

INTRODUCCIÓN

El tomate es la segunda hortaliza más importante del mundo en cuanto a volumen producido después de la papa. Su importancia no sólo se refiere a la producción sino también a los valores comercializados internacionalmente. De acuerdo a los datos suministrados por Naciones Unidas (FAO, 2013), la evolución productiva mundial fue positiva, incrementándose en un 44% en los últimos 10 años (Viteri, 2013).

El cultivo de tomate es una de las principales actividades agrícolas en Bolivia, por la generación de ingresos para los productores, la superficie sembrada, las múltiples formas de consumir la hortaliza; sin embargo, es uno de los más riesgosos de realizar, debido al ataque de plagas y a la fluctuación de precios del mercado nacional (MDRyT, 2017).

En los municipios de Cercado, San Lorenzo y Uriondo, el tipo de tomate de mayor producción en el 2008 fue el tomate Perita, el 83,4% de los productores lo cultivan, entre las variedades de este tipo de tomate tenemos: Río Grande, Río fuego, Bonanza, Santa Clara, Santa Delia y Lérica. El 16,3% de los productores cultivan el tomate de tipo redondo o manzano, las variedades cultivadas son, Floradade y Larga Vida. Finalmente, el Tomate cherry sólo es cultivado por el 0,3% de los productores y la variedad cultivada es la Red Cherry (CIEPLANE, 2013).

En la actualidad, una de las prácticas que está logrando amplia difusión en la producción de tomate es el uso de injertos con el fin de adaptar variedades con buenas características de tolerancia a factores limitantes como nematodos, salinidad, enfermedades bacterianas o de suelo, entre otros. con variedades susceptibles, pero de muy alta productividad y calidad. A pesar de ello, en Bolivia aún no existe el uso de injertos, ni la oferta del servicio en las empresas especializadas en la producción de plántulas para el cultivo de hortalizas (MDRyT, 2017).

El injerto es un método de propagación vegetativa que consiste en unir una especie vegetal ya asentada (patrón, portainjerto o pie) con la variedad que se quiere injertar

(variedad de injerto) para que juntas crezcan cómo un único organismo; por así decirlo se cultiva una planta con la raíz de otra (Horticultivos, 2016).

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los rendimientos del cultivo de tomate pueden reducirse drásticamente por las diversas enfermedades del suelo las cuales pueden ser fungosas, bacterianas y las causadas por nemátodos como así también por una serie de condiciones adversas como ser la salinidad y la sequía lo que afecta los medios de vida de las familias rurales que se dedican a este rubro.

Ante esto una alternativa viable es el uso de la técnica del injerto ya que esta aporta beneficios como mejora de la resistencia a enfermedades, aumento de la tolerancia a condiciones adversas, incremento de la producción y calidad de los frutos, mejora de la durabilidad y vida útil de las plantas, y optimización del uso de recursos lo que hace que los injertos sean una herramienta importante en la producción del cultivo de tomate (Rojas, 2010).

Para la comunidad de Guerrahuayco, el cultivo de tomate constituye una de las principales fuentes de ingresos económicos para las familias rurales, por ello es de suma importancia implementar nuevas técnicas que vayan a contribuir a la mejora de la producción de este cultivo como lo es la técnica del injerto ya que una de las principales ventajas que ofrece, es el incremento de los rendimientos en la producción.

En el aspecto social, la evaluación agronómica de la técnica del injerto en el cultivo de tomate, busca mejorar la productividad del mismo logrando obtener de esta manera rendimientos más altos y por ende lograr un mayor beneficio económico para los productores.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Mejorar la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con la implementación de la técnica del injerto mediante el uso de un patrón silvestre en la comunidad de Guerrahuayco – Tarija.

Objetivos específicos

- Evaluar la fenología de las variedades injertadas y de las variedades testigo.
- Evaluar el rendimiento de las variedades injertadas versus las variedades testigo.
- Realizar una evaluación económica por tratamientos en base al índice B/C.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H_0). No existen diferencias significativas en cuanto a rendimiento entre las variedades injertadas versus las variedades no injertadas.

Hipótesis alternativa (H_1). Existen diferencias significativas en cuanto a rendimiento entre las variedades injertadas versus las variedades no injertadas.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL TOMATE

El tomate, o *Lycopersicon esculentum*, es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica y más concretamente en la región andina, aunque posteriormente fue llevado por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el Continente.

Todavía en la actualidad se encuentra silvestre en algunas de esas zonas, y precisamente las investigaciones y mejoras genéticas, para lograr cierto tipo de resistencias, se realizan sobre esas plantas autóctonas (Rodríguez, 2001).

Los hallazgos arqueológicos de civilizaciones preincaicas del norte del Perú, permiten afirmar que estas civilizaciones ya cultivaban y consumían el tomate en variedades que no se conocen en otras partes del mundo:

Dichos hallazgos señalan que la domesticación del tomate se produjo en dos etapas: la primera en los Andes, por selección de semillas y por auto fecundación; la segunda etapa se lleva a cabo en México, donde las civilizaciones prehispánicas maya y azteca continuaron su domesticación. Se han encontrado pruebas en México de que el tomate ya se cultivaba hacia el año 700 AC. Es probable que las civilizaciones que habitaban en los actuales territorios de México y Perú domesticaran las plantas del tomate de forma coetánea. Ambos países defienden que el cultivo del tomate es propio de sus respectivos territorios. Fue en las ciudades aztecas donde por primera vez los españoles observaron su cultivo. En 1559 Hernán Cortes encontró estos frutos en los jardines del Emperador Moctezuma en Tenochtitlan. Hernán Cortes trajo consigo en un viaje de regreso a España plantas y semillas y así comenzó la expansión de las plantas de tomate hasta el día de hoy (Unversitat Jaume, 2019).

1.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Estimaciones de la FAO indican que el tomate es la hortaliza más cultivada e importante en el mundo, siendo el consumo fresco e industria los dos principales destinos de producción, alcanzando en el año 2013; 4,7 millones de hectáreas (ha) y una producción de 164 millones de toneladas (t) (Torres, 2017).

El incremento paulatino de las áreas destinadas a la producción del cultivo de tomate en los últimos años a nivel mundial y, a su vez, el aumento del rendimiento por unidad de superficie, se han conjuntado para que el tomate sea una de las hortalizas más consumidas y distribuidas en todas las regiones del mundo. De igual manera, ha influido la creación de nuevas variedades que presentan mayor tiempo de conservación, mayor adaptabilidad para los ciclos de cultivo, diferentes formas, tamaños y colores; innovando de esta manera un mercado exigente, que demanda un producto con buenas propiedades organolépticas, excelente presentación y buen precio (SEMARNAT, 2008).

Tabla 1. Países importantes (ranking 10) en la producción de tomate

País	Producción (tn)	Superficie (ha)
China	59.626.900	1.033.276
India	20.708.000	797.000
Irán	20.708.000	153.735
Estados Unidos	10.910.990	126.070
Egipto	7.297.108	182.444
Italia	6.015.868	99.750
España	5.163.466	60.852
México	4.243.058	92.993
Brasil	4.230.150	61.534
Turquía	1.275.000	187.070
Argentina	1.000.000	17.000
Chile	993.076	15.833

Fuente: Faostat 2017.

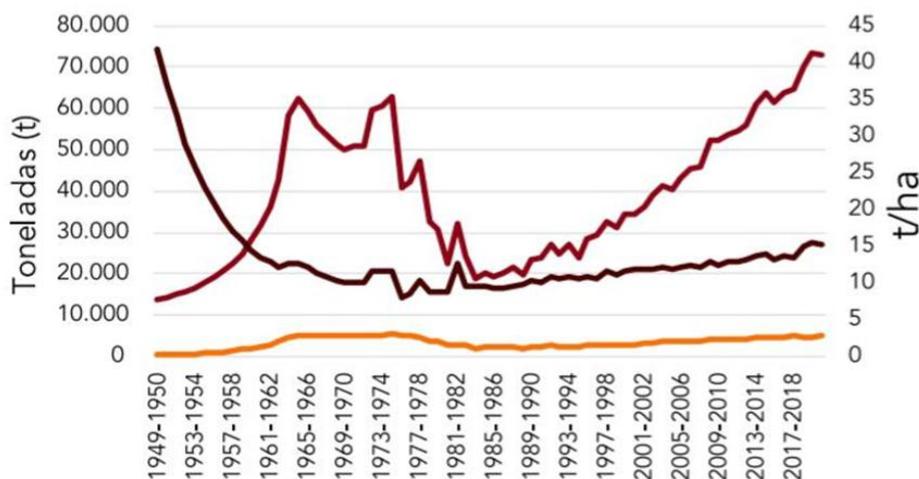
1.3. PRODUCCIÓN DE TOMATE EN BOLIVIA

En Bolivia, el cultivo de tomate es de gran importancia, tanto por su amplia adaptabilidad a distintos pisos ecológicos, como por su rendimiento, generando por lo tanto importantes ingresos económicos a los agricultores que la cultivan. Bolivia tiene varias zonas y épocas de producción de tomate en diferentes pisos altitudinales que van desde los 250 hasta los 2.500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Sin embargo, las zonas más adecuadas para obtener un producto de calidad se encuentran desde los 1.000 hasta los 2.500 m.s.n.m.; a estas altitudes se logra un balance adecuado de temperaturas frescas y luminosidad, siendo éstas las condiciones necesarias para el color intenso y alto contenido de azúcares y otros sólidos en el fruto (CIAT, 2012, citado por Cardozo, 2016).

1.3.1. Superficie, Producción y Rendimiento

Los datos estadísticos de producción, superficie y rendimiento a nivel nacional de tomate muestran una tendencia creciente en el periodo 1949-1975, para luego experimentar una brusca caída. A partir de 1989 se aprecia una tendencia creciente sostenida, hasta sobrepasar los niveles históricos más alto (PROINPA, 2022).

Figura 1. Evolución de la superficie cultivada, producción y rendimiento del tomate 1949-2021



Fuente: Fundación PROINPA, 2022.

De acuerdo a los datos del Observatorio Agroambiental y Productivo, el rendimiento promedio nacional del tomate fluctúa entre 10 y 15 (t/ha) desde el año 1962, mostrando una tendencia a aumentar desde 1983. En la década de los 50, los rendimientos habrían superado las 20 (t/ha), sin embargo, estos datos son difíciles de corroborar por la falta de información sobre las condiciones de producción de la época. Se pueden distinguir cuatro etapas en la evolución de la producción de tomate a nivel nacional: la primera corresponde al periodo 1949- 1965, que presenta un significativo crecimiento de la producción y la superficie cultivada; la segunda etapa corresponde al periodo 1966-1976, en la que la producción y superficie se estabilizan; la tercera corresponde al periodo 1977-1984, en la que se registra una brusca caída de la producción y superficie cultivada; y la cuarta que corresponde al periodo 1985-2021, en la que se aprecia un sostenido crecimiento de la producción y la superficie cultivada (PROINPA,2022).

Tabla 2. Sistemas de producción del tomate en Bolivia

Características	Sistema campo abierto	Sistema de agricultura protegida	Sistema familiar: huertos, invernaderos rústicos
Rendimiento potencial	70 a 120 (t/ha), híbridos destinados a consumo de mesa especialmente	80 a 160 (t/ha) mayormente indeterminadas	50 (t/ha)
Rendimiento comercial	Por problemas de enfermedades y plagas el productor logra comercializar de 60 a 105 (t/ha). Por estos problemas la variedad no logra expresar su real potencial.	80 a 150 (t/ha) Por problemas de enfermedades, plagas y fertilización.	18 a 30 (t/ha) Problemas de fertilidad y agua
Estacionalidad	En los valles mesotérmicos de Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz la producción de tomate es todo el año.	Ciclo de cinco a seis meses, dos cosechas por semana en variedades indeterminadas. En invernaderos más tecnificados la producción es todo el año.	Tres meses consecutivos de cosecha con variedades determinadas, una a dos cosechas por mes. La producción se intercala con otros cultivos hortícolas.
Épocas de siembra y cosecha	En los valles mesotérmicos de Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz la producción de tomate es todo el año	El período de agosto a noviembre, mayo y junio en las resistentes a heladas.	El período entre agosto y diciembre

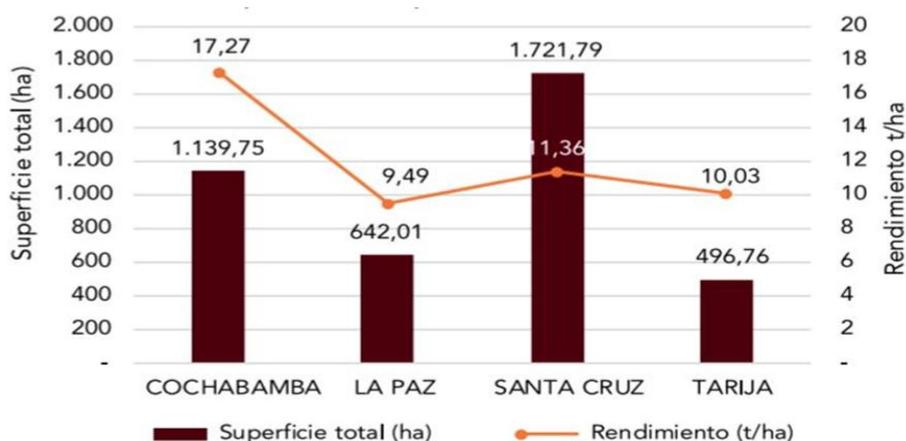
Fuente: Fundación PROINPA, 2022.

1.3.2. Área Cultivada.

En Bolivia se distinguen tres zonas de producción de tomate: los valles meso térmicos de Cochabamba, Santa Cruz y Chuquisaca; los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Tarija, Potosí y La Paz, y las zonas bajas de Beni, Pando, Santa Cruz, Cochabamba (Chapare) y Norte de la Paz (PROINPA, 2022).

El mismo autor menciona que la producción de tomate a campo abierto es la técnica predominante de producción. De acuerdo a los datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2015, el departamento de Santa Cruz abarca cerca del 40% de la superficie total destinada a la producción de tomate en Bolivia, seguido de Cochabamba con 26,4%. Sin embargo, en cuanto a volúmenes de producción, ambos departamentos producen cantidades similares siendo ésta de 19,680 toneladas correspondiente a Cochabamba y 19,554 toneladas al departamento de Santa Cruz. Con relación al rendimiento reportado en la ENA, existe una significativa diferencia entre los cuatro departamentos con mayor volumen y superficie de producción de tomate. Si bien Santa Cruz registra una superficie de más de 1,700 hectáreas destinadas a la producción de tomate, el rendimiento alcanzado es 34% menor que el rendimiento promedio que registra el departamento de Cochabamba (PROINPA, 2022).

Figura 2. Comparación del rendimiento en los principales departamentos productores de tomate



Fuente: Fundación PROINPA, 2022.

La producción de tomate destaca de sobremanera en los valles de los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, cuyo clima, precipitaciones anuales y altitud son propicias para la producción a campo abierto.

1.3.3. Producción de tomate en el departamento de Tarija

En el Departamento de Tarija se cultiva en todo el Valle Central principalmente en Concepción, Calamuchita, Colon norte y Colon sud, La Agostura, Ancón, La Compañía, Chocloca y otras comunidades. Esto, sin tomar en cuenta otras localidades tales como Salado Conchas, Nogalitos, Santelmo, Los pozos, Flor de Oro y Candado Grande esto en la Provincia Arce y también en la Provincia Gran chaco. El rendimiento de tomate en el Departamento de Tarija es 451 hectáreas, producción en toneladas es de 3.543 toneladas métricas y rendimiento en kg 7.856 (ENA, 2008, citado por Castrillo, 2014).

1.3.3.1. Variedades de tomate cultivadas en el departamento de Tarija

En los municipios de Cercado, San Lorenzo y Uriondo el tipo de tomate de mayor cultivo y producción en la gestión 2008 fue el tomate Perita, el 83,4% de los productores lo cultivan, entre las variedades de este tipo de tomate tenemos: Río Grande, Río fuego, Bonanza, Santa Clara, Santa Delia y Lérica. El 16,3% de los productores cultivan el tomate de tipo redondo o manzano, las variedades cultivadas son, Floradade y Larga Vida. Finalmente, el Tomate cherry sólo es cultivado por el 0,3% de los productores y la variedad cultivada es la Red Cherry (CIEPLANE, 2008).

Publiagro (2020), menciona que en el municipio de Entre Ríos, las variedades de tomate con las que se produce son: Nativo, Santa Paula y el Rey las cuales son para producir en invernadero el 100 por ciento, en cambio las variedades como Sertao y Mariana son para campo abierto.

1.4. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRICIONAL

A partir de sus características físico-químicas, el tomate es fuente de vitaminas (A, B1, B2, B6, C y E) y de minerales como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Tiene un importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico (MDRyT, 2017).

Tabla 3. Composición nutricional del tomate

Cantidades por cada 100 g de porción comestible		
Tipo de tomate	Redondo	Perita
Agua	93.90 ml	93,56 ml
Energía	23 cal	26 kcal
Grasa	0.30 g	0,36 g
Proteínas	1,01 g	0,90 g
Carbohidratos	4.18 g	4.68 g
Fibra	0,81 g	0,90 g
Ceniza	0,61 g	0,46 g
Calcio	15,00 mg	15,00 mg
Hierro	1,00 mg	1,10 mg
Fósforo	28,00 mg	26,00 mg
Tiamina (B1)	0,06 mg	0,06 mg
Riboflavina(B12)	0,07 mg	0,08 mg
Ácido ascórbico (C)	20,00 mg	16,00 mg
Niacina	0,56 mg	0,55 mg
Vitamina A	86,00 pg	89,00 pg

Fuente: INLASA, 2005.

