

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la hortaliza más importante en el consumo diario a nivel mundial, ya sea porque es un cultivo de alta adaptabilidad y versatilidad en el consumo del fruto. Además de ser una fuente importante de nutrientes para el consumidor.

En el país el cultivo de tomate ocupa uno de los primeros lugares de importancia para la alimentación humana, ya sea fresco, principalmente en ensaladas y también procesados en mucha menor escala se utiliza como encurtido sin embargo la producción tiende a bajar debido a diversos factores entre los cuales se puede mencionar: uso de semillas de mala calidad, uso de técnicas tradicionales, plagas. Por las cuales los rendimientos muestran índices muy bajos y pérdidas económicas para el agricultor.

El tomate es la hortaliza de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

En Bolivia en la campaña agrícola 2014-2015 se cultivaron 5198 hectáreas de tomate obteniéndose una producción de 54034 toneladas equivalentes a un rendimiento de 10395 kg/ha (MDRyT, 2015)

Debido a los bajos rendimientos de las variedades tradicionales se tiene posicionamiento de escasas variedades híbridas importadas, que ha hecho que se incremente los costos de producción en al menos un 20% (Reque, 2008). A su vez, Fita et al. (2008) menciona que, el desarrollo de variedades híbridas, permite obtener resultados sobresalientes en un corto periodo de tiempo.

Justificación

La producción del cultivo de tomate presenta limitaciones en las zonas agrícolas especialmente causadas por condiciones adversas de temperatura, humedad y una alta incidencia de enfermedades e insectos que afectan el rendimiento y calidad del fruto. Debido a la importancia que tiene la producción de tomate en la alimentación, existe la necesidad de encontrar nuevas variedades de altos rendimientos adaptadas a nuestra región. Los tomates híbridos se desarrollan para proporcionar los mejores atributos de cada variedad.

Primeramente, los híbridos se caracterizan por el tamaño del fruto el rendimiento por cosecha y su resistencia a las enfermedades, además los tomates híbridos utilizados para la producción muestran un alto grado de uniformidad genética, se desarrollan para proporcionar las mejores características de cada variedad, además se utilizan para la producción intensiva por ende muestra un alto grado de uniformidad genética. Se tiene variedades que se han adaptado muy bien a la zona como ser Nativo F1, Regina y Chalchalero. Debido a la demanda la cantidad de semilla no abastece, de esta forma obliga al agricultor sembrar variedades comunes que no tienen las mismas características que un híbrido arriesgando así su cosecha, para evitar esto se quiere introducir nuevas variedades híbridos de tomate que tengan alto rendimiento.

En este sentido, los híbridos de tomate pueden ser una alternativa a esas expectativas, al ofrecer a los agricultores productos de alta calidad con producciones elevadas, tolerantes a enfermedades, salinidad del agua, facilidad en el manejo del cultivo, precocidad a la floración, buena presentación (forma, color, homogeneidad, etc.), resistencia a la manipulación y al transporte y otras cualidades que los cultivares híbridos brindan; y por consiguiente, obtener mayores ingresos que las variedades tradicionales: Además de estas consideraciones de alguna manera se facilita una horticultura eficiente y competitiva en la región.

Planteamiento del problema

La importancia de cultivar tomate, reside en la diversidad de consumo en fresco por su alto nivel nutritivo; con mayor contenido en vitamina A y C, sabor apreciado, alto nivel comercial y variedad de uso como ingrediente principal en jugos, pastas, bebidas y otros concentrados industriales (Van Haeff et al., 1990).

El Tomate es uno de los productos hortícola de mayor importancia en Tarija, tanto por la actividad económica asociada a su producción, como por su consumo en la calidad nutritiva en vitaminas, minerales y carbohidratos, esenciales en la dieta del ser humano.

El cultivo del tomate en varias comunidades reflejaba un panorama desalentador en la producción. El uso de semilla de mala calidad, variedades de bajos rendimientos, no adaptadas a las condiciones ambientales del lugar, no resistentes a agentes adversos, no tolerantes a plagas y enfermedades, incluyendo a estos factores la falta de apoyo técnico, como la poca información acerca de la resistencia al transporte, el manejo del cultivo y la falta de un adecuado asesoramiento en el manejo de plagas y enfermedades.

El cultivo de tomate se ha convertido en los últimos años uno de los principales cultivos en Tarija debido a los buenos ingresos del mismo, de esta forma las variedades comunes fueron reemplazadas por semillas híbridas.

Se tiene conocimiento que en el sector mencionado se cultivan tres variedades de tomate híbrido (Nativo, Regina y Chalchalero).

Es necesario introducir y evaluar nuevas variedades de tomate y generar información en cuanto al potencial de rendimiento debido a que la semilla de las variedades nombradas no abastece la demanda de los agricultores, por lo tanto los híbridos de tomate a estudiar en este trabajo de investigación pueden ser una alternativa a las

variedades que ya se tienen en la zona, al ofrecer a los agricultores productos de alta calidad con producciones elevadas, tolerantes a enfermedades, salinidad del agua, facilidad en el manejo del cultivo, precocidad a la floración, buena presentación (forma, color, homogeneidad, etc.), y otras cualidades que los cultivares híbridos brindan; y por consiguiente, obtener mayores ingresos que las variedades tradicionales.

Objetivo general

Generar información básica sobre el comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate, en la comunidad San Antonio, provincia Avilés del departamento de Tarija

Específicos

- Determinar el rendimiento de las 4 variedades de tomate (tn/ha) en condiciones de la comunidad San Antonio, provincia Avilés del departamento de Tarija
- Comparar el tamaño de fruto, (largo) de las cuatro variedades de tomate en la comunidad San Antonio, provincia Avilés del departamento de Tarija

Hipótesis

- No existen diferencias en el rendimiento de las diferentes variedades en estudio.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

1.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ORIGEN Y DESCRIPCIÓN DEL TOMATE

El tomate es originario de Sudamérica, concretamente en los valles interandinos, posteriormente fue llevado por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente (Rodríguez, 1989).

No obstante (Huerres, 1991), señala que Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Chile son los países en donde se encuentran todas las especies silvestres relacionadas con él y son nativas de esas regiones.

(Rodríguez,1989), menciona que en ese contexto el año 1800 empieza su cultivo como planta agrícola y a partir de ese momento se inicia un proceso de difusión de sus cualidades y usos, convirtiéndose años más tarde en la planta hortícola más ampliamente cultivada en un gran número de países del mundo.

(Tiscornia, 1982), manifiesta que su distribución como cultivo se extiende a zonas tropicales, sub tropicales, valles templados-fríos, llanos templados, y en climas fríos se puede cultivar en invernáculos al igual que en las cordilleras. No obstante a ello, en Bolivia el tomate es cultivado con intensidad en los valles mesotérmicos de Santa Cruz, Cochabamba, La Paz y en menor proporción en zonas templadas como Tarija, Chuquisaca y otras regiones (Espinosa y Andrade, 1998).

1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TOMATE

(MDRyT, 2017), El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel nacional. En la gestión 2015-2016, la producción estuvo concentrada en 4.625 hectáreas, sembradas a nivel nacional con una producción promedio por hectárea de 13.2 t, obteniéndose una producción nacional de 61.434 t. Esta cantidad no logró satisfacer la demanda nacional, por lo que se tiene que importar este producto de países como Perú.

Es importante que el productor de tomate incorpore nuevas tecnologías para incrementar su productividad y obtener mayores ingresos, a fin de disminuir las importaciones.

Desde el punto de vista alimenticio, el tomate es la hortaliza que por su versatilidad de consumo es una de las más importantes por su contenido nutricional, contiene vitamina y minerales que se demandan en la alimentación humana.

1.2. TAXONOMÍA

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Metachlamydeae

Grupo de órdenes: Tetraciclicos

Orden: Polemoniales

Familia: Solanaceae

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill

Nombre común: Tomate

Fuente: (Herbario Universitario, 2021)

1.3 DESCRIPCIÓN MORFOLOGÍA

a.- Planta: perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas). (abcagro.com)

b.- Raíz: El sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias.

Dentro de la raíz se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, además el cortex y el cilindro central donde se sitúa el xilema (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

c.- Tallo: El tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Éste tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo, característica importante que se aprovecha en las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

d.- Hojas: Son compuestas imparipinadas con siete a nueve foliolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

3.- Flor: Es perfecta o hermafrodita, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres, unidos en sus anteras y formando un tubo que encierra el pistilo. Esta conformación favorece la autopolinización. El pistilo está compuesto de un ovario y de un estilo largo, simple y levemente engrosado; el ovario tiene entre dos y 20 óvulos formados según la variedad, y éstos reflejan la forma del fruto que podría desarrollarse. Las flores se agrupan en racimos simples ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas. Un racimo puede reunir de 4 a 20 flores dependiendo de la variedad cultivada y las condiciones de desarrollo de la planta; una variedad de fruto pequeño como cherry puede tener hasta 40 flores por inflorescencia. Las flores son amarillas y normalmente pequeñas (uno a dos cm de diámetro). La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la

primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

f.- Fruto: Es una baya que presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición, según el cultivo que se trate. Está constituido por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. Frutos uniloculares son escasos y los frutos maduros pueden ser rojos, rosados o amarillos. En los lóculos se forman las semillas. La maduración del fruto puede ser uniforme, pero existen algunas variedades que presentan hombros verdes debido a un factor genético. La exposición directa de los rayos del sol sobre los frutos con hombros verdes acrecienta su color a un verde más intenso, y en algunos casos toman una coloración amarilla; el cubrimiento de los frutos con el follaje reduce este fenómeno. Es importante al momento de elegir una variedad determinar si el mercado acepta esta característica (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

El tamaño de los frutos también es variable, desde 3 cm de diámetro hasta 16cm. (agroes.es)

g.- 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 (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

