

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**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**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Jose Carlos QUISPE SOTO

ASESOR:
Ing. Edgar TENORIO MANCILLA

AYACUCHO - PERÚ

2024

*Al Dios todopoderoso, por otorgarme la vida y
colmar a mi familia con su abundante bendición.*

*A mis apreciados padres y hermanos, por su apoyo
invalorable y comprensión, y a mis amigos, con
quienes compartimos momentos agradables juntos.*

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, institución en la que realicé mi formación profesional, y a la Facultad de Ciencias Agrarias, donde tuve el privilegio de adquirir conocimientos junto a un cuerpo docente comprometido.

En particular, agradezco a la Escuela Profesional de Agronomía y al Departamento Académico de Agronomía y Zootecnia, así como a mis profesores, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias durante mi tiempo en sus aulas.

Agradezco de manera especial al ingeniero Edgar Tenorio Mancilla, asesor de esta investigación, así como a los miembros del jurado por sus valiosas recomendaciones y sugerencias, las cuales fueron fundamentales en la formulación, desarrollo y redacción de este proyecto.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a mis familiares, amigos y a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, hicieron posible la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Antecedentes de la investigación.....	5
1.2 Cultivo de tomate.....	6
1.2.1. Origen.....	6
1.2.2. Importancia.....	6
1.2.3. Clasificación taxonomía.....	7
1.2.4. Descripción Botánica.....	7
1.2.5. Usos y valor nutritivo.....	8
1.2.6. Fenología del cultivo.....	9
1.2.7. Características de tomate variedad río grande.....	10
1.2.8. Requerimientos edafoclimáticos.....	10
1.2.9. Labores agronómicas de tomate.....	12
1.3. Tutorado en tomate.....	19
1.3.1 Concepto.....	19
1.3.2 Importancia del tutorado.....	20
1.4. Guano de Isla.....	20

CAPITULO II.....	24
METODOLOGÍA.....	24
2.1. Ubicación del experimento.....	24
2.2. Descripción de área de estudio	25
2.2.1. Suelo.....	25
2.2.3. Características climáticas	26
2.3. Planeamiento del experimento	27
2.3.1 Material Genético	27
2.3.2 Diseño experimental.....	28
2.3.3 Factores de estudio	28
2.3.4 Definición de los factores en estudio:	29
2.3.5 Características del campo experimental	29
2.3.6. Características de la unidad experimental.....	31
a. Descripción de la unidad experimental.....	31
b. Croquis de la unidad experimental	31
2.4. Conducción del experimento	31
2.4.1 Labores previas	31
2.4.2 Labores de conducción del experimento	32
2.5. Parámetros de evaluación	33
2.5.1 Altura de planta	33
2.5.2 Días a la primera cosecha de tomate	34
2.5.3 Número de racimos por planta	34
2.5.4 Peso de fruto comercial por planta.....	34
2.5.5 Rendimiento del fruto comercial de tomate (kg ha ⁻¹)	34
2.5.6 Análisis estadístico	34

CAPÍTULO III	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
3.1. Altura de planta en el tomate.....	35
3.2. Días a la primera cosecha del tomate	37
3.3. Número de racimos por planta	38
3.4. Peso de fruto comercial por planta de tomate	39
3.5. Rendimiento de fruto comercial de tomate por hectárea.....	41
3.6. Análisis Económico.....	42
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	46
ANEXO.....	49

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1 <i>Análisis físico y químico de la muestra de suelo del campo experimental</i>	25
Tabla 2.2. <i>Tratamientos</i>	29
Tabla 3.1. <i>Análisis de Variancia de la altura de planta de tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho</i>	35
Tabla 3.2. <i>Análisis de Variancia de los días a la primera cosecha de tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho</i>	37
Tabla 3.3. <i>Análisis de Variancia del número de racimos por planta de tomate en las diferentes densidades y niveles de guano de isla. Santa Rosa – Ayacucho</i>	38
Tabla 3.4.. <i>Análisis de Variancia del peso de frutos por planta de tomate en las diferentes densidades y los niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho</i>	39
Tabla 3.5. <i>Análisis de Variancia del Rendimiento de frutos comerciales de tomate por hectárea en las diferentes densidades y los niveles de Guano de isla. Santa Rosa – Ayacucho</i>	41
Tabla 3.6. <i>Rendimiento de frutos comerciales del tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Ciclo Fenológico del Cultivo de Tomate</i>	9
Figura 1.2 <i>Escala de color para la cosecha de tomate.</i>	18
Figura 1.3 <i>Sistema de conducción en diferentes países.</i>	20
Figura 2.1. <i>Diagrama ombrotérmico que muestra la temperatura máxima, media y mínima, así como el balance hídrico de la campaña agrícola 2021-2022, registrado en la Estación Meteorológica de San Francisco, Ayacucho.</i>	27
Figura 3.1. <i>Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho.</i>	36
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del efecto principal de los días a la primera cosecha en las diferentes densidades de plantas y los niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho.</i>	37
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey del efecto simple del número de racimos en las densidades de planta en cada nivel de Guano de Isla en el número de racimos por planta. Santa Rosa - Ayacucho</i>	39
Figura 3.4. <i>Prueba de Tukey del efecto simple del peso de tomates por planta en las densidades siembra y en cada nivel de abonamiento con Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho</i>	39
Figura 3.5. <i>Prueba de Tukey del efecto simple del rendimiento de frutos comerciales del tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho.</i>	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción por tratamiento	50
Anexo 2. Panel Fotográfico	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la finca del investigador ubicado en el anexo de San Luis del centro poblado de Gloriapata a 1,117 msnm, distrito de Santa Rosa, La Mar, Ayacucho; con los objetivos siguientes: Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de tomate de la variedad río grande, determinar el efecto de los niveles de guano de isla en el rendimiento de tomate de la variedad río grande y realizar el análisis de costo beneficio de los tratamientos estudiados. Los resultados alcanzados son los siguientes: La densidad de plantas presentó diferencia estadística en el rendimiento de tomate bajo los tres niveles de abonamiento. Obteniéndose el mayor rendimiento con una población de 60,000 plantas ha^{-1} , seguida de 40,000 plantas ha^{-1} y finalmente 20,000 plantas ha^{-1} , Los niveles de guano de isla mostraron diferencia estadística en todos los parámetros evaluados, los mismos que fueron comparados con los tratamientos donde no se aplicó el guano de isla. En primer lugar, destacan los tratamientos donde se ha incorporado 3.0 t ha^{-1} , seguido de 1.5 t ha^{-1} guano de isla. Los tratamientos con los que se obtienen el mayor índice de C/B fueron los tratamientos T9 (60000 plantas ha^{-1} con 3.0 t ha^{-1} de G.I) y T8 (60000 plantas ha^{-1} con 1.5 t ha^{-1} de G.I) con las que se logró el mayor índice de C/B de 1.62 y 1.58 y un beneficio neto de S/. 85,820.60 y S/. 75,589.40 respectivamente. El tratamiento T1 (20000 plantas ha^{-1} sin G.I) resultó con un índice de C/B de -0.28, cuya actividad genera una pérdida de S/. 6,703.00

Palabras claves: *Densidad de plantas y Guano de isla*

ABSTRACT

The present research work was carried out on the researcher's farm located in the San Luis annex of the town center of Gloriapata at 1,117 meters above sea level, district of Santa Rosa, La Mar, Ayacucho; with the following objectives: Determine the influence of plant density on the tomato yield of the Río Grande variety, determine the effect of island guano levels on the tomato yield of the Río Grande variety and perform the cost analysis benefit of the treatments studied. The results achieved are the following: Plant density showed a statistical difference in tomato yield under the three fertilization levels. Obtaining the highest yield with a population of 60,000 plants ha⁻¹, followed by 40,000 plants ha⁻¹ and finally 20,000 plants ha⁻¹. The levels of island guano showed a statistical difference in all the evaluated parameters, the same as those that were compared with the treatments where island guano was not applied. Firstly, the treatments where 3.0 t ha⁻¹ has been incorporated stand out, followed by 1.5 t ha⁻¹ island guano. The treatments with which the highest C/B index were obtained were treatments T9 (60,000 plants ha⁻¹ with 3.0 t ha⁻¹ of G.I) and T8 (60,000 plants ha⁻¹ with 1.5 t ha⁻¹ of G.I) with which the highest C/B index of 1.62 and 1.58 and a net profit of S/. 85,820.60 and S/. 75,589.40 respectively. Treatment T1 (20,000 plants ha⁻¹ without G.I) resulted in a C/B index of -0.28, whose activity generates a loss of S/. 6,703.00

Keywords: Plant density and island guano

INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más importantes en la agricultura mundial y tiene un papel fundamental en la economía agrícola global. Es un alimento básico en la dieta de numerosos países y representa el 30% de la producción hortícola a nivel mundial, con alrededor de 4.6 millones de hectáreas sembradas y una producción total de aproximadamente 163.9 millones de toneladas. Debido a su relevancia en la canasta familiar, los sistemas de producción de tomate son especialmente importantes (FAO, 2013).

En el Perú, al igual que en el resto del mundo, el consumo de tomate es bastante popular debido a sus valiosas propiedades nutricionales. Esto ha llevado a un incremento sostenido en su demanda, así como en su producción y comercialización. En los últimos años, el aumento en la producción anual se ha debido, principalmente, a una mejora en el rendimiento, y en menor medida, a la expansión del área cultivada (Vera, 2013).

El tomate es una hortaliza de gran valor nutritivo, ya que aporta vitaminas A, B y C, además de minerales esenciales para una dieta equilibrada. Su cultivo se da en la costa y en los valles interandinos de la sierra, lo cual resulta económicamente rentable para los agricultores. Sin embargo, su producción suele requerir grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas, lo que conlleva riesgos de contaminación ambiental. Por esta razón, es importante buscar tecnologías más limpias que permitan mantener una productividad adecuada sin comprometer el entorno.

Una parte clave en el manejo del cultivo es seleccionar una densidad adecuada de plantas por hectárea. Esta práctica es esencial para optimizar las condiciones de crecimiento y lograr una mayor producción de frutos de buena calidad comercial. Implementar estas prácticas culturales permite mejorar la productividad del tomate de manera significativa.

Siendo el tomate un cultivo exigente en el consumo de nutrientes, como una alternativa para reducir el uso de fertilizantes sintéticos y conservar el recurso suelo se empleará como abono orgánico el guano de isla, con la finalidad de reducir el impacto de la incorporación del fertilizante químico en el campo de cultivo.

Bajo los argumentos descritos se considera los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de tomate de la variedad río grande, Santa Rosa -Ayacucho.
- Determinar el efecto de los niveles de guano de isla en el rendimiento de tomate de la variedad río grande, Santa Rosa - Ayacucho.
- Realizar el análisis de costo beneficio de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación.

En la investigación realizada por Loyola (2015), se evaluaron diferentes niveles de gallinaza en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en condiciones agroecológicas de la provincia de Lamas. Los hallazgos indicaron que una dosis de 30 toneladas por hectárea resultó en el mayor rendimiento, proporcionando además el mayor beneficio económico, con una producción de 51,656.60 kg por hectárea. En cuanto a las variables analizadas, tales como la altura de la planta, el número de racimos florales, la cantidad de flores por racimo, el diámetro y longitud del fruto, el peso y el número de frutos por planta, la dosis de 30 toneladas por hectárea de gallinaza de postura mostró un efecto sobresaliente en estas características.

Por su parte, Pinedo (2016) evaluó la adaptación de cuatro variedades nativas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el distrito de Lamas, región San Martín, aplicando también una dosis de 30 toneladas por hectárea. En el tratamiento T2, que incluyó una variedad de tomate de color rosado y con lóbulos, se alcanzó un rendimiento de 32,401.40 kg por hectárea.

Finalmente, Vera (2013) encontró que el número de tallos o ramas por planta, combinado con el uso de un sistema de tutorado en el cultivo de tomate, ejerció un efecto positivo en el rendimiento. Los tratamientos aplicados con este sistema (T2, T3, T4, T5, T6 y T7) permitieron realizar siete cosechas, en comparación con el tratamiento testigo T1 (sin poda ni tutorado), que alcanzó solo cinco. Esta práctica se tradujo en un mayor rendimiento comercial, frutos de mejor calidad y plantas más vigorosas, impactando favorablemente en el rendimiento final.

1.2 Cultivo de tomate

1.2.1 Origen.

El 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 (Pinedo, 2017).

El cultivo de tomate se ha expandido globalmente desde América y Europa, y hoy en día existen numerosos tipos mejorados de esta planta. Estos cultivares han sido seleccionados por sus características avanzadas, como una maduración más rápida, mayor productividad, resistencia a enfermedades y, en algunos casos, modificaciones genéticas para mejorar su rendimiento (Peralta et al., 2008).

1.2.2. Importancia.

El tomate se originó en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile, aunque parece que su domesticación comenzó en México, donde crecía de forma espontánea entre los cultivos. En el siglo XVI, en México, se consumían tomates de distintas formas, tamaños y colores, incluyendo los rojos y amarillos. En esa misma época, el tomate ya se había introducido en Europa, especialmente en España e Italia, mientras que en países como Alemania se utilizaba únicamente en farmacia hasta inicios del siglo XIX. Los españoles y portugueses llevaron el tomate a regiones como el Medio Oriente y África, y desde allí se extendió a Asia. También llegó a Estados Unidos y Canadá desde Europa (Pinedo, 2017).

Desde su llegada a América y Europa, el cultivo del tomate se ha expandido mundialmente. En la actualidad, existen múltiples variedades mejoradas de tomate que han sido seleccionadas por

sus cualidades avanzadas, tales como maduración rápida, mayor rendimiento, resistencia a enfermedades, y en algunos casos, modificaciones genéticas para optimizar su productividad (Peralta et al., 2008).

1.2.3. Clasificación taxonómica

Según Cronquist (1983), el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las solanáceas, la misma que incluye a especies como la papa, el tabaco y la petunia. La clasificación taxonómica para esta planta es la siguiente: Subreino: Traqueobionta, Superdivisión: Spermatophyta, Clase: Magnoliopsida, Subclase: Asteridae, Orden: Solanales, Suborden: Solanineae, Familia: Solanaceae, Género: *Lycopersicon*, y Especie: *Lycopersicon esculentum*. En 1753, Linnaeus nombró al tomate cultivado como *Solanum lycopersicum*, pero un año después, Miller lo reclasificó bajo el género *Lycopersicon* y la especie *esculentum*. En la actualidad, investigaciones morfológicas y moleculares han llevado a readoptar el nombre científico *Solanum lycopersicum* para el tomate cultivado, mientras que otras especies previamente clasificadas en el género *Lycopersicon* han sido reubicadas en *Solanum* (Santorroman, 2012).

1.2.4. Descripción Botánica

El tomate cultivado pertenece a la familia de las Solanáceas, del género *Lycopersicon* y de la especie *esculentum*. Es una planta anual con forma de arbusto que, según la variedad, puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta (CENTA, 2018).

Sistema radicular: En cuanto al sistema radicular, la raíz principal es corta y relativamente frágil, aunque cuenta con muchas raíces secundarias más fuertes y raíces adventicias. En un corte transversal de la raíz principal se observa la epidermis, donde se hallan los pelos absorbentes responsables de captar agua y nutrientes; luego, el córtex y, finalmente, el cilindro central, donde se encuentra el xilema, que es el conjunto de vasos que transporta los nutrientes (InfoAgro, 2020).

Tallo principal: El tallo principal tiene un eje de entre 2 y 4 cm de grosor en la base, del cual brotan las hojas, los tallos secundarios (de ramificación simpoidal) y las inflorescencias. Su estructura consta, de afuera hacia adentro, de: 1) la epidermis, de donde emergen pelos

glandulares, 2) la corteza o cortex, con células fotosintéticas en el exterior y colenquimáticas en el interior, 3) el cilindro vascular, y 4) el tejido medular. En la parte superior se encuentra el meristemo apical, que genera nuevos brotes de hojas y flores (InfoAgro, 2020).

Hoja: Las hojas del tomate son compuestas y de tipo imparipinnado, con folíolos lobulados y dentados unidos por un pequeño pecíolo, usualmente en grupos de 7 a 9, y están cubiertas de pequeños pelos. Se disponen alternamente a lo largo del tallo. El mesófilo se halla cubierto por una epidermis superior e inferior sin cloroplastos, aunque la epidermis inferior contiene una gran cantidad de estomas. La capa superior del parénquima, o en empalizada, es rica en cloroplastos, y los haces vasculares, principalmente visibles en la parte inferior de la hoja, están bien desarrollados y contienen un nervio principal (Merino, 2017).

Las inflorescencias: Las inflorescencias están constituidas por racimos de flores en la cima de la planta, cada flor con cinco pétalos, sépalos largos y en forma de lanza, y cinco estambres que rodean el estilo. El cáliz persiste después de la apertura floral. Las flores no se abren de manera simultánea, por lo que es frecuente observar botones, flores abiertas y frutos en una misma rama. La antesis ocurre en la mañana, y 24 horas después se inicia la liberación del polen, que cae desde las anteras a los estigmas (CENTA, 2018).

Fruto: El fruto del tomate es una baya que puede tener de dos a varios compartimentos, con un peso que varía entre pocos miligramos y 600 gramos. Está compuesto por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. Para su recolección, puede separarse en la zona de abscisión del pedicelo, lo cual es deseable en variedades industriales para evitar que queden restos del pedúnculo, o en el punto donde el pedúnculo se une al fruto (InfoAgro, 2020).

Semilla. La semilla es plana es ovalada, con un tamaño aproximado de 3 x 2 x 1 mm. Para almacenarla a largo plazo, se recomienda mantener una humedad del 5.5 %, y una semilla de buena calidad debe alcanzar al menos un 95 % de germinación (CENTA, 2018).

1.2.5. Usos y valor nutritivo.

Bernacer (2016) destaca que el tomate se caracteriza por su alto contenido de agua, aproximadamente el 94 %, y que sus principales azúcares son la glucosa y la fructosa. Además,

es un vegetal de bajo aporte calórico y rico en fibra, vitamina C, provitamina A, vitaminas B1, B2, B6, niacina, ácido fólico, potasio, hierro y otros minerales.

Según la información nutricional comparativa entre pimientos rojos y verdes, ambos presentan un contenido energético de 21 kcal, con una cantidad idéntica de proteínas (1.1 g) y carbohidratos (4.6 g). También carecen de colesterol (0 mg). Sin embargo, existen diferencias leves en otros nutrientes: el pimiento rojo contiene 1.2 g de fibra dietética, ligeramente superior a los 1.1 g del pimiento verde. Ambos tipos aportan 42 mcg de vitamina A y 0.06 mg de vitamina B1. En cuanto a la vitamina C, el rojo provee 23 mg, mientras que el verde aporta 18 mg. También se observa una diferencia en el potasio, con 237 mg en el pimiento rojo y 204 mg en el verde. Ambos contienen 13 mg de calcio, pero el rojo posee 15 mcg de folatos frente a los 9 mcg del verde. Finalmente, ambos presentan 0.6 mg de magnesio (datos adaptados).

Además, el tomate tiene altas concentraciones de licopeno dentro de sus células, que es el responsable de su color rojo y tiene propiedades antioxidantes. Cuando se cocina el tomate, las paredes celulares se rompen, lo que libera el licopeno, aumentando tanto la cantidad disponible como su absorción en el cuerpo (Gamboa, 2012).

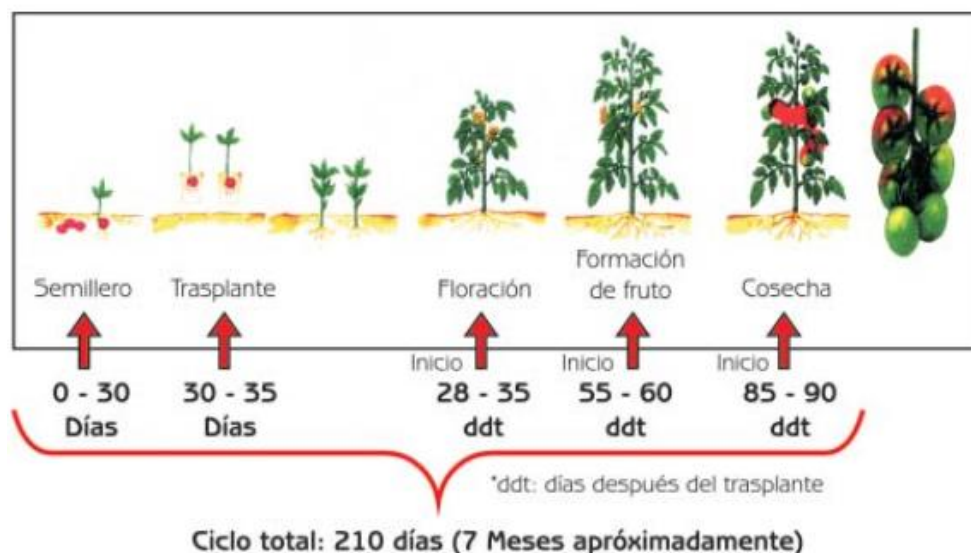
“Los frutos se pueden disfrutar frescos, en su forma natural, o utilizados en pastas, salsas, jugos y en una variedad de platos, aportando color y sabor.” (CENTA, 2018)

1.2.6. Fenología del cultivo.

El tiempo que tarda el cultivo de tomate en completarse depende de la variedad y de las condiciones climáticas del lugar donde se cultiva. El ciclo de desarrollo vegetativo de la planta se divide en cuatro etapas: primero, la siembra en semillero seguida de la germinación; luego, la formación de tres o cuatro hojas verdaderas y, finalmente, el trasplante al campo, lo que toma entre 30 y 35 días. Después, comienza la fase reproductiva, que incluye la floración (que inicia entre 25 y 28 días después del trasplante), la formación y llenado del fruto, hasta que el tomate alcanza su madurez para la cosecha, que ocurre entre los 85 y 90 días del trasplante. Esta fase dura alrededor de 180 días. En total, el ciclo completo del cultivo de tomate es de unos siete meses (CORPOICA, 2006).

