

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate se ha convertido en una de las actividades productivas agrícolas más importantes en el ámbito mundial. El tomate (*Lycopersicon esculentum L.*) ocupa un lugar importante entre las hortalizas en el mundo, su variedad de usos para el consumo en fresco, su sabor universalmente apreciado, su alto valor nutritivo, porque contiene una buena cantidad de vitaminas A y C, además de tener un alto valor comercial por unidad de superficie cultivada. (Hernández y Challoux, 2004)

La producción mundial de tomate es aproximadamente, de 36.000.000 de toneladas al año, cultivadas en 18.000.000 hectáreas. La aceptación que tienen las diversas culturas del mundo se evidencia por ser el segundo productor hortícola en el consumo del mundo.

En tal sentido, la producción hortícola en el ámbito mundial de algunos rubros como tomate (*Lycopersicon esculentum L.*), pimentón, cebolla y papa se ha basado tradicionalmente en sistemas de altos insumos, es decir elevado uso de maquinaria y agroquímicos en general. Si bien este modelo ha mantenido la productividad agrícola durante años, el mismo a fracaso, en virtud de que ha contribuido con el deterioro de los suelos, ocasionando problemas de compactación, acidificación, salinización y erosión de los suelos. (Orosco 1999)

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum L.*) 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, y por su importancia en la salud pública. (Estadoplurinacional de Bolivia, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2012)

El fruto del tomate tiene gran cantidad de fibra, su aroma estimula el apetito, aumenta la salivación y hace más apetecible los alimentos insípidos. Es rico en vitamina C por

sus sales en hierro, potasio, sodio y magnesio, es ideal el jugo para restituir las sales perdidas por deshidratación. (Manual de cultivo de tomate para pequeños productores de los valles 2009)

Sin embargo muchas veces la producción de tomate se ve perjudicadas por las condiciones climáticas adversas. Los bioestimulantes son importantes como inductor de cuajado en aquellas hortalizas cultivadas bajo condiciones climáticas adversas, es decir hortalizas que desarrollan su ciclo vegetativo fuera de temporada, o en invernaderos con alta humedad o sujetas a otras condiciones climatológicas adversas.

Su eficacia como estimulante de vegetación, se manifiesta en aquellas aplicaciones realizadas en los momentos en que la planta más lo necesita como son las primeras fases de fructificación, así como para aumentar la resistencia de la misma frente a condiciones climatológicas adversas, como pueden ser las heladas.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de tomate, (*Lycopersicon esculentum L.*), es de gran importancia desde el punto de vista socioeconómico y de mayor demanda por los usos que se le dan en el ámbito culinario de la sociedad, el cultivo de tomate en la comunidad de Pampa Redonda constituye uno de los cultivos alternativos para los productores.

Su producción está limitada por factores como los climáticos, el uso inadecuado de los suelos, plagas y enfermedades la cual reduce la fertilidad del mismo.

En ese sentido la incorporación de bioestimulantes, estimulara al cuajado de la flor y al rápido crecimiento del fruto, por lo que se pretende contribuir o poner a disposición de los productores el cultivar o cultivares que presentan mayores ventajas en el cuajado y reducir la caída de las flores.

Para los productores al realizar el manejo agronómico del tomate, se conocerá una gran variedad de las labores culturales que va desde el almacigo hasta la cosecha, este trabajo de investigación explicara cada una de las labores realizadas.

Por otra parte una vez concluida la investigación esta será de gran utilidad a todos los interesados en este ámbito sobre todo a los productores de tomate (*Lycopersicum esculentum L.*). Este trabajo servirá para determinar cuál de los dos bioestimulantes es el más eficiente en la floración y fructificación lo que repercutirá en el rendimiento.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluación del comportamiento con uso de bioestimulantes (tomatosa y giberelina) en la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum L.*).Bajo invernadero en la comunidad de Pampa Redonda.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar cuál de las variedades de tomate tiene mejor rendimiento, bajo la acción de los bioestimulantes.
- Determinar la mejor respuesta del bioestimulante en el cultivo de tomate.
- Evaluar la mejor interacción entre variedades, y bioestimulantes en el cultivo del tomate.
- Determinar la mejor calidad del fruto bajo la acción de bioestimulante.

