sur y 73°50'18.93" de longitud oeste, a una altitud media de 562 msnm.

Ubicación ecológica

Desde una perspectiva macro ecológica, el estudio se desarrolló en el ámbito de la selva tropical peruana. Según la clasificación jerárquica de Aragón & Chuspe (2018), la zona se enmarca en el bioma de Bosques Húmedos Tropicales y Subtropicales de Hoja Ancha, específicamente dentro de la ecorregión de los Bosques Húmedos de la Amazonía Suroccidental (pp. 17-27). En este contexto, Pichari se sitúa en una franja de transición entre la selva alta y la selva baja, un sector estratégico del piedemonte andino que integra elementos bióticos de la llanura amazónica y de las Yungas, lo que le confiere una alta biodiversidad (Aragón & Chuspe, 2018, pp. 20-67). Complementariamente, de acuerdo con el sistema de zonas de vida de Holdridge, el área de estudio corresponde a la formación ecológica de bosque muy húmedo - Premontano Tropical (bmh-PT) (ONERN, 1976). Esta unidad bioclimática se caracteriza por una elevada humedad relativa y temperaturas cálidas, condiciones ambientales que determinan el desarrollo fenológico y el potencial de rendimiento de las variedades Margot F_1 “tomate” evaluadas en la región.

Figura 1

Ubicación política del trabajo de investigación



Características edáficas del terreno experimental

Previo al establecimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Variedad Marglobe, se realizó un muestreo sistemático de suelo a una profundidad de 0-30 cm para determinar sus propiedades físico-químicas. Los resultados del análisis de laboratorio (Tabla1) permitieron diagnosticar la fertilidad potencial del área experimental y ajustar el plan de fertilización.

Tabla 1

Propiedades físico-químicas del suelo del área experimental

Categoría	Parámetro	Unidad	Valor	Interpretación (para Tomate)
Física	Clase textural	-	-	Franco arenoso
Química	Reacción del suelo (pH)	1:2.5	6.40	Ligeramente ácido (Óptimo)
	Conductividad eléctrica (CE)	dS/m	0.70	No salino
	Materia orgánica (MO)	%	4.50	Alto
	Fósforo disponible (P)	mg/kg	27.80	Alto
	Potasio disponible (K)	mg/kg	143.60	Medio
Complejo	Capacidad de Intercambio	cmol(+)/kg	18.71	Media
Absorbente	Catiónico (CIC)			

Características climatológicas del lugar experimental

Las variables meteorológicas del periodo de estudio fueron obtenidas de la estación automatizada de Pichari, bajo la administración de la Dirección Regional Agraria de Cusco (DRAC). El área experimental se circunscribe en la región de selva alta o ceja de selva, con un clima clasificado como tropical y subtropical húmedo. Esta condición climática está determinada por la convergencia de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes y la llanura amazónica, factores que configuran un ecosistema de alta biodiversidad y aptitud para cultivos agroindustriales perennes.

Durante el ciclo fenológico del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Variedad Marglobe, se registró una temperatura máxima promedio de 35.1 °C y una mínima promedio de 18.2 °C. La precipitación total acumulada alcanzó los 858.4 mm, presentándose además una humedad relativa persistente entre el 90 % y 95 %. Si bien estos parámetros hídricos y térmicos se consideran favorables para el desarrollo del cultivo en la zona, la combinación de altas temperaturas y saturación de humedad ambiental representa un entorno que demanda un monitoreo fitosanitario riguroso.

El comportamiento térmico se caracterizó por una temperatura máxima promedio de 32.3 °C, una media de 26.5 °C y una mínima de 20.7 °C. En cuanto al régimen hídrico, la precipitación total acumulada fue de 858.4 mm, observándose que las mayores cargas pluviométricas se concentraron en los meses de diciembre, enero y febrero.

Por el contrario, el periodo comprendido entre mayo y agosto presentó los valores más bajos de precipitación; no obstante, debido a las condiciones intrínsecas del VRAEM, la humedad relativa se mantuvo en niveles críticos de saturación, oscilando entre el 95 % y 98 %. Bajo este escenario de alta higroscopía ambiental y estabilidad térmica, se infiere que no existieron deficiencias hídricas que limitaran el desarrollo fisiológico durante el ciclo productivo del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Variedad Marglobe.

Material genético: Tomate variedad Marglobe

La variedad “Marglobe” es un tomate (*Lycopersicum esculentum*) de polinización abierta, considerado una variedad tradicional o estándar, no un híbrido comercial moderno.