1.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE TOMATE

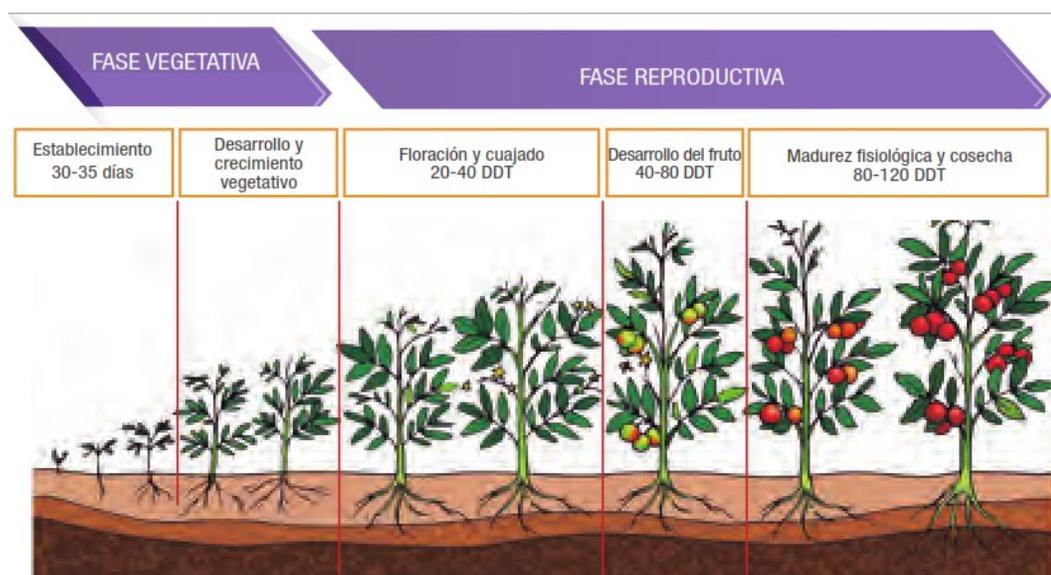
El desarrollo del cultivo según Nuez (2002) comprende dos fases: una vegetativa y otra reproductiva.

1.4.1 Fase vegetativa La fase vegetativa se inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, el cual se realiza

con un promedio de tres a cuatro hojas verdaderas, entre 30 a 35 días después de la siembra y a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral.

1.4.2 Fase reproductiva La fase reproductiva se inicia desde la formación del botón floral, que ocurre entre los 30 y los 35 días después del trasplante, el llenado del fruto, que dura aproximadamente 60 días para el primer racimo, iniciándose la cosecha a los 90 días, con una duración de tres meses para una cosecha de 8 a 10 racimos. En total la fase reproductiva tiene una duración de 180 días aproximadamente.

GRÁFICO N° 1: FENOLOGÍA DEL CULTIVO



Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá. 2015

1.5. AGROECOLOGÍA DEL CULTIVO DE TOMATE

1.5.1. Temperatura

Maynard y Hochmuth (1997) El Tomate se considera de clima cálido, con una temperatura óptima para el crecimiento de 22°C con rango de + - 7°C. Se reporta que una temperatura permanente menor de 15 °C y arriba de 35°C se detiene la floración. Con las temperaturas altas el equilibrio de la nutrición se rompe, la planta sufre un

abasto de carbohidratos y se presenta una degeneración en las células embrionarias así como obstaculización de la fructificación.

En lo que se refiere a la formación de frutos, el crecimiento y desarrollo del tomate, la temperatura fresca de la noche juega un papel muy importante para la formación de flores, una temperatura de 10-16°C es ideal para la mayor formación flores, El balance de la temperatura para la maduración también es importante, el licopeno empieza a formarse a 12-15°C, es más intenso a 22-25°C y empieza a destruirse a 30°C. A una temperatura de 37-40°C, los frutos obtienen una coloración amarilla debido a que únicamente se forma caroteno y propicias más fácilmente quemaduras, lo que disminuye la calidad del fruto.

1.5.2. Humedad

Holle y Montes (1982) En lo que se refiere a la humedad la exigencia del Tomate se considera de media alta, tiene influencia desde luego, la temperatura y el tipo de suelo. Como en la mayoría de las hortalizas, con temperaturas altas y suelos franco-arenosos la necesidad de agua se incrementa significativamente, pudiendo ser el doble que en lugares con temperaturas medias y suelos pesados. En general los riegos son ligeros y frecuentes debido a que la planta de Tomate es muy sensible, con un exceso de humedad la floración y polinización se dificulta, debido a que las anteras se hinchan y el polen no se puede liberar, por otra parte, con alta humedad en el suelo y en el ambiente (humedad relativa), se presentan propias para el desarrollo y ataque de enfermedades en la raíz, tallo, hojas y frutos.

Rodríguez et al (2001) y Suquilanda (2003) Señalan que, son preferibles humedades medias del 50 al 60% y suelos no encharcados. Además, manifiesta que, las altas humedades favorecen al desarrollo de enfermedades criptógamas.

1.5.3. Luminosidad

Jaramillo N, J.E.; Rodríguez V.P.; Guzmán A.M.; Zapata C; M.A. (2006) Menciona que el tomate es exigente en luminosidad; requiere de días soleados y entre

8 a 16 horas de luz, para un buen desarrollo de la planta y poder lograr una coloración uniforme en el fruto. La baja luminosidad afecta los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta, y reduce la absorción de agua y nutrientes.

1.5.4. Suelo

Cásseres (1981) Indica que el tomate prospera en diferentes tipos de suelo, siendo los más indicados, los suelos sueltos, bien aireados y con buen drenaje interno y que a su vez tengan capacidad de retener humedad, de texturas francas a franco arcillosas; con contenidos de materia orgánica altos, por encima del 5%, y buen contenido de nutrientes. El pH del suelo debe oscilar entre 5,8 a 6,8.

Zalom (1990) Señala que el Tomate se puede sembrar en diferentes suelos, sin embargo, la mayor producción y calidad se obtiene en suelos francos, que sean ligeros con tendencia a una estructura más arenosa, debido a su buen drenaje y evitar problemas con patógenos. Debido a que la mayor cantidad de raíces se encuentra superficialmente, es recomendado no sembrar los suelos compactados o pedregosos, caso contrario debe revisarse la fertilización aplicada y la utilización de mejoradores de suelo con abonos orgánicos y abonos verdes.

1.6 TIPOS DE TOMATE

1.6.1. Según hábito de crecimiento

a.- Crecimiento indeterminado

Son plantas cuyo crecimiento vegetativo es continuo. Su tallo principal puede llegar a medir hasta unos 10 m de largo, si es manejado a un solo eje de crecimiento. Las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. El tallo se produce a partir de la penúltima yema, empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral aparece a continuación del tallo principal que le dio origen. Los cultivares de cocina y ensalada corresponden a este orden y es el preferido para cultivares en invernadero (Álvarez, 2018).

b.- Crecimiento determinado

Las Plantas de crecimiento determinado tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado. Estas plantas presentan en cada extremo de crecimiento una yema floral y tienen periodos definidos de floración y cuajado de frutos. El tamaño de la planta varía de acuerdo a la variedad; Pudiendo ser plantas compactas, medianas y largas, para estos últimos es necesario utilizar tutores (Álvarez, 2018).

1.6.2 Según forma del fruto

En el comercio existen diversas formas, colores y tamaños de tomates, siendo los más comunes en el 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.

GRÁFICO N° 2: TIPOS DE TOMATE SEGÚN SU FORMA



Fuente: Argerich y otros 2010

1.6.3 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).

1.7 VARIEDADES

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 (MDRyT, 2017).

1.7.1 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 (MDRyT, 2017).

1.7.2 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 (MDRyT, 2017).

1.7.3 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 (MDRyT, 2017).

1.7.4 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 (MDRyT, 2017).

1.7.5 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 (MDRyT, 2017).

1.7.6 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).

1.8 AGRONOMIA DEL CULTIVO

1.8.1 Elaboración del semillero

El semillero puede ser establecido en recipientes (vasos y bandejas) adecuados para depositar las semillas, en condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de obtener una mejor emergencia desde su primera etapa de desarrollo hasta su trasplante al campo (Lopez M. 2016).

1.8.2 Trasplante

Es un proceso mediante el cual las plántulas del semillero pasan a su lugar definitivo, sea al campo o al invernadero. Se realiza aproximadamente entre veinticinco y treinta días después de la siembra, de acuerdo con la calidad y el vigor de la planta. El almácigo debe ser transportado del vivero al campo durante las horas frescas de la mañana o después de las tres de la tarde y debe ser colocado en un sitio sombreado, para evitar la desecación y la deshidratación de las plántulas (Monge, 2016).

1.8.3 Fertilización y riego

Una fertilización eficiente es aquella que proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y en el momento en que el cultivo tiene la mayor demanda. A través de la fertilización se aplica el elemento faltante y se mantiene un equilibrio adecuado entre los elementos del suelo y la planta (Jaramillo et al. 2007).

Espinoza y Andrade, (1998), sugieren que el cultivo de tomate tiene un requerimiento nutricional de 150 Kg/ha de nitrógeno; 200 Kg/ha de fósforo y 150 Kg/ha potasio respectivamente.

1.8.4 Colocación de postes o tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida. Facilita el manejo general de la plantación y evita que los frutos toquen el suelo (Rojas y Castillo 2007).

Se realiza de quince a veintidós días posteriores al trasplante. Los postes pueden ser de caña india, caña brava o bambú. Se colocan al centro de cada lomillo o cama y generalmente con una distancia entre postes de 2,5 m a 3 m de largo. En las cabeceras o al final de cada lomillo se coloca una caña de bambú con mayor grosor que el de los internos. Se recomienda enterrar los postes a 40 cm o 50 cm de profundidad y con una altura aérea de 2.5 m, para dar mejor soporte a las plantas y facilitar su desarrollo final (Monge, 2016).

1.8.5 Poda

Es una práctica dirigida a controlar el desarrollo de la planta a conveniencia del agricultor, limitando el número de tallos productivos y la cantidad de frutos por planta. A cambio se obtiene una mayor precocidad y frutos más grandes con un mejor cuajado y de mayor calidad (Escobar y Lee 2009).

1.8.6 Aporca de la planta

La aporca es una práctica de campo que se realiza después de la poda de formación, para favorecer el desarrollo de un mayor número de raíces. Consiste en cubrir la parte inferior de la planta con suelo, sustrato o abono orgánico. Se debe tener cuidado de no dañar los tallos ni las raíces, ya que las heridas sirven de entrada a los patógenos (Rojas y Castillo 2007).