1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La acción generada de los bioestimulantes (tomatosa y giberelina) modifica la fisiología de la planta y favorece la floración y fertilización de las flores mejorando el rendimiento y calidad en la producción de tomate.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen del tomate

Origen y Distribución del Tomate. El origen geográfico del género *Lycopersicum* es una planta originaria de la planicie costera occidental de América del Sur, su domesticación tuvo lugar en México, fue introducido por primera vez en Europa a mediados del Siglo XVI; A principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, también inicio su industrialización y diferenciación de los cultivares para mesa e industria. El tomate es la hortaliza que por su versatilidad de consumo es una de la más importante en la alimentación, en el ámbito mundial. El consumo per cápita anualmente en el Norte y Centroamérica es alrededor de los 26.9 kg, mientras que a nivel mundial es de 12.6 Kg. El tomate está considerado como una hortaliza de uso diario, imprescindible y necesario en el mundo culinario y medicinal. La palabra tomate tiene su origen en la palabra Azteca "Tomal". Se cree que el centro de origen del género *Lycopersicum* es la región Andina que hoy comparte Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, son en la que el tomate (*Lycopersicum esculentum L.*) muestra la mayor variación.

El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipo muy extenso. Poco producto hortícola permite tal diversidad de uso como el tomate, siendo su primera división la que se refiere a su uso para consumo fresco o industrialización.

El cultivo de tomate ocupa un lugar importante entre las hortalizas en el mundo, es conocido también como Jitomate, es un producto muy apetecido. Además, es una importante materia prima para la industria de transformación. El tomate tiene importancia mundial por las siguientes razones. (Jaramillo j.2006).

- Su variedad de uso para el consumo fresco.
- Su variedad de uso como ingrediente principal en jugo, pasta, bebidas y otros concentrados.
- Su sabor universalmente apreciado, ya que existen más de 130 recetas culinarias.
- Su alto valor nutritivo, porque contiene relativamente mucha vitamina en una porción de 100 gr se encuentra de vitamina A 900 (UI) y de vitamina C, 13 Mg.
- Su alto valor comercial por unidad de superficie cultivada.
- Por su uso medicinal, como laxante, diuréticos, dietéticos.

2.2. Países productores en el mundo

Más de 211 millones de toneladas de tomate se producen en el mundo, China es el principal productor mundial con 50,12 millones de toneladas, el 23,75 por ciento del total mundial. El segundo lugar lo ocupa India con 17,5 millones de toneladas ((8,29%), figurando Estados Unidos en la tercera posición con 13,21 millones de toneladas (6,26%). España ocupa la octava posición con una producción de 4,01 millones de toneladas, el 1,9 por ciento de la producción mundial de tomate para fresco (FAO).

En 2014 la superficie cultivada en el país creció de 2,5 millones a 3,5 millones de hectáreas, un 40% más que en 2013, principalmente por la producción de soya en el oriente y la quinua en occidente, según datos del Viceministerio de Desarrollo Rural. El 30% en cereales, 25% en café y té, 25% frutales, 20% hortalizas, 15% oleaginosas, tubérculos, y un 15% en forrajes.

Producción de tomate en bolivia superficie y (Ha)

CULTIVO	SUPERFICIE (Hectáreas)	PRODUCCIÓN (Toneladas métricas)	RENDIMIENTO (Kg./ha.)
Tomate	4.639	48.338	10.420

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - Encuesta Nacional Agropecuaria – año. 2008.