Es un tomate de ensalada carnoso, de crecimiento vigoroso y frutos pequeños, ideal para horticultura profesional y huertos caseros. En los racimos se agrupan hasta 20 frutos rojos, ligeramente acanalados, de forma redondeada y aplanada, con un aroma intenso. Variedad resistente y tolerante al agrietamiento, adecuada para cultivo en campo abierto y protegido. Peso del fruto: 40–50 g. (Rein Saat, 2026).

Planta de crecimiento indeterminado 1,5-1,7 m de altura. Frutos globosos de tamaño grande y superficie lisa. Pulpa muy carnosa y jugosa (La chacra, 2026).

Factores estudiados

a. Tutorado

- ✓ Sin tutorado
- ✓ Con Tutorado

b. Densidad de plantas

- ✓ 25,000 plantas ha⁻¹ (1.0 m entre surco x 0.40 m entre golpe x 1 plantas)
- ✓ 20,000 plantas ha⁻¹ (1.0 m entre surco x 0.50 m entre golpe x 1 plantas)
- ✓ 16,667 plantas ha⁻¹ (1.0 m entre surco x 0.60 m entre golpe x 1 plantas)

Variables evaluadas

- ✓ Altura de planta (cm)
- ✓ Diámetro ecuatorial del fruto (cm)
- ✓ Altura polar del fruto (cm)
- ✓ Número de ramas por planta
- ✓ Rendimiento por hectárea (kg)

Método procedimental

Diseño experimental

El trabajo de investigación, se condujo utilizando el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 6 tratamientos, con arreglo factorial 2 formas de tutorado por

3 densidades de planta de tomate, con tres repeticiones (2T x 3D x 3r), con un total de 18 unidades experimentales. El análisis estadístico consistió en el análisis de varianza de los factores en estudio y su correspondiente prueba de contraste; las otras variables de interés fueron analizadas mediante las medidas de asociación, es decir prueba de regresión y correlaciones, según corresponde.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Tratamientos

Tabla 2

Tratamientos estudiados

Nº	Tratamientos	Descripción
1	T1 = t ₀ x d1	Sin tutorado x 25,000 plantas ha ⁻¹
2	T2 = t ₀ x d2	Sin tutorado x 20,000 plantas ha ⁻¹
3	T3 = t ₀ x d3	Sin tutorado x 16,667 plantas ha ⁻¹
4	T4 = t ₁ x d1	Con tutorado x 25,000 plantas ha ⁻¹
5	T5 = t ₁ x d2	Con tutorado x 20,000 plantas ha ⁻¹
6	T6 = t ₁ x d3	Con tutorado x 16,667 plantas ha ⁻¹

Características del campo experimental

Largo de la parcela	: 5.00 m
Ancho de la parcela	: 4.00 m
Área de la parcela	: 20.00 m ²
Ancho del surco	: 1.00 m
Orientación del surco	: Surco vertical
Número de surcos por parcela	: 4.0 surcos
Número de surcos a evaluar	: Surcos centrales
Número de bloques	: 3 bloques
Número de parcelas (U. E.)	: 18
Ancho de la calle entre bloques	: 1.00 m
Ancho del campo experimental	: 24.00 m
Largo del campo experimental	: 18.00 m
Área total del campo experimental	: 432.00 m ²

Conducción del experimento

Preparación del terreno

La preparación del terreno se ejecutó el 13 de setiembre del 2025, empleando un tractor agrícola, utilizando un arado de discos y una rastra, a una profundidad de 30 cm. Estas

labores se realizaron con el fin de roturar el terreno. Posteriormente, el mullido se llevó a cabo el 16 y 17 de setiembre de 2025.

Demarcación y estacado del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó el 20 de setiembre de 2025 utilizando cal apagada y estacas. Los trazos se ejecutaron con ayuda de una wincha y cordel, conforme al croquis experimental.

Trazado de surcos

Los surcos se trazaron el 01 de octubre de 2025, luego de evidenciarse lluvias en exceso, con la finalidad de prevenir el ataque de hongos. El trazado se realizó de forma manual, después del delineado con yeso, empleando zapapicos y considerando los siguientes espaciamientos: 25 000 plantas ha^{-1} (1,0 m entre surcos $\times$ 0,40 m entre golpes $\times$ 1 planta), 20 000 plantas ha^{-1} (1,0 m entre surcos $\times$ 0,50 m entre golpes $\times$ 1 planta) y 16 667 plantas ha^{-1} (1,0 m entre surcos $\times$ 0,60 m entre golpes $\times$ 1 planta).

Tutorado

Los tutorados se instalaron el 04 de noviembre de 2025, posterior a la realización de la siembra directa en la parcela experimental.