1.8.7 Cosecha y poscosecha

El momento más importante para la vida poscosecha del fruto del tomate es el preciso instante de la cosecha. La que se realiza para consumo fresco se lleva a cabo manualmente, siendo la persona que cosecha quien decide si el fruto ha alcanzado la madurez necesaria para ser cosechado. Para ello el cosechador debe saber si el fruto alcanzó la madurez fisiológica y comercial. La madurez fisiológica es la etapa del desarrollo de la fruta en que se produce el máximo crecimiento y maduración. La madurez comercial valora las condiciones del fruto requeridas por un mercado. Puede no guardar relación con la madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier fase del desarrollo o envejecimiento. El grado de madurez del fruto para el mercado local es el grado 2 o 3 (sazón avanzada). Debe disponer de buena firmeza, a fin de que soporte el manejo desde que se cosecha hasta que llegue al consumidor. La firmeza del fruto es una de las consideraciones más importantes y sirve para evaluar la calidad y su potencial en términos de transporte y almacenamiento. A medida que el fruto madura, resiste menos los daños mecánicos (Cerdas y Montero 2002, FAO 2007).

1.9 PLAGAS

Las plagas mencionadas como principales en el tomate según AGRONET, (2020) son las siguientes:

1.9.1 Araña roja (*tetranychus spp.*)

Son adultos de tamaño pequeño, de tonalidades que fluctúan de amarillo a verde, o amarillo a rojo. La araña roja succiona el material vegetal absorbiendo los jugos celulares como parte de su alimentación. El tejido afectado se tiñe de un color amarillento que se necrosa con el tiempo. En plagas avanzadas se genera alrededor de toda la planta una tela de araña característica.

1.9.3 Mosca blanca (*bemisia tabaci*)

La hembra de la mosca blanca deposita sus huevos en el envés de las hojas del pimiento. Aparecen unas esferas apreciables a la vista de color blanco. Para su alimentación, succiona la planta, debilitándola y provocando con el tiempo marchitamiento general.

1.9.4 Minador (*liriomyza spp.*)

Las galerías que forma esta plaga se distinguen a simple vista en el haz de la hoja. El adulto tiene un tamaño de 2 mm, de color negro y amarillo y lleva alas de color claro. Los daños que se producen sobre la planta de tomate se originan al picar el adulto sobre la hoja para depositar los huevos o para alimentarse. Las galerías que se forman se necrosan con el tiempo, debilitando la planta.

1.9.5 Polilla del tomate (*tuta absoluta*)

Este lepidóptero tiene una gran capacidad reproductiva, produciendo entre 40 – 50 huevos durante su ciclo vital, sin presentar parada invernal. El daño que se produce en la planta de tomate se origina cuando las larvas penetran en hojas, tallos o frutos para alimentarse, originando galerías que necrosan con el tiempo.

1.9.6 Trips (*frankliniella occidentalis*)

Los trips son insectos alargados que miden alrededor de 1- 2 mm (son observables a la vista y reconocibles con lupa) y presentan coloración marrón. Estos insectos succionan el material vegetal de la planta de tomate. La zona donde se ha succionado presenta una coloración plateada y con el tiempo necrosa.

1.10 ENFERMEDADES DEL TOMATE

Según el Ministerio de agricultura mencionado en **AGRONET, (2020)**, se considera las siguientes enfermedades principales en el tomate:

1.10.1 Mildiu (*phytophthora infestans*)

Esta enfermedad originada por un hongo ataca la parte aérea de la planta en condiciones de elevada humedad (90%). La detección de la presencia del hongo se debe a la aparición de manchas irregulares que con el tiempo necrosan en las hojas. En el tallo aparecen unas manchas pardas, y en el fruto aparecen manchas pardas de contorno irregular.

1.10.2 Oidio (*leveillula taurica*)

Este hongo se manifiesta en la planta de tomate con un micelio blanquecino observable a simple vista. La temperatura de germinación del hongo fluctúa entre 10 °C y 35 °C, siendo óptimas temperaturas inferiores a 30 °C.

1.10.3 Podredumbre gris (*botrytis cinerea*)

Sobre hojas, tallos y flores se producen manchas pardas (plvo grisáceo) que es el micelio gris del hongo. En los frutos se produce una podredumbre blanda – acuosa.

1.10.5 Antracnosis (*colletotrichum sp.*)

La antracnosis aparece en el tomate cuando los frutos están en proceso de maduración. Sobre ellos aparecen manchas circulares de aspecto acuoso (como podrido) que se hundan hacia el interior. El centro se torna aún más oscuro con el tiempo y la pudrición aumenta.

1.10.6 Virus del mosaico del tomate (tomv)

Virus del género *Tobamovirus* distribuido por todo el ancho del planeta y que ataca a otras especies de la familia *Solanaceae*.

El síntoma más peculiar es la aparición de manchas cloróticas sobre el fruto y las hojas con forma de mosaicos (de ahí el nombre del virus). Dicha clorosis no tiene semejanza con carencias de nutrientes.

1.11 VALOR NUTRITIVO DEL TOMATE

Jano (2006), Menciona que es una hortaliza poco energética que aporta apenas 20 a 22 calorías por 100 gramos, pero que su componente mayoritario es el agua, seguido de los hidratos de carbono.

Tabla 1: Cantidades por cada 100g de porción comestible

| Tipo de tomate | Redondo | Perita |
|---------------------|----------|----------|
| Agua | 93.90 ml | 93.56 ml |
| Energía | 23 kcal | 26 kcal |
| Grasas | 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 |
| Fosforo | 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 ug | 89.00 ug |

Fuente: Tabla Boliviana de Composición de Alimentos: INLASA, 2005

1.12 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE TOMATE

En el año 2020 se produjeron en el mundo 186.821 millones de kilos de tomate, según los datos que ha elaborado Hortoinfo procedentes de Faostat, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Analizando la producción mundial de tomate durante los últimos años, se observa que el volumen producido de tomate ha crecido un 3,35 por ciento con respecto al año anterior, pasando de los 180766,33 millones de kilos en 2019 a los 186.821,22 millones de kilos que se produjeron en el año 2020.

La superficie que en el año 2020 se dedicó a producir tomate fue de 5.051.983 hectáreas, con un rendimiento medio por metro cuadrado de 3,71 de tomate, superior a los 3,59 kilos por metro cuadrado de 2019. (hortoinfo.es)

Tabla 2: Producción Mundial De Tomate 2020

| | | Toneladas | Hectáreas | Kilos/m2 |
|-------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1.- | China | 64.768.158 | 1.107.485 | 5,85 |
| 2.- | India | 20.573.000 | 812.000 | 2,53 |
| 3.- | Turquía | 13.204.015 | 181.879 | 7,26 |
| 4.- | EE.UU. | 12.227.402 | 110.439 | 11,07 |
| 5.- | Egipto | 6.731.220 | 170.862 | 3,94 |
| 6.- | Italia | 6.247.910 | 99.780 | 6,26 |
| 7.- | Irán | 5.787.094 | 129.058 | 4,48 |
| 8.- | España | 4.312.900 | 55.470 | 7,78 |
| 9.- | México | 4.137.342 | 84.926 | 4,87 |
| 10.- | Brasil | 3.753.595 | 51.960 | 7,22 |

Fuente: FAO. Elaboración: Hortoinfo

1.13 PRODUCCIÓN NACIONAL DE TOMATE

Para el año 2013 la superficie cultivada de tomate fue de 5 mil hectáreas (Ha), alcanzando una producción cerca a los 49 mil tn.

En ocho departamentos de Bolivia se cultiva tomate (a excepción de Oruro) siendo Santa Cruz y Cochabamba, los de mayor producción, con el 41% y 35% respectivamente, luego están Tarija (9%), Chuquisaca (7%), La Paz (6%), entre los de mayor producción. (produccion.gob.bo, 2013)

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

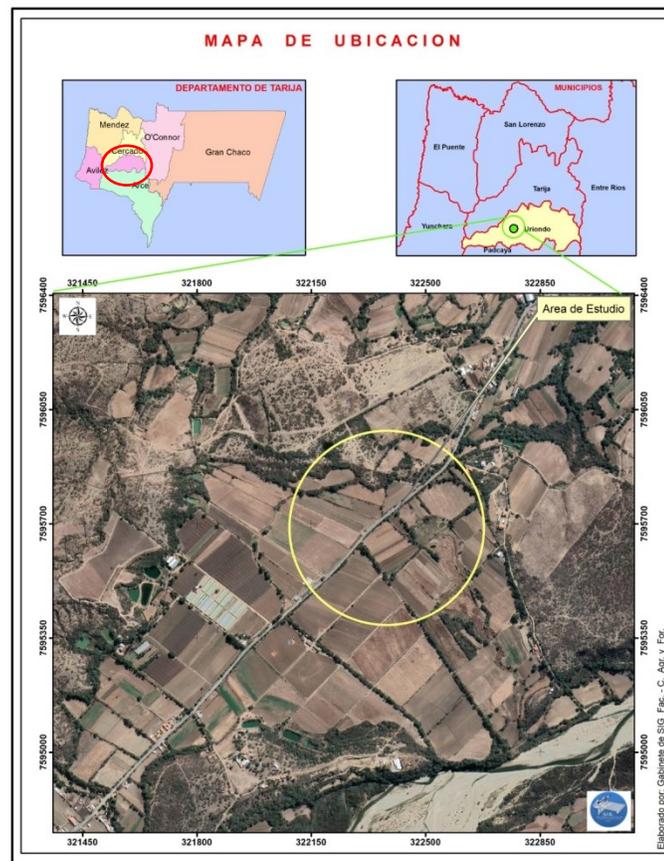
CAPÍTULO II

2.MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad San Antonio, municipio de Uriondo, provincia Avilés del departamento de Tarija, situada a 32 km de la ciudad capital.

| | |
|----------------|---------------|
| Latitud Sud | 21°73" |
| Longitud Oeste | 64°71" |
| Altura | 1794 m.s.n.m. |



Fuente: Gabinete SIG

2.2. CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS

2.2.1. Clima

La zona se caracteriza por un clima templado semiárido con temperaturas bajas. Esto corresponde a los valles de la cordillera oriental (valle central de Tarija, valle de la Concepción, Padcaya, San Lorenzo).

2.2.2. Temperaturas máximas y mínimas

En la zona la temperatura es variable según las estaciones del año, de acuerdo a los datos obtenidos de la estación meteorológica que está instalada en (CEVITA).