Figura 1.1

Ciclo Fenológico del Cultivo de Tomate



Nota: CORPOICA, 2006.

1.2.7. Características de tomate variedad río grande.

Es una variedad de polinización abierta que muestra un buen vigor y un buen desarrollo del follaje. Ofrece un alto rendimiento y sus frutos responden bien al transporte. Se adapta bien a las principales áreas de producción, tanto en temporada alta como durante el otoño e invierno. (GIZ-PROAGRO y DGPASA, 2017)

1.2.8. Requerimientos edafoclimáticos

Suelo: Las zanahorias necesitan un suelo que drene bien y que tenga un alto contenido de materia orgánica. Además, es importante que el suelo tenga una profundidad de entre 40 y 60 cm para que el sistema de raíces pueda desarrollarse adecuadamente. También es fundamental que el pH del suelo esté entre 6 y 6.5, ya que esto garantiza que los nutrientes del suelo estén disponibles para las plantas (INTAGRI, 2018).

Infoagro (2020) indica que los suelos enarenados utilizados para el cultivo de tomate pueden presentar un pH que varía de ligeramente ácido a ligeramente alcalino. Además, se destaca que esta especie, cuando se cultiva en invernadero, muestra una tolerancia superior a la salinidad, tanto en el suelo como en el agua de riego.

Temperatura: La temperatura ideal para el crecimiento del tomate durante el día es entre 23 y 35 °C, mientras que por la noche debe estar entre 15 y 17 °C. Si las temperaturas bajan de 8 °C o superan los 30 °C, el desarrollo del tomate se ve afectado, lo que generalmente causa una mala formación de los frutos (Castellanos, 2009).

La temperatura influye directamente en todos los procesos fisiológicos de las plantas, por lo que es importante tener en cuenta este factor en cada etapa de su crecimiento, tal como se muestra en el cuadro 3. Los valores de temperatura que se mencionan son solo orientativos, ya que interactúan con otros factores que afectan de manera más significativa. Por ejemplo, altas temperaturas combinadas con baja humedad relativa pueden provocar la caída de flores y reducir la viabilidad del polen (INTAGRI, 2018).

Las temperaturas influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo del tomate. La planta experimenta daños por heladas a partir de los 2 °C y detiene su desarrollo entre los 10 y 15 °C. Su crecimiento óptimo ocurre entre 20 y 24 °C, mientras que la germinación comienza a 10 °C, siendo óptima entre 25 y 30 °C y máxima a 35 °C. La temperatura ideal para el proceso de nacencia es de 18 °C y el desarrollo de las primeras hojas se da a 12 °C. Durante el día, el desarrollo se favorece entre 18 y 21 °C, mientras que por la noche entre 15 y 18 °C. La floración se da mejor a temperaturas diurnas de 23 a 26 °C y nocturnas de 15 a 18 °C, y la maduración se produce entre 15 y 22 °C. El suelo también juega un rol clave, con una temperatura mínima de 12 °C para el crecimiento, un rango óptimo de 20 a 24 °C y un máximo tolerado de 34 °C (datos adaptados). (Camacho (2015)

Humedad: Para que el cultivo se desarrolle adecuadamente, la humedad debe estar entre el 60% y el 80%. Niveles de humedad demasiado altos favorecen la aparición de enfermedades causadas por hongos y bacterias, y también dificultan la fertilización de las flores. Además, la humedad relativa está relacionada con el agrietamiento de los frutos. (INTAGRI, 2018)

“El rajado de los frutos puede ser causado por un exceso de humedad en el suelo o por un riego excesivo después de un periodo de sequía. Además, cuando la humedad del aire es muy baja, se complica la adhesión del polen al estigma de la flor.” (Infoagro, 2020)

1.2.9. Labores agronómicas de tomate

a. Preparación de terreno: Bello (2000) sostiene que la preparación del suelo es clave para crear condiciones óptimas para el crecimiento de la planta, reduciendo posibles obstáculos. Una adecuada preparación de la cama de siembra es crucial, ya que es el espacio donde se establecerá la plántula, permitiendo un correcto enraizamiento y desarrollo. Además, el trabajo del suelo tiene el propósito de controlar las malezas mediante el uso de herramientas agrícolas que facilitan su eliminación de forma mecánica.

b. Siembra: Los agricultores que cultivan tomates, tanto para el mercado de verduras frescas como para la producción, suelen usar plántulas. Estos productores, tanto los comerciales como los caseros, preparan las plántulas durante un periodo que va de 25 a 65 días, durante el cual se cuidan cuidadosamente las condiciones para asegurar el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, de modo que sobreviva la mayor cantidad posible al ser trasplantadas. Esto es especialmente importante cuando se utilizan semillas híbridas costosas. Además, si es necesario, las plántulas pueden mantenerse por un tiempo antes de ser trasplantadas (Villareal, 1982).

Según CORPOICA (2006), el trasplante de las plántulas debe realizarse cuando tengan entre tres y cuatro hojas bien formadas, o cuando su altura esté entre los 10 y 15 cm. Las condiciones ideales para realizar el trasplante de las plántulas de tomate son las siguientes:

- ✓ Las plántulas de la bandeja de propagación deben ser uniformes.
- ✓ Las hojas deben estar bien formadas, tener un color verde saludable y estar erguidas.
- ✓ La base del tallo y el área debajo de las hojas deben tener un tono ligeramente púrpura.
- ✓ Las plántulas deben estar bien nutridas, sin signos de deficiencia de fósforo, que se indica por un color púrpura intenso en las hojas.
- ✓ Las raíces deben ser blancas, delgadas y llenar completamente la celda de la bandeja de propagación. Si las raíces son marrones o no se extienden hacia el fondo del recipiente, esto indica que las plántulas han estado en condiciones de baja humedad, lo que retrasa su crecimiento en el campo.

La operación comienza cuando las semillas germinan en bandejas plásticas con tierra artificial. Las plantas se desarrollan dentro de invernaderos, donde están resguardadas de vientos y lluvias intensas. En estos invernaderos, se pueden ajustar las condiciones necesarias para el crecimiento de las plántulas, como la humedad del aire y del suelo, los fertilizantes y la temperatura. Además, es posible controlar los insectos y las enfermedades de manera efectiva. También es más sencillo aclimatar las plántulas y organizar las labores de trasplante. (Villareal, 1982)

El trasplante se puede hacer en cualquier momento del día, siempre y cuando las plántulas hayan pasado por un proceso de aclimatación, exponiéndolas poco a poco a la luz intensa del sol o reduciendo gradualmente el agua que reciben. Este proceso de aclimatación fortalece el tejido de la planta, la hace menos jugosa y más resistente al estrés del trasplante en comparación con aquellas que no han sido aclimatadas. El momento ideal para trasplantar es entre 21 y 30 días después de que las plántulas hayan brotado. Para mejorar la tasa de supervivencia, acelerar su recuperación y promover un crecimiento rápido, es fundamental que el agua y los fertilizantes estén cerca de las raíces de las plántulas recién trasplantadas, proporcionando alrededor de un litro de agua a cada una en el momento del trasplante (Villareal, 1982).

c. Densidad de siembra: La densidad de siembra afecta la competencia entre el cultivo y las malezas, además de alterar el microclima del suelo. Esto puede ayudar a prevenir enfermedades causadas por hongos y bacterias. Se recomienda un espaciamiento de 1.50 x 0.50 m durante la temporada de lluvias y de 1.20 x 0.50 m en la época de verano (CENTA, 2018).

d. Riego: El El riego debe ser monitoreado continuamente para adaptarse a las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad. En días calurosos, se requiere más agua que en días nublados o lluviosos. Además, la cantidad de agua necesaria varía según las características del suelo o sustrato. Una vez que el tomate está bien establecido en el suelo, el consumo de agua por metro cuadrado oscila entre 2 y 3 litros, mientras que en sustrato puede ser de 2 a 4 litros, con un 30% adicional debido al drenaje (INTAGRI, 2018). En el cultivo, "antes del trasplante se realiza un riego abundante (durante el tiempo necesario para que la humedad llegue al pasillo) para humedecer el terreno, desplazar las sales y reducir la salinidad del suelo, la cual debe ser inferior a la CE del medio de trasplante" (Villareal, 1982).

e. Abonamiento: Para preservar la fertilidad y la estructura del suelo, es necesario añadir materia orgánica. Esto se puede lograr mediante el uso de abonos verdes, que pueden ser de cultivos de invierno como cebada, centeno o avena, o de cultivos de verano como sorgo o mijo, con o sin leguminosas. También se pueden utilizar estiércoles de aves, vacas, cabras o cerdos, siempre que sean lavados y compostados antes de su aplicación. La cantidad recomendada es de 10 a 15 toneladas por hectárea, aplicadas un mes antes del trasplante en cultivos al aire libre, o entre 3 y 4 kilos por metro cuadrado en invernaderos (INTA, 2010). La falta de nutrientes en el tomate se refleja en síntomas característicos que afectan las hojas, flores o frutos. Por ejemplo, cuando hay deficiencia de potasio (K), las hojas se enrollan en los bordes, se vuelven pequeñas y amarillentas, hasta adquirir un tono gris. En el caso de la deficiencia de calcio (Ca), se observa la aparición de podredumbre apical en el fruto, incluso cuando está en sus primeras etapas de formación (Crespo et al., 2010).

f. Control de maleza. Las malezas afectan negativamente el rendimiento del tomate al competir por recursos esenciales como la luz, el agua, el dióxido de carbono y los nutrientes del suelo, además de servir como refugio para insectos y enfermedades. Mientras que muchos productores en áreas tropicales optan por controlar las malezas con herbicidas, en huertas pequeñas y campos familiares de tomate, el control manual mediante el deshierbe, el uso de azadas y la aplicación de mantillo son métodos más efectivos (Villarreal, 2006). Es fundamental eliminar las malezas en el momento adecuado, ya que causan el mayor daño durante el 25 al 30 por ciento del ciclo de crecimiento del cultivo. Por esta razón, en el cultivo de tomate, el deshierbe debe realizarse desde el trasplante hasta el inicio de fructificación (Villarreal, 2006).

g. Manejo integrado de enfermedades. El manejo fitosanitario del cultivo debe abordar aspectos agronómicos, biológicos, culturales, químicos y legales. Para implementar un programa de control eficiente, es fundamental monitorear las plagas, diseñando el seguimiento según los hábitos de cada una. Además, es clave conocer la fenología del cultivo y las condiciones climáticas posibles, ya que el objetivo de un manejo integrado es prevenir problemas, usando métodos de bajo impacto ambiental para mantener las plagas bajo

control, y, si es necesario, aplicar métodos que reduzcan significativamente las poblaciones. (INTAGRI, 2018)

“La idea principal de este enfoque es vivir en armonía con las plagas, manteniéndolas en niveles que no perjudique al cultivo. Por eso, es crucial realizar muestreos para poder mejorar las estrategias de control.” (CENTA, 2018)

INTAGRI (2018) describe las principales enfermedades que afectan al cultivo de tomate y los métodos recomendados para su control, destacando las siguientes medidas:

- **Marchitez del tomate y pudrición de la corona y raíz:** Se recomienda evitar riegos pesados, desinfectar los materiales y emplear plantas injertadas. Los controles biológicos incluyen *Trichoderma harzianum*, *T. lignorum*, *Bacillus subtilis* y *Gliocladium sp.*; en cuanto al control químico, se sugieren productos como Clorotalonil, Mancozeb, Zineb, Captan y combinaciones de Clorotalonil con Cimoxanil.
- **Verticilosis del tomate:** Las prácticas de biosolarización y el cuidado para evitar daños en las raíces son claves. Los agentes biológicos recomendados son *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium virens*, mientras que el control químico incluye Tiabendazol, Benomilo y Carbendazim.
- **Cenicilla del tomate:** La eliminación de hojas enfermas, la desinfección de materiales y el uso de variedades resistentes ayudan a prevenir esta enfermedad. *Bacillus subtilis* es efectivo en el control biológico, y en el ámbito químico se emplean Clorotalonil, Captan, Azufre, Azoxystrobin y Oxicloruro de cobre.
- **Tizón tardío:** Para esta enfermedad, se sugiere evitar fugas de agua, desinfectar las heridas y utilizar variedades tolerantes. En el control biológico, se usan *Bacillus subtilis* y aceite de neem, mientras que los productos químicos recomendados son Mancozeb, Boscalid y Azoxystrobin.
- **Tizón temprano:** La eliminación de partes afectadas o plantas enfermas es una medida preventiva, y *Bacillus subtilis* se emplea en el control biológico. Los fungicidas Mancozeb, Boscalid y Azoxystrobin son opciones de control químico.
- **Moho gris:** Se aconseja no dejar tocones, sellar las heridas y desinfectar los materiales. *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis* y *Candida saitoanaque* son eficaces en el

control biológico, mientras que los productos recomendados incluyen sulfato de cobre pentahidratado, Pirimetanil y Boscalid.

- **Cáncer bacteriano del tomate:** Es importante cambiar diariamente el desinfectante, desinfectar materiales y evitar el exceso de humedad. En el control químico, se recomiendan Oxiclورو de cobre, Mancozeb, Estreptomina e Hidróxido cúprico.
- **Mancha bacteriana:** Eliminar hospederos, realizar tratamientos térmicos a las semillas y retirar las plantas enfermas son medidas preventivas. *Bacillus subtilis*, glutatión y oligosacarinas ayudan en el control biológico, mientras que el control químico incluye Hidróxido cúprico, Acibenzolar-s-metil y sulfato de estreptomina.
- **Marchitez bacteriana:** Una buena ventilación y la eliminación de partes o plantas enfermas son importantes. El control químico se realiza con Mancozeb, Oxiclورو de cobre y sulfato de estreptomina.
- **Nematodos:** Se recomienda la rotación de cultivos, la eliminación de plantas enfermas y la biofumigación. En el control biológico, *Bacillus subtilis* y *B. penetrans* son efectivos, y el control químico puede incluir Metam sodio, Oxamil y Forato.

h. Manejo integrado de plagas. Para implementar un programa de control efectivo, es fundamental realizar un monitoreo de las plagas, el cual debe diseñarse según los hábitos específicos de cada una. También es crucial conocer la fase de crecimiento del cultivo y las posibles condiciones climáticas, ya que el principio de un manejo integrado de plagas es la prevención mediante métodos que tengan un bajo impacto ambiental para mantener las plagas bajo control (INTAGRI, 2018).

La rotación de cultivos, el uso de repelentes para insectos y la eliminación de los restos de cosecha son prácticas que pueden minimizar el daño causado por los insectos. Los insecticidas sistémicos, que son absorbidos por la planta y se distribuyen a través de sus partes, resultan ser más efectivos que los insecticidas tradicionales, ya que la lluvia fuerte puede arrastrar estos últimos de las hojas (Villareal, 2006).

INTAGRI (2018) describe las principales plagas que afectan al cultivo de tomate y las diversas estrategias de control, organizadas en métodos biológicos, biorracionales y químicos:

- **Mosca blanca:** Entre los controles biológicos se utilizan *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Mundus* y *Chrysoperla*. Los productos biorracionales incluyen extracto de ajo, aceite de neem y piretrinas naturales, mientras que los productos químicos recomendados son Abamectina, Bifentrina, Spiromesifen, Oxamil y Thiametoxam.
- **Parastrioza:** Se controla biológicamente con *Tamarixia triozae* y *Chrysoperla*. Los productos biorracionales recomendados son extracto de ajo, aceite de neem y piretrinas naturales; en el ámbito químico se sugiere el uso de Abamectina, Bifentrina, Spiromesifen, Oxamil y Thiametoxam.
- **Trips:** Para su control biológico, se utilizan *Amblyseus cucumeris* y *Degenerans*, además de *Orius spp.*. Los productos biorracionales incluyen sales potásicas, aceite de soya y piretrinas naturales, mientras que los químicos recomendados son Spinosad, Dimetoato e Imidacloprid.
- **Pulgones:** *Chrysoperla carnea*, *Aphidoletes aphidimyza* y *Aphidius colemani* son agentes biológicos efectivos. Entre los productos biorracionales se recomienda el uso de aceites minerales y jabón agrícola al 2 %. En el control químico se emplean Bifentrina, Imidacloprid y Thiametoxam.
- **Araña roja:** Para el control biológico se utilizan *Phytoseiulus persimilis*, *Stethorus punctum* y *Amblyseus californicus*. Como producto biorracional se usa azufre humectable, mientras que los productos químicos recomendados son Abamectina, Bifentrina y Dimetoato.
- **Cosecha.** Crespo et al. (2010) señalan que el momento óptimo de madurez para cosechar el fruto se alcanza cuando las semillas están completamente formadas y no se rompen al cortar el fruto. Asimismo, en al menos un lóculo debe haber material gelatinoso presente y en proceso de formación en los demás.

Después de cosechar el tomate, sigue madurando debido a que es un fruto climatérico. Aunque se puede cosechar cuando está poco maduro, los tomates que se recogen en un estado de mayor madurez tienen una mejor calidad en cuanto a sabor y textura. El grado de madurez al momento de la cosecha es uno de los factores más importantes que afecta la vida útil del tomate después de la cosecha y su calidad. Los tomates recogidos cuando aún están verdes

son más propensos a deshidratarse y tienen un sabor y valor nutritivo inferiores. (INTA, 2010)

Durante la cosecha, es fundamental usar cajas o contenedores que estén bien desinfectados, y si es posible, colocar materiales suaves dentro de las cajas para proteger los tomates de posibles daños. Los tomates se deben cortar con cuidado, haciendo un corte preciso en la zona de separación para evitar que se tiren o dañen. Al vaciar los tomates en las cajas, es importante no apretarlos y asegurarse de que no se expongan al sol por mucho tiempo (INTAGRI,2018).

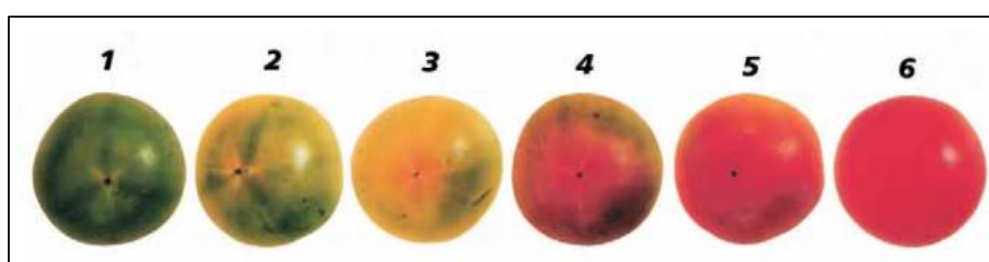


Figura 2 Escala de color para la cosecha de tomate.
INTA, 2010

Los grados de madurez de cosecha se describen de la siguiente manera (Crespo et al., 2010):

- Grado 1: La piel del tomate está completamente verde, con tonalidades claras u oscuras, y puede observarse una estrella blanca en el extremo apical.
- Grado 2: El 10% de la superficie del fruto presenta colores amarillos y anaranjados a rojos.
- Grado 3: Entre el 10% y el 30% de la superficie del fruto muestra colores amarillos, anaranjados o rojos.
- Grado 4: Del 30% al 60% de la superficie del tomate tiene un color rosa o rojo.
- Grado 5: El 60% al 90% de la superficie del tomate muestra colores rosados o rojos.
- Grado 6: Más del 90% de la superficie del tomate está coloreada de rojo.

i. Postcosecha. El tomate está vulnerable a varias enfermedades después de la cosecha, como Botrytis, alternaria, pudrición agria, pudrición blanda y Rhizopus, por lo que es fundamental lavarlos con productos desinfectantes. El agua utilizada para este lavado debe tener una concentración de cloro entre 200 y 350 ppm, y un pH que varíe entre 6.5 y 7.4. Al

llegar al empaque, los tomates deben ser enfriados para mantener su calidad y prolongar su vida útil en los estantes. Es importante evitar almacenar los tomates a temperaturas inferiores a 10°C. La duración de la vida útil de los tomates depende de su estado de madurez: los tomates verdes pueden durar entre 21 y 28 días, los rosados entre 7 y 14 días, y los rojos de 2 a 4 días (INTAGRI, 2018).