1.5. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 4. Clasificación taxonómica

Tomate	Tomatillo
Reino: Vegetal	Reino: Vegetal
Phylum: Teleomorphytae	Phylum: Teleomorphytae
División: Tracheomorphytae	División: Tracheomorphytae
Sub división: Anthomorphyta	Sub división: Anthomorphyta
Clase: Angiospermae	Clase: Angiospermae
Sub clase: Dicotyledoneae	Sub clase: Dicotyledoneae
Grado Evolutivo: Metachlamydeae	Grado Evolutivo: Metachlamydeae
Grupo de Ordenes: Tetraciclicos	Grupo de Ordenes: Tetraciclicos
Orden: Polemoniales	Orden: Polemoniales
Familia: Solanaceae	Familia: Solanaceae
Nombre científico: <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Nombre científico: <i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.
Nombre común: Tomate	Nombre común: Tomatillo

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2022).

1.6. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El tomate es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, denominada científicamente *Lycopersicon esculentum* Mill, o *Lycopersicon lycopersicum* L. Farwell. Potencialmente perenne y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual, de distinta duración según la variedad. (Rodríguez, 2001).

1.6.1. Raíz

El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, pivotante, que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Sin embargo, este sistema radicular, que es el que surge cuando la planta se origina en una semilla, puede ser modificado por las prácticas culturales, y así cuando la planta procede de un trasplante, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal.

Aunque el sistema radicular puede alcanzar hasta 1,5 metros de profundidad, puede estimarse que un 75 % del mismo se encuentra en los 45 cm superiores del terreno (Rodríguez, 2001).

1.6.2. Tallo

Es herbáceo, tienen tendencia a doblarse hacia abajo, tomando hábito rastrero, razón por la cual para mantener erguida a la planta se le colocan palos, cañas, alambres, etc., como sostén (Sarli, 1953).

Puede llegar hasta los 2,5 m de longitud. Su superficie es angulosa, provista de pelos agudos y glándulas que desprenden un líquido de aroma muy característico. En sección presenta una epidermis provista de estomas. una corteza formada por parénquima y tejido de sostén en forma de anillo continuo, un límite impreciso entre la corteza y el cilindro central: y los tejidos conductores dispuestos en un círculo de haces liberoleñosos (Rodríguez, 2001).

1.6.3. Hojas

Las hojas, compuestas, se insertan sobre los diversos nudos, en forma alterna. El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once foliolos. Al igual que el tallo están provistas de glándulas secretoras de la citada sustancia aromática.

1.6.4. Flores

Son de color amarillo, hermafroditas, es decir, que los dos sexos están en la misma flor.

Este hecho tiene su importancia porque asegura la fecundación y evita los cruzamientos entre distintas variedades (Sarli, 1953).

Las flores se presentan formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimo simple, cima unípara, cima bípara y cima múltipara: pudiendo llegar a tener hasta 50 flores por inflorescencia.

Normalmente, el tipo simple se encuentra en la parte baja de la planta, predominando el tipo de compuesto en la parte superior (Rodríguez, 2001).

Cuando las inflorescencias se producen alternando con cada hoja o dos hojas se dice que la planta es de crecimiento «determinado»; si la alternancia es más espaciada la planta se dice de crecimiento indeterminado. Normalmente, entre las primeras predomina la precocidad y el porte bajo y las segundas son más tardías y de porte alto (Rodríguez, 2001).

1.6.5. Fruto

El fruto es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopina y carotina, en distintas y variables proporciones. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera, y su superficie lisa o asurcada, siendo el tamaño muy variable según las variedades. En sección transversal se aprecian en él la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas.

El espesor de la piel aumenta en la primera fase del desarrollo del fruto, adelgazando y estirándose al acercarse la maduración; por ello en algunos frutos se producen grietas (Rodríguez, 2001).

1.6.6. La semilla

Es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda, ligeramente elongada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda. La semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal recubierta de pelos. Las semillas dentro del lóculo, en sus últimas etapas de desarrollo, aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa (MDRyT, 2017).

1.7. CICLO VEGETATIVO

El cultivo de tomate tiene varias etapas durante su crecimiento y desarrollo. Cada una de las éstas presenta diferencias en cuanto a las necesidades de nutrientes, agua, luz y manejo. Con lo cual, se puede lograr mejorar aspectos como la productividad, sanidad y calidad del fruto.

Según diversos autores, se diferencian dos fases de desarrollo del cultivo: una vegetativa y otra reproductiva, considerando en cada una las etapas intermedias pero diferenciadas (MDRyT, 2017).

La respuesta y duración del ciclo del cultivo está determinada por las condiciones climáticas de la zona, en la cual se establece el cultivo, el suelo, el manejo agronómico que se dé a la planta, el número de racimos que se van a dejar por planta y la variedad utilizada del cultivo, entre otros (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

A diferencia de los cereales, el tomate no detiene el desarrollo y crecimiento de nuevas hojas una vez iniciada la floración o etapa reproductiva. Particularmente los de tipo indeterminado, mantienen en forma simultánea el crecimiento del follaje y de los frutos a lo largo de todo el ciclo del cultivo (Dogliotti, 2006).

1.7.1. Fase vegetativa

Se inicia desde la siembra en semillero y finaliza con la aparición del primer racimo floral. Se divide en dos etapas; la primera, desde la siembra hasta el trasplante y la

segunda, desde el establecimiento de la planta en campo definitivo hasta la aparición de la primera inflorescencia (MDRyT, 2017).

La primera fase está compuesta por la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, proceso que dura entre 30 a 35 días después de la siembra, y la segunda, a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral. Pasados 70 días, el desarrollo vegetativo es mínimo, así como la acumulación de materia seca en hojas y tallos (Jaramillo, 2007, citado por MDRyT, 2017).

1.7.2. Fase Reproductiva

La fase reproductiva: se inicia desde la formación del botón floral (30 a 35 días después del trasplante), considera el llenado del fruto (60 días para el primer racimo) y la maduración o cosecha. En esta fase se consideran tres etapas:

1.7.2.1. Floración y cuaja

Empiezan alrededor de 20 - 40 días después del trasplante (dependiendo de la variedad, las condiciones medioambientales y el manejo del cultivo) y continúan durante el resto del ciclo de crecimiento (MDRyT, 2017).

1.7.2.2. Desarrollo del fruto

La fruta empieza a desarrollarse y a crecer acumulando en este periodo la mayor cantidad de materia seca a un ritmo relativamente estable.

1.7.2.3. Madurez fisiológica y cosecha

La madurez de la fruta se logra entre 80 a 120 días después del trasplante. La cosecha es permanente; sin embargo, se puede ver limitada por factores climáticos (heladas) o fisiológicos (deficiencia de nutrientes) (MDRyT, 2017).

1.8. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

1.8.1. Clima

El tomate es una planta que se adapta bien a una gran variedad de climas, con la sola excepción de aquellos en que se producen heladas, puesto que resulta sensible a este fenómeno.

Dado el desarrollo vegetativo de la planta, se precisa de un período libre de heladas de al menos 110 días, para poder realizar un que pueda ser rentable (Rodríguez, 2001).

Pero, además, los vientos fuertes dañan considerablemente la planta, reduciendo las producciones y, si son secos y calientes, producen la abscisión de las flores con similares resultados.

Por ello es importante la protección de los cultivos con corta vientos adecuados, sean de caña o de materiales más sólidos.

No obstante, existen tres factores climatológicos que ejercen una gran influencia sobre el cultivo y que merecen una consideración especial: temperatura, humedad y luminosidad (Rodríguez, 2001).

1.8.1.1. Temperatura

Tomate es un cultivo de temporada calurosa y son propensos a daños por heladas durante cualquier fase de desarrollo. Al exponer las plantas a temperaturas inferiores a 10°C, sufren de una germinación retrasada de sus semillas y el desarrollo inicial se ralentiza. El frío también reduce la cantidad de frutos cuajados y retrasa la maduración. De manera similar, a temperaturas extremas superiores a los 35°C, se reducirá el cuajado y restringirá la coloración. Si las temperaturas altas coinciden con estrés hídrico, las plantas producirán frutos blandos.

La temperatura óptima para desarrollo normal de tomates está entre los 18 y 27°C. La formación de flores se ve afectada bajo temperaturas superiores a los 27°C. Por esta

razón, la mayoría de los cultivos a aire libre se encuentran en zonas de clima templado (Yara Bolivia, s.f.).

1.8.1.2. Humedad relativa

El desarrollo del tomate requiere que ésta oscile entre 60 y 80%, considerando que humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas que, además, dificultan la fecundación debido a que el polen se compacta abortando parte de las flores. También se vincula al agrietamiento del fruto o “rajado”, cuando se presenta un período de estrés hídrico, seguido de un exceso de humedad en el suelo por riego abundante (Torres, 2017).

1.8.1.3. Luminosidad

La luminosidad en el cultivo de tomate cumple un rol importante, más allá del crecimiento vegetativo de la planta, ya que el tomate requiere de al menos 6 horas diarias de luz directa para florecer. Estos valores reducidos pueden incidir de forma negativa sobre este proceso y la fecundación. En zonas de alto polvo en suspensión, como es el caso de Arica, en períodos de recambio de cultivo se realizan frecuentes lavados de las cubiertas de los invernaderos, con el objetivo de mejorar la producción y evitar posterior exceso de crecimiento vegetativo. Sin embargo, estudios indican que el fotoperiodo no sería un factor crítico a diferencia de la intensidad de radiación, que si es muy alta se pueden producir golpes de sol, partiduras y coloración irregular, entre otros (Torres, 2017).

En el cultivo de tomate las necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas luz al día (Chemonics International Inc, 2008).

1.8.2. Suelos

Respecto a los suelos, el tomate no es una planta especialmente exigente, creciendo en las más variadas condiciones y, aunque prefiere los suelos profundos y con buen drenaje, su sistema radicular poco profundo le permite adaptarse a los suelos pobres y

de poca profundidad con tal de que tenga asegurado un buen drenaje. Pero existen unas características idóneas para su cultivo que deben ser conocidas con objeto de aplicar a los suelos las correcciones oportunas para conseguir producciones abundantes (Rodríguez, 2001).

El suelo provee cuatro necesidades básicas de las plantas: agua, nutrientes, oxígeno y soporte. Los suelos aptos para cultivar tomate son los de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos (Chemonics International Inc, 2008).

1.8.2.1. El pH

El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9 a 6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen (Chemonics International Inc, 2008).

El pH ideal es el más próximo a la neutralidad (7), debiéndose realizar enmiendas calizas o ácidas si está por debajo o por encima de la misma. Terrenos con pH 4-5 deben ser enmendados a base de Dolomita o cal apagada, así como a la inversa con pH 8-9 bajar éstas mediante acidificaciones (azufre sería recomendable) (Rodríguez, 2001).

1.8.2.2. Textura

Suelo con cantidades aproximadamente iguales de arena, limo y arcilla, cuya textura ha de ser franca.

Los denominados suelos medianos son ricos en nutrientes, no se encharcan y son fáciles de cultivar. Son considerados los mejores suelos para la producción agrícola (Camara de Comercio de Bogotá, 1015).

1.8.2.3. Densidad aparente

Esta determina la fertilidad y el grado de compactación del suelo. Puede variar entre 0,3 – 0,8 g/cm³ en los suelos con alto contenido de materia orgánica o suelos arcillosos,

y entre 1,3 – 1,8 g/cm³ en suelos con textura arenosa o compactados. Los suelos con densidad aparente mayor a 1,8 g/cm³ limitan el desarrollo radical (Camara de Comercio de Bogotá, 1015).

1.9. ALMACIGADO Y MANEJO DE LA PLANTINERA

La siembra puede ser manual o mecanizada, dependiendo la cantidad de bandejas. Se puede una o dos semillas por celda, dependiendo del valor de la semilla y el porcentaje de germinación, aunque lo ideal debería ser lograr una planta por semilla (100%) (MDRyT, 2017).

1.9.1. Errores que se pueden cometer en la cámara de germinación

- Poner bandejas muy secas. Germinación lenta y muy desuniforme.
- Bandejas mal tapadas. Se seca el medio de algunos lados teniendo los mismos problemas anteriores.
- Dejarlas al sol directo (tapadas con plástico). Eleva la temperatura, atrasa la germinación de las bandejas superiores y mata embriones.
- Dejarlas mucho tiempo en la cámara. Causa una elongación del tallo.
- Creer que la cámara de germinación lo hace todo y que no hay que supervisar. Hay que revisar las bandejas tres veces diarias para evitar problemas (MDRyT, 2017).

Las semillas de tomate, para germinar, requieren tres factores ambientales fundamentales: agua, temperatura y oxígeno.

La germinación tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre 18 °C y 24 °C y extremos mínimos y máximos entre 8,5 °C y 35 °C. respectivamente. Temperaturas mínimas bajas en semillero (inferiores a 11 °C) inducirán a reducciones de producción precoz (MDRyT, 2017).

Para lograr la mayor uniformidad en la germinación se puede poner las bandejas apiladas en ambientes especiales (tecnificados o rústicos) denominados cámara de germinación.

Bajo condiciones controladas, temperatura a 25 °C y 90 % HR, se introducen las bandejas durante 3 días.

La cámara de germinación puede ser desde una bolsa plástica de basura donde caben unas 5 a 10 bandejas hasta un cuarto especializado con control de humedad y temperatura. Lo que logramos con la cámara de germinación es limitar el movimiento del aire y así evitar que pierda la humedad el sustrato. Con ello se evita que el sustrato baje de temperatura por evaporación lo cual nos ayuda a mantener temperaturas de germinación más cercanas a las ideales.

Pasados los 3 a 5 días, las bandejas pasan a invernadero donde se mantienen temperaturas mínimas de 11 °C. En este ambiente, las bandejas se deben colocar sobre un soporte o mesón que permita el drenaje e impida el encharcamiento (MDRyT, 2017).

1.9.2. Riego en fase de plantín

Un buen manejo de agua consiste en:

- Mantener la humedad de las celdas, no debe de ser ni muy húmedo ni muy seco.
- Lograr un sistema radicular fuerte en el tiempo normal de producción.
- Mantener uniforme la humedad en las celdas para tener plantas iguales

1.9.3. Manejo fitosanitario en vivero

Se recomienda la aplicación de agroquímicos en vivero antes de las 9:00 AM o después de las 3:30 PM para evitar quemaduras en el tejido. Para evitar intoxicaciones, quemas o fitotoxicidades no mezclar varios productos en una sola aplicación, sino que se debe aplicar cada uno de ellos por separado.

El vivero es el lugar más eficiente para aplicar agroquímicos de protección antes del trasplante, y se pueden aplicar por inmersión de la bandeja, riego y fumigado con preferencia a los primeros dos. Se pueden hacer aplicaciones para reducir el estrés del trasplante. Los productos van a hacer que los cultivos comiencen a crecer más rápido después del trasplante, pero no son la solución a los problemas (MDRyT, 2017).

Es recomendable aplicar estos productos por la tarde antes del trasplante o en la mañana, pero nunca uno o más días antes del trasplante por lo que se alargan las plántulas.

Se colocan trampas amarillas y azul celeste con adherente. Comúnmente se utiliza solo el amarillo, pero en vivero debemos usar el azul celeste para monitoreo de trips que en los viveros cerrados donde las temperaturas son mayores se pueden volver problema. El uso de las trampas no es para dejar de hacer el monitoreo tres veces al día, sólo es un apoyo (MDRyT, 2017).

1.9.4. Estado de trasplante

La preparación de planta en semillero tiene duración variable según el tamaño deseado. A los 30 – 35 días después de la siembra (dds), la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12 cm de altura) está en condiciones de trasplante. Una buena planta debe tener un ancho igual o mayor a su altura.

La práctica de endurecer la planta es útil para aclimatar las plantitas progresivamente al cambio de condiciones ambientales, especialmente si se destina al cultivo al aire libre (MDRyT, 2017).

1.10. LABORES DE PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del suelo se convierte en el primer paso para lograr una buena producción. Si no se realiza apropiadamente, todos los esfuerzos que se realicen sobre el cultivo se verán limitados.

Una buena preparación del suelo es el resultado de diversas operaciones realizadas para generar condiciones que permitan mejorar la capacidad de retención y almacenamiento de agua y oxígeno en el suelo, además de fomentar la actividad biótica de los organismos que viven en el mismo. Esta preparación puede realizarse en forma mecánica, con tracción animal o labranza mínima dependiendo de las condiciones en donde se siembre (Escalona, 2009, citado por MDRyT. 2017).

1.10.1. Toma de muestra para el análisis del suelo

Es importante el análisis de suelo para realizar el encalado y fertilización apropiada. Se deben realizar la toma de muestra de suelo según especificaciones técnicas y remitir al laboratorio del suelo para obtener los resultados del mismo (FAO, 2013).

El muestreo de suelos se deberá realizar al azar en las siguientes formas: En cuadrícula, zig-zag y diagonales. En cada uno de estos sitios es recomendable limpiar el lugar (remover las hierbas y hojarasca fresca hasta unos 3 cm, luego se debe introducir el barreno o cilindro muestreador, si no se cuenta con este instrumento, se puede hacer uso de una pala a la profundidad deseada (20 centímetros superficiales) y transferir aproximadamente 100 gramos a un balde limpio. Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada submuestra (Benítez, 2014).