La temperatura media mensual varía entre los 12,8°C en julio a 21,4°C en diciembre. La máxima media mensual entre 23,7°C en julio a 28,4°C en diciembre y la mínima media mensual entre 1,9°C en julio y 14,5°C en diciembre.

2.2.3. Precipitaciones:

Las lluvias se concentran en el periodo estival, entre noviembre y marzo, siendo en enero la precipitación 100,6 mm mientras que en el periodo invernal no hay presencia de lluvias.

Además, las lluvias son tormentosas y muchas veces van acompañadas de intensas granizadas, se tiene una precipitación media anual de 443,6mm.

2.2.4. Humedad relativa.

La humedad relativa media en la zona es del 67,6%, en los meses de enero a marzo se alcanza una máxima superior al 70%.

2.2.5. Suelos.

De manera general se puede decir que los suelos de la comunidad de San Antonio varían de franco arcilloso y arenoso con presencia de grava, dentro de los cuales se puede diferenciar dos áreas.

- El primero con diferentes grados de erosión, donde la vegetación queda reducida a especie que son utilizadas como pastoreo de ganado.
- La segunda área que se utiliza para la agricultura, ubicada generalmente en las riberas del río.

2.2.6. Vientos.

Los vientos tienen incidencia al finalizar el invierno: es decir, en el mes de agosto y al comienzo de la primavera.

3.2.7. Vías de comunicación.

El acceso a la comunidad de San Antonio es por el camino carretero Tarija – Chocloca.

2.3. MATERIALES

2.3.1 Material Vegetal

Se trabajó con cuatro variedades de tomate:

La variedad NATIVO F1 que ya se cultiva en la zona

Las variedades a introducir son: ZENZEI F1, RIO PAMPA F1 y EL COYA F1

a) Variedad 1: Nativo F1

Excelente potencial de rendimiento, paquete de enfermedad muy bueno, tamaño grande y extra grande, alta calidad de fruta, F3 y TSWV

Características

- Híbrido pera determinado
- Alto rendimiento
- Planta de vigor medio-alta
- Fruto muy firme y de buen color
- Excelente rendimiento potencial

b) Variedad 2: Rio Pampa F1

Es un material originario de la compañía United Genetics, de Hollister, California, Estados Unidos. Es una mejora sobre el Tomate híbrido Río Brasil.

Tipo de planta: determinada. Muy buena adaptación en zonas áridas. Conducida puede desarrollar un tamaño interesante, en invernadero puede llegar a 2m sobre cañas o alambres. Posee entrenudos cortos y un buen desarrollo de hojas que evitan el quemado del sol.

Fruto: perita ovalada de buen color y firmeza. Peso aproximado 150gr/170gr

Sanidad. Resistencia a: Verticillum, Nematodes, Fusarium Raza 1, Fusarium Raza 2 y peca bacteriana.

Origen: Estados Unidos.

Compañía: United Genetics.

Marca: GuaschSemillas®.

c) Variedad 3: Zenzei (Indeterminado)

Zenzei es un tomate indeterminado tipo Saladette, de planta muy vigorosa y entrenudos cortos, con un muy buen cuaje. De forma elongada, ofrece un gran rendimiento y frutos de un color muy atractivo.

Zenzei ofrece excelente resistencia a peste negra, con frutos de muy buena calidad.

Características

- Planta vigorosa
- Peso promedio de fruto sobre los 140 gr.
- Frutos de buen color y forma.

Resistencia a enfermedades (HR)

ToMV: 0-2/TSWV/Fol:0,1/Va:0/Vd:0

d) Variedad 4: El Coya F1

EL COYA F1 es un tomate Determinado, su ciclo es de 85 días y su Fruto pesa aproximadamente 180 a 200 gr.

Características producto

- Tomate tipo saladette de ciclo medio.
- Planta vigorosa.
- Fruto de buen calibre y color.
- Ideal para siembras tempranas.
- Altos rendimientos.
- Fruto muy firme y prolijo.
- Excelente sanidad.
- Temporada Calor-Frío.
- Madurez Relativa 85 Días.
- Peso Promedio Fruto 180-200 Gramos.
- Forma del Fruto Pera / Saladette.
- Tipo de Planta Determinado.

Resistencia a Enfermedades.

- Fol: 0,1 Va/ Vd 0.1 Ma/ Mi/ Mj TMV TYLC.

2.3.2. Equipos y materiales

a) Equipos

- Tractor agrícola
- Mochila pulverizadora
- Balanza

b) Materiales de campo

- Wincha
- Bandejas para almacigar

- Pala
- Azadón
- Rastrillo
- Alambre
- Varillas para postes
- Alicata
- Fertilizantes
- Fungicidas
- Vernier
- Libreta
- Cámara fotográfica

c) Materiales de oficina

- Computadora
- Calculadora

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. Diseño experimental

El presente trabajo se utilizó el diseño experimental bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, teniendo un total de 16 unidades experimentales.

2.4.2 Factor en estudio

FACTOR A VARIEDADES DE TOMATE HÍBRIDO

V1: Nativo F1

V2: Rio Pampa F1

V3: Zenzei F1

V4: El Coya F1

2.4.3. Descripción de los tratamientos

Tabla 3: Descripción de los tratamientos

| Factor en estudio | Niveles | Tratamientos | N° de réplicas | N° de Unidades Experimentales |
|-------------------|---------|--------------|----------------|-------------------------------|
| VARIEDAD | V1 | T1 | 4 | 16 |
| | V2 | T2 | | |
| | V3 | T3 | | |
| | V4 | T4 | | |

2.4.4. Diseño de campo

2.4.4.1. Características del diseño

| | |
|---|--------------------|
| Variedades: | 4 |
| Número de tratamientos: | 4 |
| Repeticiones: | 4 |
| Número de unidades experimentales: | 16 |
| Longitud de la unidad experimental: | 5m |
| Ancho de la unidad experimental: | 4.2 m |
| Superficie de unidad experimental: | 21 m ² |
| Longitud de surco: | 5 m |
| Distancia entre surco: | 1.40 m |
| Número de surcos por unidad experimental: | 3 surcos |
| Número de líneas por surco: | 2 líneas |
| Área total de la parcela experimental: | 336 m ² |

2.4.4.2. Descripción de los bloques

| Bloque1 | Bloque2 | Bloque3 | Bloque4 |
|---------|---------|---------|---------|
| T1 | T2 | T3 | T4 |
| T2 | T3 | T4 | T1 |
| T3 | T4 | T1 | T2 |
| T4 | T1 | T2 | T3 |

T1= V1: Nativo F1

T2= V2: Rio Pampa F1

T3= V3: Zenzei F1

T4= V3: El Ccoya F1

2.4.4.2. Descripción de la unidad experimental

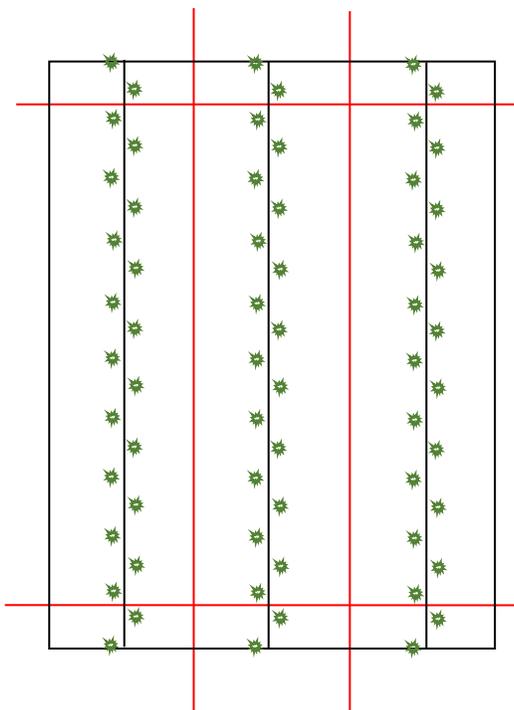
| | |
|---|-------------------|
| Longitud de la unidad experimental: | 5m |
| Ancho de la unidad experimental: | 4.2m |
| Superficie de unidad experimental: | 21 m ² |
| Longitud de surco: | 5 m |
| Distancia entre surco: | 1.40 m |
| Número de surcos por unidad experimental: | 3 surcos |
| Número de líneas por surco: | 2 líneas |
| Distancia entre planta: | 0.25 m |

Para el cálculo del área de cosecha de descartar los surcos de los laterales como también las dos plantas de los extremos del surco, obteniendo los siguientes datos:

Longitud: 4.25 m

Ancho: 1.4 m

Área de cosecha: 5.95 m²

GRÁFICO N° 3: ÁREA DE COSECHA

2.4.5 Trabajo de campo

El presente trabajo se realizó en la comunidad de San Antonio, municipio de Uriondo, provincia Avilés del departamento de Tarija.

- Preparación del terreno

El preparado del terreno como ser arado, rastrado y bordeado, se realizó con un tractor agrícola de la zona.

- Almacigado

Para realizar el almacigado de las semillas se utilizó bandejas plásticas y sustrato ya desinfectado, se colocaron las semillas a una profundidad aproximada entre 3 a 4 mm de profundidad, seguidamente se regó las bandejas y se cubrió las mismas con paja.

- **Transplante**

El transplante se realizó a los 30 días de la emergencia de los plantines, tomando en cuenta que tenían un buen vigor y un tamaño aproximado de 13 a 15 cm.

- **Poda y desbrote**

Se realizó la poda cuando las plantas tenían un tamaño aproximado de 30 y 40 cm dejando 2 brotes aparte del tallo principal.

- **Tutores**

Después de realizar la poda o desbrote, se realizó el colocado de los tutores con una distancia de 3 metros uno del otro, luego se realizó el colocado de los alambres horizontales en los tutores, donde se fueron atando los brotes que se dejaron en cada planta para que no estén tendidos en el suelo y así evitar algunas enfermedades.

- **Control de malezas**

Se utilizaron dos tipos de herbicidas, un selectivo (sencor) y no selectivo (Gramoxone).

- **Control fitosanitario**

Se realizó controles preventivos como también controles curativos de acuerdo a la manifestación de las diferentes enfermedades que se fueron presentando en todo el ciclo del cultivo.

- **Riego**

Los riegos se realizaron de acuerdo al requerimiento del cultivo

- **Cosecha**

La cosecha se realizó en diferentes cortes de acuerdo a la maduración que presentaban los frutos de cada variedad hasta la tercera cosecha.