1.3 Tutorado en tomate

1.3.1 Concepto.

Vallejo y Estrada (2004) explican que el tomate, siendo una planta herbácea, requiere un sistema de soporte para proteger sus hojas y frutos del daño causado por la humedad del suelo y las plagas. En los cultivos industriales de ciclos cortos (menos de 70 días), que presentan un crecimiento uniforme de follaje y maduración reproductiva, es posible cultivar tomates con plantas de crecimiento arbustivo o rastrero. Estas plantas desarrollan sus ramas y frutos directamente sobre el suelo o en “camas” formadas por residuos orgánicos secos, dispuestos previamente para evitar el exceso de humedad. Este tipo de siembra resulta más adecuado en zonas secas, con poca lluvia y baja humedad ambiental.

Por su parte, Villareal (1982) señala que los métodos de tutorado del tomate varían según el país. En México, se colocan postes pesados cada 4 o 5 metros y se instalan varas ligeras entre ellos, atando alambres a diferentes alturas, y se poda la planta dejando solo un tallo que se sujeta a las varas. En Brasil, se colocan dos postes gruesos de forma inclinada a los lados de la hilera, que se cruzan y se amarran firmemente en el punto de intersección, añadiendo pares de postes cada 3 o 4 metros, a los que se atan 4 o 5 hilos de alambre. En Taiwán, se emplea un sistema similar, pero en lugar de postes de madera se usan varas de bambú, añadiendo un poste horizontal en la intersección para dar mayor rigidez. En Filipinas, se instalan postes en forma de T cada 5 a 8 metros y los alambres se atan a los extremos de las varas horizontales.

Finalmente, INTAGRI (2018) destaca que la elección del sistema de tutorado depende de diversos factores, como la disponibilidad de mano de obra, la capacitación de los trabajadores, los materiales disponibles, la estructura del invernadero y el mercado al que se destinará la fruta cosechada. La implementación de estos sistemas debe realizarse con cuidado, utilizando

personal capacitado y los materiales adecuados, ya que de ello depende el mantenimiento de las plantas en pie y productivas.

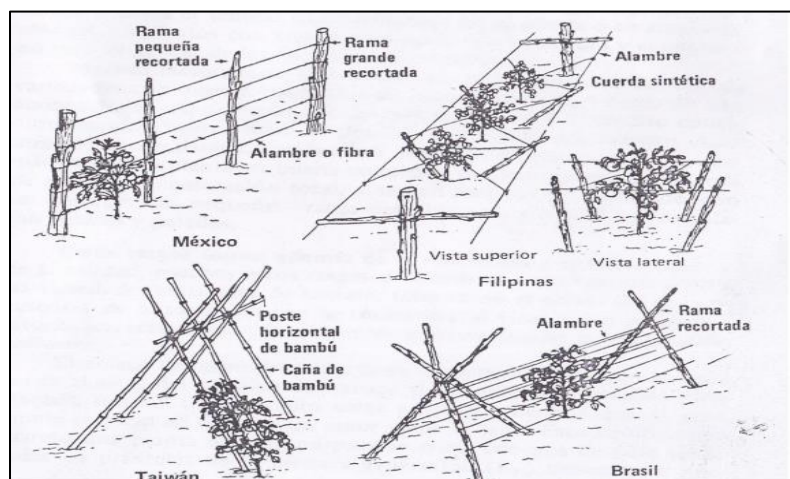


Figura 1.3 Sistema de conducción en diferentes países.

Villareal, 1982

1.3.2 Importancia del tutorado

INTAGRI (2018) menciona que con “El uso del tutorado permite aprovechar de manera más eficiente el espacio disponible, mejorando la iluminación y ventilación. También facilita tareas como la poda, la aplicación de productos fitosanitarios, bioestimulantes o nutrientes, y hace más sencillo el proceso de cosecha..”

Un productor de tomate experimentado sabe que es esencial utilizar tutores para que los tallos y ramas de la planta se mantengan erguidos, evitando que se rompan fácilmente. La única manera de que crezcan de manera vertical es con un soporte adecuado. El tutorado es una práctica clave para lograr frutos de buena calidad, controlar plagas y enfermedades, mejorar la circulación del aire y asegurar que los tallos puedan soportar el peso de los tomates. (TOMSYSTEM, 2021)

1.4 Guano de Isla

Según la ficha técnica de AGRORURAL el guano de Isla tiene la siguiente descripción:

1.4.1 Características físicas

El Guano de las Islas se caracteriza por ser un polvo con una granulación homogénea, de color gris amarillento con tonalidades verdosas. Presenta un olor intenso a vapores amoniacales y su contenido de humedad varía entre un 16 % y un 18 % (AGRORURAL, 2014).

1.4.2 Características químicas

El Guano de las Islas es un fertilizante orgánico natural integral, perfecto para fomentar el crecimiento, desarrollo y producción de cosechas productivas. Ha sido utilizado exitosamente en la agricultura orgánica, mostrando excelentes resultados en cultivos como el plátano (banano), café, cacao, quinua, kiwicha, entre otros (AGRORURAL, 2014).

1.4.3 Contenido de Nutrientes

El Guano de las Islas es una fuente rica en diversos nutrientes esenciales para las plantas, incluyendo macroelementos, elementos secundarios y micronutrientes. Contiene los siguientes nutrientes:

Macroelementos: Nitrógeno (10-14%), Fósforo (P_2O_5 , 10-12%) y Potasio (K_2O , 2-3%).

Elementos Secundarios: Calcio (CaO , 8%), Magnesio (MgO , 5%) y Azufre (S, 16%).

Micronutrientes: Hierro (Fe, 320 ppm), Zinc (Zn, 20 ppm), Cobre (Cu, 240 ppm), Manganeseo (Mn, 200 ppm) y Boro (B, 160 ppm).

Además, contiene una flora microbiana compuesta por hongos y bacterias benéficas, que contribuyen al enriquecimiento del suelo y favorecen el crecimiento de las plantas (AGRORURAL, 2014).

Mineralización

La recolección de guano de las islas se lleva a cabo cada 5-6 años en una misma isla o punta. Durante este intervalo, las deyecciones se acumulan en condiciones climáticas de alta humedad relativa, con temperaturas promedio de 16 °C en invierno y 25 °C en verano. En este proceso, diversos microorganismos, como hongos y bacterias benéficas, aprovechan el guano como sustrato alimenticio, convirtiéndose en millones de laboratorios biológicos. Estos

microorganismos llevan a cabo reacciones bioquímicas de oxidación, transformando los compuestos complejos (orgánicos) en compuestos más simples (inorgánicos), que son la forma en la que las plantas pueden absorber los nutrientes.

Disponibilidad de Nutrientes en el Guano de Isla:

Nitrógeno

Del total de nitrógeno, aproximadamente el 35 % está en forma disponible (con un 33 % en forma amoniacal – NH_4^+ y un 2 % en forma nítrica – NO_3^-), mientras que el 65 % restante se encuentra en forma orgánica, pendiente de mineralización.

Fósforo

Del total de fósforo, en promedio un 34 % se encuentra disponible en forma de ácido fosfórico (H_3PO_4), mientras que el 66 % está en forma orgánica. Los demás nutrientes presentes en el Guano de las Islas se liberan en forma iónica a medida que la materia orgánica se mineraliza, tales como:

- Potasio (K^+)
- Calcio (Ca^{++})
- Magnesio (Mg^{++})
- Azufre ($\text{SO}_4^{=}$)
- Hierro (Fe^{+++})
- Zinc (Zn^{++})
- Cobre (Cu^{++})

Al utilizar el Guano de las Islas como fertilizante, aproximadamente un 35 % de los nutrientes, incluyendo nitrógeno y fósforo, están disponibles de inmediato para ser absorbidos por las raíces de las plantas. La fracción orgánica continúa su proceso de mineralización en el suelo, liberando nutrientes de forma gradual durante el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos.

Características biológicas

En cuanto a sus características biológicas, el Guano de las Islas posee una rica flora microbiana beneficiosa, compuesta por hongos y bacterias, que actúan como millones de pequeños

laboratorios biológicos. Estos microorganismos transforman sustancias complejas en formas más simples mediante la acción de enzimas y jugos gástricos. Además de suministrar nutrientes, el Guano de las Islas también enriquece la materia orgánica del suelo. Al aplicar Guano de las Islas como fertilizante, alrededor del 35 % de los nutrientes, incluyendo nitrógeno y fósforo, se encuentran disponibles de inmediato para ser absorbidos por las raíces de las plantas. La fracción orgánica continúa su proceso de mineralización en el suelo, liberando nutrientes de manera gradual a lo largo del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. (AGRORURAL, 2014)

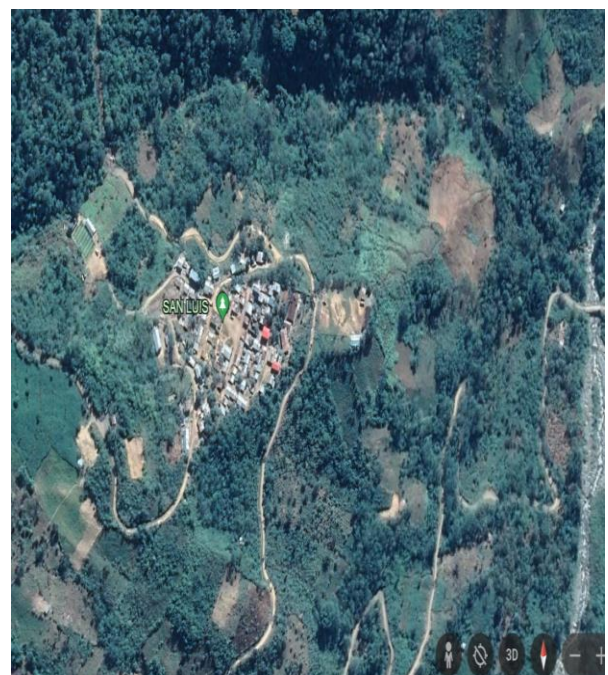
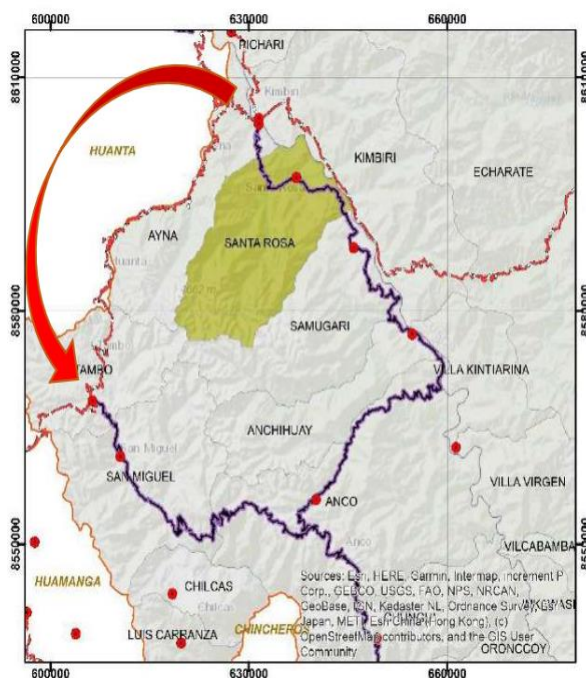
CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la finca del investigador ubicado en el anexo de San Luis, a una altitud de 1,117 msnm el cual se encuentra dentro de la jurisdicción del VRAEM.

El distrito de Santa Rosa, es uno de los 11 que conforman la provincia de La Mar, en la región de Ayacucho. Su capital se encuentra a una altitud promedio de 730 msnm. Según datos geospaciales del IGN, el distrito abarca un área de 387.81 km², lo que lo convierte en el quinto distrito más extenso de la provincia y representa el 9.2% de la superficie total provincial, que es de 4,220.58 km².



2.2 Descripción de área de estudio

2.2.1 Suelo

La Tabla 2.1 presenta el análisis químico y físico del suelo del sitio de prueba, realizado en el laboratorio de análisis de suelo y foliar. Los resultados indican que la textura del suelo es franco arenoso (Fr-Ao), con un pH ligeramente ácido y una salinidad muy baja. El contenido de nitrógeno es orgánico y de nivel medio, mientras que el fósforo disponible es extremadamente bajo. Además, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) efectiva de potasio es baja, y la proporción de cationes muestra un desequilibrio.

Tabla 2.1

Análisis físico y químico de la muestra de suelo del campo experimental

Análisis mecánico (%)	Arena	54.0	Franco arenoso
	Limo	30.0	
	Arcilla	16.0	
pH (H ₂ O)		5.5	Ligeramente ácido
C.E. (dS/m.)		7.1	Ligeramente salino
M.O. (%)		3.1	Medio
Nt (%)		0.16	Medio
Elementos disponibles (ppm)	P	29.0	Alto
	K	86.72	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos de la institución INIA.

De acuerdo con Ibáñez y Aguirre (1983), la interpretación es la siguiente:

- El contenido total de nitrógeno (N) es de 0.16%, considerado como un nivel medio para este suelo.
- La materia orgánica (M.O.) representa un 3.1%, lo cual también se clasifica como nivel medio.
- La disponibilidad de fósforo (P) es de 29.00 ppm, lo que se considera alto.
- El potasio (K) disponible tiene un valor de 86.72 ppm, clasificado como bajo.
- El pH del suelo es de 5.5, lo que indica una acidez ligera, adecuada para el cultivo de tomate.
- En cuanto a la textura, el suelo tiene una composición de 54.30% de arena, 30.00% de limo y 16.00% de arcilla, clasificándolo como un suelo franco arenoso.

2.2.2 Guano de Isla

Análisis químico del guano de isla utilizado en el experimento

Elementos disponibles (%)	N	6.06
	P ₂ O ₅	7.72
	K ₂ O	3.02

Los resultados muestran que el porcentaje de nitrógeno y fósforo del Guano de Isla utilizado fue menor a los que señala proa bonos en su ficha técnica. Sin embargo, el contenido de potasio sí se encuentra dentro del porcentaje señalado.

2.2.3 Características climáticas

El centro poblado de San Luis se encuentra en una zona de clima cálido, lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.

La Figura 2.1 indica que el periodo de mayor precipitación se presenta entre noviembre y abril, mientras que las precipitaciones más bajas se registran de mayo a octubre. Las temperaturas máximas alcanzan entre 30 y 35 °C. Las temperaturas mínimas, que se sitúan entre 19.2 y 20.2 °C, se observan entre mayo y agosto. Para el cultivo de tomate, las temperaturas óptimas oscilan entre 15 y 25 °C, y las precipitaciones elevadas favorecen su crecimiento y desarrollo.

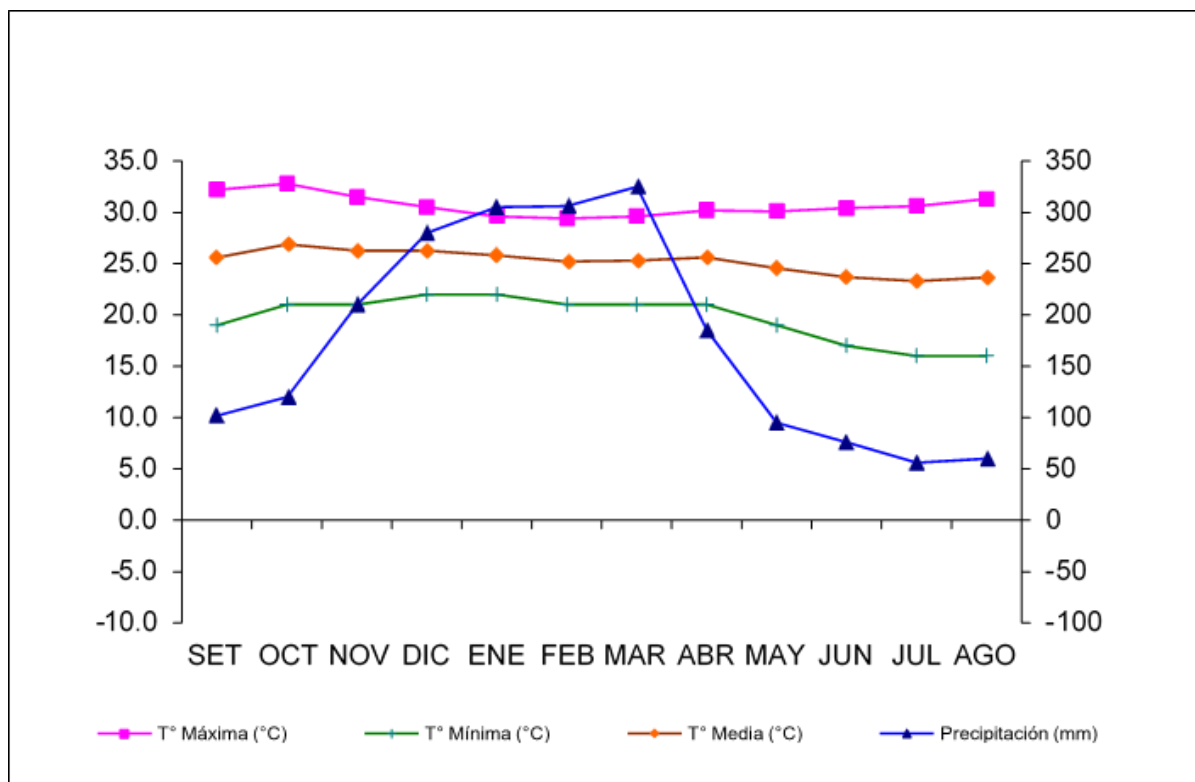
Cuadro 2.1.

Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2021-2022.

AÑO		2021-2022											
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
T° Máxima (°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° Mínima (°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° Media (°C)	27.1	26.6	25.4	24.9	24.5	24.5	25.5	26.3	27.5	28.6	29	28.6	
PP (mm)	310	335	348	185	84	73	60	57	87	95	137	218	

Figura 2.1.

Diagrama ombrotérmico que muestra la temperatura máxima, media y mínima, así como el balance hídrico de la campaña agrícola 2021-2022, registrado en la Estación Meteorológica de San Francisco, Ayacucho.



2.3 Planeamiento del experimento

2.3.1 Material Genético

El material genético empleado fue tomate de la variedad Río Grande adquirido en una tienda agropecuaria de la ciudad de Ayacucho, el cual fue almacenado en el lugar del experimento 30 días antes del trasplante.

Las principales características son las siguientes:

- | | |
|----------------|-------------------|
| ✓ Nombre Común | Tomate Río Grande |
| ✓ Adaptación | 600 – 1700 msnm |
| ✓ Temperatura | 18 – 24 °C |

- ✓ Semillas por Gramo 250 – 300
- ✓ Semillas por hectárea 200 – 300 gr
- ✓ Días de germinación 8
- ✓ Días siembra cosecha 80
- ✓ Suelo franco arenosos a franco arcillosos, con pH de 5.8 – 6.8.

2.3.2 Diseño experimental

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) para distribuir las unidades experimentales, con un total de 9 tratamientos y 3 repeticiones (bloques). Los tratamientos factoriales resultan de combinar 3 densidades de plantas, 2 niveles de guano de isla y un testigo (sin guano de isla), dando como resultado 27 unidades experimentales en total.

2.3.3 Factores de estudio

Variables independientes

a. Densidad de plantas por hectárea

Indicadores

d1 = 20,000 plantas por hectárea

d2 = 40,000 plantas por hectárea

d3 = 60,000 plantas por hectárea

b. Niveles de guano de isla

Indicadores

g0 = 0.0 toneladas por hectárea

g1 = 1.5 toneladas por hectárea

g2 = 3.0 toneladas por hectárea

Variables dependientes.

Rendimiento del cultivo:

Indicadores

1. Días hasta la floración
 2. Días hasta la primera cosecha
 3. Altura de la planta
 4. Número de racimos por planta
 5. Rendimiento comercial de frutos según categorías
- 1 Días a la floración

2.3.4 Definición de los factores en estudio:

a. Altura de planta

Para la medición de las alturas de las plantas de cada tratamiento, se tomaron las medidas entre el cuello y la yema apical del tallo principal de la planta, para el cual se utilizó un flexómetro.

b. Días a la primera cosecha

Se contabilizó el número de días transcurridos a partir de la cosecha.

c. Número de racimos por planta

Se contabilizó el número de racimos por cada planta de tomate.

d. Rendimiento comercial de frutos por categoría

La cosecha de frutos maduros se realizará en los surcos centrales de la parcela experimental de 10 plantas, la misma que se inferirá al rendimiento por hectárea, considerando las densidades de cada tratamiento.