1.10.2. Sub-solado

Esta actividad se recomienda principalmente para aquellos terrenos en donde nunca se ha laboreado, donde ha existido mucho paso de maquinaria la cual ha compactado el terreno, donde se ha tenido ganado pastoreando, y/ o en general cada uno o dos años para evitar el piso de arado.

Se recomienda realizarla durante la época seca, y puede darse una o dos pasadas en forma cruzada. El subsolado se hace con maquinaria agrícola pesada que pueda penetrar los cinceles a por lo menos a una profundidad de 60 cm. El propósito del subsolado es precisamente eliminar la compactación existente en el suelo, permitiendo

así, una mejor penetración del sistema radicular, una mejor aireación y un mejor drenaje (Chemonics International Inc, 2008).

1.10.3. Arado

Consiste en voltear la parte superficial del suelo a profundidades que varían hasta los 4 5 cm. Se puede voltear el suelo o removerse, dependiendo del implemento que se utilice. Generalmente se usa el arado de vertedera o de discos. Esta práctica debe hacerla cuando el suelo tiene todavía más del 30 % de humedad. Con la aradura se ayuda a incorporar rastros de cultivos anteriores, se destruye malezas, se exponen plagas de suelo a los rayos solares y a los enemigos naturales (Chemonics International Inc, 2008).

1.10.4. Rastrado

Esta práctica persigue pulverizar los terrones que han quedado después de la aradura, ésta debe realizarse cuando el suelo tenga la suficiente humedad que permita que los terrones se desmenucen y permita una buena elaboración de cama para el trasplante (Chemonics International Inc, 2008).

1.10.5. Abonado

Para mantener la fertilidad y la estructura del suelo se debe incorporar materia orgánica con debida anticipación al establecimiento del cultivo.

Este aporte de materia orgánica puede realizarse mediante la incorporación de abonos verdes, ya sean invernales (cebada, centeno, avena) o estivales (sorgo, mijo, con o sin leguminosas), o estiércoles de aves, vacuno, caprino o cerdo previamente lavados y compostados (MDRyT). 2017).

Una recomendación general es la incorporación de 10 a 15 t/ha un mes antes del trasplante en cultivos a campo y entre 3 y 4 kilos por m² en invernadero (Argerich y otros, 2010, citado por MDRyT., 2017)

Existen diferentes métodos de abonado, en todos los casos es indispensable someter al guano a un proceso de compostado antes de ser incorporado al suelo (al menos seis meses).

1.10.5.1. Beneficios de su aplicación en el suelo

- Mejora la estructura.
- Favorece la aireación.
- Aumenta la capacidad de retención hídrica.
- Aporta nutrientes.

Reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación. En general su aplicación se realiza al voleo, en el segundo laboreo del suelo (rastrado), 15 días antes del trasplante (Galmarini, 2016, citado por MDRyT, 2017).

Tabla 5. Contenido de nutrientes de abonos de origen animal compostado.

Nutrientes	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
Materia orgánica %	48,9	45,3	52,8	63,9	54,1
Nitrógeno total %	1,27	1,36	1,55	1,94	2,38
Fósforo asimilable (P₂ O₅ %)	0,81	1,98	2,92	1,82	3,86
Potasio (K₂ O %)	0,84	0,66	0,74	0,95	1,39
Calcio (Ca O %)	2,03	2,72	3,2	2,36	3,63
Magnesio (MgO %)	0,51	0,65	0,57	0,45	0,77

Fuente: (Argerich, 2010)

1.10.6. Formación de camas de cultivo

Es la última práctica de la preparación de suelo y consiste en formar la cama donde se trasplantará el tomate.

Ventajas del encamado:

- Facilita la aplicación de herbicidas de contacto.
- Facilita el trasplante.
- Facilita la limpieza a mano.
- Evita la compactación de la cama al momento del laboreo.
- Facilita la cosecha.

En la preparación de los tablones es importante considerar:

- La orientación del tablón se dará en función a la pendiente de la parcela, la dirección del viento dominante y la orientación de la incidencia de la luz.
- Preparar los tablones cuando el suelo tiene cierto grado de humedad (3 ó 5 días después de una lluvia o riego).
- El ancho del tablón dependerá del marco de plantación seleccionado, por ejemplo, a una distancia de 1,20 m entre hileras, 20 cm de alto de tablón, el ancho del tablón será de 40 cm aproximadamente, dejando 80 cm de pasillo (distancia entre tablones) (MDRyT, 2017).

1.11. MARCO DE PLANTACIÓN

Es el espaciamiento y distribución de plantas en el terreno de cultivo, también denominado densidad de plantación. Existen diversas recomendaciones respecto al mejor marco de plantación dependiendo de la variedad elegida, el tipo de poda, el arreglo espacial (surco sencillo o doble), el tutorado y la fertilidad del suelo, las condiciones agroecológicas de la zona, la disposición y el tipo de riego, el nivel de mecanización de la cosecha, etc. (MDRyT, 2017)

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más recomendado es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la cantidad de plantas de 3 a 2 plantas por metro cuadrado, con marcos de 1 m x 0,5 m. (OEB, 2016)

En general, los espaciamientos menores con altas densidades de siembra, aumentan la competitividad por nutrientes, agua y luz y exigen mayor atención en relación con el manejo del cultivo (protección fitosanitaria, fertilización, tutorado y poda). El agricultor tradicional maneja alta población de plantas por hectárea bajo el criterio de reponer aquellas plantas que sabe se perderán durante el ciclo productivo, ya sea ocasionado por deficiencias en el manejo o por problemas ocasionados por la misma densidad de plantas empleada (MDRyT, 2017).

El uso de variedades híbridas de alto costo ha impulsado cambios en el manejo de los productores, algunos aplicados a reducir la densidad de plantación de 20.000 plantas/ha (50 cm entre plantas y 1 metro entre hileras o camas). Esta práctica aún dificulta las condiciones de laboreo como la poda, desmalezado, aplicación de agroquímicos, ventilación y principalmente durante la cosecha (MDRyT, 2017).

La población de plantas por unidad de área tiene mucha importancia en el rendimiento final del cultivo, debido a que cada planta produce aproximadamente unos 4 a 5 kg en tomate de cocina (tipo pera) de crecimiento determinado y de 6 a 8 kg en el tomate de ensalada (tipo manzana) de crecimiento indeterminado, considerando un manejo adecuado (Chemonics International Inc, 2008).

1.12. INSTALACIÓN DE CINTA DE GOTEO Y MULCHING

Instalar dos cintas de riego por goteo situadas hacia la parte interna de la doble hilera. Colocar sobre el tablón mulching (opcional colores negros, blancos y amarillos). La planta de tomate tiene un sistema radicular profundo y no tolera mucha humedad es importante alzar el tablón a la altura recomendada (FAO, 2013).

En el cultivo, tanto a campo abierto como en ambiente protegido o invernadero se suele recurrir al acolchado del suelo, que puede realizarse con material de origen orgánico o plástico (de preferencia biodegradable).

Si bien su implementación es recomendable con un sistema de riego tecnificado por goteo, puede emplearse con riego por surcos, reduciendo el ancho de la cama de cultivo

para facilitar que la infiltración del agua de riego humedezca el espacio interior de la cama cubierta con plástico (MDRyT, 2017).

1.12.1. Ventajas del uso de coberturas plásticas

- **Humedad del suelo:** Por ser un plástico impermeable al agua, la humedad retenida en el surco cubierto no se evapora y está siempre disponible para el desarrollo del cultivo, pues éste se beneficia de una alimentación constante y regular.

La distribución de la humedad uniforme dentro del surco permite mayor desarrollo de las raíces superficiales en forma horizontal sin necesidad de profundizar, aprovechando más los nutrientes disponibles en el suelo.

- **Temperatura del suelo:** Durante el día, el plástico transmite al suelo las calorías recibidas del sol y durante la noche este calor es retenido por un período más prolongado. Esto favorece el calentamiento del suelo y, por ende, su actividad microbiana, principalmente de los microorganismos benéficos descomponedores de materia orgánica, facilitando la disponibilidad de nutrientes para la planta.

El calentamiento del suelo permite, además, eliminar aquellos patógenos del suelo que afectan las plantas como son, entre otros, hongos *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, y *Phoma*, que no soportan altas temperaturas (MDRyT, 2017).

- **Estructura del suelo:** El suelo, cuando está protegido con cobertura, no se compacta y permanece bien estructurado, poroso, con mayor capacidad de absorber oxígeno y retener humedad. Así mismo, el sistema radicular se desarrolla lateralmente en vez de profundizar con más raíces, lo que favorece la absorción de agua, sales minerales y demás fertilizantes que conducen a un considerable aumento de la producción.
- **Fertilidad del suelo:** La película plástica que protege el suelo impide que el agua de riego se lave, lo que evita la lixiviación de los nutrientes, además su impermeabilidad impide la volatilización del nitrógeno y su pérdida.

- **Hierbas dañinas:** El crecimiento y desarrollo de hierbas dañinas debajo de la cobertura plástica depende de la capacidad de la cobertura para impedir el paso de la luz. Los plásticos opacos, generalmente de coloración oscura, no permiten el paso de la luz, lo que impide la función de fotosíntesis, esto hace que la vegetación espontánea no tenga condiciones para desarrollarse; igualmente, el incremento de las temperaturas también evita el crecimiento de las malezas (MDRyT, 2017).
- **Protección de los frutos:** La cobertura plástica actúa como una barrera de separación entre la tierra y la parte foliar de la planta, evita que los frutos tengan contacto directo con el suelo y permite que éstos se desarrollen limpios y sanos, con lo cual se obtiene mejor calidad y valor comercial. Esta ventaja es muy importante para el cultivo de tomate, en el que las plantas producen frutos rastreros, porque las pérdidas por pudriciones se reducen.
- **Mayor precocidad de la cosecha:** Como la planta constantemente tiene disponibilidad de agua, fertilizantes y temperaturas más favorables para sus necesidades, su ciclo tiende a ser más corto que los cultivos normales. Esto posibilita a los agricultores llegar a los mercados antes, obtener mejores precios por sus productos y liberar el terreno mucho más rápido para el cultivo siguiente.
- **Incremento de la productividad:** Todas las ventajas mencionadas anteriormente conducen a las plantas a una producción más voluminosa en un cultivo normal (MDRyT, 2017).

1.13. MANEJO DEL CULTIVO EN EL LUGAR DEFINITIVO

1.13.1. Trasplante

Cuando las plantas alcanzan en el semillero una altura de 10 a 12 cm. y su tallo tiene más de 0.5 cm. de diámetro se considera que ya están listas para el trasplante, esto ocurre aproximadamente entre los 22-27 días después de la siembra, en una bandeja de 128 celdas (1.5 pulgadas de tamaño / celda) (Chemonics International Inc, 2008).

Existen algunas consideraciones que deberán tomarse en cuenta antes del trasplante, estas son:

- Al momento del trasplante, el suelo deberá tener la humedad necesaria para que la planta no se deshidrate y pueda recuperarse más fácilmente; si la siembra es en época seca, deberá realizarse un riego pesado con 3 días de anticipación y un riego durante el trasplante para permitir el pegue de la misma y evitar que la solución arrancadora quemé.
- Se deberá seleccionar, en cuanto sea práctico, las horas más frescas del día, es decir, las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde. Aunque con plántulas producidos en bandeja se puede realizar a cualquier hora del día, siempre y cuando el suelo y el pilón estén bien mojados.
- El tomate debe venir del vivero con la aplicación de un fungicida y un insecticida sistémico, que lo proteja de una infección de virus. Esta aplicación es indispensable hacerla por lo menos 4 días antes del trasplante para que el producto tenga tiempo de trabajar desde el pilón.
- Es necesario hacer un endurecimiento de las plántulas, reduciendo el riego 2 días antes del trasplante.
- Las plántulas deberán regarse antes del trasplante (Chemonics International Inc, 2008).

Consideraciones durante el trasplante:

- Las plántulas deberán mantenerse húmedas y bajo sombra para minimizar la deshidratación, además deben protegerse contra insectos chupadores.
- Antes de poner la plántula en el orificio, es necesario poner 2 50 cc. de una solución arrancadora que se hace con la fórmula 1 8 -46 -0, poniendo de 3 a 6 lb. en un barril de 2 0 0 lts. de agua.
- Si no se aplicó nada antes del trasplante, hay que aplicar al pie del tallo en forma de “drench”, un fungicida para la prevención del mal del talluelo y el insecticida sistémico (Chemonics International Inc, 2008).

1.13.2. Riego

Existen diversos sistemas de riego (gravedad, aspersión y goteo) y su uso depende de la disponibilidad de recursos, pendiente del terreno, textura de suelo, abastecimiento y de agua. Con cualquiera de los sistemas seleccionados, se debe evitar someter el cultivo a deficiencias o excesos de agua. Es importante la buena distribución del riego durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos (Chemonics International Inc, 2008).

Los requerimientos de agua de tomates en campo abierto en etapa de producción varían de 4,000 – 6,000 m³/ha. Mientras en invernaderos la necesidad es por arriba de los 10,000 m³/ha de agua. El 70 % o más del sistema de raíces están por arriba de los 20 cm del suelo. Por lo tanto, es recomendable el sistema de riego por goteo con un dispositivo para fertirriego (Haifa, 2014).

El consumo diario de agua por planta adulta de tomate es de aproximadamente 1.5 a 2 lt./ día , la cual varía dependiendo de la zona, las condiciones climáticas del lugar, la época del año y el tipo de suelo que se tenga. La evapotranspiración de la zona y el coeficiente del cultivo es quizá lo más importante que debe considerarse en el rendimiento del riego. De los tres sistemas de riego mencionados, el más eficiente es el de goteo, ya que es el que menos pérdidas de agua tiene (Chemonics International Inc, 2008).

En cuanto al manejo del riego, es necesario considerar el desarrollo del cultivo, es decir que el tiempo de riego diario dependerá del tamaño de la planta, necesitándose regar muy poco tiempo recién trasplantado el cultivo e ir aumentando el tiempo de riego según sea el crecimiento de la planta. En términos generales, recién trasplantado el cultivo hay que poner entre 20 y 30 minutos diarios, e ir aumentando hasta las 2 o 3 horas diarias dependiendo de la época del año, tipo de suelo, etc. Además, este tiempo puede ser aplicado a una determinada hora del día, o fraccionado a distintas horas dependiendo del tipo de suelo que se tenga, por ejemplo, en un suelo arenoso se prefiere

fraccionar el riego diario hasta tres o cuatro turnos durante el día (Chemonics International Inc, 2008).

1.13.2.1. Riego por goteo

El uso de sistemas de riego por goteo se está incrementando en los cultivos intensivos de tomate por su facilidad de manejo, posibilidad de fertirriego y la mayor eficiencia en el uso del agua. El distanciamiento entre goteros debe estar entre 0,2 m para suelos arenosos y 0,3 m para suelos pesados.

En riego por goteo se debe conocer lo siguiente:

- Coeficiente de Uniformidad de distribución de agua entre goteros. Se debe calcular la lámina aplicada:
- La media de agua erogada por los goteros en 1 minuto y pasarla a hora.
- Multiplicar por el número de goteros por hectárea.
- El valor obtenido pasarlo a litros/ha/hora, teniendo en cuenta que: 1 mm=10 m³/ha=10.000 lt/ha (Argerich, 2010).

Por definición el tiempo de riego corresponde al período en el cual debe permanecer el agua escurriendo sobre el suelo para que ésta penetre hasta la profundidad de las raíces del cultivo. El tomate tiene un sistema radical con un 85 % de raíces concentradas en los primeros 60 cm sin embargo el mayor porcentaje de absorción de agua ocurre entre los 25 y 50 cm de suelo (Escalona, 2009, citado por MDRyT, 2017).

1.13.2.2. Calidad y disponibilidad del agua para riego

Se debe disponer de aguas que no superen los 2,5 dS/m de conductividad. Si se riega con conductividad eléctrica superior a 1,5 dS/m y Sodio medido como RAS superior a 6, el suelo debe ser permeable y el drenaje adecuado. El tomate puede tolerar mayor salinidad inicial cuando la textura es más arenosa que cuando es arcillosa (MDRyT, 2017).

1.13.3. Requerimiento nutricional del cultivo de tomate

El nitrógeno (N) y el potasio (K) se absorben inicialmente en forma lenta y se incrementa la rapidez de su absorción durante las etapas de floración. El potasio tiene un pico de absorción durante el desarrollo del fruto, mientras el pico de absorción del nitrógeno ocurre principalmente después de la formación de los primeros frutos. El fósforo (P) y nutrientes secundarios, Ca y Mg, son requeridos en relativamente dosis constantes a través de todo el ciclo de crecimiento de la planta de tomate (Haifa Chemicals Ltda, S.f, citado por MDRyT, 2017).

La mayor absorción de nutrientes se da en las semanas 8 a 14 del crecimiento y otro pico toma lugar en el primer corte de frutos; por lo tanto, la planta requiere altas cantidades de nitrógeno, al inicio de la etapa de crecimiento con aplicaciones suplementarias después del inicio de la etapa de fructificación. Cuando el N se aplica en sistemas de fertirriego acolchado, se mejora la eficiencia del N y se consiguen mayores rendimientos. Al menos el 50% del N total debe aplicarse como nitrógeno nítrico. Además de la cantidad de nutrientes que demande el cultivo, es importante mantener una adecuada relación entre ellos de acuerdo al estado fenológico (Argerich, 2010).