2.3. Principales exportadores

El primer lugar en la exportación de tomate lo ocupa México, que en el año de referencia exportó un total de 1.493 millones de kilos. Holanda figura en segundo lugar del ranking, con un total de 1.040 millones de kilos, mientras que España, en tercer lugar, exportó 964 millones de kilos.

El cuarto lugar por volumen exportado está ocupado por Turquía con 577 millones de kilos, Jordania aparece en quinta posición con 435 y Marruecos en sexta posición con 392 millones de kilos.

India es el séptimo país exportador de esta hortaliza con 230 millones de kilos, Francia ocupa la octava posición con 214, Estados Unidos aparecen en noveno lugar con 208 millones de kilos y Bélgica ocupa el décimo lugar de la tabla, con un total de 197 millones de kilos de tomate exportados en el citado año.

CUADRO 1. EXPORTACIÓN MUNDIAL DE TOMATE. 2015

Países	Toneladas
México	1.493.316
Países Bajos	1.039.773
España	964.054
Turquía	576.573
Marruecos	392.435
Francia	214.414
Canadá	165.504
Estados Unidos	208.108
Italia	105.638
Jordania	434.830
Bélgica	197.113
Lituania	49.737
India	229.831
Irán	140.829
Polonia	72.104
Uzbekistán	52.603
China Continental	130.218
Siria	177.937
Israel	28.433

Fuente: (FAO) www.hortoinfo.es/index.php/noticias/2169-export-mund-tomate

2.4. Composición y valor nutricional

El tomate es un alimento muy versátil, que se consume casi todo el año, tiene grandes propiedades nutritivas, tal es así que se muestran su composición mediante el análisis nutricional que nos ayuda a ver con claridad sus cualidades.

Además de su rico sabor, en el tomate encontramos calorías, derivadas en el 74% de los carbohidratos complejos que lo componen. Casi no tiene grasas y tiene un alto contenido acuoso que supera el 90%. A continuación vemos el análisis nutricional del tomate, comenzando por los macronutrientes, es decir, hidratos, proteínas y grasas.

Por otro lado, su aporte en vitamina C y su riqueza en carotenos, hacen que el tomate sea un excelente antioxidante que ha demostrado tener efectos protector contra diferentes tipos de cáncer, incluso su poder antiinflamatorio reduce las probabilidades de sufrir arteriosclerosis y disminuye los niveles de colesterol, por lo tanto, también protege ante infartos y otras enfermedades cardiovasculares.

Es un alimento muy consumido y que no debemos dejar de incorporarlo a la dieta, ya que tiene grandes propiedades, mucha agua, fibra y antioxidantes en pocas calorías por cada 100 gramos (Palomino, Karen 2007).

CUADRO 2. VALOR NUTRITIVO DEL TOMATE

PROMEDIO POR 100 g DE PRODUCTO FESCO COMESTIBLE			
Desecho	6.00%	Caroteno	0.50mg
Materia seca	6.20 gr	Tiamina	0.06mg
Energía	20.00 K cal	Riboflabina	0.04mg
Proteína	1.20 gr	Niacina	0.60mg
Fibras	0.70 gm	Vitamina C	23.00mg
Calcio	7.00 mg	VNM	2.39
Hierro	0.60 mg	VNM/100G M.S	38.50

Fuente: IBPGR, 1977, por Gómez. (2000).

2.5. Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal.

División: Antofitas.

Sub.-división: Angiosperma.

Clase: Dicotiledónea.

Orden: Tubiflorales.

Familia: Solanáceas.

Género: *Lycopersicum*.

Especie: *esculentum*.

Nombre Científico: *Lycopersicum esculentum L.*

2.6. Descripción de las especies

Según Vigliola (1986), el tomate (*Lycopersicum esculentum L.*). No es una planta anual como normalmente se cree, puede ser polianual o perenne, este género pertenece a la familia de las solanáceas, familia que abarca varias especies de importancia económica.