Tabla 2. Tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	20,000 ptas.ha ⁻¹ x 0.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T2	20,000 ptas.ha ⁻¹ x 1.5 t.ha ⁻¹ guano de isla
T3	20,000 ptas.ha ⁻¹ x 3.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T4	40,000 ptas.ha ⁻¹ x 0.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T5	40,000 ptas.ha ⁻¹ x 1.5 t.ha ⁻¹ guano de isla
T6	40,000 ptas.ha ⁻¹ x 3.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T7	60,000 ptas.ha ⁻¹ x 0.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T8	60,000 ptas.ha ⁻¹ x 1.5 t.ha ⁻¹ guano de isla
T9	60,000 ptas.ha ⁻¹ x 3.0 t.ha ⁻¹ guano de isla

FUENTE: Elaboración propia

2.3.5 Características del campo experimental

Las características del campo experimental son:

a. Bloques

✓ Número de bloques : 03

- ✓ Largo del bloque : 18.0 m
- ✓ Ancho de bloque : 3.0 m
- ✓ Área del bloque : 54.0 m²

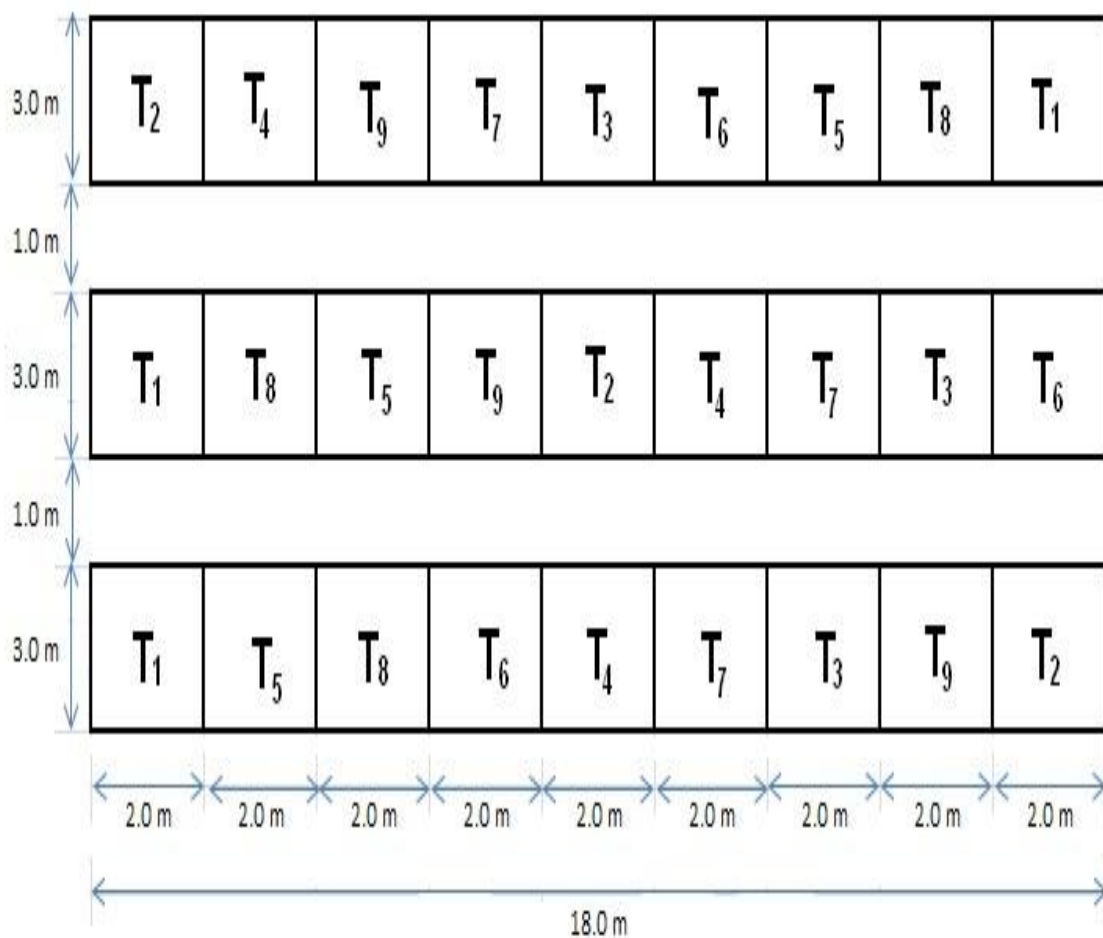
b. Calles

- ✓ Largo de la calle : 18.0 m
- ✓ Ancho de la calle : 1.0 m
- ✓ Número de calles : 04
- ✓ Área total de la calle : 72.0 m²

c. Área total del experimento

- ✓ Área total de bloques : 162 m²
- ✓ Área total del experimento: 234 m²

d. Croquis del campo experimental

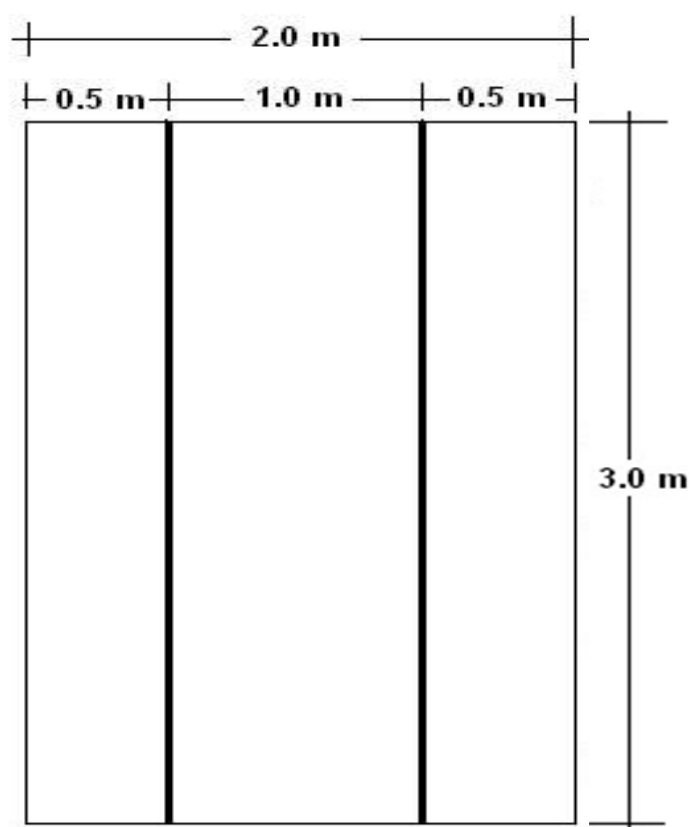


2.3.6. Características de la unidad experimental

a. Descripción de la unidad experimental

- ✓ Número de parcelas por bloque : 09
- ✓ Número de surcos por parcela : 02
- ✓ Distancia entre par de surcos : 1.0 m
- ✓ Distancia entre plantas : 0.5 m
- ✓ Número de plantas por golpe 1,2 y 3 : 12

b. Croquis de la unidad experimental



2.4 Conducción del experimento

2.4.1 Labores previas

a. Limpieza de terreno

Consistió en el tumbado de arbustos mediante el “macheteo”. Para luego limpiar el campo con el uso del fuego con el propósito de que se incorpore el carbonato de calcio

para incrementar el pH del suelo. Actividad realizada el 05 de julio y el 25 de setiembre del 2021 respectivamente.

b. Preparación de camas de almácigo

La preparación de la cama de almácigo se realizó en un área de 3 metros cuadrados, donde se incorporó sustrato en una proporción de 1:1:1 de tierra agrícola, compost de café y arena fina. En la que se depositó la semilla a chorro continuo en surquitos de 10 cm y a una profundidad aproximado de 0.5 cm. Actividad realizado el 28 de agosto de 2021

c. Demarcación de las parcelas.

Se procedió a delimitar los bloques, parcelas, calles de acuerdo al distanciamiento, utilizando la wincha métrica, cordel y estacas. Actividad desarrollada el 15 de setiembre de 2021.

2.4.2 Labores de conducción del experimento

a. Apertura de hoyos

Se realizó la apertura de los hoyos a 0.50 m de distancia entre golpes en surcos alineados a 1.00 m entre ellos. Actividad desarrollada el día 16 setiembre de 2021

b. Abonamiento.

El guano de islas se incorporó de acuerdo a los tratamientos por golpe de 0 kg, 0.9 kg, y 1.80 kg para cada unidad experimental de acuerdo a los tratamientos, una semana antes del trasplante.

c. Plantación de plántulas de tomate

La plantación se realizó cuando las plantas tenían 15 cm de tamaño en promedio de acuerdo a las densidades de plantas previstas en cada tratamiento, las que se detallan a continuación:

Surcos de 1.00 m y 0.50 m entre golpes con una planta/golpe 20,000

Surcos de 1.00 m y 0.50 m entre golpes con dos plantas/golpe 40,000

Surcos de 1.00 m y 0.50 m entre golpes con tres plantas/golpe 60,000

Actividad desarrollada el día 03 de octubre de 2021

d. **Riego.**

Para evitar la deshidratación de las plántulas trasplantados, se aplicó un riego ligero. En adelante la parcela se condujo con las lluvias de temporada.

e. **Deshierbo.**

Esta labor se realizó de manera oportuna, durante todo el periodo fenológico del cultivo, con la finalidad de evitar la competencia de malezas con el cultivo por el agua, nutriente, luz y espacio. Actividad realizada cada 30 días a partir de la fecha de trasplante que acumularon 3 labores de deshierbo hasta finalizar la cosecha.

f. **Tutorado**

El tutorado individual se instaló en todo el campo experimental colocando un rollizo con un diámetro de 1.5 pulgadas y una altura de 1.40 metro, los que fueron fijados con el uso de una barreta y comba respectivamente. En seguida se utilizó rafia para sujetar la planta de tomate durante el crecimiento y desarrollo de los frutos. Actividad desarrollada el 08 de noviembre de 2021.

g. **Control fitosanitario**

Se realizó la aplicación de insecticida a base de emamectin benzoato y fungicida a base de Metalaxyl + Mancozeb con una frecuencia de 20 días a partir del inicio de floración. Actividad realizada el 15 y 30 de noviembre de 2021, 15 de diciembre de 2021.

h. **Cosecha.**

La cosecha se efectuó manualmente, cuando el cultivo de tomate alcanzó su madurez fisiológica la que se desarrolló de forma escalonada. La primera cosecha se realizó el 22 de diciembre de 2021, la segunda cosecha 29 diciembre, la tercera cosecha 5 de enero y la cuarta cosecha el 12 enero, y quinta cosecha 18 de enero de 2022. Las evaluaciones fueron registradas conjuntamente con la cosecha determinando los parámetros previstos a evaluar.

2.5 **Parámetros de evaluación**

2.5.1 **Altura de planta**

La altura de la planta se evaluó midiendo todas las plantas en cada unidad experimental, desde la base del tallo hasta el ápice de la rama más alta, expresada en metros. Para esto se utilizó un

flexómetro calibrado en centímetros, y los datos se registraron en la libreta de campo correspondiente. Esta actividad se realizó el 31 de enero de 2022.

2.5.2 Días a la primera cosecha de tomate

Se contabilizará el número de días transcurridos a partir del trasplante hasta la primera cosecha

2.5.3 Número de racimos por planta

Se contabilizó el número de racimos por planta de tomate en cada cosecha, los que fueron registrados en la libreta de campo.

2.5.4 Peso de fruto comercial por planta

El peso de los frutos cosechados por tratamiento en los cuatro momentos o fechas de cosecha se midió utilizando una balanza de precisión. Los datos obtenidos se registraron en la matriz de datos de la libreta de campo. Esta información se compiló sumando los pesos de los frutos recolectados en los tres momentos de cosecha de frutos con madurez comercial.

2.5.5 Rendimiento del fruto comercial de tomate (kg ha^{-1})

Finalmente, con el peso de los frutos cosechados en cada unidad experimental se calculó el rendimiento, expresado en kilogramos por hectárea de tomate. Los resultados se registraron en la libreta de campo de acuerdo con el esquema del experimento y luego se ingresaron en una hoja de cálculo para su procesamiento.

2.5.6 Análisis estadístico

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con un arreglo factorial que combina 3 densidades de plantas, 2 niveles de guano de isla y un testigo, dando un total de 9 tratamientos. El análisis estadístico se realizará mediante un análisis de varianza (ANVA) de las variables estudiadas. Si se encuentran diferencias significativas, se aplicará la prueba de Tukey (0.05) para identificar las diferencias entre tratamientos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Altura de planta en el tomate

Tabla 3.1

Análisis de Variancia de la altura de planta de tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho

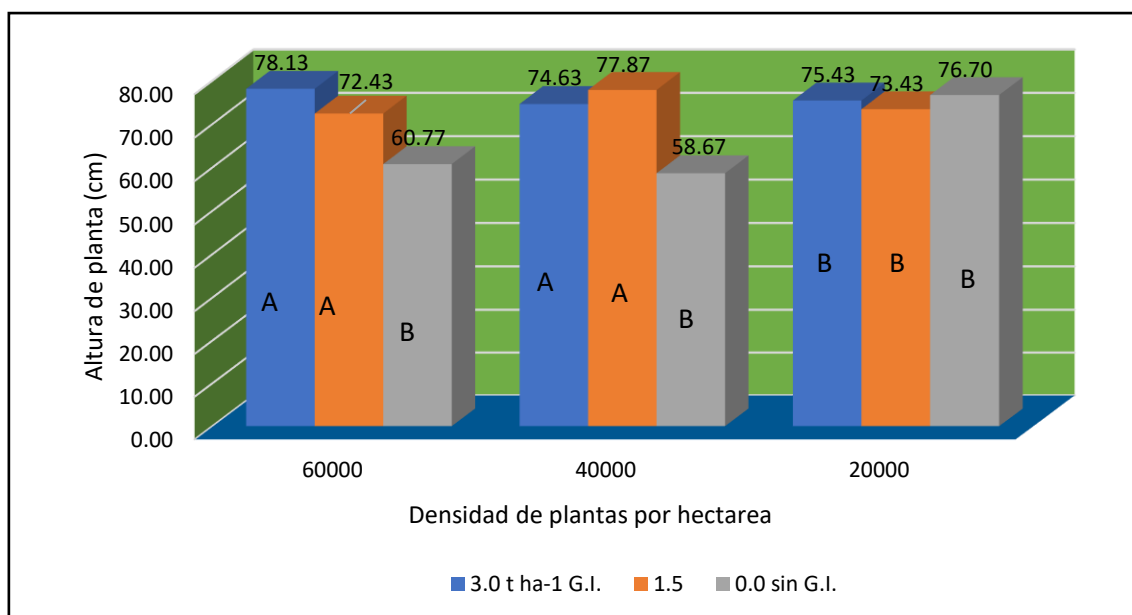
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	12.73	6.37	1.27	0.3068 ns
Densidades(D)	2	135.69	67.85	13.57	0.0004 **
Guano Isla (G)	2	604.88	302.44	60.49	<0.0001 **
Inter D x G	4	520.14	130.03	26.01	<0.0001 **
Error	16	80.00	5.00		
Total	26	1353.44			

C.V. = 3.10 %

La Tabla 1 del ANVA indica una alta significación estadística en la interacción entre la densidad de plantas y los niveles de guano de isla, lo cual permite analizar los efectos individuales de los factores estudiados. El coeficiente de variación refleja un nivel de precisión adecuado.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta en en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.1 de la prueba de Tukey de los efectos simples de los diferentes niveles de abonamiento con Guano de Isla en cada densidad de plantas para la altura de planta, se observa que la mayor altura se alcanza con el mayor nivel de Guano de Isla en la densidad de 60000 plantas por hectárea con un valor de 78.13 cm, también una mayor altura de planta se alcanza con el nivel medio de la densidad de planta y con 1.5 t ha⁻¹ del abonamiento con Guano de Isla

Acosta (2016) informó que, al finalizar la cosecha, las variedades híbridas de tomate Strabo, Cedral y Daniela mejorado alcanzaron alturas de 270.67 cm, 251.67 cm y 250 cm, respectivamente, valores superiores a los de este estudio. Esto podría atribuirse al efecto de la temperatura en el invernadero, ubicado a 2685 msnm.

Por otro lado, Vera (2013) en su investigación sobre "Densidad de siembra, poda y tutorado en el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L. var. 'Galilea') en zona árida-Arequipa" reportó la altura de la planta a los 87 días después del trasplante, con valores que oscilan entre 41.07 cm y 113.87 cm. Los tratamientos que alcanzaron mayor altura fueron: T5 (4 brazos y 27,778 plantas por hectárea) con 113.87 cm, T2 (3 brazos y 27,778 plantas por hectárea) con

112.07 cm, y T6 (4 brazos y 13,889 plantas por hectárea) con 109.13 cm. El menor valor lo obtuvo el testigo T1 (sin poda, sin tutorado y 13,889 plantas por hectárea), con 41.07 cm.

3.2 Días a la primera cosecha del tomate

Tabla 3.2

Análisis de Variancia de los días a la primera cosecha de tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho

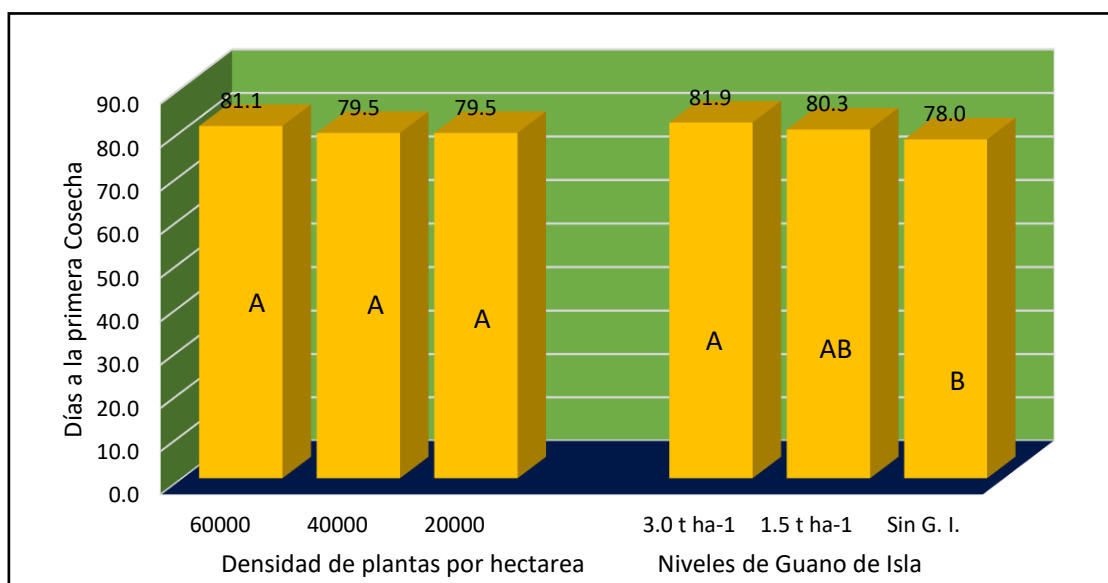
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	14.52	7.26	0.78	0.4749 ns
Densidades(D)	2	14.52	7.26	0.78	0.4749 ns
Guano Isla (G)	2	68.96	34.48	3.71	0.0475 *
Inter D x G	4	29.04	7.26	0.78	0.5541 ns
Error	16	148.81	9.30		
Total	26	275.85			

C.V. = 3.81 %

La tabla 3.2 del ANVA del día a la primera cosecha del tomate se observa significación estadística para el efecto principal de los niveles de Guano de Isla, resultado que permite el análisis de sus efectos principales. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales del efecto principal de los días a la primera cosecha en las diferentes densidades de plantas y los niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.2 de la prueba de Tukey de los días a la primera cosecha de tomate en sus efectos principales de los factores en estudio, se observa un mayor periodo en la primera cosecha cuando se abona con un máximo nivel de Guano de Isla, alcanzando la cosecha a los 81.9 días, también se observa cuando no se abona el tiempo de cosecha se da a los 78 días después del trasplante

Ortiz (2016) manifiesta, que en el experimento realizado bajo invernadero a una altitud de 1726 msnm la variedad con mayor precocidad fue Balsam y Sharifa con 95 ddt. mientras las variedades con menos precocidad fueron Aisha y Lojain con 102 ddt

3.3 Número de racimos por planta

Tabla 3.3

Análisis de Variancia del número de racimos por planta de tomate en las diferentes densidades y niveles de guano de isla. Santa Rosa - Ayacucho

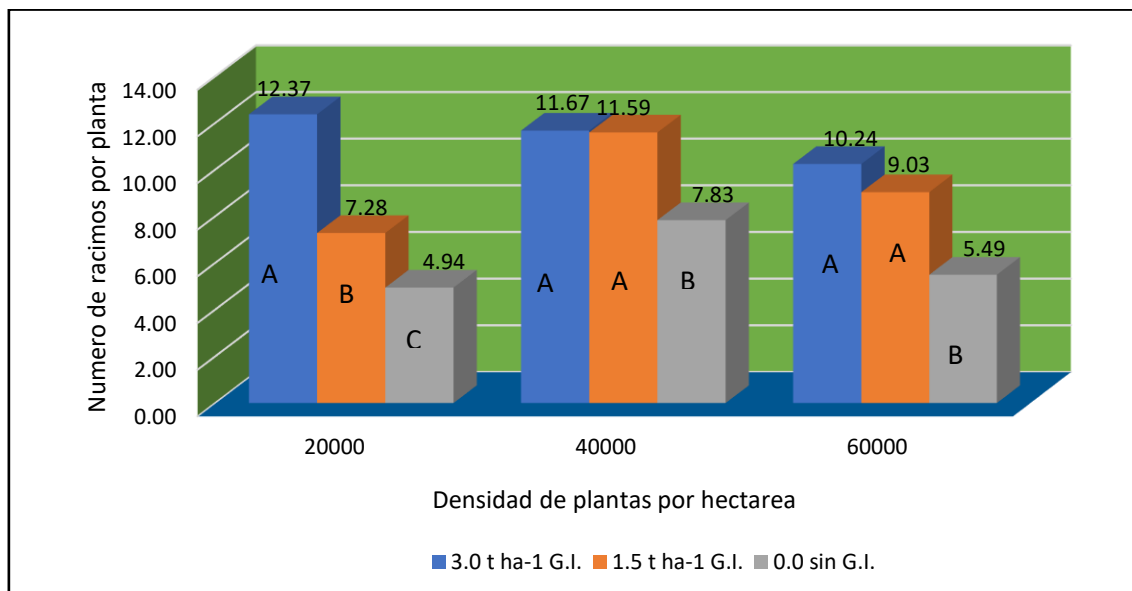
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.26	0.13	0.54	0.5930 ns
Densidades(D)	2	27.41	13.70	55.90	<0.0001 **
Guano Isla (G)	2	130.09	65.05	265.33	<0.0001 **
Inter D x G	4	21.91	5.48	22.34	<0.0001 **
Error	16	3.92	0.25		
Total	26	183.59			

C.V. = 5.54 %

En la tabla 3.3 se observa alta significación estadística para la interacción densidades de plantas y los niveles de Guano de Isla, resultado que permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio en forma dependiente. El coeficiente de variación muestra buena precisión del experimento

Figura 3.3

Prueba de Tukey del efecto simple del número de racimos en las densidades de planta en cada nivel de Guano de Isla en el número de racimos por planta. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.3 de la prueba de Tukey del número de racimos por planta en el tomate, muestra que no hay diferencia estadística entre las densidades de plantas, pero existe superioridad en la densidad de baja de 20000 plantas con un valor de 12.37 en el nivel de abonamiento de 3.0 t ha⁻¹ de Guano de Isla, también se observa un menor número de racimos en la densidad baja y cuando no se abona.