Tabla 6. Requerimiento de nutrientes (kg/ha) para el cultivo de tomate según la producción esperada.

Condiciones de cultivo	Producción esperada (t/ha)	Nitrógeno (N)	Fosforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)
Campo abierto	80	241	62	416	234	67
	150	417	108	724	374	110
Invernadero	120	328	85	570	289	86
	240	608	158	1065	491	152

Fuente: MDRyT, 2017.

1.13.4. Fertilización

Una planta bien nutrida está mejor preparada para afrontar plagas y enfermedades, por lo tanto, un buen manejo de la fertilización del cultivo va a repercutir en un mejor Manejo Integrado del cultivo. En el cultivo de tomate la fertilización es variable de acuerdo a la fertilidad del suelo, tipo de riego y la demanda del cultivo.

Es necesario disponer con anticipación de análisis químico del suelo para determinar las disponibilidades y deficiencias de nutrientes. No serán admitidos los fertilizantes que contengan sustancias tóxicas que contaminen el suelo, especialmente los metales pesados (Argerich, 2010).

Para mantener la fertilidad y la estructura del suelo se debe incorporar materia orgánica. Estos aportes de materia orgánica pueden ser con la incorporación de abonos verdes, ya sean invernales (cebada, centeno, avena) o estivales (sorgo, mijo, con o sin leguminosas), o estiércoles de aves, vacuno, caprino o cerdo previamente lavados y compostados, a razón de 10 a 15 t. ha⁻¹ un mes antes del trasplante en cultivos a campo y entre 3 y 4 kilos por m² en invernadero (Argerich, 2010).

En el caso que haya valores excesivos de nitrógeno, como atenuante hay que considerar que, en invernadero, luego del trasplante se corta el riego en los ciclos invierno-primaverales con lo cual hay un aumento de la salinidad y por ello, aunque haya nitrógeno disponible, la planta no lo toma en cantidades excesivas. Igualmente, es preferible que la concentración de nitrógeno no sea excesiva. Estos abonos son, generalmente, de origen animal, con el agregado de material vegetal como cáscaras o virutas (Argerich, 2010).

Los abonos más utilizados están relacionados con la disponibilidad que se tiene de cada uno de ellos en cada región. Los materiales agregados provienen de la industria avícola, ya sea de cama de pollo o gallina. Esporádicamente se puede usar guano vacuno o equino. La cama de pollo es la más ampliamente usada y puede estar acompañada, además del residuo animal, por cáscara de arroz o de girasol. Es preferible la de arroz,

pues en la de girasol existe la posibilidad de que esté contaminada con *Sclerotinia* (Argerich, 2010).

1.13.4.1. Recomendaciones para una buena fertilización

- El fertilizante aplicado debe responder a los requerimientos del suelo y su recomendación debe basarse en análisis de suelo y/o foliar
- Todas las aplicaciones que se realicen se deben registrar, indicando lote, producto, cantidad, fecha y quien aplica.
- Los operarios que aplican fertilizantes deben estar capacitados.
- Los fertilizantes deben estar almacenados en lugar especial separados de pesticidas, productos frescos y etiquetados (composición química)
- Los fertilizantes deben almacenarse en áreas cubiertas, limpias, secas, ventiladas, evitando contaminación de fuentes de agua (no menos de 25 m)
- La maquinaria de aplicación debe ser mantenida y calibrada anualmente para asegurar una aplicación homogénea del producto si se aplican abonos orgánicos debe existir un plan para su aplicación y conocer su procedencia y aporte nutricional.
- No se debe aplicar abono orgánico fresco, a menos que exista un período de 6 meses entre la aplicación y la cosecha ya que es una fuente potencial de contaminación (Argerich, 2010).

1.13.5. Aporque

Se recomienda hacerlo a los 15 o 25 días después del trasplante, para favorecer el desarrollo de raíces en el tallo. Se aprovecha para eliminar malezas y a la vez para incorporar fertilizantes; al mismo tiempo proporciona una mayor fijeza a la planta. Debe realizarse con precaución, para no causar daño a las raíces dar paso a las enfermedades. Además, con esta labor se incentiva a la planta a generar raíces adventicias (Chemonics International Inc, 2008).

1.13.6. Poda

El tomate sin injertar se conduce normalmente a un tallo, aunque existen antecedentes de buenas respuestas productivas con conducción a dos ramas. Las plantas injertadas, por su vigor, pueden sostener más fácilmente la conducción a más tallos; reduciéndose la densidad de plantación, y consecuentemente, los costos de implantación, condición favorable dado el mayor precio de los plantines injertados (Torre, 2022).

Una práctica de manejo muy poco empleada en el cultivo de tomate por los agricultores de nuestro país es la poda, principalmente en producción de campo abierto y en cultivos de crecimiento determinado (MDRyT, 2017).

La poda se realiza para balancear el crecimiento reproductivo y vegetativo de la planta, mejorar la eficiencia en el manejo fitosanitario al mejorar la aireación y luminosidad de la planta. Se realizan principalmente cuatro tipos de podas

- **Poda de formación.** Establece el número de tallos que va a tener la planta y se la realiza a los 15 a 20 días del trasplante, en plantas de crecimiento determinado no se realiza este tipo de poda. La poda en plantas de crecimiento indeterminado se debe realizar a un solo tallo ya que la planta es más vigorosa y facilita su tutorado y manejo. La poda se debe realizar cuando salen los brotes axilares en las hojas que están por debajo del primer racimo floral.
- **Poda de flores y frutos.** El propósito es balancear el crecimiento vegetativo con el generativo para optimizar el número y tamaño de los frutos en el racimo y a lo largo de planta. En condiciones de mayor densidad de siembra, temperatura elevada o baja radiación, se dejan menos frutos por racimo para mantener las mismas características de calidad. En los primeros racimos se han de podar los frutos favoreciendo al crecimiento vegetativo dejando 5 a 7 frutos por racimo (Camara de Comercio de Bogotá, 2015).
- **Poda de hojas.** La eliminación de las hojas se hace después de la recolección de los frutos del primer y segundo racimo y se debe asegurar seguir quitando a medida que estos maduran. Se eliminan las hojas enfermas que sean fuente de

inoculo de plagas y enfermedades. Esto mejora la entrada de luz en la planta, logrando así una homogeneidad en tamaño, calidad y maduración de frutos. También favorece la ventilación y la baja humedad relativa en la base de las plantas (Camara de Comercio de Bogotá, 1015).

- **Poda apical.** Se utiliza con el fin de suspender el crecimiento de la planta. Consiste en cortar la yema principal de la planta, teniendo en cuenta que el racimo que se encuentra por debajo de esta se encuentre totalmente formado, esta poda permite determinar el número de racimos que se va a dejar por planta (Camara de Comercio de Bogotá, 1015).

1.13.7. Tutorado

Al tercer día del trasplante se procede a la colocación de los tutores, que son atados a los plantines. La colocación temprana evita que los plantines se debiliten por el movimiento causado por los vientos y se evita lesionar a las raíces en forma considerable si esto se realiza más tarde, perjudicando el crecimiento de las plantas (FAO, 2013).

La altura de los tutores es muy importante y deben medir como mínimo 2,20 m para las variedades de crecimiento indeterminado y 1,50 m para las variedades de crecimiento determinado.

Se debe utilizar cintas de plástico con tratamiento UV (ultravioleta) a fin de no lastimar a las plantas, el uso de hilo de algodón o tipo ferretería no es recomendado porque causa lesiones a la planta.

Colocar un tutor o varilla de tacuara al lado de cada planta y sujetar con alambre, que va tensado por los postes de ambos extremos de la hilera (FAO, 2013).

1.13.8. Cosecha

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos en el momento de la cosecha:

- Maduración del fruto.

- Distancia del mercado.
- Calidad de las frutas.
- Tipo de embalaje.
- Temperatura de maduración.

La maduración apropiada para la cosecha varía en función de la distancia del mercado y la temperatura, teniendo en cuenta el consumo en fresco se cosecha las frutas cuando alcanzan el 80 % de coloración (maduración plena). La frecuencia de la cosecha varía según la época, variedad y el método del cultivo, pero normalmente se realizan cada 3 o 4 días en verano y 1 vez por semana en invierno (FAO, 2013).

1.14. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE TOMATE

Las plagas, las enfermedades en el cultivo del tomate deben ser identificadas a tiempo para realizar un adecuado manejo, el técnico extensionista y el productor deben conocer y detectar la aparición temprana de las plagas, enfermedades con el fin de aplicar las medidas de control (FAO, 2013).

1.14.1. Insectos plaga

Los insectos plagas más comunes en el cultivo de tomate son:

1.14.1.1. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*.)

Los estados de ninfa y adulto de ambas especies se alimentan de la savia causando dos tipos de daño. El daño directo corresponde al debilitamiento de la planta (amarillamiento y marchitez de la planta) debido al hábito alimenticio chupador del insecto, que succiona los jugos celulares. El daño indirecto se asocia a reducción del área fotosintéticamente de la hoja debido el establecimiento y desarrollo de un complejo de hongos denominado fumagina, que afecta la fotosíntesis y los frutos. Esto ocurre, porque las ninfas y los adultos desechan una sustancia azucarada sobre las hojas inferiores que acompañada de alta humedad ambiental crea un microclima ideal para

el hongo. Sin embargo, el daño indirecto más importante causado por las moscas blancas es su capacidad de transmitir enfermedades virales a las plantas (FAO, 2013).

1.14.1.2. Trips de las flores (*Franklinella occidentalis*.)

Tanto ninfas como adultos ocasionan daño al cultivo. Al igual que la mosca blanca, ocasionan dos tipos de daños (directos e indirectos). Los directos corresponden a pequeñas manchas irregulares en el haz y envés de las hojas de coloración blanquecina a plateadas con puntuaciones negras en su interior. Esto se debe a su hábito alimenticio raspador-chupador, raspando y vaciando el contenido celular. La saliva fitotóxica segregada durante la alimentación, da lugar a deformaciones en las hojas, flores y frutos. En ocasiones las yemas florales no llegan a desarrollarse. La hembra ocasiona daño al introducir el ovipositor en el tejido vegetal. En los frutos esta acción se manifiesta a través de un punto necrótico correspondiente al punto de inserción rodeado o no por un halo blanquecino. Los daños indirectos son los más graves, consisten en la posibilidad de transmitir enfermedades virósicas como la peste negra o vira cabeza (TSWV) (FAO, 2013).

1.14.1.3. Ácaro Rayado o Arañuela roja (*Tetranychus urticae*.)

Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales móviles y el de adulto. Los daños se producen por su hábito alimenticio al introducir sus estiletos en el tejido para vaciar las células y absorber sus jugos. Las zonas dañadas toman inicialmente una coloración amarillenta y luego parda con el correr del tiempo.

En las hojas las colonias se ubican en el envés manifestándose los daños en el haz por la aparición de zonas rojizas o amarillentas en áreas lisas y enrolladas en hojas en crecimiento. Cuando los niveles poblacionales de ácaros son elevados las hojas pueden desprenderse. En hojas jóvenes se ve interrumpido el crecimiento cubriéndose, al final del ataque con telas de araña sobre las que caminan los adultos. Los huevos, larvas y ninfas están protegidos de enemigos naturales bajo la telaraña (FAO, 2013).

1.14.1.4. Polilla del tomate (*Tuta absoluta*)

La polilla del tomate es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la alta capacidad de vuelo, los ciclos de postura de la hembra y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de controles permanentes.

El daño principal asociado a esta plaga se relaciona con la acción de las larvas, las que una vez eclosadas, penetran a las hojas nuevas donde se alimentan del mesófilo, dejando las galerías características.

Estas larvas también afectan los puntos de crecimiento de brotes, racimos florales o frutos, donde hacen galerías desde el extremo peduncular, con el consiguiente deterioro y pérdida de valor comercial (MDRyT, 2017).

1.14.1.5. Pulgón (*Myzus sp.*; *Macrosiphum sp.*; *Aphis sp.*)

Insectos altamente polífagos. Las ninfas y adultos son los causantes de los daños, los cuales pueden ser directos o indirectos. En forma directa, la planta muestra amarillamiento y reducción del crecimiento por succión de sabia elaborada. También puede observarse curvatura de los folíolos hacia el envés. Los daños indirectos se dan por sustancias de desecho de las ninfas y adultos (melaza), que reducen la respiración y fotosíntesis de las hojas. A esto se suma que pueden actuar como vectores de virus como *CMV* (*cucumber mosaic virus*) y *PVY* (virus de la papa) (Asociación Tomate, 2015, citado por MDRyT, 2017).

1.14.2. Enfermedades

Las enfermedades más comunes en el cultivo de tomate son:

1.14.2.1. Mal de los almácigos o *Damping off*

Es una de las principales enfermedades que ocurre en la etapa de almácigo pudiendo atacar a las a las semillas durante la germinación, a las plántulas (pre y/o post-emergencia), y al plantín después del trasplante en el lote definitivo. Las plantas recién

emergidas son más sensibles, pero a medida que estas crecen, la cutícula se engrosa adquiriendo mayor resistencia al ataque del complejo de patógenos de suelo responsables de causar esta enfermedad.

Esta enfermedad puede aparecer en las bandejas de plantines “speelding” o en macetas individuales. Sus agentes causales son un complejo de hongos: *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Sclerotinia spp.* y *Phytophthora spp.* La sintomatología se manifiesta a través de lesiones necróticas profundas de coloración parda oscura, de aspecto acuoso o secas en el cuello a nivel del suelo con la peculiaridad que el síntoma progresa hacia abajo comprometiendo la radícula del plantín. Por la interrupción del sistema vascular la plántula vuelca repentinamente doblándose hacia la zona lesionada. Esta enfermedad se distribuye en forma de manchones (FAO, 2013).

1.14.2.2. Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*.)

En plantines, a nivel del cuello, se forman lesiones de tejido muerto (necrosis) que terminan por estrangularlas. En las hojas inferiores e internas de plantas adultas se observan manchas circulares de color café, por lo general rodeadas de un borde amarillo. Bajo condiciones predisponentes, estas lesiones incrementan su tamaño y avanzan afectando las zonas media y alta de la planta. Las manchas se caracterizan por tener anillos concéntricos de color oscuro y aspecto pulverulento (Flores, 2012)

1.14.2.3. Polvillo o cenicilla (*Oidium lycopersici* y *Oidium silicua*)

En el caso de *O. lycopersici*, en la cara superior de las hojas basales se observan manchas circulares de color blanco de aspecto polvoriento, que pueden producir las caídas de las hojas.

En el caso de *O. silicua*, en la hoja se observan la formación de áreas irregulares de color amarillo que eventualmente se transforman en tejido muerto (necrosis). Las manchas circulares de color blanco de aspecto pulverulento (signo), son difíciles de observar (Flores, 2012).

1.14.2.4. Moho gris (*Botrytis cinerea*.)

En nuestras condiciones ambientales no es frecuente la formación de esporas sobre las lesiones. Al inicio se percibe una tenue decoloración del pedúnculo floral que posteriormente se torna de color amarillo y finalmente se observa tejido muerto (necrosis) que termina afectando toda la flor. También es común ver el inicio de infecciones a través de pequeñas lesiones en los pétalos (Flores, 2012).

1.14.2.5. Tizón tardío del tomate (*Phytophthora infestans*.)

Puede atacar en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los primeros síntomas se manifiestan en hojas con áreas necrosadas (tejidos muertos) rodeadas de un fieltro blanco. Las lesiones pueden incrementarse, tomar toda la hoja, pasando simultáneamente a tallos y frutos. Los tallos presentan segmentos de tejido muerto (necrosis) oscuros que pueden llegar a estrangularlo por completo. En fruto se observa zonas de color chocolate, característica distintiva de esta enfermedad (Flores, 2012)

1.14.2.6. Marchitez por fusarium (*Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersic*.)

Los primeros síntomas se manifiestan desde el inicio de la cosecha, al observar plantas de color verde claro o el amarillamiento de hojas basales de la planta. A nivel del cuello, eje de la raíz principal y tallos, se observa un oscurecimiento de los tejidos internos que en condiciones avanzadas llegan a afectar la parte externa del mismo. Las plantas detienen su crecimiento, manifiestan síntomas de estrés hídrico y finalmente mueren (Flores, 2012).

1.14.2.7. Marchitamiento bacteriano (*Ralstonia solanacearum*.)

El principal síntoma es el marchitamiento severo, repentino e irreversible de plantas que se inicia en los extremos (ápice) de la misma. En el interior del tallo y raíces se observa el oscurecimiento del tejido de conducción. El signo puede verse al introducir

tallos en agua destilada, donde las bacterias salen al medio líquido en forma de suspensión blanquecina (zooglea) (Flores, 2012).

1.14.2.8. Peste negra (*Groundnut ringspot virus (GRSV)*, *Tomato spotted wilt virus (TSWV)* y *Tomato chlorotic spot virus (TCSV)*.)

Los síntomas varían de acuerdo a la especie viral, la edad de la planta en el momento de la infección, el cultivar de tomate y las condiciones climáticas. En infecciones tempranas se observa la detención del crecimiento, arrocetamiento, bronceado de las hojas conformando anillos concéntricos y severa deformación del tejido foliar (Flores, 2012).