- **Toma de datos**

Para tomar los diferentes datos se seleccionaron diez plantas al azar de cada parcela demostrativa. Las variables medidas fueron:

- Numero de flores por racimo
- Número de frutos cuajados por racimo
- Altura de la planta (cm)
- Largo de frutos (cm)
- Número de frutos por planta
- Rendimiento (tn/ha)

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 NÚMERO DE FLORES POR RACIMO

Tabla 4: Número de flores por racimo

| TRATAMIENTOS | REPLICAS | | | | SUMA | MEDIA |
|---------------------|----------|-------|-------|-------|--------------|-------|
| | I | II | III | IV | | |
| T1 Nativo | 6,1 | 5,9 | 6 | 5,8 | 23,80 | 5,95 |
| T2 Rio Pampa | 5,8 | 5,6 | 5,6 | 5,7 | 22,70 | 5,68 |
| T3 Zenzei | 6,1 | 6,2 | 5,8 | 6,2 | 24,30 | 6,08 |
| T4 El Coya | 6,5 | 6,8 | 6,5 | 6,3 | 26,10 | 6,53 |
| SUMA | 24,50 | 24,50 | 23,90 | 24,00 | 96,90 | 24,23 |
| MEDIA | 6,13 | 6,13 | 5,98 | 6,00 | 24,23 | 6,06 |

Como se observa en el cuadro 1, según a los datos registrados a los 45 días después del transplante de las cuatro variedades de tomate, vemos que el número de flores por racimo alcanza un promedio general de 6,06 flores por racimo, siendo el promedio más elevado el tratamiento T4 Variedad El Coya con un promedio de 6,53, mientras que el promedio más inferior se evidencia en la variedad Rio Pampa T2 con un promedio de 5,68 flores por racimo.

El tamaño y número de flores por racimo de las inflorescencias está influido por las condiciones ambientales, las condiciones de desarrollo de la planta y por factores genéticos. Las flores se agrupan en racimos, la primera flor se forma de la yema apical y las demás se desarrollan lateralmente por debajo de la primera, alrededor de un eje principal (Chamarro, 1995; Canizares, J. 2010).

Tabla 5: Análisis de varianza para el Número de flores por racimo

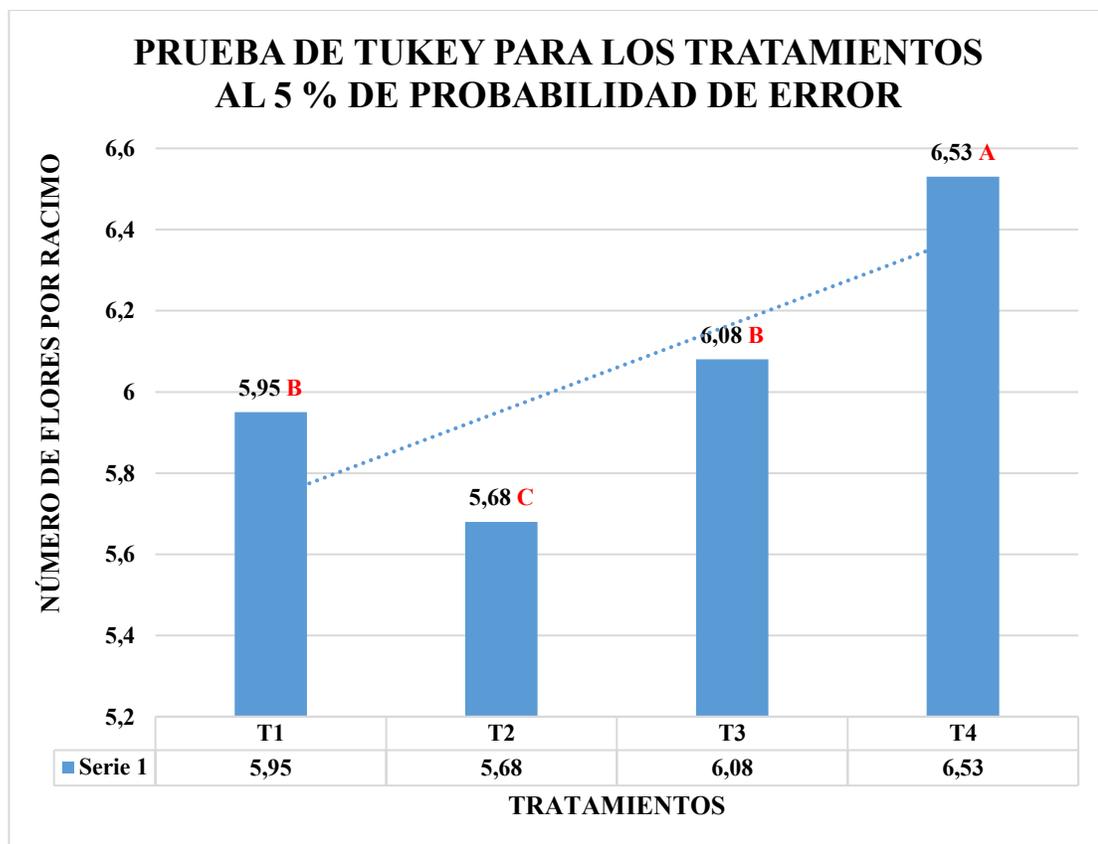
| FUENTES DE VARIACIÓN | GL | SC | CM | F Calculada | F tabulada | |
|----------------------|-----------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | 5% | 1% |
| TRATAMIENTOS | 3 | 1,51 | 0,50 | 19,19 ** | 3,86 | 6,99 |
| BLOQUES | 3 | 0,08 | 0,03 | 0,98 | 3,86 | 6,99 |
| ERROR | 9 | 0,24 | 0,03 | | | |
| TOTAL | 15 | 1,82 | 0,12 | | | |

Coefficiente de variación: 2,67 %

- * = *Diferencias significativas*
- ** = *Diferencias altamente significativas*

Realizado el análisis de varianza se observa que existen diferencias altamente significativas para el factor tratamiento al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que es muy necesario realizarse una prueba de comparación de medias para establecer los niveles de confianza en este conjunto de datos. Por otro lado, vemos que el coeficiente de variación con 2,67 % evidencia un comportamiento homogéneo de los datos recogidos.

GRÁFICO N° 4: PRUEBA DE TUKEY PARA EL NUMERO DE FLORES POR RACIMO



Observando minuciosamente el gráfico del test de Tukey realizado para los tratamientos se ve que existe diferencias estadísticas muy pronunciadas ya que se agrupan datos en tres grupos, tratamiento T4 Variedad El Coya con un 6,53 flores por racimo representado por la letra A, seguido de los tratamientos T1 y T3 ambos representados por la letra B con promedios de 5,95 y 6,08 flores por racimo respectivamente, y por último el tratamiento T2 variedad Rio Pampa con un promedio de 5,68 flores por racimo representado por la letra C.

Fuentes consideran que las temperaturas óptimas para la germinación y crecimiento oscilan de 18 a 20 °C durante el día y de 15°C, durante la noche, se registraron temperaturas muy altas en el mes de septiembre y octubre las cuales perjudicaron al desarrollo de la planta ya que existieron abortos de flores (Maroto, 1995; Citados por Torrez, 2014).

3.2 NÚMERO DE FRUTOS CUAJADOS POR RACIMO

Tabla 6: Número de frutos cuajados por racimo

| TRATAMIENTOS | REPLICAS | | | | SUMA | MEDIA |
|---------------------|----------|-------|-------|-------|--------------|-------|
| | I | II | III | IV | | |
| T1 Nativo | 5,1 | 5,5 | 5,1 | 5,2 | 20,90 | 5,23 |
| T2 Rio Pampa | 5 | 5 | 5,2 | 5 | 20,20 | 5,05 |
| T3 Zenzei | 5,2 | 5,3 | 5,2 | 5,3 | 21,00 | 5,25 |
| T4 El Coya | 5 | 5 | 4,9 | 4,9 | 19,80 | 4,95 |
| SUMA | 20,30 | 20,80 | 20,40 | 20,40 | 81,90 | 20,48 |
| MEDIA | 5,08 | 5,20 | 5,10 | 5,10 | 20,48 | 5,12 |

De acuerdo con los datos recogidos a los 60 días después del transplante para la variable número de frutos cuajados por racimo, se observa que los promedios van desde los 5,05 hasta los 5,25 en los tratamientos T2 variedad Rio Pampa y T3 variedad Zenzei respectivamente, aunque muy cerca le sigue la variedad Nativo T1 con un promedio de 5,23 frutos cuajados y muy por debajo la variedad El Coya T4 con un promedio de 4,95 frutos cuajados por racimo.

Si nos referimos al cuajado de frutos este proceso depende mucho del éxito de la polinización, fecundación y de la competencia con otros frutos que puedan estar desarrollándose. Este proceso está regulado por señales hormonales, en la antesis el nivel de hormonas en el ovario es mínimo y cuando tienen lugar la polinización y fertilización se genera una cascada de señales que inducen el cuajado del fruto, por lo tanto, es muy necesario considerar estos factores para obtener mayor número de frutos cuajados (Ozga y Reinecke, 2003; Citado por Canizares J. 2010).