- Comune: tomate común.
- Grandifolium: tomate hoja de papa.
- Validum: tomate erecto, arbustivo.
- Cerasiforme: tomate cereza.
- Pyriforme: tomate pera.

2.7. CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA

2.7.1. Porte

(*Lycopersicum esculentum L.*). Contiene cultivares de porte erecto o rastrero, a menudo reducido en cultivo a un solo tallo; en los tipos primitivos la ramificación es escasa y se presenta especialmente en la parte inferior del tallo. El eje central de la planta y sus ramas es de crecimiento monopodial y llevan en el ápice una yema

vegetativa, de modo que crecen indeterminadamente. En el tallo y ramas, de las yemas axilares brotan hojas e inflorescencias; la norma es que entre dos inflorescencias haya generalmente tres hojas. En algunos casos una ramilla florífera es continua en el ápice y forma hojas. Una norma de 9 crecimiento distinta a la anterior se debe a una gen recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal, o sea que el crecimiento es determinado y hay un número menor de hojas entre dos inflorescencias. La incorporación de ese gene en cultivares avanzados permite obtener plantas más compactas y simétricas, lo que facilita las operaciones mecanizadas en el cultivo y la cosecha (Jano, 2006).

2.7.2. Raíz

El sistema radicular del tomate está constituido por: La raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m, y alcanza más de 0.5 m de profundidad, sin embargo, el 70% de raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie. Todas las raíces absorben agua, pero los minerales son absorbidos por las raíces más próximas a la superficie, por lo que hay que tener cuidado al realizar el aporco para no destruir parte del sistema radicular que se encuentra a ese nivel (Bautista, 2007).

2.7.3. Tallo

Es de tipo herbáceo, durante la etapa de crecimiento es erecto y circular, posteriormente se vuelve decumbente y angular, con un grosor que oscila entre 2 a 4 cm en su base. En su epidermis se observan pelos angulares que segregan una sustancia de olor característico llamada “tomatina” que tiene la propiedad de repeler insectos. Cuando el tallo principal y sus ramificaciones terminan en un ramo floral su crecimiento es determinado y cuando terminan en yemas vegetativas se denomina indeterminado (Jano, 2006).

2.7.4. Hojas

Las hojas son compuestas de forma alargada y alterna, constituidas por siete o nueve foliolos de bordes dentados. La hoja está formada por varios pares de hojuelas, la

superficie pubescente. Los pelos glandulares se rompen en la poda, manchando las manos del operario, en las axilas de las hojas están las yemas que producen chupones o tallos laterales (Folquer, 1976).

2.7.5. Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de colores amarillos y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular (Jano, 2006).

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre mediano y grande; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal.

La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex.

Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas, la temperatura óptima oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 1 y 17° C durante la noche (Jano, 2006).

2.7.6. Fruto

El fruto es una Baya de diferentes formas. En las variedades comerciales es ovalada, aplanada, también ahí elipsoidal y piriformes, puede alcanzar un peso que oscila entre unos 70 a 700 gramos, en variedades híbridas.

Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o

bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Folquer, 1976, Avalos 2004).

2.7.7. Semillas

La semilla de tomate es aplanada o achatada y de forma lenticular y cuando seca está cubierta por vellosidad. También está cubierto por una sustancia mucilaginosa, hecho que la distingue de las demás solanáceas, y el número de semillas varía de 150 a 300 semillas por fruto dependiendo de la variedad (Avalos, 2004).

Las semillas son de color grisáceas y miden de 2 a 5 mm. De largo y el embrión la mayor parte y se encuentran arrolladas cerca de la superficie. Si se almacena por periodos prolongados se aconseja hacerlo a humedad 5.5%. Una semilla de calidad deberá tener un porcentaje de germinación arriba del 95%.

El periodo de germinación tiene un promedio de 6 a 8 días. 6.5 Etapas fenológicas del cultivo de Tomate: La fenología del cultivo comprende las etapas o eventos que forman su ciclo de vida, la importancia de su conocimiento radica en que dependiendo de la etapa fenológica en que la planta se encuentra así son sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a patógenos (Montes y Holle, 1970).