Los frutos afectados se tornan deformados con la aparición de lesiones en forma de círculos que en ocasiones se disponen de forma concéntrica. Los síntomas de necrosis, la formación de círculos y el color morado en las hojas constituyen síntomas de importancia para caracterizar esta virosis. (Flores, 2012).

1.14.2.9. Virus del mosaico del tomate (*Tomato mosaic virus (ToMV)*)

La sintomatología se manifiesta en los folíolos como mosaico (zonas alternantes entre el verde claro y oscuro), aspecto ampollado y hojas enroscadas. En los frutos se produce un pardeamiento difuso pudiéndose necrosar. La distribución de la enfermedad en el cultivo es al azar. El virus presenta como hospedantes alternativos a especies de la familia Solanácea. Se trasmite por semilla, suelo y rastrojo (MDRyT, 2017).

1.15. LA TECNICA DE INJERTO EN EL CULTIVO DE TOMATE

El injerto es un método de propagación, utilizado en cultivos de hortalizas, para mejorar la producción y que consiste en la unión de dos plantas afines. Por un lado, está una planta con características deseables (llamada vástago) y por otro una planta con tolerancia (llamada portainjerto) específica para ciertos factores bióticos, como son las enfermedades del suelo y las plagas, así como para factores abióticos, como son la sequía, el calor, el frío, la salinidad. El objetivo del injerto es que la planta injertada se

desarrolle como una sola, pero con los atributos, características y beneficios de ambas plantas (Parra, 2007).

En la actualidad, una de las prácticas que está logrando amplia difusión en la producción de tomate es el uso de injertos con el fin de adaptar variedades con buenas características de tolerancia a factores limitantes como nematodos, salinidad, enfermedades bacterianas o de suelo, etc. con variedades susceptibles, pero de muy alta productividad y calidad (Proinpa, 2013, citado por MDRyT, 2017).

A pesar de ello, en Bolivia aún no existe el uso de injertos, ni la oferta del servicio en las empresas especializadas en la producción de plántulas para el cultivo de hortalizas. La tecnología de injerto ofrece beneficios económicos a los agricultores y contribuye al rendimiento y mejora de la calidad del cultivo. Se utiliza en cultivos de alto valor económico, tales como el tomate, berenjena, pimiento y melón, por el que dos partes de dos plantas se unen para que crezcan como una sola. El vástago, esqueje o púa, se define como la parte injertada en el patrón o porta-injerto (que se define como la parte de la unión que contiene la raíz). El injerto no produce nuevas variedades; tanto el porta-injerto y la púa conservan sus características. (Proinpa, 2013, citado por MDRyT, 2017).

Las técnicas más comunes utilizadas para el injerto de tomate son: el injerto de hendidura y de tubo. Estos son muy similares ya que el brote de la planta productora del fruto se corta completamente de sus propias raíces y se une al tallo cortado de un porta-injerto. El injerto en tubo es más rápido y menos complicado de implementar que el de hendidura, debido a que sólo requiere un único corte recto tanto en la raíz y en la púa del injerto (Proinpa, 2013, citado por MDRyT, 2017).

A nivel mundial, el interés por esta técnica se basa en la siembra de portainjertos interespecíficos de origen silvestre resistentes a determinados patógenos del suelo, debido a su grado de parentesco. Este parentesco entre el tomate cultivado y los tomates silvestres se refleja en la nueva clasificación filogenética de las solanáceas que ha sido recientemente revisada, donde el anterior género *Lycopersicon* se integró al nuevo

género *Solanum*, con su nueva nomenclatura: *Solanum lycopersicum* como la especie cultivada y 12 especies silvestres (Portal frutícola.com, 2016).

A partir de cruzamientos con especies silvestres, existe una gran variedad de portainjertos de tomates en el comercio, que reúnen características que otorgan resistencia a la planta frente a nematodos y a patógenos del suelo como *Fusarium oxysporum*. Entre otros. El desarrollo de portainjertos resistentes a este tipo de estreses, utilizando especies silvestres, es crucial para incrementar la productividad y mejorar la calidad de la fruta de tomate (Portal frutícola.com, 2016).

1.15.1. Historia del injerto

Se cree que el primer injerto se originó por la simple observación de la unión natural de ramas de árboles que crecían cerca entre sí. La gente copió lo que ocurría con plantas relacionadas que crecían de cortes y abrasiones. Se cree que los chinos injertaban brotes y ramas que contenían yemas desde el año 2.000 a.C (Hoyt, 2021).

1.15.2. Injertos modernos

La utilización de portainjertos en plantas herbáceas comienza en Japón en 1914 para prevenir Fusariosis en sandía. El injerto ha sido utilizado en la agricultura como una técnica que permite otorgar resistencia o tolerancia de las plantas a determinados patógenos del suelo, además de aumentar el crecimiento y rendimiento de las plantas injertadas en relación a las que no se injertan. Se estima que los invernaderos de América del Norte usan más de 40 millones de plántulas injertadas de tomate por año (Hoyt, 2021).

En la década de 1990, las compañías que producían maquinarias agrícolas introdujeron robots semi o completamente automáticos para hacer injertos. Aunque su uso está limitado por la falta de flexibilidad, se están desarrollando modelos con mejoras (Hoyt, 2021).

1.15.3. Importancia del injerto

En la producción de hortalizas existen factores bióticos y abióticos que afectan, o disminuyen, la productividad de los cultivares. Ante esto, las plantas injertadas permiten el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta resultante del injerto o injertada. El objetivo principal de las plantas injertadas es mejorar su producción, reducir la susceptibilidad a enfermedades ocasionadas por nematodos y hongos (fitopatógenos con origen en el suelo) y así aumentar el vigor de la planta. Esto permite que plantas con alta susceptibilidad a enfermedades sean cultivadas en medios no óptimos (Parra, 2007).

La producción de hortalizas por injerto proporciona mayor crecimiento foliar, mayor desarrollo radicular e incrementa el rendimiento y el tamaño de los frutos. Otra de las ventajas del injerto, a diferencia del desarrollo de nuevas variedades resistentes (método convencional), es que permite a corto plazo una respuesta a nuevas razas de fitopatógenos y proporciona una solución menos costosa y más flexible para controlar enfermedades por hongos, nematodos y bacterias. Además, el injerto tiene como principal ventaja que no contamina el ambiente, por lo que es una alternativa viable para la agricultura sustentable (Parra, 2007).

Patrones o porta injertos son las plantas cuyo sistema radicular sirve de soporte a la variedad a cultivar, evitando su contacto con el suelo. Un portainjerto debe reunir las siguientes cualidades: Ser inmune a la enfermedad que se desea prevenir, que no haya ningún otro parásito del suelo que le afecte, que tenga vigor y rusticidad, tener buena afinidad con la planta que se injerta, contar con plántulas en buenas condiciones para la realización del injerto, no modificar desfavorablemente la calidad del fruto (Parra, 2007).

1.15.4. Métodos de injertación

El método empleado varía de acuerdo con la especie y en cada una de ellas el porcentaje de prendimiento está relacionado con el método de injertación. En tomate el más generalizado es el método de empalme y en cucurbitáceas el de aproximación.

- **Método de empalme.** Este es uno de los métodos más sencillos y utilizados a nivel comercial, muy aceptado en tomate considerando el número de plantas necesarias para una hectárea. El diámetro de tallo recomendado para este método es 1.5 a 2.0 mm, que se alcanza entre 25 y 28 días después de la siembra, dependiendo del material. El portainjerto e injerto deben tener el mismo diámetro para facilitar el prendimiento. Se realiza un corte inclinado en 45°, en el portainjerto puede realizarse por arriba o por debajo de los cotiledones. En el injerto se realiza un corte similar en longitud e inclinación por arriba de los cotiledones, de preferencia se debe realizar el corte en un solo movimiento con navajas filosas como las de afeitarse (Proain, 2020).
- **Método de púa.** Es el más utilizado y el más recomendable cuando el patrón y la púa tienen aproximadamente el mismo grosor. No es válido para diámetros de menos de 0.5 cm ni para diámetros muy grandes. Cortar el tallo de la variedad de 1.5 cm por debajo de los cotiledones y hacer un bisel de .06-1.0 cm en su extremo. Eliminar el brote de los portainjertos y hacer una hendidura y ligar con una pinza o lámina (Proain, 2020).
- **Injerto de aproximación.** La característica que distingue a este método es que se injertan dos plantas independientes entre sí, cada una con su sistema radical. Es un método muy recurrido cuando el productor no cuenta con una cámara para la fase post injerto, aunque es más laborioso que los otros dos métodos. Sobre el portainjerto se realiza un corte en forma de lengua hacia abajo, esta última recomendación es importante dado que el portainjerto es quien da el soporte a la planta. Al injerto se le realiza un corte similar, pero en dirección contraria; es decir, hacia arriba (Proain, 2020).

1.15.5. Ventajas del injerto

A continuación, se muestran algunos de los resultados que pueden esperarse al utilizar correctamente la técnica de injerto en tomate:

- **Incremento del rendimiento.** La causa principal de este efecto es el abundante sistema radicular de los portainjertos, que tienen la capacidad de proveer de mayor cantidad de nutrientes, agua y hormonas. El incremento en el rendimiento puede llegar hasta un 15% más en plantas injertadas.

Las citoquininas son sintetizadas principalmente en la raíz, plantas con sistema radical vigoroso producen mayor cantidad de esta hormona y el incremento en el rendimiento dado por un portainjerto vigoroso está asociado en el contenido total de citoquininas en xilema (Proain, 2020).

El incremento en el rendimiento se debe a que los portainjertos tienen vigorosos sistemas radicales y son capaces de absorber eficazmente agua y nutrimentos. El rendimiento está correlacionado a un buen vigor de la planta y a la resistencia mostrada por el portainjerto a las enfermedades, así como también a la fortaleza de la nueva planta para tolerar ciclos más largos de producción sin el detrimento que ocurre en el rendimiento de una planta no injertada (Rojas, 2010).

El injerto se asocia con aumentos significativos en el rendimiento de muchas hortalizas injertadas, independientemente de la presencia de enfermedades causadas por fitopatógenos con origen en el suelo. El incremento en el rendimiento puede llegar hasta más del 50% en plantas injertadas. Sin embargo, el color de la pulpa, textura, espesor de la corteza del fruto y los sólidos solubles (cantidad de azúcar en el fruto) pueden ser influenciados por el injerto (Parra, 2007).

- **Ahorro de espacio.** La densidad o población por hectárea puede reducirse hasta la mitad, ya que una planta injertada, por su vigor, es posible manejarla a dos tallos y reemplaza a cultivos a un tallo (Hidrosostenibles, 2014).

➤ **Calibre del fruto.** El tamaño de los frutos, en hortalizas injertadas llega a incrementarse algunas veces, si se compara con frutos de plantas no injertadas. Sin embargo, también el color del fruto, espesor de la corteza y concentración de sólidos solubles, pueden ser influenciados por el portainjerto (Rojas, 2010). El tamaño de la fruta se mantiene más grande como promedio durante toda la temporada. Esto es debido a la fuerza adicional que proporciona el patrón, con un sistema radicular más fuerte, más grande y más sano (Hidrosostenibles, 2014).

➤ **Tolerancia a salinidad.** La fuerza y tamaño de la raíz han demostrado mayor capacidad de bombeo en terrenos y aguas con niveles medios de sales, por lo que aumenta la tolerancia a salinidad (Hidrosostenibles, 2014).

➤ **Absorción de agua y nutrientes.** Los portainjertos que se utilizan en plantas injertadas de tomate tienen un desarrollo radicular mayor que las variedades que se injertan sobre ellos, por lo que los porta injertos son capaces de explorar un mayor volumen de suelo lo que se traduce a una mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrientes (Rojas, 2010).

Debido a la fuerza y el tamaño que proporciona el sistema radicular de la planta injertada, la cantidad de agua y nutrientes aplicados son aprovechados en forma eficiente, teniendo menores pérdidas por transaminación (Hidrosostenibles, 2014).

El sistema radicular de las plantas injertadas es más grande y vigoroso, por lo que tienen una mayor capacidad de absorber agua y nutrientes de manera más eficiente en comparación con las plantas no injertadas (Parra, 2007).

➤ **Resistencia a enfermedades.** Los problemas en el suelo, por enfermedades y nematodos, disminuyen, ya que la mayoría de los patrones utilizados en los injertos son híbridos con múltiples resistencias.

La tolerancia a enfermedades se debe principalmente a la rusticidad de las raíces que otorga el portainjerto al ser un material nativo o silvestre (Parra, 2007).

- **Ventana de mercado.** Su temporada de cosecha se alarga (si el clima lo permite) a ocho meses o más, por lo que las probabilidades de lograr una ventana de mejores precios aumentan (Hidrosostenibles, 2014).

1.16. TIPOS DE TOMATE

Las principales características de clasificación de los tomates consideran su hábito de crecimiento, forma del fruto, su uso o hábito de consumo.

1.16.1. Según hábito de crecimiento

1.16.1.1. Crecimiento determinado

Son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas, poseen inflorescencias apicales, la producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas. El crecimiento del tallo principal, detiene su crecimiento como consecuencia de la formación de una inflorescencia terminal, una vez que ha producido lateralmente varios pisos de inflorescencia, la primera aparece luego de 7-12 hojas, (normalmente entre cada 1 ó 2 hojas) (Argerich, 2010)

1.16.1.2. Crecimiento indeterminado

Se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. La planta produce la primera inflorescencia entre 7-12 hojas y luego, normalmente aparece una inflorescencia cada tres hojas en forma indefinida, el crecimiento vegetativo es continuo; la floración, fructificación y cosecha se extienden por períodos muy largos. Estas plantas son empleadas para agroindustria, tomate de mesa y tipo Cherry (MDRyT, 2017).

1.16.1.3. Según la forma del fruto

En el comercio existen diversas formas, colores y tamaños de tomates, siendo los más comunes en nuestro país los de forma alargada denominados tipo pera. Sin embargo,

actualmente están ganando mayor popularidad las variedades achatadas tipo manzana o redondo cuadrado llamados bola pera (MDRyT, 2017).

1.16.1.4. Según uso o consumo

En algunos países vecinos, los tomates se diferencian de acuerdo con su uso, ya sea para consumo en fresco o industrial, lo cual está relacionado con la forma externa de los frutos. Siendo cuatro tipos los más conocidos: milano, chonto, cherry e industrial (MDRyT, 2017).

1.17. VARIEDADES DE TOMATE

En Bolivia, los tipos de tomate están más relacionados a su forma que al uso, siendo los principales tipos conocidos como pera, bola pera, manzana, y cherry.

- **Pera y bola pera (Chonto).** De forma redonda a ovalada, levemente elongados u oblongos, con dos a cuatro lóculos. Su peso promedio es de 70 a 220 gramos. Se consumen en fresco y son utilizados en la preparación de guisos o pastas.
- **Tipo manzana (Milano).** Se utiliza principalmente en ensaladas, en forma de rodajas y se consume maduro o verde. Es de forma achatada o semiachatada, con cuatro lóculos o más y con un peso promedio entre 200 y 400 gramos.
- **Cherry.** Posee frutos de tamaño muy pequeño, de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso promedio de 10 gr. Se agrupan en ramilletes de 15 o más frutos y existen variedades de colores muy variables (amarillo, rojo o naranja). Los frutos pueden ser del tipo pera o redondo. Su consumo preferentemente es en fresco, en cócteles y para decorar platos.
- **Industrial.** Se caracteriza por tener gran cantidad de sólidos solubles que lo hacen atractivo para su procesamiento, principalmente en la producción de salsas y pastas. Su forma puede variar, desde redondo hasta piriforme y es de un color rojo intenso.
- **Tomates en racimo.** Es una variedad con frutos medianos, todos los frutos del racimo llegan al estado maduro al mismo tiempo, lo que permite cosechar

cortando como un racimo de uvas. El número de frutos por racimo varía de seis a nueve según la variedad. Es un producto exótico, al cual se le da un valor agregado que mejora la forma de presentación comercial su consumo puede ser en fresco o para decoración de platos.

- **Tomates larga vida.** Es un tipo de tomate reciente, se distingue por haber sido mejorado específicamente para una conservación más prolongada o larga vida en postcosecha.

Actualmente se disponen de híbridos cuyos frutos maduros poseen una conservación prolongada en estado firme. Esto permite clasificar los híbridos en dos tipos: de larga vida o firmes estructurales. Sus frutos son similares a otros, excepto por su larga vida útil en postcosecha y su gran dureza. En el país la tendencia es utilizar híbridos de tomate con mayor duración en postcosecha y mayor resistencia al transporte (MDRyT, 2017).

1.16.1. Variedades empleadas en Bolivia

A continuación (MDRyT, 2017) describe las principales variedades de mayor difusión en las zonas productoras del territorio boliviano.

- **Variedad Río Grande.** Variedad de polinización abierta con buen vigor y cobertura de follaje. Alto rendimiento y buena respuesta del fruto a transporte. Se adapta a las principales zonas productoras de Bolivia, tanto en época alta como en otoño-invierno.
- **Variedad Santa Clara early F1.** Tomate de mesa de buen rendimiento y comportamiento en transporte.
- **Variedad Shanty F1.** Variedad extremadamente productiva (80 – 100 t/ha), Roma determinado, frutos tamaño grande de mucha firmeza. Planta fuerte y productiva, adaptable a diferentes fechas de plantación con capacidad para tolerar condiciones climáticas extremas (menores a 5°C o mayores a 30°C). Variedad para campo abierto.