Siembra

La siembra se realizó de forma directa el 04 de octubre de 2025, Se utilizó semilla certificada.

Recalce

El recalce se realizó el 11 y 12 de octubre de 2025, semanas posteriores a la siembra, reemplazándose los golpes de semillas que no lograron emerger en los hoyos, considerado como pérdidas.

Abonamiento

En el experimento se utilizó en nivel de fertilización 180-80-150 de NPK, la cual se estimó en base al análisis de suelos y rendimiento del cultivo. La mezcla de fertilizantes se suministró al cultivo en forma fraccionada en tres momentos. Primer abonamiento se realizó el 20 de octubre de 2025, la segunda fracción 35 después y la tercera, 15 días más tarde. Las fuentes de fertilizantes fueron: Urea agrícola (45% de N), fosfato di amónico (18 % N y 46 % P) y cloruro de potasio (60 % de K)

Como complemento, se aplicó al cultivo calcio y boro como abono foliar, el 21 de octubre de 2025, repitiéndose con una frecuencia de cada 20 días, empleándose 600 g por mochila de 20 L con agua.

Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual y periódica en la parcela experimental, ejecutándose con azadones con el fin de evitar la competencia de las malezas con el cultivo del tomate. El primer deshierbo se realizó a los 15 días después de la siembra.

Aporque

El aporque se realizó el 17 de noviembre de 2025, cuando la planta alcanzó una altura de 18 cm.

Control de plagas

Primera aplicación de insecticida se efectuó el 18 de octubre de 2025, antes del aporque, para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Las aplicaciones se realizaron cada 15 días, de manera preventiva, a razón de 15-20 mL por 20 L de agua. Para el control de pulgones y larvas de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), se empleó Spintor® Green 24 SC (spinosad), un insecticida de etiqueta verde (Categoría IV), aplicado a razón de 50-75 mL por 200 L de agua.

Primera aplicación de fungicida se realizó el 21 de noviembre de 2025, antes del aporque, para el control del hongo causante de la chupadera fungosa (*Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp.). Las aplicaciones se efectuaron cada 15 días, de manera preventiva, a razón de 15-20 mL por 20 L de agua. Como alternativa de etiqueta verde, se utilizó Polyram® DF (metiram), fungicida de contacto y acción preventiva, clasificado en la Categoría IV, a una dosis de 200 g por 200 L de agua.

Cosecha

La recolección de los frutos se llevó a cabo mediante cuatro cosechas selectivas durante el mes de enero de 2026 (entre 80-90 ddt), establecidas en función del estado de madurez comercial (fruto pintón) y la firmeza mecánica al tacto. El procedimiento técnico consistió en realizar un corte preciso a nivel del pedúnculo, conservando una sección de 0.5 a 1.0 cm para mitigar el riesgo de lesiones mecánicas y optimizar la vida postcosecha del producto. La cosecha se ejecutó con intervalos de ocho días, que permitió estandarizar los criterios de calidad y garantizar la uniformidad de las muestras evaluadas en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de rendimiento

Altura de planta (m)

Tabla 3

Análisis de variancia de la altura de planta en el tomate (m) variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

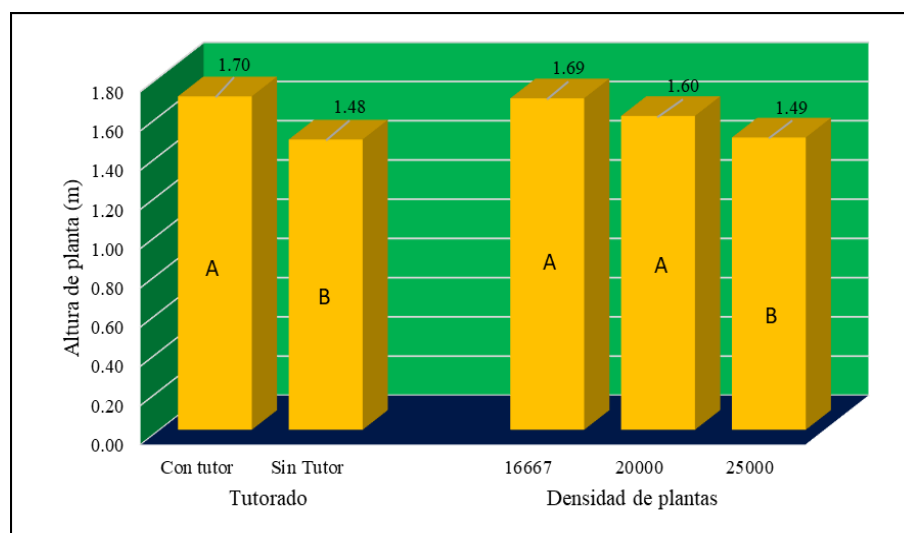
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.02	0.01	2.89	0.1024 ns
Tutorado (T)	1	0.21	0.21	54.65	<0.0001 **
Densidad de plantas (D)	2	0.12	0.06	14.89	0.0010 **
Interacción (T x D)	2	0.02	0.01	2.05	0.1789 ns
Error	10	0.04	0.0039		
Total	17	0.41			