Tabla 7: Análisis de varianza para el Número de frutos cuajados por racimo

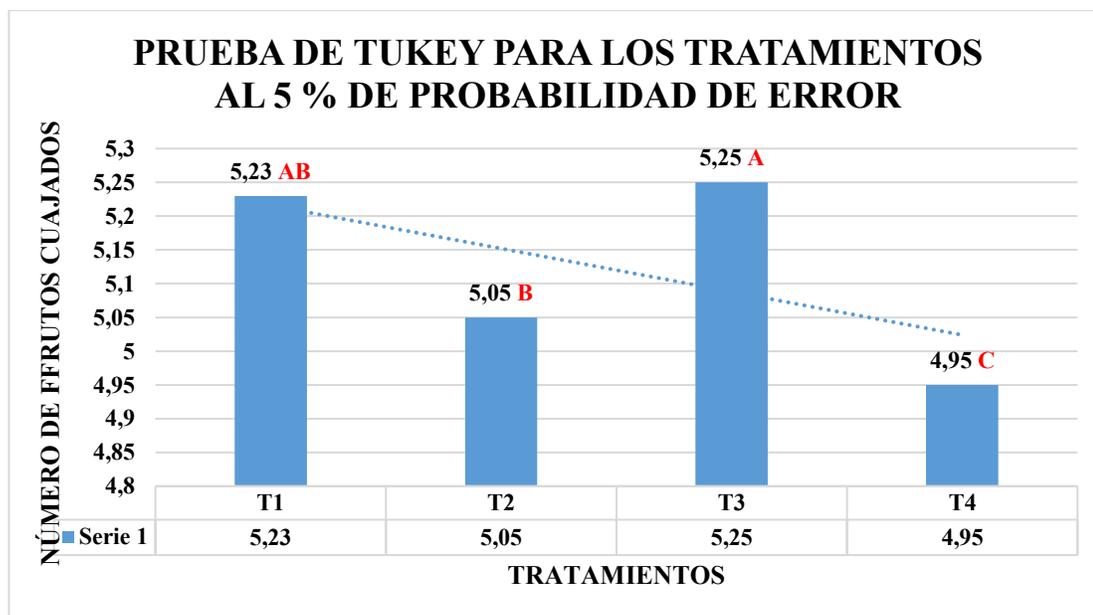
| FUENTES DE VARIACIÓN | GL | SC | CM | F Calculada | F tabulada | |
|----------------------|----|------|------|-------------|------------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| TRATAMIENTOS | 3 | 0,25 | 0,08 | 6,14 * | 3,86 | 6,99 |
| BLOQUES | 3 | 0,04 | 0,01 | 0,92 | 3,86 | 6,99 |
| ERROR | 9 | 0,12 | 0,01 | | | |
| TOTAL | 15 | 0,40 | 0,03 | | | |

Coefficiente de variación: 2,26 %

- ** = *Diferencias altamente significativas*
- ** = *Diferencias altamente significativas*

Ya concluido con el análisis de varianza vemos que existe diferencias significativas para los tratamientos al 1 % de probabilidad de error y no así al 5 %, sin embargo, es necesario recurrir a una prueba de comparación de medias, para lo cual utilizamos el método de Tukey. Por otro lado, vemos que los datos tuvieron un comportamiento homogéneo ya que se alcanzó 2,26 %.

GRÁFICO N° 5: PRUEBA DE TUKEY PARA EL NÚMERO DE FRUTOS CUAJADOS POR RACIMO



Ya realizado el análisis mediante el método de Tukey se observa que las diferencias estadísticas son notables, donde existen dos grupos de datos los tratamientos T1 y T3 variedad Nativo y Zenzei con 5,23 y 5,25 frutos cuajados respectivamente representados por la letra A, mientras que los tratamientos T2 variedad Rio Pampa con 5,05 representado por la letra B y la variedad El Coya con un promedio de 4,95 frutos cuajados por racimo representados por la letra C.

En el estudio de una variedad para estudiar el cuajado del fruto en tomate se empleó la variedad UC82. Esta variedad presentó un porcentaje de cuajado superior al 95% en condiciones de invernadero y polinizando manualmente las flores. Es muy alto el porcentaje obtenido bajo condiciones controladas y polinización manual, lo que no ocurre a campo abierto, donde se tiene a reducir por los efectos externos como lluvias, viento, y otros (Canizares J. 2010)

3.3 ALTURA DE PLANTA (cm)

Tabla 8: Altura de planta (cm)

| TRATAMIENTOS | REPLICAS | | | | SUMA | MEDIA |
|---------------------|----------|--------|--------|--------|----------------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| T1 Nativo | 77,6 | 81,4 | 79,2 | 78,5 | 316,70 | 79,18 |
| T2 Rio Pampa | 69,6 | 71 | 71,2 | 73,2 | 285,00 | 71,25 |
| T3 Zenzei | 94,2 | 95,1 | 85,4 | 123,4 | 398,10 | 99,53 |
| T4 El Coya | 84,2 | 84,1 | 83,4 | 84,7 | 336,40 | 84,10 |
| SUMA | 325,60 | 331,60 | 319,20 | 359,80 | 1336,20 | 334,05 |
| MEDIA | 81,40 | 82,90 | 79,80 | 89,95 | 334,05 | 83,51 |

De acuerdo a los datos tomados a los 115 días después del trasplante para la variable altura de planta, se ve que los datos obtenidos alcanzaron promedios de 71,25 hasta los 99,53 centímetros de altura en los tratamientos T2 y T3 variedad Rio pampa F1 y Zenzei F1 respectivamente, con un promedio general de 83,51 centímetros de altura. Cabe mencionar que dentro de las variedades mencionadas en el trabajo de investigación la variedad zenzei es una variedad indeterminada, por lo que su promedio supera en todas las réplicas, sin embargo las diferencias en cuanto al desarrollo se atribuyen a factores externos tales como las enfermedades, y otros. Según Infoagro, infecciones virales tempranas provocan una reducción severa del crecimiento de la planta y consecuentemente una disminución importante en la producción de frutos.

De acuerdo con (Torrez, 2014), las alturas de tomates híbridos alcanzaron poco más de 120 centímetros de altura, cabe considerar que las alturas de tomates indeterminados son superiores a 130 en su etapa final de desarrollo, obviamente depende mucho de las condiciones y de los cuidados que se den al cultivo.

Tabla 9: Análisis de varianza de Altura de planta

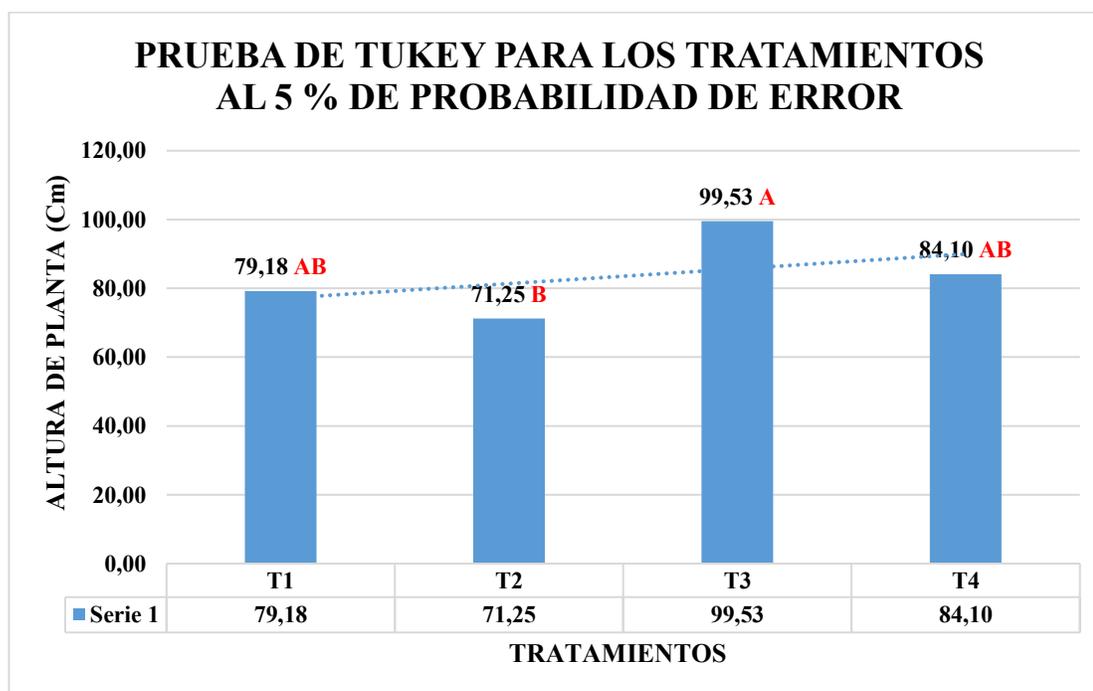
| FUENTES DE VARIACIÓN | GL | SC | CM | F Calculada | F tabulada | |
|----------------------|----|---------|--------|-------------|------------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| TRATAMIENTOS | 3 | 1703,71 | 567,90 | 8,63 ** | 3,86 | 6,99 |
| BLOQUES | 3 | 240,25 | 80,08 | 1,22 | 3,86 | 6,99 |
| ERROR | 9 | 592,56 | 65,84 | | | |
| TOTAL | 15 | 2536,52 | 169,10 | | | |

Coefficiente de variación: 9,72 %

- ** = *Diferencias altamente significativas*

Una vez realizado el análisis de varianza, se observa que existe diferencias altamente significativas para los tratamientos, por lo tanto, amerita realizarse una prueba de comparación de medias, por otro lado, se ve que el coeficiente de variación demuestra que los datos son homogéneos, ya que no sobrepasan los 10 %, estando muy por debajo del valor aceptado en experimentos a campo abierto.

GRAFICO N° 6: PRUEBA DE TUKEY PARA ALTURA DE PLANTA



Realizado la prueba de comparación de medias por mediante el método de Tukey, se determinó que el tratamiento T3 variedad Zenzei F1, tratamiento T1 Nativo F1 y tratamiento T4 variedad El Coya F1, llegaron a ser estadísticamente iguales ya que comparten la letra A, mientras que el tratamiento que tuvo un comportamiento en un nivel bajo fue el tratamiento T2 variedad Rio Pampa con un promedio de 71,25 representado por la letra B.

Para híbridos en la variable altura de planta a los 45 días, se registró un rango de significación; el que reporta una mayor altura fue el híbrido A1 (Cedral) con una media de 91,95 cm, mientras que el híbrido con menor tamaño fue A4 (Fortuna) con un valor promedio de 90,91cm. Estos resultados confirman que la altura de las plantas es, una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente (Salguero, 2016). Estos datos muestran que es posible obtener mayores alturas considerando variedades híbridas de crecimiento indeterminado en poco tiempo tal es el caso en 45 días.