- **Variedad Mariana F1.** Mariana de tipo saladette con excepcional cuajado de frutos en verano. Tamaño de planta medio a pequeño y frutos predominantes extra largos, uniformes y excelente firmeza y duración postcosecha.
- **Variedad Huichol.** Tomate determinado tipo Roma para el mercado fresco. Variedad temprana de alto rendimiento con alta calidad de fruto. Larga vida en anaquel, excelente firmeza y color.
- **Variedad Xaman.** Tomate híbrido tipo saladet determinado de una planta mediana de alto rendimiento y frutos firmes con hombros lisos y amplia adaptabilidad a zonas con presión de virosis.
- **Variedad Omereque.** Tomate híbrido de amplia adaptabilidad en varias regiones de Bolivia, Argentina, Brasil, Paraguay, Colombia, Centroamérica y otras, principalmente bajo condiciones de cultivo al aire libre tanto postrado como conducido. Muy buena cobertura foliar, de alta capacidad de cuaje de frutos.
- **Variedad Alyenta.** Tomate híbrido elongado para producción a campo abierto. Planta compacta de tamaño medio, con inserción de pedicelo y buena cobertura del fruto por el follaje (MDRyT, 2017).
- **Variedad Santa paula.** Tomate híbrido de tipo perita con muy buen vigor y buena cobertura de hojas, puede cultivarse a una o dos guías, destacándose principalmente por sus frutos cilíndricos de muy buen color rojo interno y externo de excelente tamaño (140 a 190gr), racimos de 7 a 9 frutos en promedio, cuajes parejos, racimos uniformes, frutos macizos, sin ahuecamientos y de muy buena postcosecha.
- **Variedad Nativo.** Tomate híbrido de excelente potencial de rendimiento y múltiple resistencia a enfermedades para producción a campo abierto como invernadero, planta vigorosa con excelente cobertura, duración de ciclo después del trasplante de temprana a media y con frutos ovalados-alargados de 165 gr. (PROINPA, 2022)

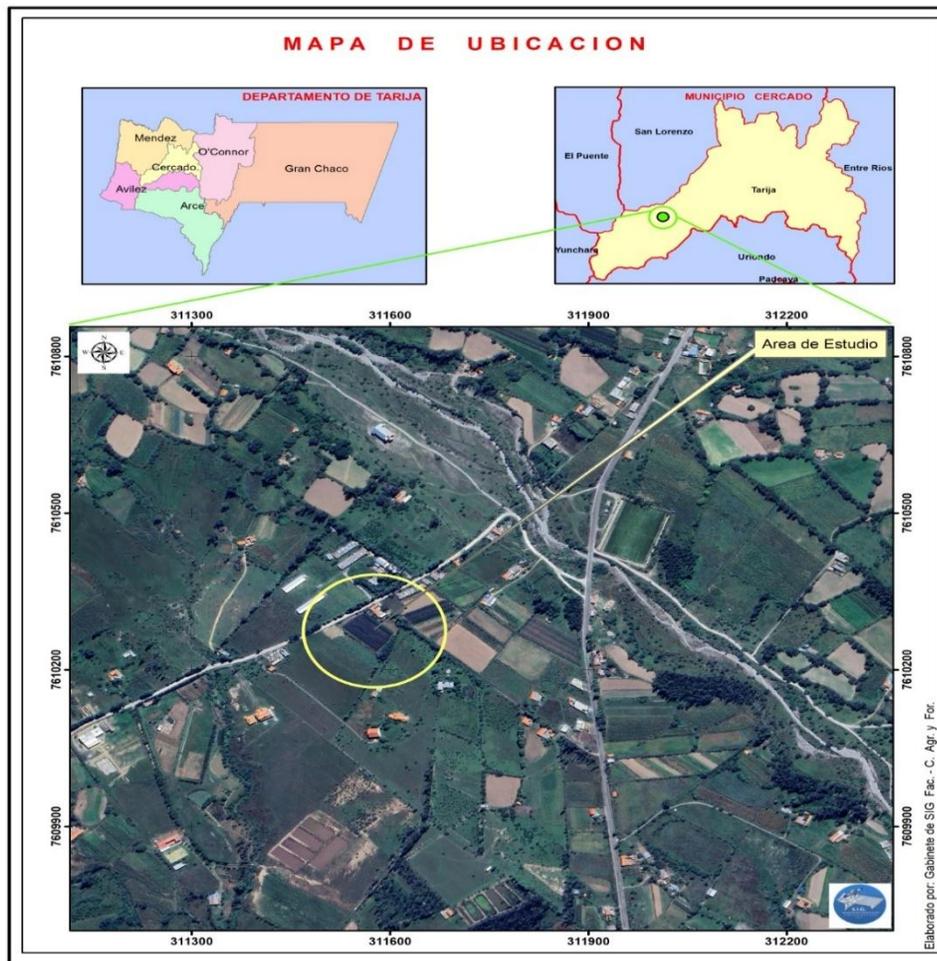
CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la comunidad de Guerrahuayco, perteneciente al cantón Lazareto, provincia Cercado del departamento de Tarija, la cual está ubicada aproximadamente a 10 Km de la ciudad de Tarija y se encuentra a una altura de 1922 msnm.

Figura 3. Mapa de ubicación del ensayo



Fuente: (Gabinete de SIG, 2023)

2.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

2.2.1. Clima

El Valle Central de Tarija muestra un clima templado semiárido con temperatura media mensual, entre 15 y 23° C; la precipitación media anual varía entre 500 y 700 mm y un periodo libre de heladas de 6 a 7 meses. Esas condiciones agroclimáticas son favorables para la agricultura y horticultura intensiva. Sin embargo, sequías, irregularidad en las precipitaciones, granizadas, heladas tardías e inundaciones en los valles son limitaciones naturales que afectan a esta región (PTDI, 2016).

2.2.2. Resumen climatológico

Tabla 7. Resumen climatológico

RESUMEN CLIMATOLÓGICO (Periodo considerado: 1975-2022)		
ESTACIÓN: SAN ANDRÉS	PROVINCIA CERCADO – TARIJA	
Índice	UNIDAD	ANUAL
Temp. Máx. Media	°C	25.9
Temp. Mín. Media	°C	9.5
Temp. Media	°C	17.7
Temp.Máx.Extr.	°C	40.0
Temp.Mín.Extr.	°C	-10.0
Días con Helada	Días	22
Humed. Relativa	%	69
Nubosidad Media	Octas	4
Evapo. Media	mm/día	3.69
Precipitación	Mm	1036.3
Pp. Máx. Diaria	Mm	150.3
Días con Lluvia		92

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMI), 2023

2.2.3. Suelos

Los suelos son moderadamente profundos a muy profundos, con signos de erosión hídrica ligera, moderadamente bien a bien drenados, pardos y pardo rojizo oscuros, con texturas franco arcillo arenosas a franco arenosas. Generalmente la disponibilidad de nutrientes es baja (ZONISIG, 2001).

2.2.4. Vegetación de la Zona

Tabla 8. Estrato arbóreo

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Álamo blanco	<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae
Churqui	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Leguminosae
Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae
Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
Pino	<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), 2023.

Tabla 9. Estrato arbustivo

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Chillca	<i>Baccharis</i> sp.	Compositae
Rosa de cerco	<i>Rosa</i> sp.	Rosaceae

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), 2023.

Tabla 10. Estrato herbáceo

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Tomatillo	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Solanaceae
Campanilla	<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae
Barrabás	<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae
Saitilla	<i>Bidens</i> sp.	Compositae

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), 2023.

Tabla 11. Especies cultivadas

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill	Solanaceae
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	Compositae
Pimentón	<i>Capsicum annuum</i> L. var.annuum	Solanaceae
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	Leguminosae

Fuente: Herbario Universitario (T.B.), 2023.

2.3. MATERIALES

2.3.1. Material vegetal

- Semilla de tomate: Variedad Nativo
- Semilla de tomate: Variedad Santa paula
- Plántulas de una especie de tomate silvestre (*Solanum sisymbriifolium* Lam.) la cual se usó como portainjerto.

2.3.2. Insumos

- Estiércol caprino
- Fertilizante nitrato de potasio

2.3.3. Material de campo

- Tutores
- Wincha métrica
- Reguera
- Bandejas de germinación
- Tanza
- Postes y estacas
- Canastos de cosecha
- Alambre (de amarre y fino)
- Letreros de identificación
- Cinta de goteo
- Conectores para cinta de goteo
- Mulching
- Nylon
- Flexómetro

2.3.4. Herramientas y equipos

- Pala
- Azada
- Punzón
- Tenaza
- Barreta
- Tractor
- Balanza gramera
- Mochila pulverizadora

2.3.5. Material de escritorio

- Computadora
- Planilla de campo
- Cámara fotográfica
- Calculadora

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. Descripción del diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se desarrolló un diseño experimental mono factorial distribuido en bloques al azar, con 4 tratamientos, 3 réplicas haciendo un total de 12 unidades experimentales.

2.4.2. Descripción de los tratamientos

T1= (Variedad Nativo no injertado)

T2= (Variedad Nativo injertado)

T3= (Variedad Santa paula no injertado)

T4= (Variedad Santa paula injertado)

Se usó como porta injerto una especie de tomate silvestre (*Solanum sisymbriifolium* Lam.) más conocido como tomatillo o vila vila.

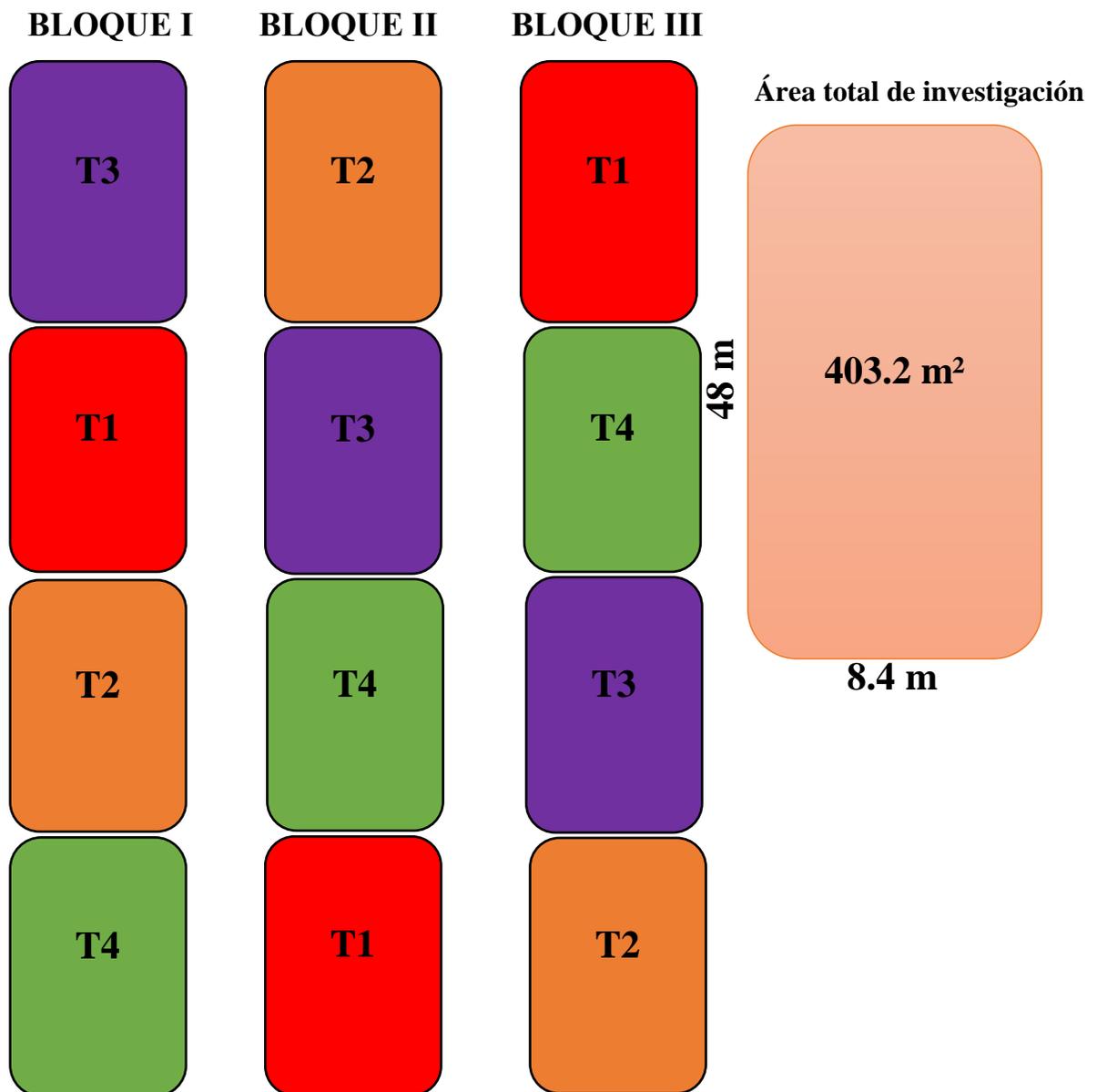
2.4.3. Características del área de estudio

- **Descripción de la unidad experimental.** Cada unidad experimental estuvo compuesta por una parcela de 12m de largo * 2.8m de ancho haciendo un área

total de 33.6m^2 , en la cual se trasplantaron 40 plantas distribuidas en un marco de plantación de 0.60m entre plantas y 1.40m entre hileras.

- **Descripción del área total de estudio.** Las dimensiones del área total de estudio fueron de 48m de largo * 8.4m de ancho, haciendo un área total de 403.2m^2 en la cual se trasplantaron 480 plantas en total.

2.4.4. Croquis del diseño experimental



2.5. DESARROLLO DEL ENSAYO

2.5.1. Toma de muestra para el análisis de suelo.

Se tomó la muestra del suelo seco en fecha 22 de Julio de 2022, dicho muestreo se lo realizó en forma de cuadrícula tomando como referencia 8 puntos y a una profundidad de 30 cm.

Luego de la extracción, se procedió homogenizar las ocho submuestras, se realizó el cuarteo y se tomó una muestra de 1 kg para realizar el análisis, la cual se llevó al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales perteneciente a la UAJMS.

2.5.2. Almacigado

La siembra de las variedades no injertadas se realizó en fecha 30 de agosto de 2022, utilizando bandejas de germinación de 128 alvéolos, primeramente, se preparó bien el sustrato seguido a ello se procedió al llenado de las bandejas por último se procedió sembrar de forma manual una semilla en cada alvéolo, se cubrió las semillas con sustrato a una profundidad de aproximadamente 5mm y se cubrió las bandejas con nylon. Las plántulas de tomate emergieron a los 10 días después de la siembra.

2.5.3. Preparación del terreno

Se realizó el cultivado del suelo en dos ocasiones, la primera en fecha 6 de septiembre de 2022 donde se realizó una arada al suelo y la segunda en fecha 13 de septiembre en la cual se le hizo una rastrada al terreno, la cual tuvo por finalidad mullir bien el terreno para así dejarlo listo para el armado de los lomos, para llevar a cabo estas actividades de laboreo se empleó un tractor.

2.5.4. Trazado del diseño experimental

El trazado del diseño experimental se lo realizó el 13 de septiembre de 2022, haciendo uso de una wincha métrica, estacas y tanza, donde primeramente se delimitó la

distancia entre hileras y posteriormente se procedió a delimitar las parcelas con las medidas correspondientes de acuerdo al diseño establecido.

2.5.5. Incorporación de materia orgánica al suelo

Se utilizó como fuente de materia orgánica estiércol caprino, se realizó la incorporación del mismo de acuerdo al análisis de suelo a una razón de 2068.5 kg/ha en fecha 14 de septiembre de 2022, para ello se procedió a distribuirlo uniformemente por cada hilera que se trazó, se lo realizó de esta forma con la finalidad de que el estiércol quede al centro de cada lomo y de esa manera la planta pueda tener un mayor aprovechamiento de los nutrientes que le aporta este.

2.5.6. Armado de los lomos

Para realizar el armado de lomos o bordos se empleó un tractor con su respectiva implementación (bordeador), con ayuda del mismo se fue arrimando la tierra por el trazado que se realizó con las medidas del diseño experimental, esta actividad se la realizó el 22 de septiembre de 2022.

2.5.7. Implementación del sistema de riego por goteo

Para cubrir las necesidades hídricas del cultivo se implementó un sistema de riego tecnificado por goteo. La cinta que se usó para implementar el mismo fue de goteros con pastilla, distanciados a 20cm, dicho sistema de riego se lo implementó el 22 de septiembre de 2022, distribuyendo por cada lomo dos cintas, las mismas que con ayuda de un conector para cintas de goteo se lo conectó a una manguera principal la cual a su vez se conectó a la llave del agua para riego.

2.5.8. Colocado del mulching

Luego de colocar las cintas de goteo a todos los lomos se procedió a cubrir los mismos con el mulching y se fue apretando con tierra por ambos costados de cada lomo para que de esa manera no se hagan bolsas de aire y termine dañándose el mulching hecho

esto se procedió a perforar el mulching con ayuda de una lata caliente a una distancia de 0.60m quedando así listo para llevar a cabo el trasplante.