3.4 Peso de fruto comercial por planta de tomate

Tabla 3.4

Análisis de Variancia del peso de frutos por planta de tomate en las diferentes densidades y los niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho

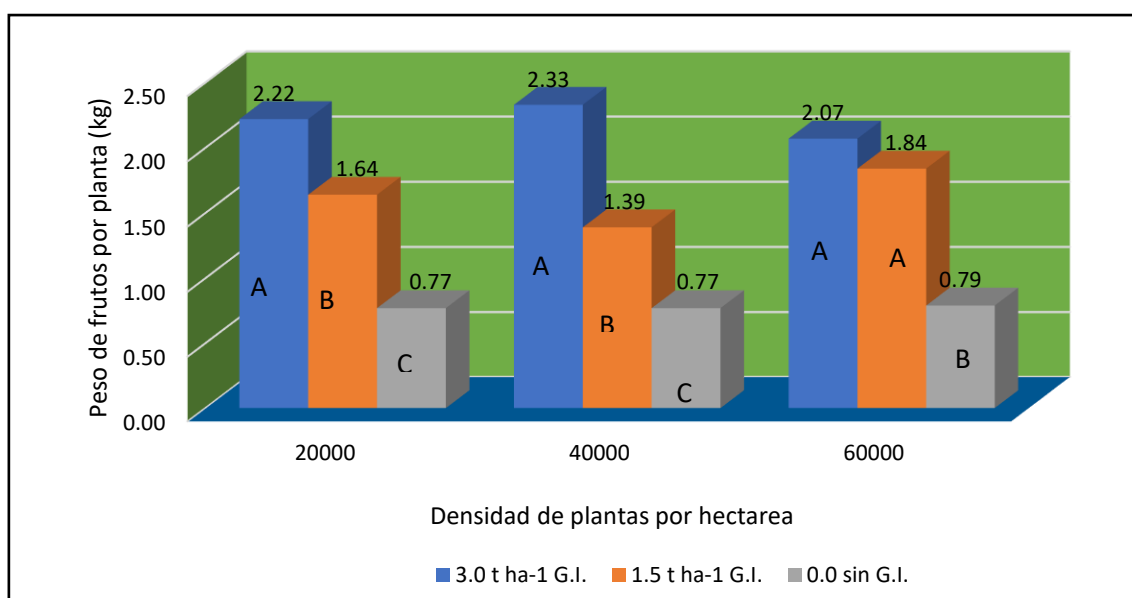
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.0035	0.0017	0.20	0.8239 ns
Densidades(D)	2	0.02	0.01	1.28	0.3062 ns
Guano Isla (G)	2	9.27	4.64	523.24	<0.0001 **
Inter D x G	4	0.39	0.10	10.98	0.0002 **
Error	16	0.14	0.01		
Total	26	9.83			

C.V. = 6.13 %

La tabla 3.4 del ANVA, se observa alta significación estadística en la interacción de la densidad y el guano de isla en el peso de frutos por planta, este resultado permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio. El análisis de los efectos simples significa que debemos estudiar la densidad en cada nivel de abonamiento con Guano de Isla. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión que explica la buena conducción del experimento, además tener buena confianza en los resultados

Figura 3.4

Prueba de Tukey del efecto simple del peso de tomates por planta en las densidades siembra y en cada nivel de abonamiento con Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.4 bajo la prueba de Tukey, muestra los efectos simples de los niveles de Guano de Isla en cada densidad de plantas, donde la densidad de 20000 y 40000 plantas por hectárea y en el nivel alto de Guano de Isla muestra el mayor peso de frutos por planta, con valores de 2.22 y 2.33 kg. El menor peso de frutos de tomate por planta es menor cuando no hay adición del abonamiento orgánico

3.5 Rendimiento de fruto comercial de tomate por hectárea

Tabla 3.5

Análisis de Variancia del Rendimiento de frutos comerciales de tomate por hectárea en las diferentes densidades y los niveles de Guano de isla. Santa Rosa - Ayacucho

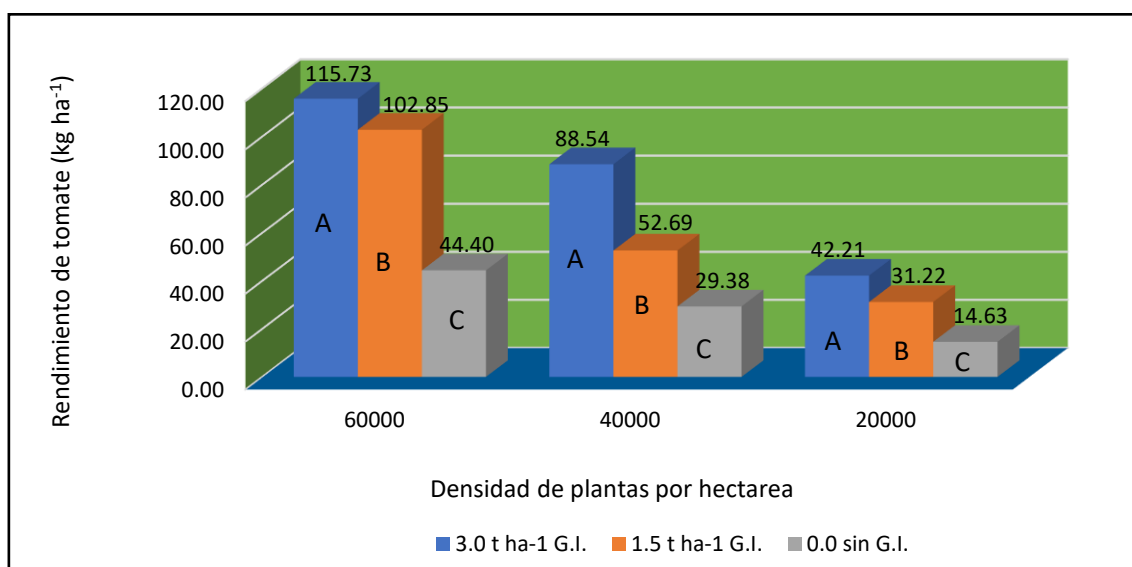
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.64	0.32	0.05	0.9496 ns
Densidades(D)	2	15316.31	7658.16	1243.69	<0.0001 **
Guano Isla (G)	2	12740.89	6370.45	1034.56	<0.0001 **
Inter D x G	4	2413.67	603.42	98.00	<0.0001 **
Error	16	98.52	6.16		
Total	26	30570.04			

C.V. = 4.28 %

En la tabla 3.5 del ANVA, muestra alta significación estadística en la interacción de la densidad y el guano de isla en el rendimiento de frutos comerciales por hectárea, resultado que permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio. El análisis de los efectos simples significa que debemos estudiar los factores en forma dependiente. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión que explica la buena conducción del experimento, además tener buena confianza en los resultados

Figura 3.5

Prueba de Tukey del efecto simple del rendimiento de frutos comerciales del tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La Figura 3.5, según la prueba de Tukey, muestra los efectos individuales del abonado con guano de isla en cada densidad de siembra. El rendimiento más alto se obtuvo en la densidad más elevada con la aplicación de 3.0 t ha⁻¹ de guano de isla, alcanzando 115.73 t ha⁻¹, superando a los demás niveles. En contraste, el menor rendimiento de frutos de tomate se observó en la densidad de 20,000 plantas cuando no se aplicó abonado orgánico.

Vera (2013) menciona que el uso del sistema de tutorado en el cultivo de tomate resulta beneficioso, ya que los tratamientos con tutorado lograron hasta siete cosechas, mientras que el grupo sin poda ni tutorado solo alcanzó cinco. Esto resultó en mayores rendimientos comerciales, frutos más limpios y plantas más robustas (p. 86).

Acosta (2016) reporta que la variedad híbrida Strabo alcanzó el mejor rendimiento, con 449,409.6 kg/ha y un excelente diámetro polar y ecuatorial de 7.42 cm y 7.66 cm, respectivamente (p. 58).

Los rendimientos obtenidos en este estudio son menores que los registrados por los autores citados; sin embargo, es importante señalar que este experimento se realizó a 4100 msnm, donde las condiciones climáticas, en particular la marcada diferencia de temperatura entre el día y la noche dentro del invernadero, afectaron significativamente el desarrollo de los frutos.

3.6 Análisis Económico

Tabla 3.6

Rendimiento de frutos comerciales del tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho

Tratamientos	Descripción de los tratamtos	Rdto (kg/ha)	Costo de producción (S/)	Precio de venta x kg (S/)	Beneficio Bruto (S/)	Beneficio neto (S/)	Costo /Beneficio (C/B)
T1	d1xg0	14,630	24,259.00	1.2	17,556.00	-6,703.00	-0.28
T2	d1xg1	31,223	30,379.00	1.2	37,467.60	7,088.6.60	0.23
T3	d1xg2	42,206	35,119.00	1.2	50,647.20	15,528.20	0.44
T4	d2xg0	29,382	28,009.00	1.2	35,258.40	5,054.40	0.17
T5	d2xg1	52,693	35,689.00	1.2	63,231.60	27,542.60	0.77
T6	d2xg2	88,540	46,369.00	1.2	106,248.00	59879.00	1.29
T7	d3xg0	44,404	31,759.00	1.2	53,284.80	21,525.80	0.68
T8	d3xg1	102,907	47,899.00	1.2	123,488.40	75,589.40	1.58
T9	d3xg2	115,733	53,059.00	1.2	138,879.60	85,820.60	1.62

La Tabla 3.6 presenta el análisis económico de los tratamientos, donde se detalla el costo total de producción para cada uno, considerando los costos de producción, el rendimiento y un precio de venta de 1.2 soles por kilo de tomate de primera y segunda categoría, colocado en chacra.

En la tabla, se observa que el tratamiento T1 mostró un índice de rentabilidad negativo. Sin embargo, los demás tratamientos tuvieron índices superiores a cero, lo que indica que generaron ganancias económicas y demuestra la rentabilidad de esta actividad para los productores de tomate en la comunidad de San Luis, en el centro poblado de Gloriapata, distrito de Santa Rosa. Los tratamientos T9 y T8 alcanzaron los índices más altos de costo/beneficio (C/B), con valores de 1.62 y 1.58, y beneficios netos de S/. 85,820.60 y S/. 75,589.40, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento T1 presentó un índice C/B negativo de -0.28, lo que resultó en una pérdida de S/. 6,703.00 para el productor.

CONCLUSIONES

Bajo el procedimiento en las que se realizó el experimento se logró las siguientes conclusiones:

1. La densidad de plantas presentó diferencia estadística en el rendimiento de tomate bajo los tres niveles de abonamiento. Obteniéndose el mayor rendimiento con una población de 60,000 plantas ha^{-1} , seguida de 40,000 plantas ha^{-1} y finalmente 20,000 plantas ha^{-1}
2. Los niveles de guano de isla mostraron diferencia estadística en todos los parámetros evaluados los mismos fueron comparados con el testigo. En primer lugar, destacan los tratamientos donde se ha incorporado 3.0 t ha^{-1} , seguido de 1.5 t ha^{-1} de guano de isla.
3. Los tratamientos con los que se obtienen el mayor índice de C/B fueron los tratamientos T9 (60000 plantas ha^{-1} con 3.0 t ha^{-1} de G.I) y T8 (60000 plantas ha^{-1} con 1.5 t ha^{-1} de G.I) con las que se logró el mayor índice de C/B de 1.62 y 1.58, con beneficios netos de S/. 85,820.60 y S/. 75,589.40, respectivamente. El tratamiento T1 (20000 plantas ha^{-1} sin G.I) resultó con un índice de C/B de -0.28, cuya actividad genera una pérdida de S/. 6,703.00

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes recomendaciones:

1. Promover el cultivo de tomate manejando una población de 60,000 plantas ha^{-1} las que deben estar distanciados a 1.00 m entre surcos y 0.5m entre golpes manejando 3 plantas por cada golpe, con tutor individual y poda a un brazo.
2. Incorporar 3.0 t. ha^{-1} de guano de isla con el propósito de obtener mayores rendimientos del cultivo de tomate.
3. Manejar una población de 60,000 plantas ha^{-1} incorporando 3.00 t ha^{-1} de guano de isla para obtener mayor costo beneficio del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta. P (2019) *Evaluación del comportamiento agronómico de nuevos híbridos de tomate hortícola "Lycopersicum esculentum" bajo cubierta plástica*. UTA (Cevallos), 32-58
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/19038>
- Bernacer (2016) *Dieta y nutrición: Tomate* [en línea]. Consultado: 20 julio del 2021. Disponible en, <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/propiedades-nutricionales-del-tomate-13085>
- CENTA. (2018). *Cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum)*. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. Honduras.
- CORPOICA (2006) Boletín Técnico: *El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero*. Centro de Investigación La Selva Rio negro, Antioquia, Colombia. Editado en <https://docplayer.es/20672792-El-cultivo-de-tomate-bajo-invernadero.html>
- FAO (2013) *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana* [en línea]. Consultado: 12 de julio del 2021, <http://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Gamboa, M. (2012) *Productos a partir de tomate, características y posibilidades de innovación* (en línea). Congreso Nacional de Tomate. Cartago, Costa Rica. 41 p. Consultado: 25 julio del 2021, <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00310.pdf>
- GIZ-PROAGRO y DGPASA. (2017). *Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas*. Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario. La Paz, Bolivia: Unidad de comunicacion, GIZ/PROAGRO.
- InfoAgro, (2020) *El cultivo del tomate (Parte I)* [en línea]. Consultado: 08 de agosto del 2021, https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate_parte_i.asp
- INTA, (2010) *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate* [en línea]. Consultado el 08 de agosto del 2021 en: <http://www.fao.org/3/i1746s/i1746s.pdf>
- Juárez, et al (2015) *Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero*. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas vol.6 no.5 Texcoco. [En línea]. Consultado: 10 de agosto del 2021, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500003
- Martínez, et al (2002) *Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes*. Departamento de Fisiología, Universidad de León y Hospital de León. España [en línea]. Consultado: 20 de julio del 2021, <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>

- MIDAGRI, (2018) *Boletín Estadístico Mensual “el agro en cifras”* [en línea]. Consultado: 20 de julio del 2021 en, https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/agro-cifras/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-dic18_250319.pdf
- NATURSAN, (2015) *Tomates: beneficios y propiedades. Cualidades nutricionales del Tomate* [en línea]. Consultado: 25 julio del 2021, <https://www.natursan.net/tomates-beneficios-y-propiedades/>
- Ortiz (2016) *Evaluación de cuatro variedades de tomate (lycopersicon esculentum mill) bajo invernadero, en el centro de investigación y producción Santo Tomas - Pichirhua - Abancay.* <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/37/1/Tesis%20-%20Evaluacion%20de%20cuatro%20variedades%20de%20tomate%20bajo%20invernadero.pdf>
- Peralta, et al (2008) Taxonomía of wild tomatoes and their relatives (*Solanum sections Lycopersicoides, Juglandifolia, Lycopersicon; Solanaceae*). Systematic Botany Monographs [en línea]. Consultado: el 20 de julio del 2021, https://www.researchgate.net/publication/260181536_Taxonomy_of_Wild_Tomatoes_and_Their_Relatives_Solanum_sect_Lycopersicoides_sect_Juglandifolia_sect_Lycopersicon_Solanaceae
- Salinas, et al (1994) *Efecto del Sistema de Tutorado, Poda de Tallos y Poda de Hojas Sobre la Calidad del Fruto del Tomate (Lycopersicun esculentum Mill).* Revista Agronomía Colombiana [en línea]. Consultado: 10 de agosto del 2021, <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/28000/28250>
- Santorromán, I. (2012) *Aislamiento y Caracterización Genética de Nuevos Mutantes Alterados en el Desarrollo Vegetativo y Reproductivo de Tomate.* Trabajo de Investigación para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Almería. España [en line]. Consultado: 20 de julio del 2021, http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/1560/PROYECTO_Isabel%20M%C2%AA%20Santorroman.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- TOMSYSTEM, (2021) *Tutorado de tomates en invernadero* [en línea]. Consultado: 10 de agosto del 2021, <https://tomsystem.mx/tutorado/tutorado-de-tomates-en-invernadero/>
- Vera. Q. (2013) *Densidad de siembra, poda y tutorado en el rendimiento de tomate (Solanumlycopersicum L. var. 'Galilea') en zona árida.* UNAS (Arequipa), 57-81 <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4158>

Villegas, et al (2004) *Crecimiento y Rendimiento de Tomate en Respuesta a Densidades de Población en Dos Sistemas de Producción*. Revista Fitotecnia Mexicana. México. [En línea]. Consultado: 12 de julio del 2021, <http://www.redalyc.org/pdf/610/61027405.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Costos de producción por tratamiento

Tratamiento T1 =20,000 ptas. t.ha-1x 0.0 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 14.63 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (\$/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Pocedo y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacigado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				6,180.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	48	60	2,880.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	10	60	600.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				5,500.00
Semilla de tomate	kg	0.25	600	150.00
Guano de isla	sacos	0	70	-
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				22,560.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				24,259.00

Tratamiento T2 =20,000 ptas. t.ha-1x 1.5 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 31.22 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				10,200.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	104	60	6,240.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	21	60	1,260.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				7,600.00
Semilla de tomate	kg	0.25	600	150.00
Guano de isla	sacos	30	70	2,100.00
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				28,680.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				30,379.00

Tratamiento T3 =20,000 ptas. t.ha-1x 3.0 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 42.21 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				12,840.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	141	60	8,460.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	28	60	1,680.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				9,700.00
Semilla de tomate	kg	0.25	600	150.00
Guano de isla	sacos	60	70	4,200.00
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				33,420.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				35,119.00

Tratamiento T4 =40,000 ptas. t.ha-1x 0.0 t.ha-1 Guano de isla, Rdto29,382 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				9,780.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	98	60	5,880.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	20	60	1,200.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				5,650.00
Semilla de tomate	kg	0.5	600	300.00
Guano de isla	sacos	0	70	-
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				26,310.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				28,009.00

Tratamiento T5 =40,000 ptas. t.ha-1x 1.5 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 52,693 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				15,360.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	176	60	10,560.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	35	60	2,100.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				7,750.00
Semilla de tomate	kg	0.5	600	300.00
Guano de isla	sacos	30	70	2,100.00
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				33,990.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				35,689.00

Tratamiento T6 =40,000 ptas. t.ha-1x 3.0 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 88,540 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				23,940.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	295	60	17,700.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	59	60	3,540.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				9,850.00
Semilla de tomate	kg	0.5	600	300.00
Guano de isla	sacos	60	70	4,200.00
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				44,670.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				46,369.00

Tratamiento T7 =60,000 ptas. t.ha-1x 0.0 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 44,404 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				13,380.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	148	60	8,880.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	30	60	1,800.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				5,800.00
Semilla de tomate	kg	0.75	600	450.00
Guano de isla	sacos	0	70	-
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				30,060.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				31,759.00

Tratamiento T8 =60,000 ptas. t.ha-1x 1.5 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 102,907 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				27,420.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	343	60	20,580.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	69	60	4,140.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				7,900.00
Semilla de tomate	kg	0.75	600	450.00
Guano de isla	sacos	30	70	2,100.00
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				46,200.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				47,899.00

Tratamiento T9 =60,000 ptas. t.ha-1x 3.0 t.ha-1 Guano de isla, Rdto 115,733 t

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
a. Preparación del terreno				2,580.00
Rozo y/o macheteo	Jornal	10	60	600.00
Quemado y limpieza	Jornal	5	60	300.00
Alineado de surcos	Jornal	4	60	240.00
Poceado y/o apertura de hoyos	Jornal	20	60	1,200.00
Preparación de cama de almácigo	Jornal	3	60	180.00
Almacenado de semillas	Jornal	1	60	60.00
b. Mano de Obra				30,480.00
Trasplante	Jornal	10	60	600.00
Acarreo de plántulas	Jornal	1	60	60.00
Deshierbo	Jornal	10	60	600.00
Control fitosanitario	Jornal	4	60	240.00
Cosecha y pesado	Jornal	386	60	23,160.00
Estibadores para el cargado de frutos	Jornal	77	60	4,620.00
Colocación de tutores	Jornal	20	60	1,200.00
c. Insumos				10,000.00
Semilla de tomate	kg	0.75	600	450.00
Guano de isla	sacos	60	70	4,200.00
Fungicida e insecticida	kg	4	200	800.00
Rollizo (1.4 m x 2")	Unidad	20000	0.2	4,000.00
Rafia	kg	40	12	480.00
Análisis de suelo	Unidad	1	70	70.00
d. Materiales				7,100.00
Herramientas y equipos	Global	1	1500	1,500.00
Javas de PVC	Unidad	200	28	5,600.00
e. Transporte				1,200.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				51,360.00
Gastos Administrativos (10%)				1,699.00
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				53,059.00

Anexo 2: Panel Fotográfico



Imagen 01. Medida de plantones después de la instalación.