2.8. CICLO VEGETATIVO

2.8.1. Fase inicial

Comienza con la germinación de la semilla, a partir del primero hasta los 21 días. Se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis (Bautista, 2007).

2.8.2. Fase vegetativa

Es la continuación de la fase inicial, pero el aumento en materia seca es más lento, esta etapa termina con la floración, dura entre 22 a 40 días. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en

crecimiento y expansión. La planta florece entre 51- 80 días, desde la fase inicial (Bautista, 20017).

2.8.3. Fase reproductiva

Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 o 40 días, se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración (Jano, 2006).

2.9. EDAFOLOGÍA DEL CULTIVO

2.9.1. Textura del suelo

La planta de tomate requiere de suelos franco-arenosos a franco-arcillosos, con bastante materia orgánica y bien estructurados y con buen drenaje (Aiken, 1987).

Benedito (1986) indica que los suelos no deben ser excesivamente arcillosos, compactos o con tendencia al encharcamiento, Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

2.9.2. pH del suelo

El tomate es una planta poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, y tolerante a la presencia de sales y a la acides cuando el pH baja a5 debe encalarse (Folquer, 1976).

Por su parte Van Haeff (1990), afirma que los terrenos para el cultivo del tomate pueden ser de moderadamente ácido ligeramente alcalino, con pH de 6 a 7.2.

2.9.3. Profundidad del suelo

Es un factor de mucha importancia en el cultivo del tomate, mucho más tratándose de siembra directa, ya que el sistema radicular procedente de semilla sembrada directamente tiende a desarrollar una raíz principal, en cambio las plantas con trasplante de raíz se extienden lateralmente. En suelos poco profundos a causa de la presencia de una capa impermeable o una capa freática cerca de la superficie, el desarrollo del sistema radicular es pobre, como consecuencia la planta se desarrolla poco y los rendimientos son bajos (Colque, 2004).

2.11. CLIMATOLOGIA DEL CULTIVO

El tomate se desarrolla en una diversidad de climas, Fersini (1979) sostiene que el tomate prefiere un clima templado caliente.

Jilguera (1982), nos dice que el tomate prefiere un clima tropical de altitud, y o subtropical, fresco y seco, con alta luminosidad.

2.11.1. La luz

Los valores reducidos de la luminosidad pueden reducir en forma negativa. Los procesos de floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de las plantas. (Jano, 2006).

Para Bautista (2007), el exceso de insolación, generalmente acompañado de altas temperaturas, puede causar daños, no solo en las flores de tomate y en la polinización con baja productividad, sino también a los frutos con amarillamiento precoz y quemaduras.

Numerosos investigadores consideran que el tomate es indiferente al foto periodo y contrariamente es altamente exigente a la intensidad luminosa (Filgueira, 1982).

2.11.2. Temperatura

El tomate se adapta a una variedad de climas siempre que no existan heladas, las temperaturas inferiores a 12°C se paraliza su actividad vegetativa, siendo la óptima entre 22 a 25°C durante el día y de 12 a 17°C en la noche (Jano, 2006).

Jaramillo y Lobo (1982) indican que la temperatura influye en el normal desarrollo de las plantas, puesto que a los 10°C el crecimiento se detiene, si la temperatura es superior a los 36°C puede traer como consecuencia muerte de las plantas, y la óptima oscila entre 18 a 24°C.

La calidad de los frutos es sensiblemente afectada por la temperatura, especialmente la coloración, el pigmento licopeno, responsable del color rojo, inhibe su formación cuando la temperatura interna del fruto sobrepasa los 30°C (Filgueira, 1982).

2.11.3. Radiación

El tomate es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares especialmente en época lluviosa cuando la radiación es muy limitada. (Gómez, Olimpia; Casanova, A: G Laterrot, (2000).