2.5.9. Implementación de malla antigranizo

Puesto que hoy en día las inclemencias del clima como ser las lluvias torrenciales acompañadas de granizo son muy frecuentes se optó por colocar una malla antigranizo para proteger al cultivo de los daños causados por el este, para así asegurar un buen desarrollo y crecimiento de las plantas y asegurar una buena cosecha.

2.5.10. Obtención de los plantines injertados

La obtención de los plantines injertados se efectuó en fecha 8 de octubre de 2022.

El tipo de injerto que se utilizó fue el de empalme, el proceso para la realización de este tipo de injerto consiste en lo siguiente:

- Desinfectar el área donde se realizará el injerto.
- Llevar las plantas del semillero al laboratorio donde se realizará el injerto.
- Repicar las charolas del portainjerto, esto quiere decir que se separan las plántulas en las charolas, colocándolas intercaladas dejando espacios entre plantas de una celda, quedando la mitad de plántulas por charola.
- Cortar el portainjerto por debajo de los cotiledones, en forma de bisel de 45-55° colocando la pinza de plástico que ajuste el tallo, viendo el corte.
- Colocar la pinza de silicón que mantendrá unida la variedad al patrón.
- Cortar la variedad, realizando el corte en bisel de 45-55°, a dos centímetros por debajo de los cotiledones y colocar la pinza de silicón.
- Unir las plantas asegurándose que los cortes del tallo del portainjerto y la variedad coincidan.
- Llevar las charolas a la cámara hermética o de prendimiento (Limón, 2008, citado por Rojas, 2010).

2.5.11. Labores culturales

2.5.11.1. Trasplante

Se efectuó el trasplante el 12 de octubre de 2022 para ello se regó el almácigo y la parcela previa al trasplante, esto se hizo con la finalidad de que, al momento del trasplantar, tanto el suelo como el sustrato del plantín tengan la humedad suficiente y así no sufran por estrés posterior al trasplante y prendan el 100%. El marco de plantación utilizado fue de 0.60 m entre plantas y 1.40 m entre hileras, se distribuyó los plantines a una distancia de 0.60 m, con ayuda plantador de madera se hizo un pequeño hoyo, se colocó el plantín en el mismo tratando de no dañar las raíces y se lo compactó bien para que no queden espacios con aire, posterior a ello se aplicó un enraizador (rootex).

2.5.11.2. Riego

Como se mencionó anteriormente, se empleó un sistema de riego por goteo para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo, el primer riego se realizó al día después del trasplante, se regó a diario hasta que las plántulas prendieron bien y los riegos posteriores se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo.

2.5.11.3. Fertilización

La fertilización del cultivo se realizó en base a los resultados del análisis del suelo.

Tabla 12. Demanda de nutrientes

NUTRIENTE	DEMANDA DE NUTRIENTES
Nitrógeno	10.1 kg/ha
Fósforo	0.0 kg/ha
Potasio	15.1 kg/ha

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la UAJMS, 2022.

Para cubrir la demanda de nutrientes esenciales que requería el cultivo se utilizó un fertilizante químico (nitrato de potasio) y un abono orgánico (estiércol de cabra) ya que el suelo se encontraba deficiente en cuanto a nitrógeno y potasio no siendo así respecto al fósforo. El estiércol se aplicó de manera uniforme a una razón de 2068,5 kg/ha antes del armado de los bordos, con respecto al nitrato de potasio este se lo aplicó mediante el riego a una razón de 77,7 kg/ha.

Tabla 13. Cantidad de fertilizantes a aplicar para cubrir la demanda de nutrientes

FERTILIZANTE	CANTIDAD EN Kg/ha
Nitrato de potasio	77.7 kg/ha
Estiércol de cabra	2068.5 kg/ha

Fuente: Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la UAJMS, 2022.

2.5.11.4. Poda

- **Poda de formación:** La poda de formación se realizó un mes después del trasplante, dejando 4 tallos principales.
- **Poda de hojas:** La poda de hojas se realizó el 6 de diciembre de 2022, para efectuar esta poda se procedió a quitar las primeras 3 hojas basales de la planta esto con la finalidad de mejorar la aireación de la misma.
- **Destallado:** Para efectuar esta poda se procedió a quitar los brotes axilares, con el fin de que los tallos principales tengan un mejor desarrollo, la misma se la realizó en varias ocasiones de acuerdo a la frecuencia con la cual la planta iba emitiendo estos brotes.

2.5.11.5. Tutorado

El sistema de turado que se utilizó fue en espaldero, este consistió en colocar en ambos extremos de cada hilera 1 poste intercalado con varillas distribuidas en 2 hileras a cada

3 m las cuales dieron sostén a tres dobles líneas de alambre cada una de ellas distanciadas a una altura 60 cm y los brotes de las plantas se sostuvieron a dichas líneas de alambre mediante amarres con totora.

2.5.12. Tratamientos fitosanitarios

A lo largo del desarrollo del cultivo se observó la incidencia plagas como trips (*Franklinella occidentalis.*) y mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) para el control de dichas plagas se utilizó insecticidas como Punto 70, Actara y Virantra, por otro lado, también hubo incidencia de ciertas enfermedades como tizón temprano, tizón tardío y mildiu para lo cual se aplicó los fungicidas Mancozeb, Amistar top, Infinito y Coraza. Para el control de malezas de entre medio de las calles se utilizó el herbicida Sencor.

Tabla 14. Planilla de aplicación de productos fitosanitarios

PRODUCTO	DOSIS /HA	TIPO DE CONTROL	NÚMERO DE APLICACIONES	TIPO DE APLICACIÓN
Punto 70	120 gr/ha	Insecticida	1	Foliar
Rootex	4 kg/ha	Enraizador	1	Drench
Actara	700 cc/ha	Insecticida	2	Foliar
Mancozeb	1440 gr/ha	Fungicida	2	Foliar
Virantra	120 cc/ha	Insecticida Acaricida	3	Foliar
Amistar top	312 cc/ha	Fungicida	2	Foliar
Infinito	1,5 Lt/ha	Fungicida	1	Foliar
Coraza	600 gr/ha	Fungicida	1	Foliar
Sencor	600 cc/ha	Herbicida	1	Foliar

Fuente. Elaboración propia.

2.5.13. Cosecha

La cosecha se inició en fecha 02 de enero hasta el 6 de marzo de 2023, ésta se la realizó de forma manual, cuando se observó la presencia de frutos desarrollados y comenzó el cambio de coloración de verde amarillento a rojo, se limpió los frutos y se almacenó en cajas plásticas, se tomó datos para las variables peso, número de frutos y rendimiento, se realizó un total 11 cosechas.

2.6. VARIABLES DE RESPUESTA

2.6.1. Variables agronómicas

En el levantamiento de datos para las distintas variables se tomó 10 plantas al azar por cada una de las unidades experimentales.

2.6.1.1. Altura de planta en cm

Estos datos se tomaron a los 90 días después del trasplante, se lo realizó con ayuda de un flexómetro, la medición se contó desde el cuello de la planta hasta el nivel que alcanzó el follaje de las hojas.

2.6.1.2. Días a floración

Se realizó un seguimiento visual para saber la variable de a los cuantos días emitieron la floración las plantas de las distintas unidades experimentales, se tomó en cuenta como inicio de floración cuando se observó que más del 50 % de las plantas de cada una de las unidades experimentales emitieron su floración.

2.6.1.3. Número de frutos por planta

Estos datos se obtuvieron realizando un conteo de frutos por cada planta en cada cosecha realizada y al final se hizo una sumatoria y se sacó una media general esto para cada uno de los tratamientos.

2.6.1.4. Peso de frutos

Los valores obtenidos de cada fruto se expresaron en (gr) después de la cosecha, se procedió al pesado correspondiente de los frutos de cada unidad experimental utilizando una balanza.

2.6.1.5. Rendimiento del cultivo

El rendimiento se registró utilizando los datos del peso de los frutos por la superficie de cada parcela, midiéndose en kg/m², luego mediante cálculos se estimó el rendimiento en tn/ha.

2.6.2. Variables económicas

2.6.2.1. Evaluación económica a través del índice B/C

La relación beneficio/costo sirve para medir la capacidad que tiene la aplicación de un tratamiento alternativo de generar rentabilidad por cada unidad monetaria gastada.

$B/C > 1$ Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, lo que significa que es rentable.

$B/C = 0$ Los ingresos económicos solo cubren los costos de producción.

$B/C < 1$ El proyecto no es rentable

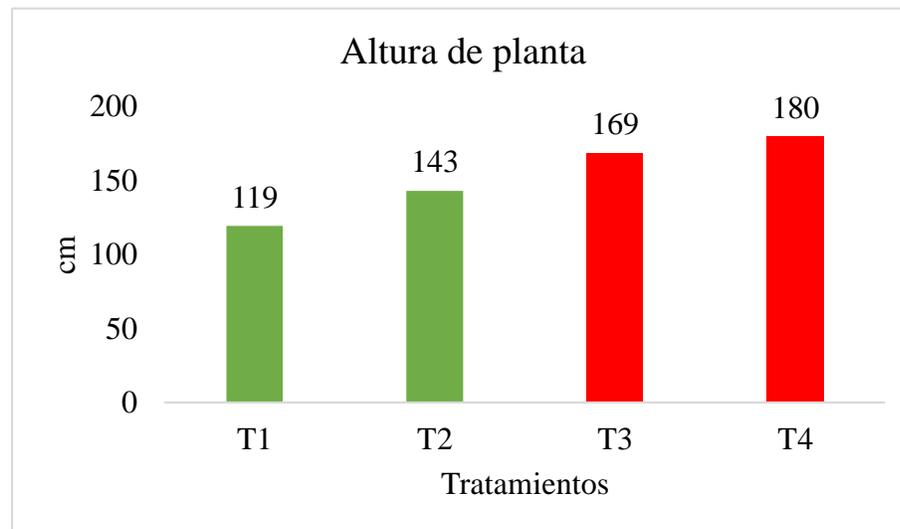
CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de realizar el trabajo de campo, se logró levantar los siguientes datos para las variables respuesta de la investigación de dos variedades de tomate injertadas sobre un portainjerto silvestre (*Solanum sisymbriifolium* Lam.) y las mismas variedades sin injertar.

3.1. ALTURA DE PLANTA

Figura 4. Altura de planta en (cm)



En la figura 4, se indica los valores promedios obtenidos en cada tratamiento en estudio, para la variable altura de planta, datos expresados en cm. Se puede observar que el tratamiento T4 (Santa paula injertado), con 180 cm presentó una mayor altura de planta y la menor altura la presentó el tratamiento T1 (Nativo no injertado), con un promedio de 119 cm.

Tabla 15. Análisis de varianza para la altura de planta

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5 %	1 %
Bloques	2	117,915	58,957	2,907 NS	5,143	10,925
Tratamientos	3	6674,329	2224,776	109,686 **	4,757	9,780
Error	6	121,698	20,283			
Total	11	6913,942				

$Cv = 2,95$

Los resultados presentes en el cuadro de análisis de varianza, para la variable altura de planta nos indican que entre los bloques no existen diferencias significativas mientras que para los tratamientos sí, ya que $F_c > F_{t(1 y 5\%)}$ por lo que concluimos que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo que es necesario recurrir a una prueba de comparación de medias para recomendar el mejor tratamiento con respecto a esta variable.

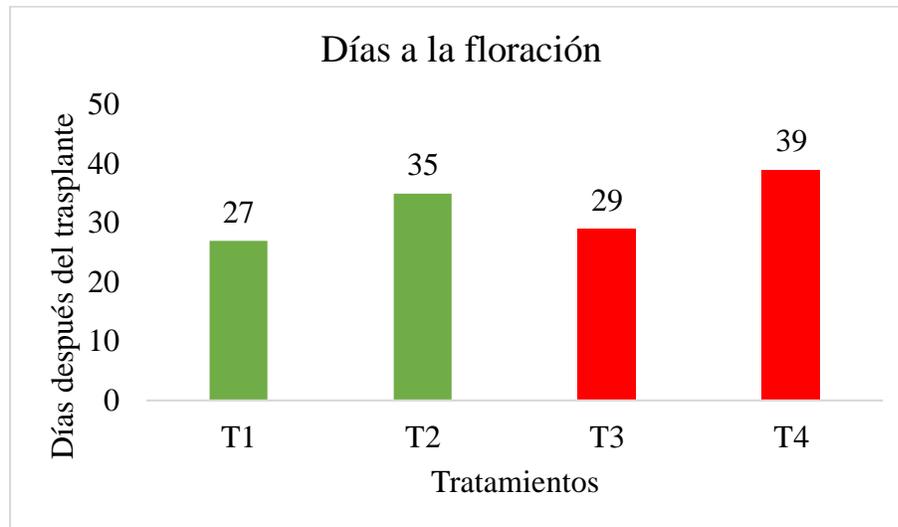
Tabla 16. Resultado de la prueba de comparación de medias Tukey para altura de planta

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento	$S_x = 2,6$
T4(Santa paula injertado)	180	A	Valor crítico 12,74
T3(Santa paula no injertado)	169	A	
T2(Nativo injertado)	143	B	
T1(Nativo no injertado)	119	C	

Como resultado de la prueba de comparación de medias para la variable altura de planta, se pudo observar que los tratamientos que mejor se comportaron fueron el T4 (Santa paula injertado) con un promedio de 180 cm y el T3 (Santa paula no injertado) con un promedio de 169 cm resultando ser estos estadísticamente iguales y por último los tratamientos T2 y T1 entre estos existe diferencia significativa

3.2. DÍAS A FLORACIÓN

Figura 5. Promedio de la variable días a floración (Días después del trasplante)



En la figura 5 se indican los valores promedios obtenidos en cada tratamiento en estudio. Se puede observar que el tratamiento T1 (Nativo no injertado) inició la floración en menos días después del trasplante con un promedio de 27 días después del trasplante y el tratamiento que mostró un inicio de floración más retardado fue el T4 (Santa paula injertado) con un promedio de 39 días después del trasplante.

Torre (2022) menciona que en plantas injertadas puede producirse un retraso en las fases reproductivas, repercutiendo en la precocidad. Por otro lado, Hartman *et al.* (2002) reporta que los portainjertos vigorosos, generalmente, producen plantas menos precoces.

Tabla 17. Análisis de varianza para los días a la floración

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5 %	1 %
Bloques	2	0,167	0,083	0,130 NS	5,143	10,925
Tratamientos	3	282,917	94,306	147,609 **	4,757	9,780
Error	6	3,833	0,639			
Total	11	286,917				

$Cv = 2,45$

Los resultados presentes la tabla de análisis de varianza, para la variable días de floración nos indican que entre los bloques no existen diferencias significativas mientras que para los tratamientos sí, ya que $F_c > F_{t(1 y 5\%)}$ por lo que concluimos que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo que se recurrió a una prueba de comparación de medias para recomendar el mejor tratamiento con respecto dicha variable.

Tabla 18. Resultado de la Prueba de comparación de medias Tukey para los días a la floración.

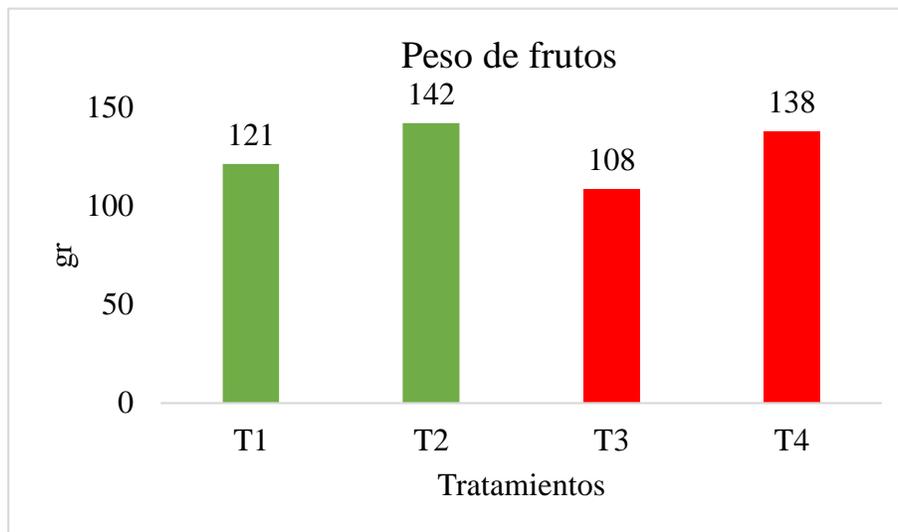
Tratamiento	Promedio	Agrupamiento	$S_x = 0,46$
T4(Santa paula injertado)	39	A	
T2(Nativo injertado)	35	B	
T3(Santa paula no injertado)	29	C	Valor crítico 2,26
T1(Nativo no injertado)	27	C	

En la tabla 17 se indican los resultados de la prueba de comparación de medias para la variable días de floración, se puede observar que los tratamientos que tuvieron un mejor comportamiento con respecto a los días a floración fueron el T1(Nativo no injertado) y el tratamiento T3(Santa paula no injertado) ya que ambos mostraron un inicio de floración más adelantado, resultando ser estos dos tratamientos estadísticamente

iguales y el tratamiento que mostró un inicio de floración más retardado fue el T4(Santa paula injertado) con un promedio de 39 días.

3.3. PESO DE FRUTO (gr)

Figura 6. Peso de fruto



En la figura 6, se indica los valores promedio obtenidos en cada tratamiento en estudio para la variable peso de frutos, datos expresados en gramos. Se puede observar que el tratamiento T2 (Nativo injertado) presentó el peso más alto con un promedio de 142 gr y el tratamiento que presentó el peso más bajo fue el T3 (Santa paula no injertado) con un peso promedio de 108 gr.