Imagen 02. Evaluación de plantas para el deschuponado.



Imagen 03. Control de malezas.



Imagen 04. Evaluación de las primeras floraciones.



Imagen 05. Evaluación de los tratamientos.



Imagen 06. Evaluación de los tratamientos.



Imagen 07. Limpieza de hojas y deschuponado



Imagen 08. Evaluación de los tratamientos.



Imagen 09. Tutorado de los tratamientos.



Imagen 10. Cosecha por tratamientos.



Imagen 11. Evaluación de los tratamientos.



Imagen 12. Evaluación de los tratamientos.



Imagen 13. Evaluación de enfermedades.



Imagen 14. Evaluación de enfermedades.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JOSE CARLOS QUISPE SOTO
R.D. N° 267-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los dieciocho días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, siendo las diecisiete horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del M.Sc. Alejandro Camasca Vargas Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por M.Sc. Alejandro Camasca Vargas, Ing. Edgar Tenorio Mancilla como asesor, Ing. Eduardo Robles García y Ing. Juan Benjamín Girón Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **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**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **JOSE CARLOS QUISPE SOTO**.

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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	17	16	17	17
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	16	16	16	16
Ing. Eduardo Robles García	14	14	14	14
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	15	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				15

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


.....
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas
Presidente


.....
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Asesor


.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado


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


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

**UNSCH****FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y contolar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R y la R.D. N° N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo titulado;

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

Autor : Jose Carlos Quispe Soto

Asesor : Edgar Tenorio Mancilla

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **siete por ciento (7 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2419136060

Ayacucho, 11 de noviembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

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

por Jose Carlos Quispe Soto

Fecha de entrega: 11-nov-2024 01:37p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2516125267

Nombre del archivo: Tesis_Jose_Carlos_Quispe_30-10-2024_parafraceado.docx
(9.51M)

Total de palabras: 14279

Total de caracteres: 74635

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

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	1 %	6 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5 %
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
4	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.uaaam.mx Fuente de Internet	<1 %
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**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**

José Carlos Quispe-Soto – Edgar Tenorio-Mancilla

Área de investigación: Biodiversidad

Línea de investigación: Mejoramiento genético agropecuario.

jose.soto.01@unsch.edu.pe

edgar.tenorio@unsch.edu.pe

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la finca del investigador ubicado en el anexo de San Luis del centro poblado de Gloriapata a 1,117 msnm, distrito de Santa Rosa, La Mar, Ayacucho; con los objetivos siguientes: Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de tomate de la variedad río grande, determinar el efecto de los niveles de guano de isla en el rendimiento de tomate de la variedad río grande y realizar el análisis de costo beneficio de los tratamientos estudiados. Los resultados alcanzados son los siguientes: La densidad de plantas presentó diferencia estadística en el rendimiento de tomate bajo los tres niveles de abonamiento. Obteniéndose el mayor rendimiento con una población de 60,000 plantas ha⁻¹, seguida de 40,000 plantas ha⁻¹ y finalmente 20,000 plantas ha⁻¹, Los niveles de guano de isla mostraron diferencia estadística en todos los parámetros evaluados, los mismos que fueron comparados con los tratamientos donde no se aplicó el guano de isla. En primer lugar, destacan los tratamientos donde se ha incorporado 3.0 t ha⁻¹, seguido de 1.5 t ha⁻¹ guano de isla. Los tratamientos con los que se obtienen el mayor índice de C/B fueron los tratamientos T9 (60000 plantas ha⁻¹ con 3.0 t ha⁻¹ de G.I) y T8 (60000 plantas ha⁻¹ con 1.5 t ha⁻¹ de G.I) con las que se logró el mayor índice de C/B de 1.62 y 1.58 y un beneficio neto de S/. 85,820.60 y S/. 75,589.40 respectivamente. El tratamiento T1 (20000 plantas ha⁻¹ sin G.I) resultó con un índice de B/C de -0.28, cuya actividad genera una pérdida de S/. 6,703.00

Palabras claves: *Densidad de plantas y Guano de isla*

PLANT DENSITY AND LEVELS OF ISLAND GUANO IN THE YIELD OF TOMATO (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM* MILL) OF THE VARIETY RÍO GRANDE, SANTA ROSA – AYACUCHO

ABSTRACT

The present research work was carried out on the researcher's farm located in the San Luis annex of the town center of Gloriapata at 1,117 meters above sea level, district of Santa Rosa, La Mar, Ayacucho; with the following objectives: Determine the influence of plant density on the tomato yield of the Río Grande variety, determine the effect of island guano levels on the tomato yield of the Río Grande variety and perform the cost analysis benefit of the treatments studied. The results achieved are the following: Plant density showed a statistical difference in tomato yield under the three fertilization levels. Obtaining the highest yield with a population of 60,000 plants ha⁻¹, followed by 40,000 plants ha⁻¹ and finally 20,000 plants ha⁻¹. The levels of island guano showed a statistical difference in all the evaluated parameters, the same as those that were compared with the treatments where island guano was not applied. Firstly, the treatments where 3.0 t ha⁻¹ has been incorporated stand out, followed by 1.5 t ha⁻¹ island guano. The treatments with which the highest C/B index were obtained were treatments T9 (60,000 plants ha⁻¹ with 3.0 t ha⁻¹ of G.I) and T8 (60,000 plants ha⁻¹ with 1.5 t ha⁻¹ of G.I) with which the highest C/B index of 1.62 and 1.58 and a net profit of S/. 85,820.60 and S/. 75,589.40 respectively. Treatment T1 (20,000 plants ha⁻¹ without G.I) resulted in a C/B index of -0.28, whose activity generates a loss of S/. 6,703.00

Keywords: Plant density and island guano

1. INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más importantes en la agricultura mundial y tiene un papel fundamental en la economía agrícola global. Es un alimento básico en la dieta de numerosos países y representa el 30% de la producción hortícola a nivel mundial, con alrededor de 4.6 millones de hectáreas sembradas y una producción total de aproximadamente 163.9 millones de toneladas. Debido a su relevancia en la canasta familiar, los sistemas de producción de tomate son especialmente importantes (FAO, 2013).

En el Perú, al igual que en el resto del mundo, el consumo de tomate es bastante popular debido a sus valiosas propiedades nutricionales. Esto ha llevado a un incremento sostenido en su demanda, así como en su producción y comercialización. En los últimos años, el aumento en la producción anual se ha debido, principalmente, a una mejora en el rendimiento, y en menor medida, a la expansión del área cultivada (Vera, 2013).

El tomate es una hortaliza de gran valor nutritivo, ya que aporta vitaminas A, B y C, además de minerales esenciales para una dieta equilibrada. Su cultivo se da en la costa y en los valles interandinos de la sierra, lo cual resulta económicamente rentable para los agricultores. Sin embargo, su producción suele requerir grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas, lo que conlleva riesgos de contaminación ambiental. Por esta razón, es importante buscar tecnologías más limpias que permitan mantener una productividad adecuada sin comprometer el entorno.

Una parte clave en el manejo del cultivo es seleccionar una densidad adecuada de plantas por hectárea. Esta práctica es esencial para optimizar las condiciones de crecimiento y lograr una mayor producción de frutos de buena calidad comercial. Implementar estas prácticas culturales permite mejorar la productividad del tomate de manera significativa.

Siendo el tomate un cultivo exigente en el consumo de nutrientes, como una alternativa para reducir el uso de fertilizantes sintéticos y conservar el recurso suelo se empleará como abono orgánico el guano de isla, con la finalidad de reducir el impacto de la incorporación del fertilizante químico en el campo de cultivo.

Bajo los argumentos descritos se considera los siguientes objetivos:

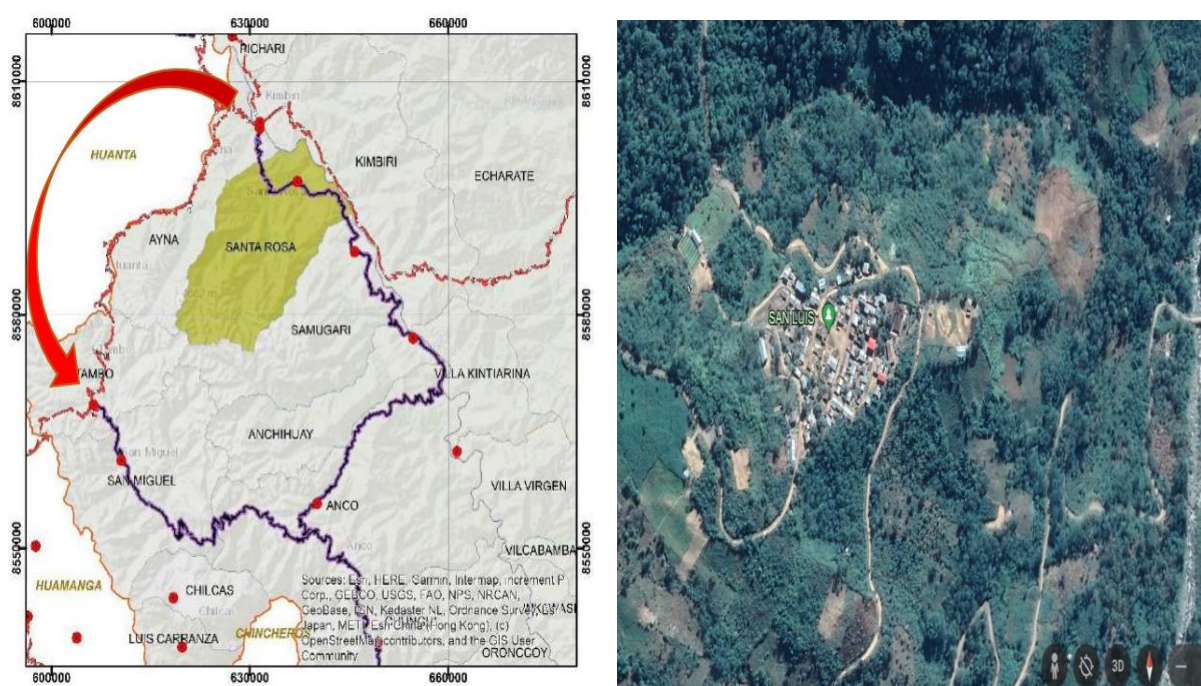
1. Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de tomate de la variedad río grande, Santa Rosa -Ayacucho.
2. Determinar el efecto de los niveles de guano de isla en el rendimiento de tomate de la variedad río grande, Santa Rosa - Ayacucho.
3. Realizar el análisis de costo beneficio de los tratamientos estudiados.

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la finca del investigador ubicado en el anexo de San Luis, a una altitud de 1,117 msnm el cual se encuentra dentro de la jurisdicción del VRAEM.

El distrito de Santa Rosa, es uno de los 11 que conforman la provincia de La Mar, en la región de Ayacucho. Su capital se encuentra a una altitud promedio de 730 msnm. Según datos geospaciales del IGN, el distrito abarca un área de 387.81 km², lo que lo convierte en el quinto distrito más extenso de la provincia y representa el 9.2% de la superficie total provincial, que es de 4,220.58 km².



2.2 Descripción de área de estudio

2.2.1 Suelo

La Tabla 2.1 presenta el análisis químico y físico del suelo del sitio de prueba, realizado en el laboratorio de análisis de suelo y foliar. Los resultados indican que la textura del suelo es franco arenoso (Fr-Ao), con un pH ligeramente ácido y una salinidad muy baja. El contenido de nitrógeno es orgánico y de nivel medio, mientras que el fósforo disponible es extremadamente

bajo. Además, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) efectiva de potasio es baja, y la proporción de cationes muestra un desequilibrio.

Tabla 2.1

Análisis físico y químico de la muestra de suelo del campo experimental

Análisis mecánico (%)	Arena	54.0	Franco arenoso
	Limo	30.0	
	Arcilla	16.0	
pH (H ₂ O)		5.5	Ligeramente ácido
C.E. (dS/m.)		7.1	Ligeramente salino
M.O. (%)		3.1	Medio
Nt (%)		0.16	Medio
Elementos disponibles (ppm)	P	29.0	Alto
	K	86.72	Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos de la institución INIA.

De acuerdo con Ibáñez y Aguirre (1983), la interpretación es la siguiente:

- El contenido total de nitrógeno (N) es de 0.16%, considerado como un nivel medio para este suelo.
- La materia orgánica (M.O.) representa un 3.1%, lo cual también se clasifica como nivel medio.
- La disponibilidad de fósforo (P) es de 29.00 ppm, lo que se considera alto.
- El potasio (K) disponible tiene un valor de 86.72 ppm, clasificado como bajo.
- El pH del suelo es de 5.5, lo que indica una acidez ligera, adecuada para el cultivo de tomate.
- En cuanto a la textura, el suelo tiene una composición de 54.30% de arena, 30.00% de limo y 16.00% de arcilla, clasificándolo como un suelo franco arenoso.

2.2.2 Guano de Isla

Análisis químico del guano de isla utilizado en el experimento

Elementos disponibles (%)	N	6.06
	P ₂ O ₅	7.72
	K ₂ O	3.02

Los resultados muestran que el porcentaje de nitrógeno y fosforo del Guano de Isla utilizado fue menor a los que señala proa bonos en su ficha técnica. Sin embargo, el contenido de potasio si se encuentra dentro del porcentaje señalado.

2.2.3 Características climáticas

El centro poblado de San Luis se encuentra en una zona de clima cálido, lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.

La Figura 2.1 indica que el periodo de mayor precipitación se presenta entre noviembre y abril, mientras que las precipitaciones más bajas se registran de mayo a octubre. Las temperaturas máximas alcanzan entre 30 y 35 °C. Las temperaturas mínimas, que se sitúan entre 19.2 y 20.2 °C, se observan entre mayo y agosto. Para el cultivo de tomate, las temperaturas óptimas oscilan entre 15 y 25 °C, y las precipitaciones elevadas favorecen su crecimiento y desarrollo.

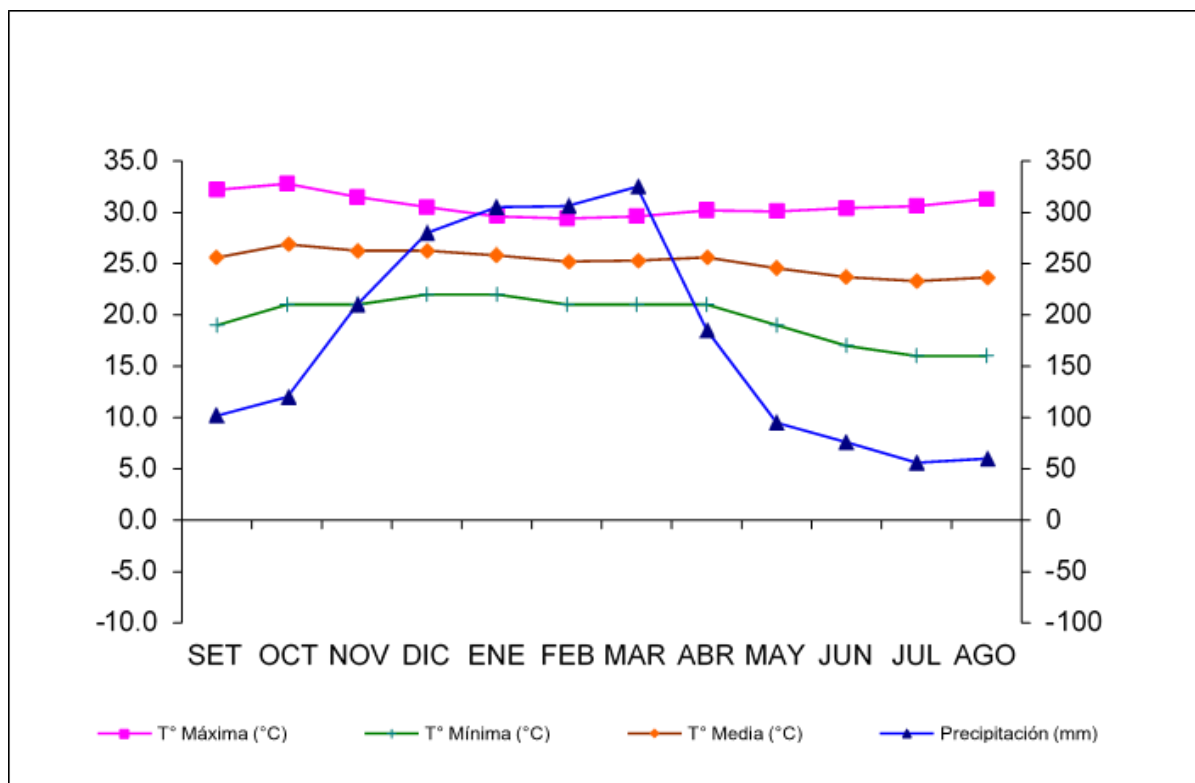
Cuadro2.1.

Temperatura máxima, mínima, media, y precipitación correspondiente a la campaña 2021-2022.

AÑO		2021-2022											
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
T° Máxima (°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° Mínima (°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° Media (°C)	27.1	26.6	25.4	24.9	24.5	24.5	25.5	26.3	27.5	28.6	29	28.6	
PP (mm)	310	335	348	185	84	73	60	57	87	95	137	218	

Figura 2.1.

Diagrama ombrotérmico que muestra la temperatura máxima, media y mínima, así como el balance hídrico de la campaña agrícola 2021-2022, registrado en la Estación Meteorológica de San Francisco, Ayacucho.



2.3 Planeamiento del experimento

2.3.1 Material Genético

El material genético empleado fue tomate de la variedad Rio Grande adquirido en una tienda agropecuaria de la ciudad de Ayacucho, el cual fue almacenado en el lugar del experimento 30 días antes del trasplante.

Las principales características son las siguientes:

- ✓ Nombre Común Tomate Río Grande
- ✓ Adaptación 600 – 1700 msnm
- ✓ Temperatura 18 – 24 °C
- ✓ Semillas por Gramo 250 – 300
- ✓ Semillas por hectárea 200 – 300 gr
- ✓ Días de germinación 8
- ✓ Días siembra cosecha 80
- ✓ Suelo franco arenosos a franco arcillosos, con pH de 5.8 – 6.8.