C.V. = 3.93 %

La tabla 3. del ANVA de la altura de planta del tomate al final de la última cosecha, se observa alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y la densidad de plantas esto permite el análisis en forma independiente el efecto del tutorado y la densidad de planta. El coeficiente de variación muestra buena precisión de los datos del experimento.

Figura 2

Prueba de Tukey de la altura de planta en el tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm



La figura 2 de la prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta al tutorado existe diferencia estadística en efecto en el tutorado de las plantas de tomate

diferenciándose estadísticamente frente a la planta sin tutor, alcanzando un valor de 1.79 y 1.48 m.

Según la ficha técnica de la variedad Marglobe es un cultivar de crecimiento indeterminado que alcanza una altura de planta de 1.5 a 2.0 m. La altura de una planta de tomate depende totalmente de su variedad genética y del manejo agronómico utilizado. En el cultivo en el campo, la mayor altura se tiene cuando se le proporciona un tutor. Los valores encontrados en el presente experimento se aproximan a los reportado por la casa comercial Hortus.

Diámetro ecuatorial del fruto de tomate (cm)

La tabla 4 del ANVA del diámetro ecuatorial del fruto del tomate muestra alta significación en la interacción del tutorado y la densidad de plantas. Respuesta que permite el estudio de los efectos simples de los factores en estudio. Por tanto, el análisis se centra en el análisis de la interacción bajo los efectos simples. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión mostrándonos poca variación en esta variable por efecto del tutorado y la densidad de plantas.

La figura 3. de la prueba de Tukey de los efectos simple muestra en las plantas con tutor un mayor diámetro en las densidades de 16 667 y 20 000 plantas; en lo referente a plantas sin tutor no se encuentra diferencia estadística, las plantas alcanzan entre 7.50 a 7.22 cm.

Tabla 4

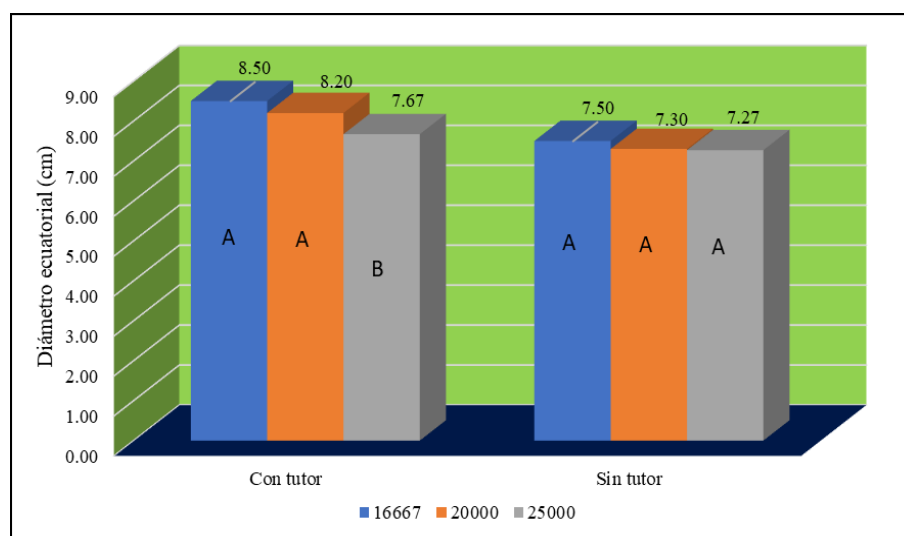
Análisis de variancia del diámetro ecuatorial del fruto (cm) del tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.15	0.08	4.32	0.0445 *
Tutorado (T)	1	2.65	2.65	147.86	<0.0001 **
Densidad plantas (D)	2	0.85	0.43	23.88	0.0002 **
Interacción (T x D)	2	0.31	0.16	8.66	0.0066 **
Error	10	0.18	0.02		
Total	17	4.14			

C.V. = 1.73 %

Figura 3

Prueba de Tukey de los efectos simples del diámetro ecuatorial del fruto (cm) de tomate variedad Marglobe con tutorado en las diferentes densidades de plantas. Pichari 562 msnm



Según la ficha técnica de esta variedad Marglobe reporta, que es un tomate ampliamente utilizado como material genético parental en la obtención de híbridos experimentales dentro de programas de mejora genética, sus dimensiones no son simétricas como las de un tomate redondo estándar. Su estructura suele ser más achatado que alto dependiendo de las condiciones de cultivo. El diámetro ecuatorial suele oscilar entre los 7.0 a 9.0 cm. El tomate presenta surco la altura polar mide dentro de un rango de 5.0 a 6.0 cm. Estos valores se encuentran en los obtenidos en el presente experimento.