3.4 LARGO DE FRUTO (cm)

Tabla 10: Largo de fruto (cm)

| TRATAMIENTOS | RÉPLICAS | | | | SUMA | MEDIA |
|---------------------|----------|-------|-------|-------|---------------|-------|
| | I | II | III | IV | | |
| T1 Nativo | 8,88 | 8,75 | 8,92 | 8,78 | 35,33 | 8,83 |
| T2 Rio Pampa | 7,42 | 7,52 | 7,64 | 7,58 | 30,16 | 7,54 |
| T3 Zenzei | 8,01 | 9,04 | 8,1 | 8,26 | 33,41 | 8,35 |
| T4 El Coya | 7,5 | 8,51 | 7,35 | 7,44 | 30,80 | 7,70 |
| SUMA | 31,81 | 33,82 | 32,01 | 32,06 | 129,70 | 32,43 |
| MEDIA | 7,95 | 8,46 | 8,00 | 8,02 | 32,43 | 8,11 |

Tomando en cuenta la variable tamaño de frutos (largo), ya recogidos los datos se obtuvieron los siguientes promedios, valores que van desde los 7,54 centímetros en el tratamiento T2 variedad Rio Pampa, hasta los 8,83 centímetros en el tratamiento T1 variedad Nativo F1, siendo este el mejor promedio alcanzado, además de evidenciarse

un promedio general de 8,11 centímetros de tamaño de fruto, cabe recalcar que para el tamaño de fruto se consideró el largo de fruto.

Según Torrez, (2014) el largo de los frutos en la variedad de tomate Río grande alcanzó un promedio entre 7 y 8 centímetros, considerando que esta variedad es de crecimiento determinado y ya habiendo alcanzado la madurez necesaria para ser cosechado. Considerando los promedios obtenidos en esta investigación no difieren estadísticamente con los alcanzados por la investigación anteriormente mencionada.

Tabla 11: Análisis de varianza Largo de Fruto (cm)

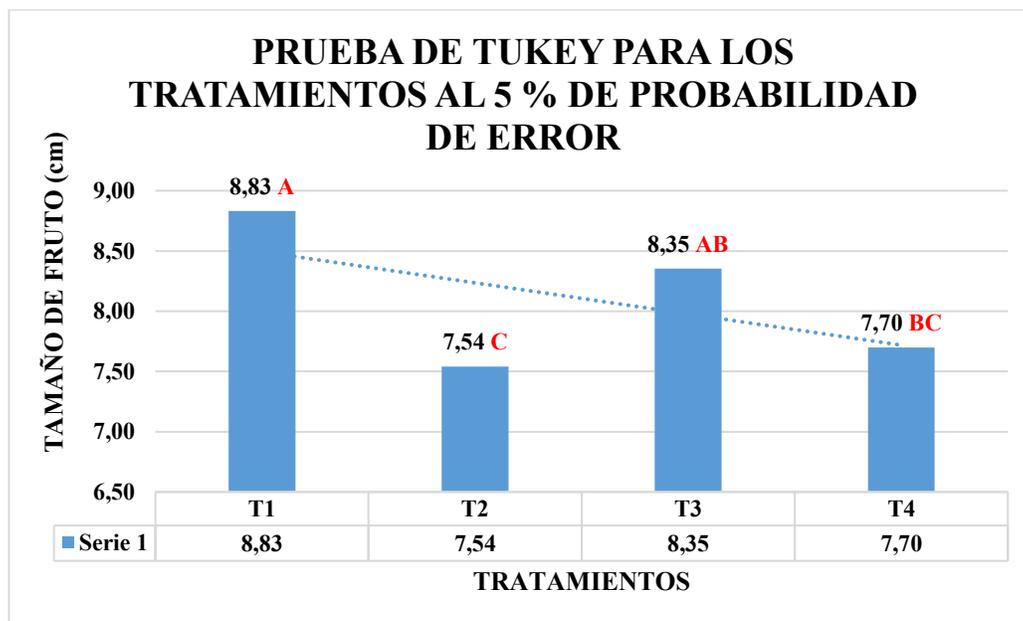
| FUENTES DE VARIACIÓN | GL | SC | CM | F Calculada | F tabulada | |
|----------------------|----|------|------|-------------|------------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| TRATAMIENTOS | 3 | 4,30 | 1,43 | 13,75 ** | 3,86 | 6,99 |
| BLOQUES | 3 | 0,66 | 0,22 | 2,11 | 3,86 | 6,99 |
| ERROR | 9 | 0,94 | 0,10 | | | |
| TOTAL | 15 | 5,89 | 0,39 | | | |

Coefficiente de variación: 3,98 %

- * = *Diferencias significativas*
- ** = *Diferencias altamente significativas*

El análisis de varianza demuestra que para los tratamientos se evidencian diferencias altamente significativas al 1 y 5 % de probabilidad de error, y no se ven ninguna diferencia en los bloques, por lo tanto, es necesario recurrir a una prueba de comparación de medias para establecer los niveles de confianza en los tratamientos, por otro lado, se ve que el coeficiente de variación denota un conjunto de datos homogéneos ya que alcanzó los 3,98 %.

GRAFICO N° 7: PRUEBA DE TUKEY PARA EL LARGO DE FRUTO



Realizado ya la prueba por medio del Test de Tukey se observa que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, ya que el tratamiento que mayor promedio alcanzó fue el tratamiento T1 variedad nativo con un promedio de 8,83 centímetros representado por la letra A, seguido del tratamiento T3 variedad Zenzei F1, que alcanzó un promedio de 8,35 centímetros representado por las letras AB muy por debajo los demás tratamientos con un promedio de 7,70 y 7,54 centímetros de largo.

Torrez, (2014) en su amplia investigación menciona que la carencia de Mg afecta el rendimiento de los frutos afectando el tamaño y calidad. Un exceso muy marcado es un menor desarrollo y rendimiento de flores, hojas de color verde oscuro con menor tamaño.

3.5 NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Tabla 12: Número de frutos por planta

| TRATAMIENTOS | RÉPLICAS | | | | SUMA | MEDIA |
|---------------------|----------|--------|--------|--------|---------------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| T1 Nativo | 40,4 | 39,2 | 41 | 42,2 | 162,80 | 40,70 |
| T2 Rio Pampa | 56,9 | 55,7 | 56,3 | 55,7 | 224,60 | 56,15 |
| T3 Zenzei | 61,4 | 64,2 | 60,1 | 58,6 | 244,30 | 61,08 |
| T4 El Coya | 57,2 | 53,2 | 50,6 | 52,4 | 213,40 | 53,35 |
| SUMA | 215,90 | 212,30 | 208,00 | 208,90 | 845,10 | 211,28 |
| MEDIA | 53,98 | 53,08 | 52,00 | 52,23 | 211,28 | 52,82 |

Recogidos los datos para la variable número de frutos por planta a los 135 días después del trasplante luego de haberse concluido la 3ra cosecha se ve que existen diferencias entre los promedios que van desde los 40,70 hasta los 61,08 frutos por planta en los tratamientos T1 variedad Nativo F1, y tratamiento T3 variedad Zenzei respectivamente. Además, se observa un promedio general de 52,82 números de frutos por planta.

En una investigación llevada a cabo por Salguero, (2016), el número de frutos más alto fue de 60 frutos por planta en la variedad híbrida Dominique, datos medianamente elevados en comparación a los obtenidos en la presente investigación, sin embargo cabe mencionarse que la densidad usada en aquella investigación fue de 2,5 plantas por metro cuadrado.

Tabla 13: Análisis de varianza Número de frutos por planta

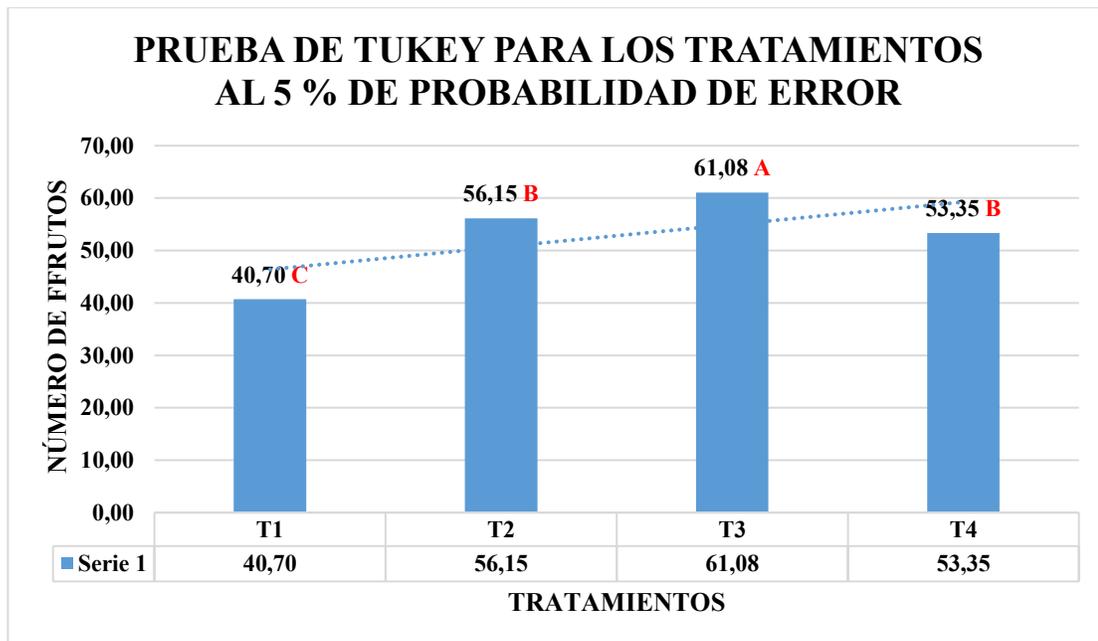
| FUENTES DE VARIACIÓN | GL | SC | CM | F Calculada | F tabulada | |
|----------------------|-----------|---------------|---------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | | | 5% | 1% |
| TRATAMIENTOS | 3 | 905,64 | 301,88 | 75,00 | 3,86 | 6,99 |
| BLOQUES | 3 | 9,70 | 3,23 | 0,80 | 3,86 | 6,99 |
| ERROR | 9 | 36,23 | 4,03 | | | |
| TOTAL | 15 | 951,56 | 63,44 | | | |

Coefficiente de variación: 3,80 %

- * = *Diferencias significativas*
- ** = *Diferencias altamente significativas*

Realizado ya el análisis de ANOVA, se observa que no existen diferencias para los bloques, mientras que, si se observan diferencias altamente significativas para los tratamientos al 1 y 5 % de probabilidad de error por lo que, si es necesario realizarse una prueba de comparación de medias, por otro lado, se ve que los datos recogidos para esta variable fueron homogéneos entre si ya que el coeficiente de variación es de 3,80 %.