Tabla 19. Análisis de varianza para el peso del fruto

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5 %	1 %
Bloques	2	37,462	18,731	0,693 NS	5,143	10,925
Tratamientos	3	2137,829	712,610	26,361 **	4,757	9,780
Error	6	162,198	27,033			
Total	11	2337,489				

Cv= 4,08

Los resultados presentes en el cuadro de análisis de varianza, para la variable peso de fruto nos indican que no existen diferencias significativas entre bloques, no siendo así para los tratamientos, ya que $F_c > F_t$ (1 y 5%) por lo tanto concluimos que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo que fue necesario recurrir a una prueba de comparación de medias para saber cuál de los tratamientos es el que mejor se comporta para la variable peso de fruto.

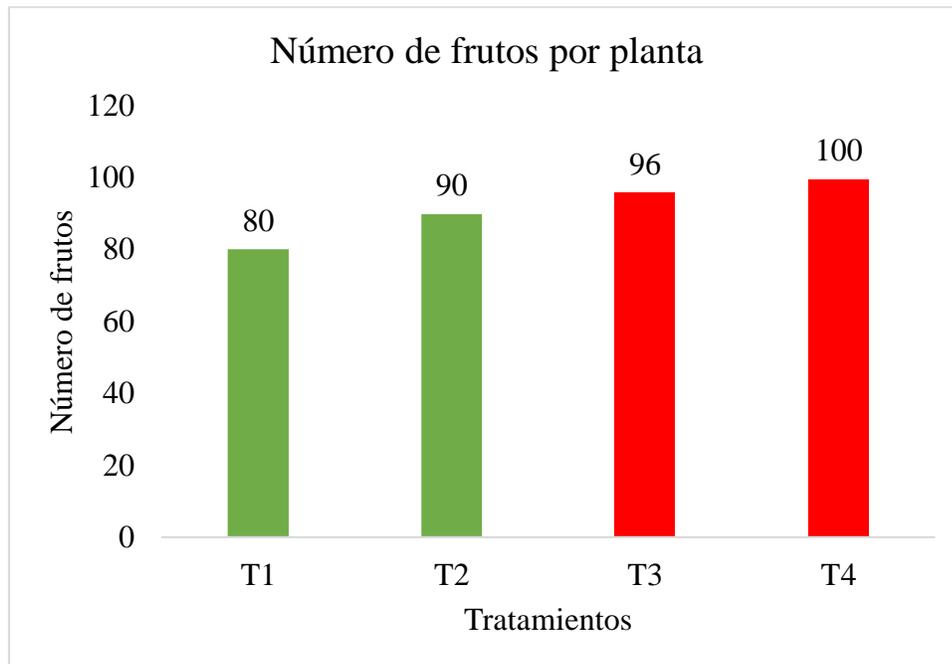
Tabla 20. Resultado de la prueba de comparación d medias Tukey para el peso de fruto

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento	Sx= 3,003
T2(Nativo injertado)	142	A	Valor crítico 14,709
T4(Santa paula injertado)	138	A	
V1(Nativo no injertado)	121	B	
V3(Santa paula no injertado)	108	B	

Como resultado de la prueba de comparación de medias para la variable peso de fruto, se pudo observar que los tratamientos que mejor se comportaron fueron el T2 (Nativo injertado) con un promedio de 142 gr y el T4 (Santa paula injertado) con un promedio de 138 gr siendo estos dos estadísticamente iguales, por último, los tratamientos T1 (Nativo no injertado) y T3 (Santa paula no injertado) los cuales de igual manera resultaron ser estadísticamente iguales.

3.4. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Figura 7. Número frutos por planta



En la figura 7, se indican los valores promedios obtenidos en los diferentes tratamientos en estudio para la variable número de frutos por planta. Se puede observar que el tratamiento que obtuvo un mayor número de frutos por planta es el T4 (Santa paula injertado) alcanzando un promedio de 100 frutos por planta y el tratamiento que obtuvo un menor número de frutos por planta fue el T1 (Nativo no injertado) que alcanzó un promedio de 80 frutos por planta.

Tabla 21. Análisis de varianza para número de frutos por planta.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5 %	1 %
Bloques	2	201,020	100,510	5,063 NS	5,143	10,925
Tratamientos	3	653,629	217,876	10,975 **	4,757	9,780
Error	6	119,113	19,852			
Total	11	973,762				

$Cv = 4,88$

Los resultados presentes en el cuadro de análisis de varianza, para la variable número de frutos por planta nos indican que entre los bloques no existen diferencias significativas mientras que para los tratamientos sí, debido a que $F_c > F_t$ (1 y 5%) por ello se llega a la conclusión de que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo que fue necesario recurrir a una prueba de comparación de medias para así saber cuál de los tratamientos es el que mejor se comporta con relación al número de frutos por planta.

Tabla 22. Resultado de la prueba de comparación de medias Tukey para el número de frutos por planta

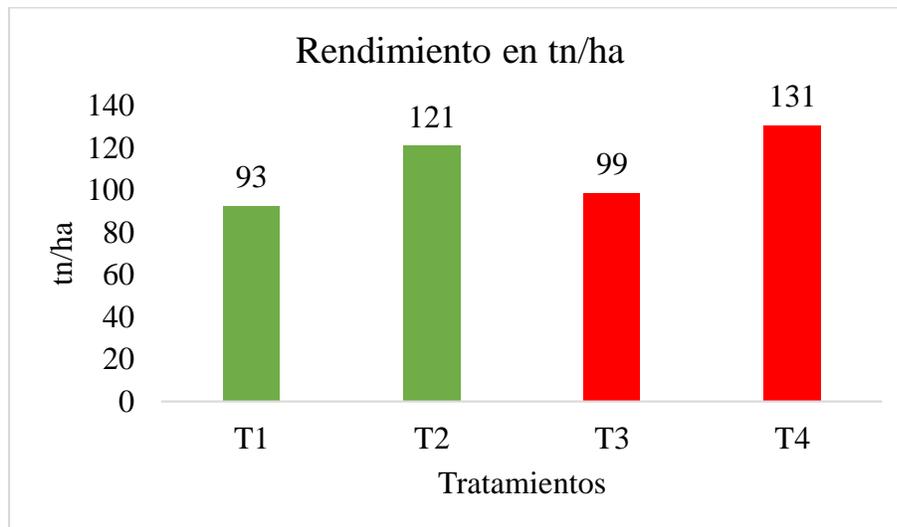
Tratamiento	Promedio	Agrupamiento	Sx=2,572
T4(Santa paula injertado)	100	A	
T3(Santa paula injertado)	96	A	
T2(Nativo injertado)	90	A	Valor crítico 12,604
T1(nativo no injertado)	80	B	

Como resultado de la prueba de comparación de medias para la variable número de frutos por planta, se pudo observar que entre los tratamientos T4 (Santa paula

injertado), T3 (Santa paula no injertado) y el tratamiento T2(Nativo injertado) no existen diferencias.

3.5. RENDIMIENTO (tn/ha)

Figura 8. Rendimiento en tn/ha



En la figura 8, se indica los valores promedio obtenidos en los diferentes tratamientos en estudio para la variable de rendimiento, datos expresados en tn/ha. Se puede observar que el tratamiento T4 (Santa paula injertado) presentó el rendimiento más alto con un promedio de 131 tn/ha y el tratamiento que presentó el rendimiento más bajo fue el T1 (Nativo no injertado) con un rendimiento promedio de 93 tn/ha.

Tabla 23. Análisis de varianza para el rendimiento en tn/ha

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F tabulada	
					5%	1%
Bloques	2	127,925	63,962	3,252 NS	5,143	10,925
Tratamientos	3	2924,135	974,712	49,560**	4,757	9,780
Error	6	118,005	19,667			
Total	11	3170,065				

Cv= 4,003

Los resultados que se muestran en el cuadro de análisis de varianza para la variable rendimiento nos indican que no existen diferencias significativas entre los bloques mientras que entre los tratamientos sí, ya que $F_c > F_t$ (1 y 5%) por lo que se concluye que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por ello fue necesario recurrir a una prueba de comparación de medias para saber cuál de los tratamientos mejor se comportó respecto al rendimiento.

Tabla 24. Resultado de la prueba de comparación de medias Tukey para rendimiento

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento	$S_x=2,56$
T4(Santa paula injertado)	131	A	Valor crítico 12,546
T2(Nativo injertado)	121	A	
T3(Santa paula no injertado)	99	B	
T1(Nativo no injertado)	93	B	

Como resultado de la prueba de tukey para la variable rendimiento en tn/ha se pudo observar que los tratamientos que mejor se comportaron fueron el T4 (Santa paula injertado) con un promedio de 131 tn/ha y el tratamiento T2 (Nativo injertado) con un promedio de 121 tn/ha siendo estos dos estadísticamente iguales, por último, los tratamientos T3 (Santa paula no injertado) y T1 (Nativo no injertado) los cuales de igual manera resultaron ser estadísticamente iguales.

Se pudo observar que las variedades injertadas sobre un pie silvestre (*Solanum Sisymbriifolium* Lam) y las variedades no injertadas, sí presentaron diferencias en cuanto a rendimiento, por lo tanto, se puede afirmar que la técnica del injerto sí influye en el rendimiento del cultivo de tomate.

Al respecto INTA (2020) menciona que obtuvieron buenos resultados en el uso de una técnica de injerto empleando como pie tomatillo, logrando incrementar los rendimientos en un 57,8%.

Por otro lado, INIA (2011) indica que en híbridos de variedad Santa paula conducidos a un tallo y tomando en cuenta solo 3 cosechas obtuvieron un rendimiento de 27,543 tn/ha.

Jurado (2017) también hace referencia de que obtuvo un rendimiento de 50,2 tn/ha en la variedad de tomate Santa paula manejada a un solo tallo.

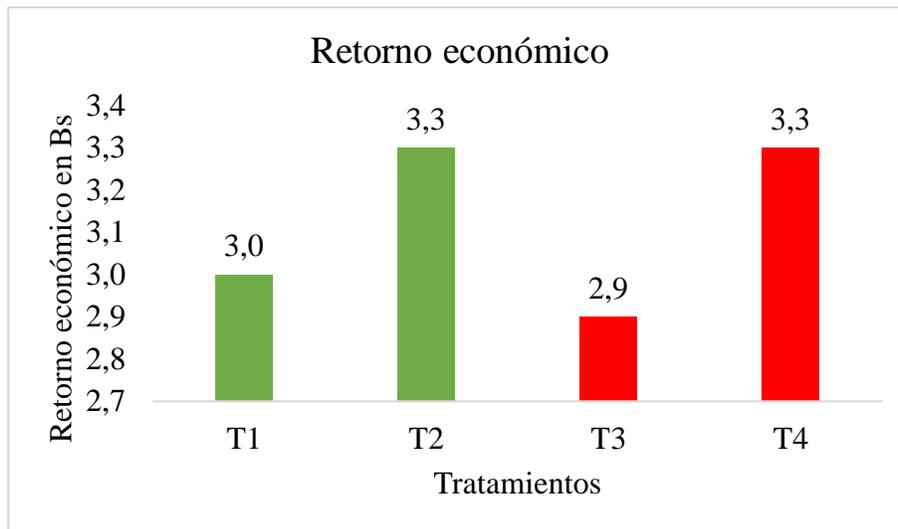
El incremento en el rendimiento se debe a que los porta injertos tienen vigorosos sistemas radicales y son capaces de absorber eficazmente agua y nutrientes. El rendimiento está correlacionado a un buen vigor de la planta y a la resistencia mostrada por el portainjerto a las enfermedades, así como también a la fortaleza de la nueva planta para tolerar ciclos más largos de producción sin el detrimento que ocurre en el rendimiento de una planta no injertada. (Rojas, 2010).

3.6. ANÁLISIS ECONÓMICO (B/C)

Tabla 25. Relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos

Tratamiento	Rendimiento en kg/ha	Precio bs/kg	Ingreso bruto (bs)	Costo de producción	Ingreso neto (bs)	B/C
T1	92660	1,37	126944,2	32099	94845,2	3,0
T2	121070	1,37	165865,9	38833	127032,9	3,3
T3	98740	1,37	135273,8	35076	100197,8	2,9
T4	130670	1,37	179017,9	41810	137207,9	3,3

En tabla 25, se puede observar que todos los tratamientos resultaron ser rentables ya que todos presentaron una relación beneficio/costo mayor a 1. Los tratamientos que resultaron ser más rentables fueron el T2 (Nativo injertado) y el tratamiento T4 (Santa paula injertado) resultando tener estos una relación beneficio/costo de 3,3 Bs seguidos de los tratamientos T1 (Nativo no injertado) y el tratamiento T3 (Santa paula no injertado) con una relación de beneficio costo de 3,0 y 2,9 Bs respectivamente.

Figura 9. Análisis económico (B/C)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se concluye que:

- La variedad santa paula injertada fue el tratamiento que obtuvo un mejor comportamiento en relación a la altura de planta llegando a medir 180cm. De igual manera la misma variedad, pero sin injerto logró alcanzar una buena altura con un promedio de 169cm y el tratamiento que obtuvo la menor altura fue la variedad nativo no injertado con un promedio de 119cm.
- Las variedades injertadas mostraron un retraso en las fases reproductivas ya que éstas iniciaron la floración una semana después en comparación con las variedades no injertadas lo cual repercutió en la precocidad de las mismas, la variedad nativo no injertado fue la que mejor se comportó respecto a los días a floración ya que inicio la misma en un promedio de 27 días, seguida de la variedad santa paula no injertado con un promedio de 29 días y las mismas variedades con injerto mostraron un retraso de floración ya que la variedad nativo injertado emitió floración a los 35 días y la variedad santa paula injertado entró en floración a los 39 días.
- Las variedades injertadas obtuvieron un mejor comportamiento respecto al peso de frutos ya que el tratamiento nativo injertado obtuvo el mayor peso llegando a alcanzar un promedio de 142gr seguido de la variedad santa paula injertado con un promedio de 138gr mientras que las mismas variedades pero sin injerto alcanzaron un peso más bajo, la variedad nativo no injertado obtuvo un promedio de 121gr y la variedad santa paula no injertado alcanzó un peso promedio de 108gr siendo éste el valor más bajo.
- Con respecto al número de frutos por planta la variedad santa paula tanto injertada como no injertada fue la que mejor se comportó ya que la injertada obtuvo un promedio de 100 frutos por planta seguida de la no injertada con un promedio de 96 frutos por planta mientras que la variedad nativo injertado obtuvo un promedio de 90

frutos por planta y la variedad nativo no injertado alcanzó un promedio de 80 frutos por planta siendo este el promedio más bajo.

- El cultivo de tomates injertados es una técnica que ha mostrado resultados positivos en términos de aumento del rendimiento, ya que se observó que en las variedades injertadas hubo un aumento significativo en cuanto a los mismos, esto debido a que las variedades injertadas alcanzaron una mayor altura lo cual hizo que estas produjeran una mayor cantidad de biomasa debido al vigoroso sistema radicular que aporta el patrón de injerto lo cual se vio reflejado en el aumento de número de frutos por planta y el tamaño de los mismos, por ende la interacción de estos influyó en gran manera en el incremento del rendimiento en las variedades de tomate injertadas, las variedades que obtuvieron el rendimiento más alto fueron, santa paula injertado con un rendimiento promedio de 131 tn/ha y nativo injertado con 121 tn/ha y las variedades que presentaron promedios más bajos fueron las no injertadas.

- La producción de tomates injertados ofrece numerosos beneficios entre los cuales destaca el aumento en cuanto a rendimiento, si bien requiere de una mayor inversión inicial debido a los altos precios de los patrones de injerto y de la mano de obra para la realización del injerto, los beneficios a largo plazo pueden superar estos desafíos si se maneja el cultivo adecuadamente, lo cual se vio reflejado en este trabajo de investigación ya que si bien para las variedades injertadas se hizo una mayor inversión que en las variedades sin injerto al momento de realizar la evaluación económica se observó que pese a ello hubo un mayor retorno económico por parte de las variedades injertadas esto debido a que las mismas obtuvieron un mayor rendimiento y por lo mismo la ganancia económica también se incrementó.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores apostar por la producción de tomate con plantas injertadas porque, pese a que se requiere de una mayor inversión para poder trabajar haciendo uso de esta técnica, con los altos rendimientos que se logra obtener, el beneficio económico también es más elevado en comparación de la producción con plantas no injertadas.
- En caso de trabajar con plantas injertadas, se debe planificar con anticipación el trasplante de las mismas ya que en comparación con las plantas no injertadas las injertadas tienden a ser menos precoces y por ello retardan su inicio de cosecha.
- Se recomienda seguir investigando con otras variedades y haciendo uso de portainjertos comerciales y compararlo con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, en el cual se usó un portainjerto silvestre.
- Se recomienda a las autoridades del desarrollo productivo del departamento, dar a conocer sobre esta tecnología en la producción de tomate a los productores como así también capacitarlos para que ellos mismos puedan realizar sus propios injertos.
- Se recomienda seguir investigando sobre el tema ya que también se lo podría enfocar desde el punto de vista fitosanitario, debido a que otra de las ventajas que ofrecen los injertos es la resistencia a ciertas enfermedades que son difíciles de controlar