Altura polar del fruto del tomate (cm)

Tabla 5

Análisis de variancia de la altura polar del fruto (cm) del tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.14	0.07	2.65	0.1189 ns
Tutor (T)	1	0.57	0.57	21.07	0.0010 **
Densidad (D)	2	0.44	0.22	8.21	0.0078 **
Interacción (T x D)	2	0.07	0.04	1.38	0.2960 ns
Error	10	0.27	0.03		
Total	17	1.50			

C.V. = 2.65 %

La tabla 5 del ANVA de la altura polar del fruto del tomate, se observa alta significación estadística en los efectos principales del tutorado y la densidad de plantas esto permite el

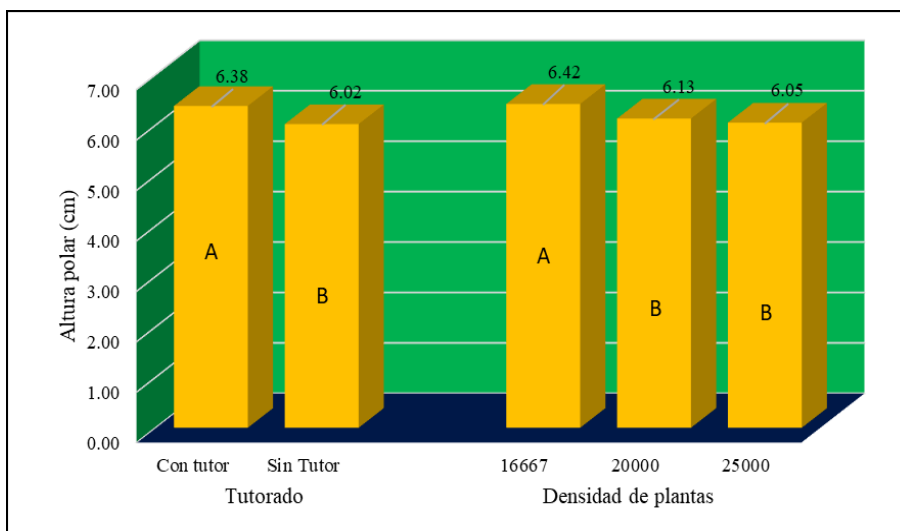
análisis en forma independiente el efecto del tutorado y la densidad de planta. El coeficiente de variación muestra buena precisión de los datos del experimento.

La figura 4 de la prueba de Tukey se observa una respuesta al tutorado en el efecto en la altura de polar del fruto diferenciándose estadísticamente en promedio de la densidad de plantas, a los frutos sin aplicación del tutor, alcanzando un valor de 6.38 cm. En el caso de la densidad de plantas de 16 667 se alcanza una altura polar de 6.42 cm superando estadísticamente a la densidad de 20 000 y 25 000 plantas por hectarea.

El tomate Marglobe es una variedad muy apreciada, especialmente en cultivos de invernadero, por su combinación de estética rústica y gran sabor. A menudo se confunde con la variedad Marglobe (que es amarilla con vetas rojas), pero la Marglobe original se distingue por ser un tomate rojo de tipo “acorazonado” es de crecimiento indeterminado y vigor medio-alto. Esto significa que la planta seguirá creciendo y produciendo frutos a lo largo de la temporada, por lo que requiere tutores o soportes, el alto de esta variedad esta entre 6.0 a 8.0 cm estos valores están dentro de los obtenidos en el experimento.