GRAFICO N° 8: GRÁFICO N° 8 PRUEBA DE TUKEY PARA EL NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA



Realizado el test de Tukey para los tratamientos, se establece los siguientes niveles, se ve que el comportamiento más óptimo fue alcanzado por el tratamiento T3 variedad Zenzei F1, con un promedio de 61,08 frutos por planta, seguido de los tratamientos T2 y T4 variedad Rio Pampa y El Coya, con promedios de 56,15 y 53,35 frutos por planta representados por la letra B, mientras que el último tratamiento fue el tratamiento T1 variedad Nativo F1, con un promedio de 40,70 número de frutos por planta representado por la letra C.

El tomate exige niveles de nutrición mineral apropiadas, las deficiencias de fósforo atrasan el desarrollo de los trasplantes y retardan la diferenciación de las yemas florales resultando en una disminución del número de frutos por planta (Meneses, 1992; Citado por Torrez, 2014)

3.6 RENDIMIENTO (tn/ha)

Tabla 14: Rendimiento (tn/ha)

| TRATAMIENTOS | RÉPLICAS | | | | SUMA | MEDIA |
|---------------------|----------|--------|--------|--------|---------------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| T1 Nativo | 41,216 | 41,524 | 40,712 | 40,88 | 164,33 | 41,08 |
| T2 Rio Pampa | 34,24 | 33,264 | 33,964 | 33,488 | 134,96 | 33,74 |
| T3 Zenzei | 35,868 | 35,42 | 32,25 | 36,372 | 139,91 | 34,98 |
| T4 El Coya | 39,004 | 38,136 | 38,276 | 38,472 | 153,89 | 38,47 |
| SUMA | 150,33 | 148,34 | 145,20 | 149,21 | 593,09 | 148,27 |
| MEDIA | 37,58 | 37,09 | 36,30 | 37,30 | 148,27 | 37,07 |

Tabulados ya los datos de rendimiento evaluados hasta la tercera cosecha a los 135 días después del trasplante, se ve que los valores de rendimiento van desde los 33,74 hasta las 41,08 toneladas por hectárea, en los tratamientos T2 y T1 variedad Zenzei y variedad Nativo respectivamente, además de obtenerse un promedio general de 37,07 toneladas por hectárea.

Rendimientos similares fueron obtenidos en una investigación realizada en tomates híbridos (Tygo, Aarat, Tisey y Miranda) con rendimientos superiores a 50 toneladas por hectárea bordeando las 70 toneladas por hectárea, sin embargo estos rendimientos fueron obtenidos bajo condiciones controladas dentro de casa malla (Walter; & García, 2019).

Tabla 15: Análisis de varianza del Rendimiento (tn/ha)

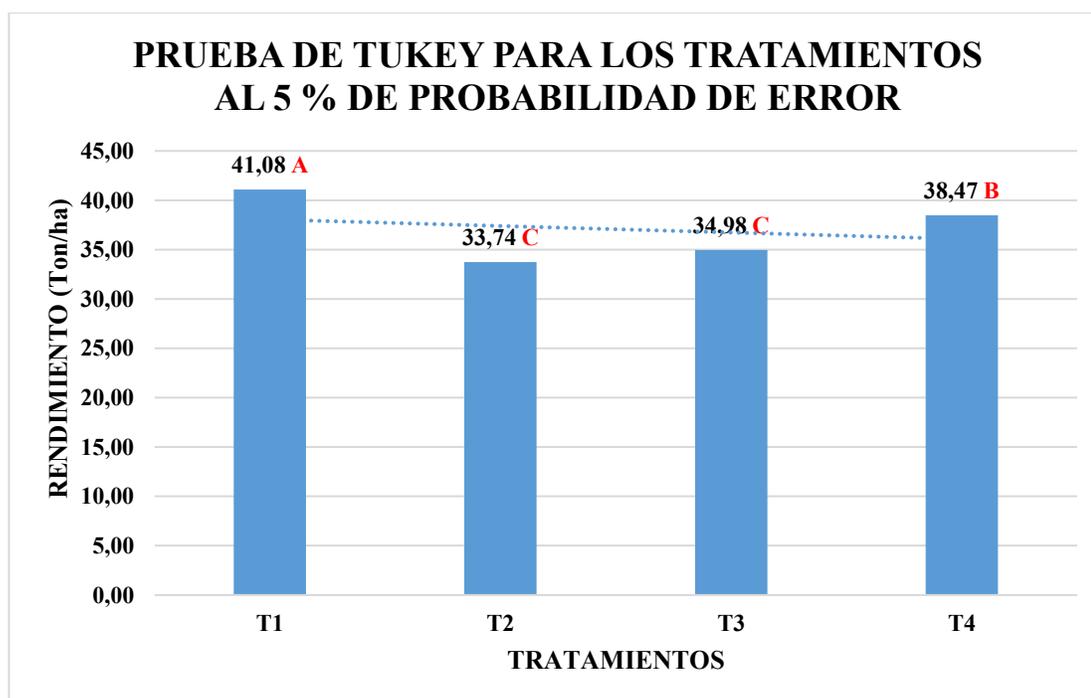
| FUENTES DE VARIACIÓN | GL | SC | CM | F Calculada | F tabulada | |
|----------------------|----|--------|-------|-------------|------------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| TRATAMIENTOS | 3 | 134,18 | 44,73 | 49,37 ** | 3,86 | 6,99 |
| BLOQUES | 3 | 3,64 | 1,21 | 1,34 | 3,86 | 6,99 |
| ERROR | 9 | 8,15 | 0,91 | | | |
| TOTAL | 15 | 145,96 | 9,73 | | | |

Coefficiente de variación: 2,57 %

- ** = *Diferencias altamente significativas*

Ya realizado el análisis de varianza se ve que no existen diferencias significativas para los bloques, sin embargo, como en las variables anteriores, se presenta las diferencias altamente significativas para los tratamientos al 1 y 5 % de probabilidad de error por lo que amerita realizarse una prueba de comparación de medias, por otro lado, el coeficiente de variación tiene un porcentaje muy bajo de 2,57 % lo que indica que los datos son homogéneos entre sí.

GRAFICO N° 9: PRUEBA DE TUKEY PARA EL RENDIMIENTO



En cuanto al test de tukey realizado para la variable de rendimiento, se observa diferencias estadísticas notables, ya que el mejor comportamiento fue alcanzado por el tratamiento T1 variedad Nativo F1 con un promedio de 41,08 toneladas por hectárea representado por la letra A, seguido del tratamiento T4 con un promedio de 38,47 correspondiente a la variedad El Coya, con un rendimiento de 38,47 toneladas por hectárea representado por la letra B y posteriormente los demás tratamientos con promedios de 33,74 y 34,98 toneladas por hectárea.

El rendimiento del cultivo de tomate, tanto a nivel de campo como de invernadero depende naturalmente, de muchos factores como de la nutrición mineral de las plantas. Estos requerimientos pueden ser definidos en términos de lo que una planta necesita para completar su ciclo de vida y producir una determinada cosecha (INFOJARDÍN 2005; Citado por Torrez, 2014).

3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 16: Análisis económico

| TRATAMIENTO | Costo Total (Bs) | Beneficio (Bs) | Beneficio/Costo (Bs) |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| T1 Nativo | 51128,00 | 156104,00 | 3,05 |
| T2 Rio Pampa | 51696,00 | 128212,00 | 2,48 |
| T3 Zenzei | 53968,00 | 132924,00 | 2,46 |
| T4 El Coya | 50560,00 | 146186,00 | 2,89 |

Para realizar el análisis económico se consideró el rendimiento total obtenido junto con el precio en el mercado por kilogramo de tomate de 3,8 Bs, en relación a los costos necesarios para la producción.

Realizado el análisis económico se pudo observar que existe mayor beneficio costo en el tratamiento 1 con la variedad Nativo con poco más de 2 Bs de retorno por cada boliviano invertido, seguido de los demás tratamientos que alcanzaron cerca a los 1,5

bolivianos por cada unidad monetaria invertida, observándose un retorno bastante positivo demostrando que es una actividad rentable utilizando la metodología aplicada en esta investigación.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.Conclusiones.

- De acuerdo con el análisis estadístico, el rendimiento promedio proyectado se registró en el tratamiento T1 variedad Nativo F1 con 41,08 toneladas por hectárea seguido de la variedad El Coya con un promedio de 38,47 toneladas por hectárea, mientras que las variedades Río Pampa y Zenzei estuvieron por debajo de las 35 toneladas por hectárea.
- El comportamiento evidencia de acuerdo a la variable tamaño de frutos, muestra que la variedad Nativo T1y la Variedad Zenzei T3 alcanzaron los promedios más altos con 8,83 y 8,35 centímetros de largo de fruto, a diferencia de los tratamientos T2 Variedad Río Pampa y T4 Variedad El Coya que alcanzaron promedios inferiores a 8 centímetros.
- En cuanto a la variable número de frutos por planta el promedio más alto fue obtenido por el tratamiento T3 Variedad Zenzei con 61,08 frutos por planta seguido por los tratamientos T2 variedad Río Pampa y T4 variedad El Coya con un promedio de 56,15 y 53,35 frutos por planta, muy por debajo la variedad Nativo con un promedio de 40,70 frutos por planta.
- Respecto al análisis económico la variedad Nativo F1 obtuvo mayor retorno económico con poco más de 2 bs por cada boliviano invertido, mientras que los demás tratamientos estuvieron por debajo de los 1,5 bolivianos de retorno por cada boliviano invertido.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda utilizar la variedad Nativo F1 y la variedad Zenzei considerando la calidad de los frutos y la respuesta de estas dos variedades, sin embargo, en términos de rendimiento se recomienda utilizar la variedad Nativo y variedad El Coya ya que ofrecieron rendimientos de 41,08 y 38,47 ton/ha respectivamente.
- Se recomienda utilizar cualquiera de las cuatro variedades híbridas usadas en el presente trabajo de acuerdo al comportamiento y adaptación ya que todas las variedades mostraron respuestas muy positivas en cuanto a rendimiento, calidad de frutos y retorno económico.
- Se recomienda considerar otros factores en estudio incluidos tales como la fertilización, fenología sistema de conducción y otros.
- Para futuras investigaciones se recomienda considerar el manejo de inductores de desarrollo principalmente hormonas bien suministradas para obtener mejores rendimientos y un desarrollo óptimo.