2.11.4. Precipitación

Otro de los componentes del cultivo del tomate, es la precipitación Benedito (1986), menciona que el cultivo del tomate no soporta encharcamientos, lluvias excesivas o prolongadas, ya que favorece la incidencia de enfermedades.

Todo el ciclo del cultivo del tomate, tiene un requerimiento medio de 600 a 800 mm. De precipitación pluvial. (Montes, 1987).

2.11.5. Humedad relativa

La humedad relativa optima se encuentra entre 60 a 80% (Jano, 2006).

Jaramillo y (1987). Dicen que la humedad relativa es uno de los otros factores a tomarse en cuenta en el cultivo del tomate, una alta humedad relativa favorece el desarrollo de una serie de patógenos que atacan a la planta.

2.12. NUTRICIÓN DEL CULTIVO

Jaramillo (1982). Afirma que la fertilización del tomate es diversa de acuerdo al tipo de suelo, para la producción de 40 Ton/ha de tomates se extrae del suelo 110 Kg de nitrógeno, 25 Kg de fosforo, y 150 kg de potasio.

El tomate es una planta esquilante, que agradece las estercoladuras y los fertilizantes minerales, para una cosecha de 60 TM/ha extrae del suelo la siguiente cantidad, 119 Kg N, 14 Kg. De P₂O₅ y 179 Kg. De K₂O y otros elementos como calcio, magnesio y azufre (Filgueira, 1982).

2.13. RIEGO DEL CULTIVO

Filgueira (1982). Determino que manteniendo la humedad del suelo por encima del 80% de la capacidad de campo, el rendimiento es un 25% mayor que cuando la humedad se mantiene en el 70%. La humedad excesiva disminuye la consistencia del fruto.

El tomate tolera en agua de riego hasta un 1% de sales, en riego localizado cada 10 a 15 días (con un total de 16 riegos) en todo el ciclo vegetativo.

El tomate resiste bien a la sequía, pero es preciso suministrar suficiente agua. La suficiencia se traduce fácilmente en el aumento de 25% del rendimiento.

2.14. LOS INVERNADEROS EN LA AGRICULTURA

Los invernaderos son estructuras de diversas formas y tamaños que tienen la capacidad de generar condiciones de temperatura, humedad, ideales para cultivar plantas durante el invierno, o en sectores donde las condiciones climáticas son muy adversas (Avalos, 2004)

El invernadero es una estructura, habitualmente de manera semicilíndrica, que está protegida externamente por plástico o vidrio, de esta forma protege a las plantas del frío y la lluvia, ya que en su interior las condiciones climáticas son mucho más cálidas.

La forma en que los invernaderos funcionan es muy sencilla, debido al plástico o vidrio que los recubre, tiene la capacidad de retener de mejor forma el calor en su interior.

Por lo tanto, las plantas que no toleran el frío o mucho agua de lluvia, pueden ser cultivadas en un invernadero, el cual tiene la capacidad de generar un pequeño microclima Flores (Flores, 2006).

2.14.1. Consideraciones básicas en la planificación de un invernadero

El diseño del invernadero debe contemplar el aprovechamiento de las condiciones agrícolas de la zona, especialmente se debe considerar puntos en poblaciones de alta densidad demográfica.

Según Montero (1993), es necesario analizar los siguientes factores. Temperatura, humedad, tipo de suelo y el nivel freático.

2.14.2. Instalación de invernaderos

Al construir un invernadero, se debe tener en cuenta dos premisas básicas, que permitan recuperar la inversión en el menor tiempo posible, ellas son: eficiencia y funcionalidad (Montero, 1993).

2.14.2.1. Bases para el cálculo de los techos

El diseño de la construcción del invernadero, deberá orientarse para utilizar cultivos precoces, de altos rendimientos y de óptima calidad, siendo una de las principales limitantes la luminosidad existente entre las plantas, para permitir la mayor eficiencia en el proceso de la fotosíntesis, que además permite disminuir la humedad del interior del invernadero, mejora la temperatura, acelera el tiempo de madurez y coloración de los frutos entre otros (Robledo, 2008).