Figura 4

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura polar del fruto del tomate (cm) en la variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm



Número de ramas (U)

Tabla 6

Análisis de variancia del número de ramas (U) en la planta de tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.01	0.0049	2.22	0.1597 ns
Tutorado (T)	1	0.56	0.56	258.23	<0.0001 **
Densidad plantas (D)	2	0.11	0.06	25.51	0.0001 **
Interacción (T x D)	2	0.04	0.02	9.26	0.0053 ns
Error	10	0.02	0.0022		
Total	17	0.74			

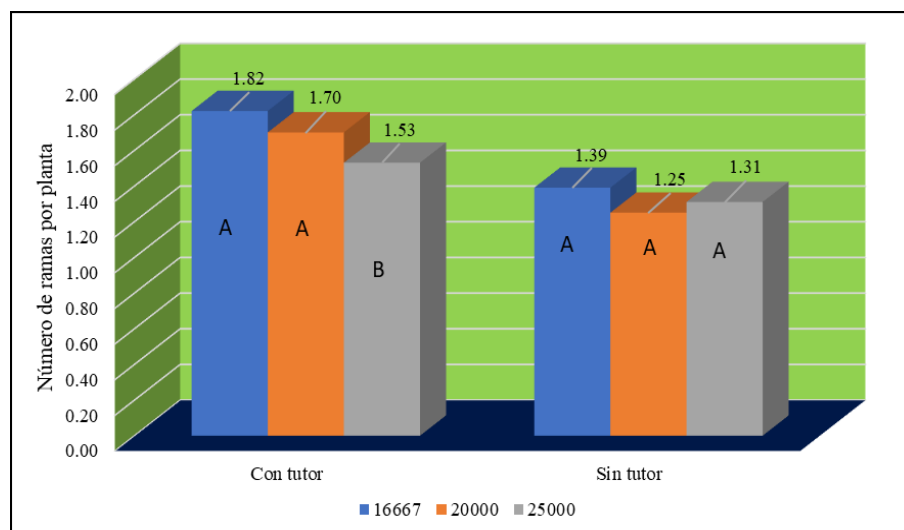
C.V. = 3.85 %

La tabla 6 del ANVA del número de ramas por planta del tomate Marglobe, se observa alta significación estadística en los efectos de la interacción del tutorado y la densidad de plantas esto permite el análisis dependiente de los factores en estudio. El análisis se efectuará bajo los efectos simples. El coeficiente de variación muestra buena precisión de los datos del experimento.

La figura 5 muestra sobre el número de ramas de la planta de tomate, los efectos simples muestran cuando la planta tiene tutor es mayor el número de ramas por ello se observa con diferencia estadística es mayor este número en promedio de la densidad de planta. En la menor densidad de plantas de 16 667 conjuntamente con la densidad media de 20 000 son las de mayor número de ramas.

Figura 5

Prueba de Tukey de los efectos simples de tutorado en el número de ramas de las densidades de plantas de tomate Marglobe en los tutorados. Pichari 562 msnm



La variedad de tomate Marglobe es un tomate de crecimiento indeterminado. Esto es clave para entender cómo maneja sus ramas. A diferencia de los tomates determinados (que crecen en forma corta), Para el manejo del tomate Marglobe, la decisión sobre el número de ramas es clave ya que, al ser una planta de crecimiento indeterminado, tiene la capacidad de desarrollar tallos laterales de forma constante. La recomendación varía según el espacio que tengas y el tamaño de fruto que desees obtener, al manejar 2 ramas los frutos son más pequeños lo más común es manejar con una sola rama (FAO, 2013).

Rendimiento de frutos de tomate (kg ha⁻¹)

El análisis de variancia de la tabla 7 del rendimiento de frutos de tomate, muestra alta significación estadística en la fuente de variación de tutorado, densidad de plantas e interacción de tutorado x densidad de plantas. Por tanto, el estudio se centra en el análisis de los efectos simples, es decir que la respuesta al tutorado depende de la densidad de plantas y así mismo la respuesta a las densidades de plantas depende del uso de tutorado. El coeficiente de variación del experimento de 3.98 % es un valor que indica buena precisión proporcionándonos buena confianza en los resultados.

Tabla 7

Análisis de variancia del rendimiento de frutos(kg/ha) en el tomate variedad Marglobe con tutorado y densidad de plantas. Pichari 562 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	299699.22	149849.96	0.38	0.6541 ns
Tutorado (T)	1	35319210.89	35319210.89	89.27	<0.0001 **
Densidad plantas (D)	2	58023150.75	29011575	73.33	<0.0001 **
Interacción (T x D)	2	7398763.86	3699381.93	9.35	0.0051 **
Error	10	3956270.92	395627.09		
Total	17	104997096.34			