2.3.2 Diseño experimental

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) para distribuir las unidades experimentales, con un total de 9 tratamientos y 3 repeticiones (bloques). Los tratamientos factoriales resultan de combinar 3 densidades de plantas, 2 niveles de guano de isla y un testigo (sin guano de isla), dando como resultado 27 unidades experimentales en total.

2.3.3 Factores de estudio

Variables independientes

a. Densidad de plantas por hectárea

Indicadores

d1 = 20,000 plantas por hectárea

d2 = 40,000 plantas por hectárea

d3 = 60,000 plantas por hectárea

b. Niveles de guano de isla

Indicadores

g0 = 0.0 toneladas por hectárea

g1 = 1.5 toneladas por hectárea

g2 = 3.0 toneladas por hectárea

Variables dependientes.

Rendimiento del cultivo:

Indicadores

1. Días hasta la floración
2. Días hasta la primera cosecha
3. Altura de la planta
4. Número de racimos por planta
5. Rendimiento comercial de frutos según categorías1 Días a la floración

2.3.4 Definición de los factores en estudio:

a. Altura de planta

Para la medición de las alturas de las plantas de cada tratamiento, se tomaron las medidas entre el cuello y la yema apical del tallo principal de la planta, para el cual se utilizó un flexómetro.

b. Días a la primera cosecha

Se contabilizó el número de días transcurridos a partir de la cosecha.

c. Número de racimos por planta

Se contabilizó el número de racimos por cada planta de tomate.

d. Rendimiento comercial de frutos por categoría

La cosecha de frutos maduros se realizará en los surcos centrales de la parcela experimental de 10 plantas, la misma que se inferirá al rendimiento por hectárea, considerando las densidades de cada tratamiento.

Tabla 2. Tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	20,000 ptas.ha ⁻¹ x 0.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T2	20,000 ptas.ha ⁻¹ x 1.5 t.ha ⁻¹ guano de isla
T3	20,000 ptas.ha ⁻¹ x 3.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T4	40,000 ptas.ha ⁻¹ x 0.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T5	40,000 ptas.ha ⁻¹ x 1.5 t.ha ⁻¹ guano de isla
T6	40,000 ptas.ha ⁻¹ x 3.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T7	60,000 ptas.ha ⁻¹ x 0.0 t.ha ⁻¹ guano de isla
T8	60,000 ptas.ha ⁻¹ x 1.5 t.ha ⁻¹ guano de isla
T9	60,000 ptas.ha ⁻¹ x 3.0 t.ha ⁻¹ guano de isla

FUENTE: Elaboración propia

2.3.5 Características del campo experimental

Las características del campo experimental son:

a. Bloques

- ✓ Número de bloques : 03
- ✓ Largo del bloque : 18.0 m
- ✓ Ancho de bloque : 3.0 m
- ✓ Área del bloque : 54.0 m²

b. Calles

- ✓ Largo de la calle : 18.0 m
- ✓ Ancho de la calle : 1.0 m
- ✓ Número de calles : 04

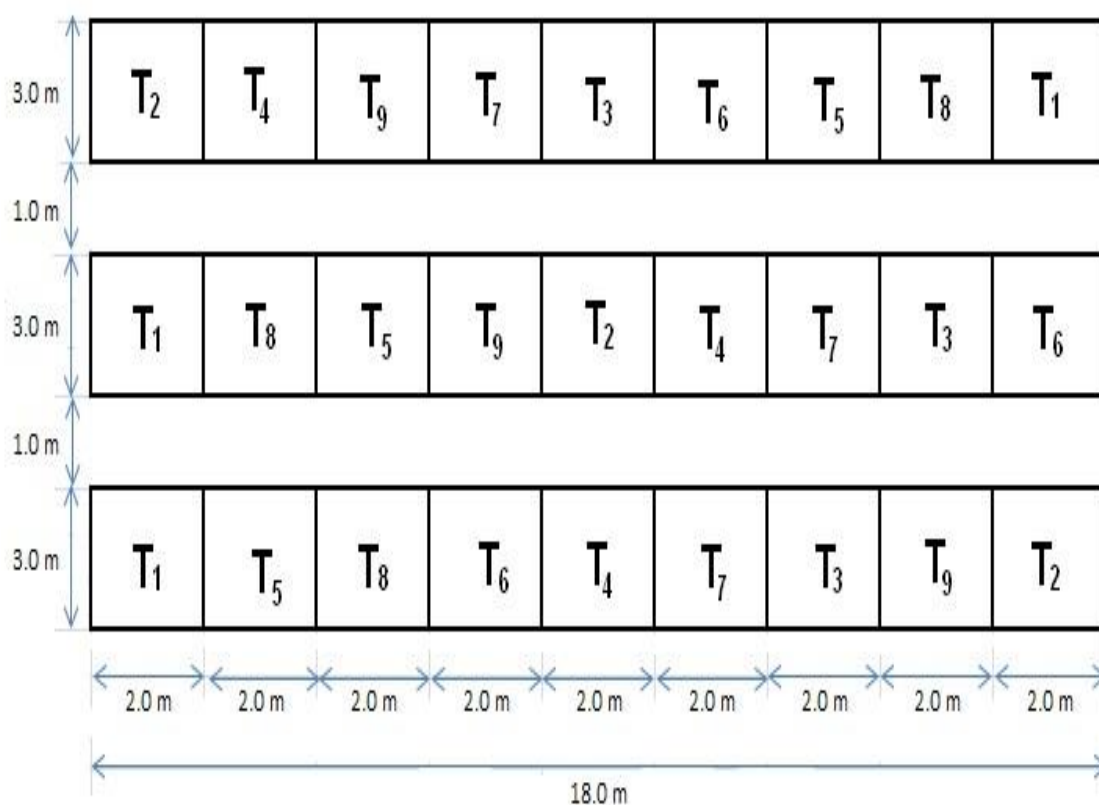
✓ Área total de la calle : 72.0 m²

c. Área total del experimento

✓ Área total de bloques : 162 m²

✓ Área total del experimento: 234 m²

d. Croquis del campo experimental



2.3.6. Características de la unidad experimental

a. Descripción de la unidad experimental

✓ Número de parcelas por bloque : 09

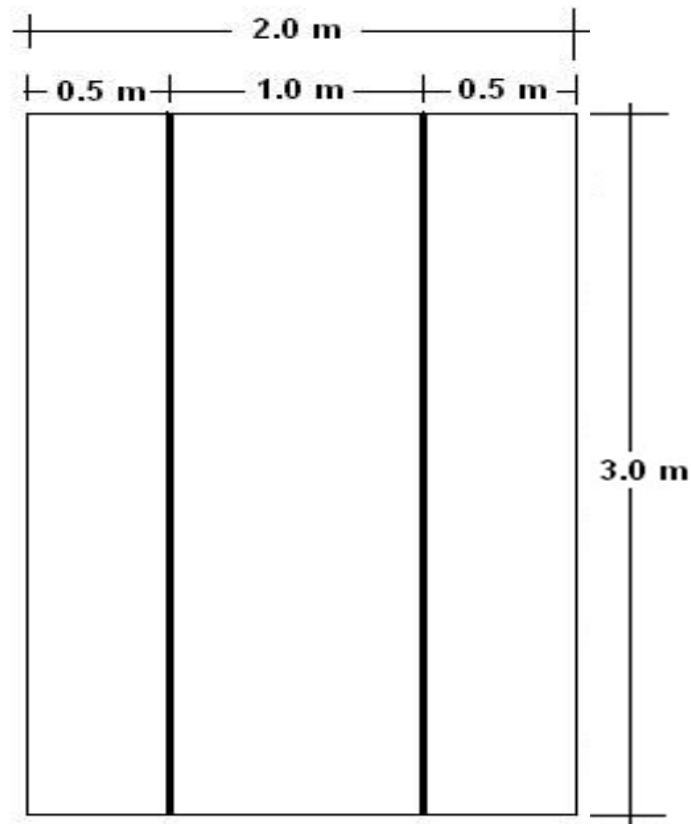
✓ Número de surcos por parcela : 02

✓ Distancia entre par de surcos : 1.0 m

✓ Distancia entre plantas : 0.5 m

✓ Número de plantas por golpe 1,2 y 3 : 12

b. Croquis de la unidad experimental



2.4 Conducción del experimento

2.4.1 Labores previas

a. Limpieza de terreno

Consistió en el tumbado de arbustos mediante el “macheteo”. Para luego limpiar el campo con el uso del fuego con el propósito de que se incorpore el carbonato de calcio para incrementar el pH del suelo. Actividad realizada el 05 de julio y el 25 de setiembre del 2021 respectivamente.

b. Preparación de camas de almácigo

La preparación de la cama de almácigo se realizó en un área de 3 metros cuadrados, donde se incorporó sustrato en una proporción de 1:1:1 de tierra agrícola, compost de café y arena fina. En la que se depositó la semilla a chorro continuo en surquitos de 10 cm y a una profundidad aproximado de 0.5 cm. Actividad realizado el 28 de agosto de 2021

c. Demarcación de las parcelas.

Se procedió a delimitar los bloques, parcelas, calles de acuerdo al distanciamiento, utilizando la wincha métrica, cordel y estacas. Actividad desarrollada el 15 de setiembre de 2021.

2.4.2 Labores de conducción del experimento

a. Apertura de hoyos

Se realizó la apertura de los hoyos a 0.50 m de distancia entre golpes en surcos alineados a 1.00 m entre ellos. Actividad desarrollada el día 16 setiembre de 2021

b. Abonamiento.

El guano de islas se incorporó de acuerdo a los tratamientos por golpe de 0 kg, 0.9 kg, y 1.80 kg para cada unidad experimental de acuerdo a los tratamientos, una semana antes del trasplante.

c. Plantación de plántulas de tomate

La plantación se realizó cuando las plantas tenían 15 cm de tamaño en promedio de acuerdo a las densidades de plantas previstas en cada tratamiento, las que se detallan a continuación:

Surcos de 1.00 m y 0.50 m entre golpes con una planta/golpe 20,000

Surcos de 1.00 m y 0.50 m entre golpes con dos plantas/golpe 40,000

Surcos de 1.00 m y 0.50 m entre golpes con tres plantas/golpe 60,000

Actividad desarrollada el día 03 de octubre de 2021

d. Riego.

Para evitar la deshidratación de las plántulas trasplantados, se aplicó un riego ligero. En adelante la parcela se condujo con las lluvias de temporada.

e. Deshierbo.

Esta labor se realizó de manera oportuna, durante todo el periodo fenológico del cultivo, con la finalidad de evitar la competencia de malezas con el cultivo por el agua, nutriente, luz y espacio. Actividad realizada cada 30 días a partir de la fecha de trasplante que acumularon 3 labores de deshierbo hasta finalizar la cosecha

f. Tutorado

El tutorado individual se instaló en todo el campo experimental colocando un rollizo con un diámetro de 1.5 pulgadas y una altura de 1.40 metro, los que fueron fijados con el uso de una barreta y comba respectivamente. En seguida se utilizó rafia para sujetar la planta de tomate durante el crecimiento y desarrollo de los frutos. Actividad desarrollada el 08 de noviembre de 2021.

g. Control fitosanitario

Se realizó la aplicación de insecticida a base de emamectin benzoato y fungicida a base de Metalaxyl + Mancozeb con una frecuencia de 20 días a partir del inicio de floración. Actividad realizada el 15 y 30 de noviembre de 2021, 15 de diciembre de 2021

h. Cosecha.

La cosecha se efectuó manualmente, cuando el cultivo de tomate a alcanzado su madurez fisiológica la que se desarrolló de forma escalonada. La primera cosecha se realizó el 22 de diciembre de 2021, la segunda cosecha 29 diciembre, la tercera cosecha 5 de enero y la cuarta cosecha el 12 enero, y quinta cosecha 18 de enero de 2022. Las evaluaciones fueron registradas conjuntamente con la cosecha determinando los parámetros previstos a evaluar.

2.5 Parámetros de evaluación

2.5.1 Altura de planta

La altura de la planta se evaluó midiendo todas las plantas en cada unidad experimental, desde la base del tallo hasta el ápice de la rama más alta, expresada en metros. Para esto se utilizó un flexómetro calibrado en centímetros, y los datos se registraron en la libreta de campo correspondiente. Esta actividad se realizó el 31 de enero de 2022.

2.5.2 Días a la primera cosecha de tomate

Se contabilizará el número de días transcurridos a partir del trasplante hasta la primera cosecha

2.5.3 Número de racimos por planta

Se contabilizó el número de racimos por planta de tomate en cada cosecha, los que fueron registrados en la libreta de campo.

2.5.4 Peso de fruto comercial por planta

El peso de los frutos cosechados por tratamiento en los cuatro momentos o fechas de cosecha se midió utilizando una balanza de precisión. Los datos obtenidos se registraron en la matriz de datos de la libreta de campo. Esta información se compiló sumando los pesos de los frutos recolectados en los tres momentos de cosecha de frutos con madurez comercial.

2.5.5 Rendimiento del fruto comercial de tomate (kg ha⁻¹)

Finalmente, con el peso de los frutos cosechados en cada unidad experimental se calculó el rendimiento, expresado en kilogramos por hectárea de tomate. Los resultados se registraron en la libreta de campo de acuerdo con el esquema del experimento y luego se ingresaron en una hoja de cálculo para su procesamiento.

2.5.6 Análisis estadístico

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con un arreglo factorial que combina 3 densidades de plantas, 2 niveles de guano de isla y un testigo, dando un total de 9 tratamientos. El análisis estadístico se realizará mediante un análisis de varianza (ANVA) de las variables estudiadas. Si se encuentran diferencias significativas, se aplicará la prueba de Tukey (0.05) para identificar las diferencias entre tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Altura de planta en el tomate

Tabla 3.1

Análisis de Variancia de la altura de planta de tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho

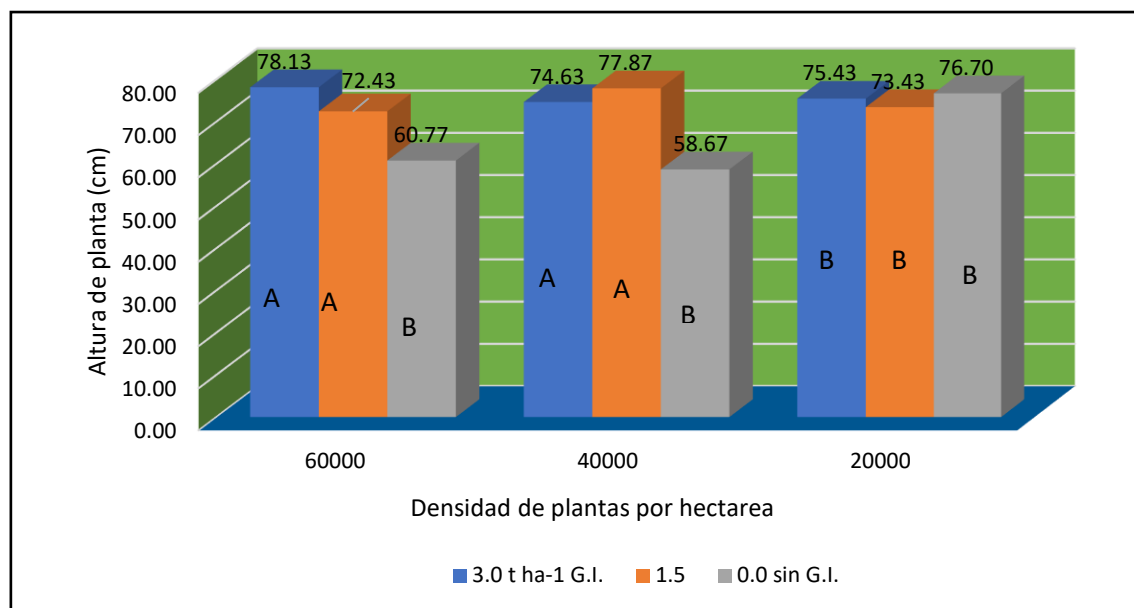
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	12.73	6.37	1.27	0.3068 ns
Densidades(D)	2	135.69	67.85	13.57	0.0004 **
Guano Isla (G)	2	604.88	302.44	60.49	<0.0001 **
Inter D x G	4	520.14	130.03	26.01	<0.0001 **
Error	16	80.00	5.00		
Total	26	1353.44			

C.V. = 3.10 %

La Tabla 1 del ANVA indica una alta significación estadística en la interacción entre la densidad de plantas y los niveles de guano de isla, lo cual permite analizar los efectos individuales de los factores estudiados. El coeficiente de variación refleja un nivel de precisión adecuado.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos simples de la altura de planta en en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.1 de la prueba de Tukey de los efectos simples de los diferentes niveles de abonamiento con Guano de Isla en cada densidad de plantas para la altura de planta, se observa que la mayor altura se alcanza con el mayor nivel de Guano de Isla en la densidad de 60000 plantas por hectárea con un valor de 78.13 cm, también una mayor altura de planta se alcanza con el nivel medio de la densidad de planta y con 1.5 t ha⁻¹ del abonamiento con Guano de Isla

Acosta (2016) informó que, al finalizar la cosecha, las variedades híbridas de tomate Strabo, Cedral y Daniela mejorado alcanzaron alturas de 270.67 cm, 251.67 cm y 250 cm, respectivamente, valores superiores a los de este estudio. Esto podría atribuirse al efecto de la temperatura en el invernadero, ubicado a 2685 msnm.

Por otro lado, Vera (2013) en su investigación sobre "Densidad de siembra, poda y tutorado en el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L. var. 'Galilea') en zona árida-Arequipa" reportó la altura de la planta a los 87 días después del trasplante, con valores que oscilan entre 41.07 cm y 113.87 cm. Los tratamientos que alcanzaron mayor altura fueron: T5 (4 brazos y

27,778 plantas por hectárea) con 113.87 cm, T2 (3 brazos y 27,778 plantas por hectárea) con 112.07 cm, y T6 (4 brazos y 13,889 plantas por hectárea) con 109.13 cm. El menor valor lo obtuvo el testigo T1 (sin poda, sin tutorado y 13,889 plantas por hectárea), con 41.07 cm.

3.2 Días a la primera cosecha del tomate

Tabla 3.2

Análisis de Variancia de los días a la primera cosecha de tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa – Ayacucho

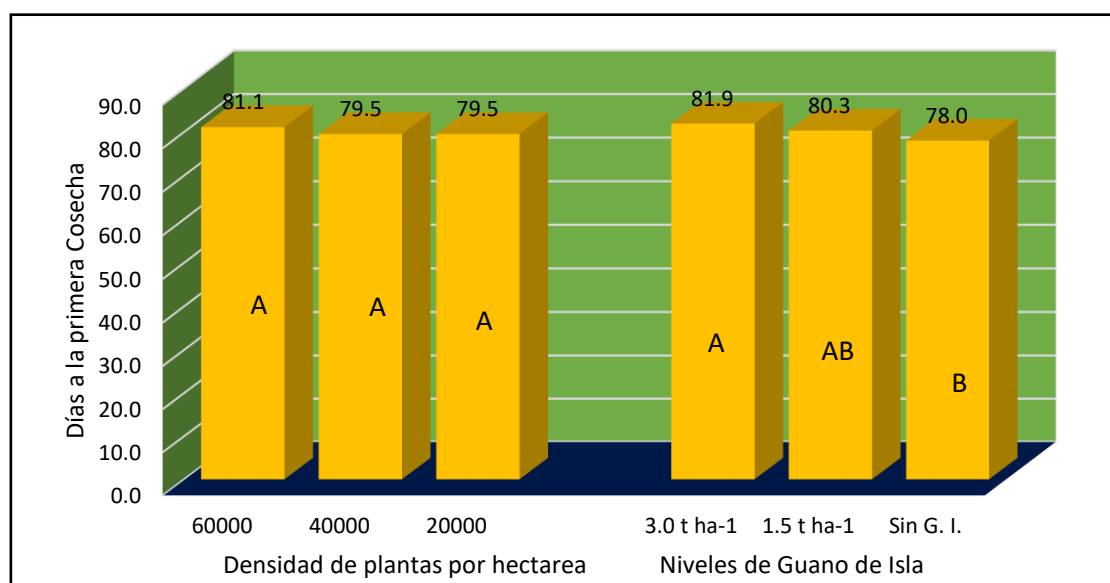
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	14.52	7.26	0.78	0.4749 ns
Densidades(D)	2	14.52	7.26	0.78	0.4749 ns
Guano Isla (G)	2	68.96	34.48	3.71	0.0475 *
Inter D x G	4	29.04	7.26	0.78	0.5541 ns
Error	16	148.81	9.30		
Total	26	275.85			

C.V. = 3.81 %

La tabla 3.2 del ANVA del día a la primera cosecha del tomate se observa significación estadística para el efecto principal de los niveles de Guano de Isla, resultado que permite el análisis de sus efectos principales. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales del efecto principal de los días a la primera cosecha en las diferentes densidades de plantas y los niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.2 de la prueba de Tukey de los días a la primera cosecha de tomate en sus efectos principales de los factores en estudio, se observa un mayor periodo en la primera cosecha cuando se abona con un máximo nivel de Guano de Isla, alcanzando la cosecha a los 81.9 días, también se observa cuando no se abona el tiempo de cosecha se da a los 78 días después del trasplante

Ortiz (2016) manifiesta, que en el experimento realizado bajo invernadero a una altitud de 1726 msnm la variedad con mayor precocidad fue Balsam y Sharifa con 95 ddt. mientras las variedades con menos precocidad fueron Aisha y Lojain con 102 ddt.