C.V. = 3.98 %

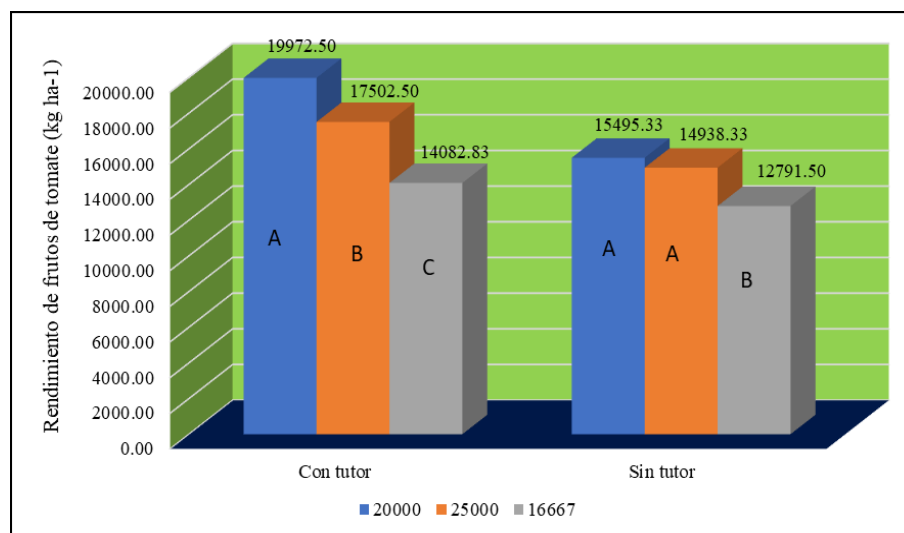
En la figura 6 se presenta el análisis de los efectos simples. Se observa que con el uso de tutor, la densidad de plantas 20000 plantas ha⁻¹ con 19972.50 kg/ha es superior a 25000 plantas ha⁻¹ y 16667 plantas ha⁻¹, a su vez 25000 plantas ha⁻¹ es superior a 16667 plantas ha⁻¹ que solo alcanzó 14082.83 kg/ha. También se muestra que, cuando no se utiliza tutor, las densidades 20000 y 25000 plantas ha⁻¹ presentan similar rendimiento de frutos (15495.33 y 14938.33 kg/ha, respectivamente), pero superiores a 16667 plantas ha⁻¹. Mientras que en la densidad 25000 plantas ha⁻¹ y 20000 plantas ha⁻¹ el cultivo con uso de tutor supera en rendimiento al cultivo sin tutor. En la densidad 16667 plantas ha⁻¹ el cultivo con tutor y sin tutor presenta rendimientos similares.

El rendimiento de frutos de tomate y otros cultivos están gobernados por el ambiente y el genotipo, base fundamental de la productividad. Podemos observar la influencia del tutorado superando estadísticamente a las plantas sin tutor con un rendimiento de 19972.50 kg ha⁻¹ valor obtenido en la densidad de 20000 plantas por hectárea, superando estadísticamente a las diferentes densidades de planta, se entiende un mayor rendimiento por el número adecuado de plantas en el campo.

Al respecto, los resultados obtenidos coinciden con García (2022) que el tutor de 90° obtuvo mayor número de frutos que las otras angularidades. También coincide con Sánchez del Castillo et al (2017) que obtuvo mayor rendimiento de frutos con la mayor densidad de plantas (13 plantas m⁻²). Los rendimientos logrados también coinciden con Ponce et al. (2012), Grijalva (2010), que demostraron que conforme aumento la densidad de población se aumentaron los rendimientos de frutos.

Figura 6

Prueba de Tukey de los efectos simples del rendimiento de frutos de tomate (kg/ha) de la variedad Marglobe de las densidades de plantas en los tutorados. Pichari 562 msnm



Por otro lado, las respuestas obtenidas, son respaldadas por Pastrana (2022) y Gutiérrez (2022) que demostraron que el uso de tutores influyó significativamente en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de tomate. También, Trujillo (2021) y Galindo (2022) en cultivo de tomate en fitotoldo, obtuvieron mayor rendimiento de tomate con tutor. También los resultados son similares a los obtenidos por Palomino (2024) que cuando utilizó gallinaza y tutor tipo holandés, obtuvo rendimientos de 72.04 t ha⁻¹, que fueron muy superiores al logrado en el presente experimento. Finalmente, Escarcena (2023) la densidad de plantas solo tuvo efecto en los días a madurez fisiológica de tomate.

CONCLUSIONES

1. El tutorado tuvo efecto sobre el rendimiento y características agronómicas de tomate variedad Marglobe. Las plantas con tutor alcanzaron mayor altura (1.79 m frente a 1.48 m sin tutor), mayor diámetro ecuatorial del fruto, mayor altura polar (6.38 cm frente a 6.02 cm sin tutor), mayor número de ramas y mayor rendimiento de frutos. El tutorado con 20 000 plantas/ha reportó mayor rendimiento de frutos con 19 972.50 kg/ha.
2. La densidad de plantas mostró efecto sobre el rendimiento de frutos en función del uso de tutor. La densidad de 16 667 plantas/ha destacó en altura polar del fruto (6.42 cm), diámetro ecuatorial (8.50 cm con tutor); sin embargo, el mayor rendimiento de frutos de tomate en la variedad Marglobe se logró con 20 000 plantas/ha con tutorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, J. I., & Chuspe, M. E. (2018). *Ecología Geografica del Cusco*.
https://www.researchgate.net/publication/327172888_Ecologia_Geografica_del_Cusco
- Escarcena, T. (2023). *Tipos de surcado y densidad de plantas en el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH].
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ff183cd3-4f73-4857-a777-701b624b3a6f/content>
- Galindo, L. (2022). *Rendimiento de tomate (Solanum lycopersicum L.) en fitotoldo con dos técnicas de preparación de suelo y dos tipos de tutorado, distrito de Chuschi a 4100 msnm - Ayacucho*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH.
- García, V. (2022). *Evaluación de tutorado con diferentes ángulos sobre el rendimiento y calidad de tomate (Lycopersicum esculentum) var. Chonto*. Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales] Repositorio Institucional de la UDCA.
- Grijalva, C. R. I., Macías, D. M., Grijalva, D. S. A., & Robles, C. F. (2010). Evaluación de densidades y arreglos de plantación en tomate bola en condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. *BIOTecnia*, 12(2): 20-28.

- <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/download/85/78/168>
- Gutierrez, A. (2022). *Tipos de tutorados y su influencia sobre las características agronómicas y rendimiento de Solanum lycopersicum L., var. "tomate regional", en Zungarococha-Loreto.2021*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana] Repositorio Institucional de la UNAP.
- Holdridge, L. . (1967). *Life Zone Ecology* (Tropical Science Center (ed.)).
<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-56.pdf>
- La Chacra. (2026). Tomate Marglobe. https://www.semillaslachacra.cl/product/tomate-marglobe-mata-alta?srsId=AfmBOoryCfl_L3_hXveP3kxzc-
- MINAGRI. (2024). Anuario de producción agrícola del peru.
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>
- ONERN. (1976). *Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa*. Ministerio de Agricultura.
<https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Maps/Mapa-Ecologico-Del-Peru-1976.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO. (2013). *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca – Presidencia de la Nación Argentina. <https://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Palomino, A. (2024). *Gallinaza y tutorado en el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) a 2750 msnm - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga] Repositorio Institucional de la UNSCH]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ce484326-5f0a-4f64-b7f9-f34b60d47e7b/content>
- Pastrana, E. E. (2022). *Tipos de Tutores en el Comportamiento Agronómico y su Rendimiento del Lycopersicum esculentum Mill, "tomate" var. "Río Grande", Zungarococha-Loreto.2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana] Repositorio Institucional de la UNAP]. <https://api-repositorio.unapiquitos.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2161278d-b712-4b5b-a819-e9972db69e05/content>
- Ponce, V. J. J., Peña-Lomeli, A., Rodríguez- Pérez, J. E., Mora-Aguilar, R., Castro-Brindis, R., & Magaña, L. N. (2012). Densidad y poda en tres variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18(3): 325-332.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v18n3/v18n3a6.pdf>

- Rein Saat. (2026). Tomate Marglobe. <https://www.reinsaat.at/shop/ES/peas/marglobe/>
- Sánchez-del Castillo, F., Moreno-Pérez, E. D. C., Vázquez-Rodríguez, J. C., & González-Núñez, M. A. (2017). Densidades de población y niveles de despunte para variedades contrastantes de jitomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(3): 163-174. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.01.003>
- Sullca Solano, G. N. (2022). *Adaptación con densidad de siembra al manejo agronómico convencional de Solanum pimpinellifolium L., en Rio Negro - Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristobal de Humanga] Repositorio Institucional de la UNSCH]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8824>
- Trujillo, A. (2021). *Rendimiento y calidad de Lycopersicum esculentum L. con tutorado y poda bajo fitotoldo en Santiago de Chuco, La Libertad*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio Institucional de la UNT. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e042be8a-a8a9-464e-83e0-901c57ab3476/content>
- Vallejo Cabrera, F. A. (2021). Avances en la producción de líneas de tomate *Solanum lycopersicum* Mill. con resistencia genética al perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée 1854) (Lepidoptera: Crambidae). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(174), 136–146. <https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.1205>