3.3 Número de racimos por planta

Tabla 3.3

Análisis de Variancia del número de racimos por planta de tomate en las diferentes densidades y niveles de guano de isla. Santa Rosa - Ayacucho

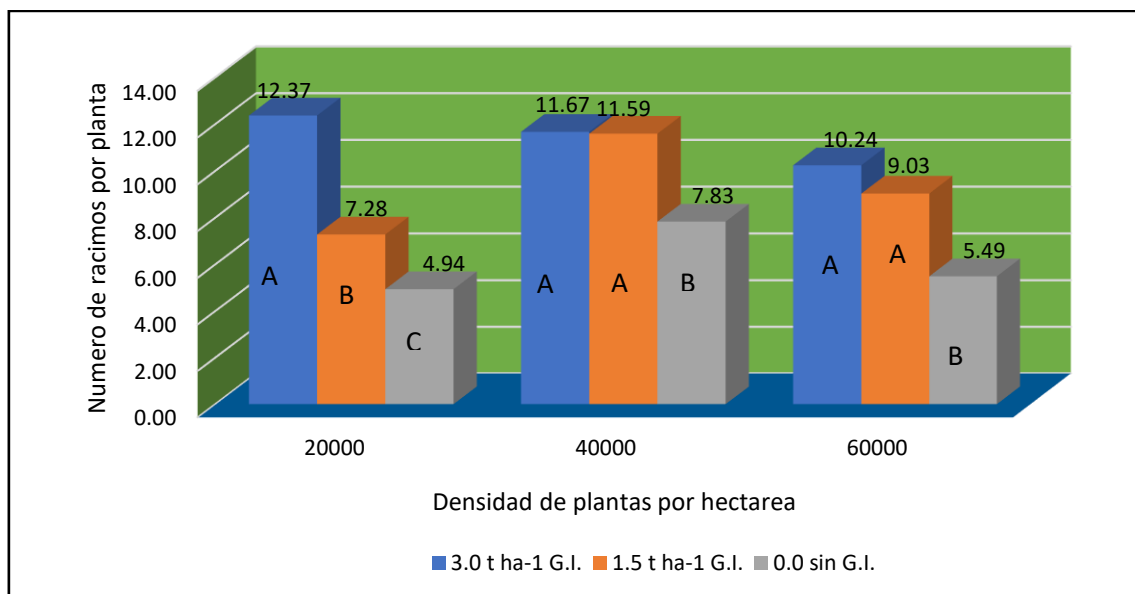
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.26	0.13	0.54	0.5930 ns
Densidades(D)	2	27.41	13.70	55.90	<0.0001 **
Guano Isla (G)	2	130.09	65.05	265.33	<0.0001 **
Inter D x G	4	21.91	5.48	22.34	<0.0001 **
Error	16	3.92	0.25		
Total	26	183.59			

C.V. = 5.54 %

En la tabla 3.3 se observa alta significación estadística para la interacción densidades de plantas y los niveles de Guano de Isla, resultado que permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio en forma dependiente. El coeficiente de variación muestra buena precisión del experimento

Figura 3.3

Prueba de Tukey del efecto simple del número de racimos en las densidades de planta en cada nivel de Guano de Isla en el número de racimos por planta. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.3 de la prueba de Tukey del número de racimos por planta en el tomate, muestra que no hay diferencia estadística entre las densidades de plantas, pero existe superioridad en la densidad de baja de 20000 plantas con un valor de 12.37 en el nivel de abonamiento de 3.0 t ha⁻¹ de Guano de Isla, también se observa un menor número de racimos en la densidad baja y cuando no se abona.

3.4 Peso de fruto comercial por planta de tomate

Tabla 3.4

Análisis de Variancia del peso de frutos por planta de tomate en las diferentes densidades y los niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho

Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.0035	0.0017	0.20	0.8239 ns
Densidades(D)	2	0.02	0.01	1.28	0.3062 ns
Guano Isla (G)	2	9.27	4.64	523.24	<0.0001 **
Inter D x G	4	0.39	0.10	10.98	0.0002 **
Error	16	0.14	0.01		
Total	26	9.83			

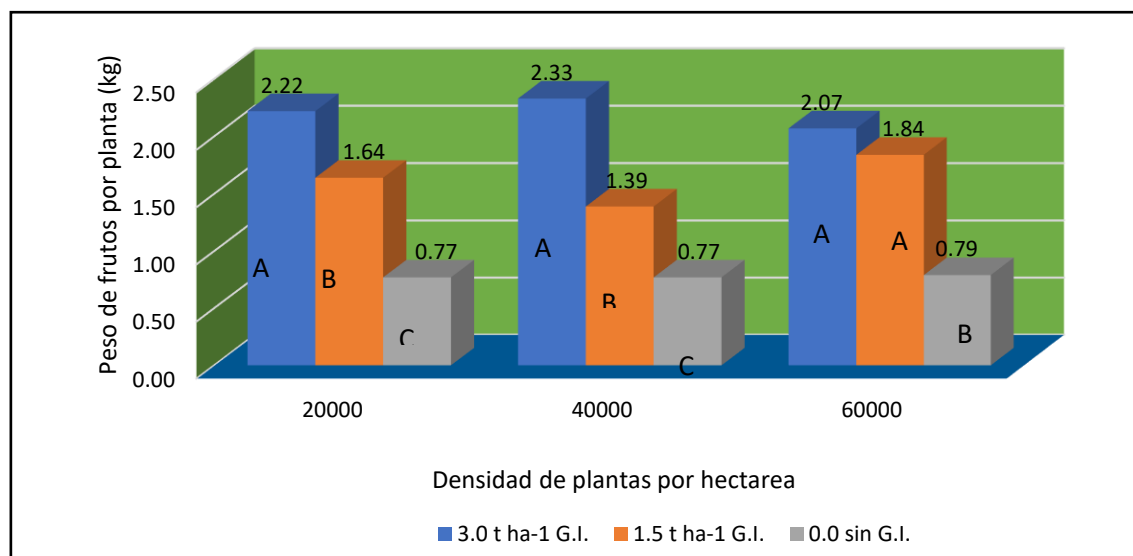
C.V. = 6.13 %

La tabla 3.4 del ANVA, se observa alta significación estadística en la interacción de la densidad y el guano de isla en el peso de frutos por planta, este resultado permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio. El análisis de los efectos simples significa que debemos

estudiar la densidad en cada nivel de abonamiento con Guano de Isla. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión que explica la buena conducción del experimento, además tener buena confianza en los resultados.

Figura 3.4

Prueba de Tukey del efecto simple del peso de tomates por planta en las densidades siembra y en cada nivel de abonamiento con Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La figura 3.4 bajo la prueba de Tukey, muestra los efectos simples de los niveles de Guano de Isla en cada densidad de plantas, donde la densidad de 20000 y 40000 plantas por hectárea y en el nivel alto de Guano de Isla muestra el mayor peso de frutos por planta, con valores de 2.22 y 2.33 kg. El menor peso de frutos de tomate por planta es menor cuando no hay adición del abonamiento orgánico

3.5 Rendimiento de fruto comercial de tomate por hectárea

Tabla 3.5

Análisis de Variancia del Rendimiento de frutos comerciales de tomate por hectárea en las diferentes densidades y los niveles de Guano de isla. Santa Rosa - Ayacucho

Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.64	0.32	0.05	0.9496 ns
Densidades(D)	2	15316.31	7658.16	1243.69	<0.0001 **
Guano Isla (G)	2	12740.89	6370.45	1034.56	<0.0001 **
Inter D x G	4	2413.67	603.42	98.00	<0.0001 **

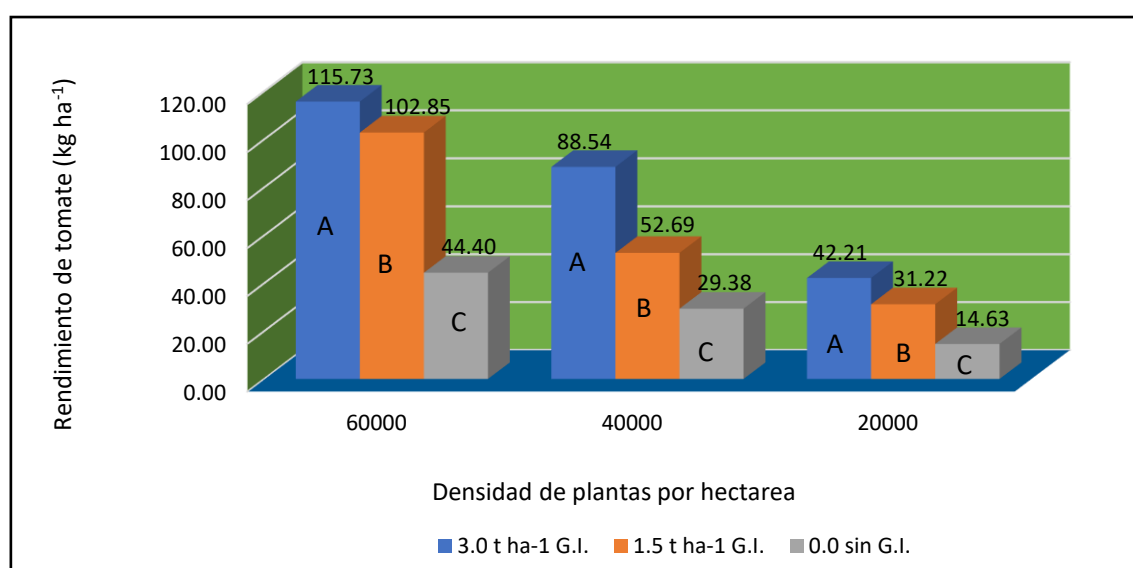
Error	16	98.52	6.16
Total	26	30570.04	

C.V. = 4.28 %

En la tabla 3.5 del ANVA, muestra alta significación estadística en la interacción de la densidad y el guano de isla en el rendimiento de frutos comerciales por hectárea, resultado que permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio. El análisis de los efectos simples significa que debemos estudiar los factores en forma dependiente. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión que explica la buena conducción del experimento, además tener buena confianza en los resultados

Figura 3.5

Prueba de Tukey del efecto simple del rendimiento de frutos comerciales del tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho



La Figura 3.5, según la prueba de Tukey, muestra los efectos individuales del abonado con guano de isla en cada densidad de siembra. El rendimiento más alto se obtuvo en la densidad más elevada con la aplicación de 3.0 t ha⁻¹ de guano de isla, alcanzando 115.73 t ha⁻¹, superando a los demás niveles. En contraste, el menor rendimiento de frutos de tomate se observó en la densidad de 20,000 plantas cuando no se aplicó abonado orgánico.

Vera (2013) menciona que el uso del sistema de tutorado en el cultivo de tomate resulta beneficioso, ya que los tratamientos con tutorado lograron hasta siete cosechas, mientras que el

grupo sin poda ni tutorado solo alcanzó cinco. Esto resultó en mayores rendimientos comerciales, frutos más limpios y plantas más robustas (p. 86).

Acosta (2016) reporta que la variedad híbrida Strabo alcanzó el mejor rendimiento, con 449,409.6 kg/ha y un excelente diámetro polar y ecuatorial de 7.42 cm y 7.66 cm, respectivamente (p. 58).

Los rendimientos obtenidos en este estudio son menores que los registrados por los autores citados; sin embargo, es importante señalar que este experimento se realizó a 4100 msnm, donde las condiciones climáticas, en particular la marcada diferencia de temperatura entre el día y la noche dentro del invernadero, afectaron significativamente el desarrollo de los frutos.

3.6 Análisis Económico

Tabla 3.6

Rendimiento de frutos comerciales del tomate en las diferentes densidades y niveles de Guano de Isla. Santa Rosa - Ayacucho

Tratamientos	Descripción de los tratamtos	Rdto (kg/ha)	Costo de producción (S/)	Precio de venta x kg (S/)	Beneficio Bruto (S/)	Beneficio neto (S/)	Costo /Beneficio (C/B)
T1	d1xg0	14,630	24,259.00	1.2	17,556.00	-6,703.00	-0.28
T2	d1xg1	31,223	30,379.00	1.2	37,467.60	7,088.6.60	0.23
T3	d1xg2	42,206	35,119.00	1.2	50,647.20	15,528.20	0.44
T4	d2xg0	29,382	28,009.00	1.2	35,258.40	5,054.40	0.17
T5	d2xg1	52,693	35,689.00	1.2	63,231.60	27,542.60	0.77
T6	d2xg2	88,540	46,369.00	1.2	106,248.00	59879.00	1.29
T7	d3xg0	44,404	31,759.00	1.2	53,284.80	21,525.80	0.68
T8	d3xg1	102,907	47,899.00	1.2	123,488.40	75,589.40	1.58
T9	d3xg2	115,733	53,059.00	1.2	138,879.60	85,820.60	1.62

La Tabla 3.6 presenta el análisis económico de los tratamientos, donde se detalla el costo total de producción para cada uno, considerando los costos de producción, el rendimiento y un precio de venta de 1.2 soles por kilo de tomate de primera y segunda categoría, colocado en chacra.

En la tabla, se observa que el tratamiento T1 mostró un índice de rentabilidad negativo. Sin embargo, los demás tratamientos tuvieron índices superiores a cero, lo que indica que generaron ganancias económicas y demuestra la rentabilidad de esta actividad para los productores de tomate en la comunidad de San Luis, en el centro poblado de Gloriapata, distrito de Santa Rosa. Los tratamientos T9 y T8 alcanzaron los índices más altos de beneficio/costo (C/B), con valores

de 1.62 y 1.58, y beneficios netos de S/. 85,820.60 y S/. 75,589.40, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento T1 presentó un índice C/B negativo de -0.28, lo que resultó en una pérdida de S/ 6,703.00 para el productor.

4. CONCLUSIONES

Bajo el procedimiento en las que se realizó el experimento se logró las siguientes conclusiones:

1. La densidad de plantas presentó diferencia estadística en el rendimiento de tomate bajo los tres niveles de abonamiento. Obteniéndose el mayor rendimiento con una población de 60,000 plantas ha^{-1} , seguida de 40,000 plantas ha^{-1} y finalmente 20,000 plantas ha^{-1}
2. Los niveles de guano de isla mostraron diferencia estadística en todos los parámetros evaluados los mismos fueron comparados con el testigo. En primer lugar, destacan los tratamientos donde se ha incorporado 3.0 t ha^{-1} , seguido de 1.5 t ha^{-1} de guano de isla.
3. Los tratamientos con los que se obtienen el mayor índice de C/B fueron los tratamientos T9 (60000 plantas ha^{-1} con 3.0 t ha^{-1} de G.I) y T8 (60000 plantas ha^{-1} con 1.5 t ha^{-1} de G.I) con las que se logró el mayor índice de C/B de 1.62 y 1.58, con beneficios netos de S/. 85,820.60 y S/. 75,589.40, respectivamente. El tratamiento T1 (20000 plantas ha^{-1} sin G.I) resultó con un índice de C/B de -0.28, cuya actividad genera una pérdida de S/. 6,703.00

5. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes recomendaciones:

1. Promover el cultivo de tomate manejando una población de 60,000 plantas ha^{-1} las que deben estar distanciados a 1.00 m entre surcos y 0.5m entre golpes manejando 3 plantas por cada golpe, con tutor individual y poda a un brazo.
2. Incorporar 3.0 t. ha^{-1} de guano de isla con el propósito de obtener mayores rendimientos del cultivo de tomate.
3. Manejar una población de 60,000 plantas ha^{-1} incorporando 3.00 t ha^{-1} de guano de isla para obtener mayor costo beneficio del cultivo.

6. REFERENCIAS

- Acosta. P (2019) *Evaluación del comportamiento agronómico de nuevos híbridos de tomate hortícola "Lycopersicum esculentum" bajo cubierta plástica*. UTA (Cevallos), 32-58
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/19038>
- Bernacer (2016) *Dieta y nutrición: Tomate* [en línea]. Consultado: 20 julio del 2021. Disponible en, <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/propiedades-nutricionales-del-tomate-13085>
- CENTA. (2018). *Cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum)*. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. Honduras.
- CORPOICA (2006) Boletín Técnico: *El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero*. Centro de Investigación La Selva Rio negro, Antioquia, Colombia. Editado en <https://docplayer.es/20672792-El-cultivo-de-tomate-bajo-invernadero.html>
- FAO (2013) *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana* [en línea]. Consultado: 12 de julio del 2021, <http://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Gamboa, M. (2012) *Productos a partir de tomate, características y posibilidades de innovación* (en línea). Congreso Nacional de Tomate. Cartago, Costa Rica. 41 p. Consultado: 25 julio del 2021, <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00310.pdf>
- GIZ-PROAGRO y DGPASA. (2017). *Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas*. Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario. La Paz, Bolivia: Unidad de comunicacion, GIZ/PROAGRO.
- InfoAgro, (2020) *El cultivo del tomate (Parte I)* [en línea]. Consultado: 08 de agosto del 2021, https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate_parte_i.asp
- INTA, (2010) *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate* [en línea]. Consultado el 08 de agosto del 2021 en: <http://www.fao.org/3/i1746s/i1746s.pdf>
- Juárez, et al (2015) *Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero*. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas vol.6 no.5 Texcoco. [En línea]. Consultado: 10 de agosto del 2021, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500003
- Martínez, et al (2002) *Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes*. Departamento de Fisiología, Universidad de León y Hospital de León. España [en línea]. Consultado: 20 de julio del 2021, <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>

- MIDAGRI, (2018) *Boletín Estadístico Mensual “el agro en cifras”* [en línea]. Consultado: 20 de julio del 2021 en, https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/agro-cifras/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-dic18_250319.pdf
- NATURSAN, (2015) *Tomates: beneficios y propiedades. Cualidades nutricionales del Tomate* [en línea]. Consultado: 25 julio del 2021, <https://www.natursan.net/tomates-beneficios-y-propiedades/>
- Ortiz (2016) *Evaluación de cuatro variedades de tomate (lycopersicon esculentum mill) bajo invernadero, en el centro de investigación y producción Santo Tomas - Pichirhua - Abancay.* <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/37/1/Tesis%20-%20Evaluacion%20de%20cuatro%20variedades%20de%20tomate%20bajo%20invernadero.pdf>
- Peralta, et al (2008) Taxonomía of wild tomatoes and their relatives (*Solanum sections Lycopersicoides, Juglandifolia, Lycopersicon; Solanaceae*). Systematic Botany Monographs [en línea]. Consultado: el 20 de julio del 2021, https://www.researchgate.net/publication/260181536_Taxonomy_of_Wild_Tomatoes_and_Their_Relatives_Solanum_sect_Lycopersicoides_sect_Juglandifolia_sect_Lycopersicon_Solanaceae
- Salinas, et al (1994) *Efecto del Sistema de Tutorado, Poda de Tallos y Poda de Hojas Sobre la Calidad del Fruto del Tomate (Lycopersicun esculentum Mill).* Revista Agronomía Colombiana [en línea]. Consultado: 10 de agosto del 2021, <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/28000/28250>
- Santorromán, I. (2012) *Aislamiento y Caracterización Genética de Nuevos Mutantes Alterados en el Desarrollo Vegetativo y Reproductivo de Tomate.* Trabajo de Investigación para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Almería. España [en line]. Consultado: 20 de julio del 2021, http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/1560/PROYECTO_Isabel%20M%C2%AA%20Santorroman.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- TOMSYSTEM, (2021) *Tutorado de tomates en invernadero* [en línea]. Consultado: 10 de agosto del 2021, <https://tomsystem.mx/tutorado/tutorado-de-tomates-en-invernadero/>
- Vera. Q. (2013) *Densidad de siembra, poda y tutorado en el rendimiento de tomate (Solanumlycopersicum L. var. 'Galilea') en zona árida.* UNAS (Arequipa), 57-81 <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4158>

Villegas, et al (2004) *Crecimiento y Rendimiento de Tomate en Respuesta a Densidades de Población en Dos Sistemas de Producción*. Revista Fitotecnia Mexicana. México. [En línea]. Consultado: 12 de julio del 2021, <http://www.redalyc.org/pdf/610/61027405.pdf>