Tanto la pendiente de los techos y la orientación, debe ser escogida de la manera que permita de la máxima captación de energía solar en el periodo de bajas temperaturas, como también la aireación dentro del invernadero en periodos de altas temperaturas.

2.14.2.2. Orientación del invernadero

Los trabajos realizados por Nisen (1972) en Bélgica, indica que se debe dar la orientación de tal manera que permita la mayor iluminación o penetración de la luz.

2.14.3. Invernadero capilla

Hartman (1990) señala que los invernaderos tipo capilla, se trata de las estructuras más antiguas, empleadas en el forzado de cultivos, muy usado el país, la pendiente del techo es variable según la radiación y pluviometría, generalmente el ancho es de 6

a 12 m y el largo es variable. Las alturas de los laterales varia de 2-2.50 m y la cumbre entre 3-3.50 m.

La ventilación de estos invernaderos en unidades sueltas no ofrece dificultades.

Ventajas:

- Construcción de mediana a baja complejidad
- Utilización de materiales de bajo costo
- Apto tanto para materiales de cobertura rígidos o flexibles

2.15. MANEJO TÉCNICO DEL CULTIVO BAJO INVERNADERO

2.15.1. Preparación del terreno

El tomate es planta que suele estar bastante tiempo en el campo, por lo que las labores de la preparación del terreno son de primordial importancia.

El texto de estudio de la asignatura de horticultura de la universidad de buenos aires (1994) señala que el sistema radicular profundiza bastante, más de 1.20 m. por lo que llevara a cabo una adecuada preparación de suelo en profundidad es importante.

En primer lugar se suele dar una labor de arada de reja o vertedera, junto con la que se suele aplicar la fertilización a fondo. A continuación se debe desmenuzar superficialmente el terreno, antes de sistematizar el surco, según el sistema de cultivo junto con la incorporación de abono de fondo, puede ser conveniente la aplicación de algún insecticida de suelo, con el fin de prevenir los ataques de los gusanos del suelo, sobre todo los hongos, la desinfección del suelo es una labor corriente en el cultivo del tomate que se realiza en el caso de repeticiones del mismo (Vigliola, 1984).

2.15.2. Propagación del tomate

La propagación del tomate se propaga por semilla, según Filgueira (1982), la semilla es el vehículo de transmisión de las características genéticas de un cultivar a la que puede llegar eficientemente diversos patógenos. Como la bacteria del chancro, virus

mosaico, Sptoriosis, etc. entonces la semilla tiene que tener elevado grado de sanidad y representar un potencial genético superior. (Guía Rural, 1986), menciona que hay varios métodos para la propagación del tomate.

2.15.3. Siembra directa del tomate

Van Haeff (1992), al respecto nos dice: la siembra directa consiste de colocar la semilla en el campo mismo. De este modo no necesita almácigos ni tampoco el trasplante.

En varias regiones se práctica la siembra directa con el fin d adelantar el cultivo y obtener primicia para el mercado de consumo directo. La siembra directa favorece el sistema de la producción forzada época de la estación.

2.15.4. Siembra en semilleros

El tomate no se recomienda sembrarlo en forma directa. Lo mejor es sembrarlo en bandejas, asegurando con ello el trasplante de plantas bien desarrolladas libres de enfermedades (Van Haeff, 1992).

Ubicación: el lugar donde se establecerá el semillero deberá cumplir con las condiciones siguientes.

- Cercano al terreno donde se realizara el trasplante definitivo.
- Buena ubicación respecto al sol (orientación Norte-Sur).
- Terreno plano.
- Buen drenaje.
- Fuente de agua cercana.
- Protegido contra vientos fuertes y animales (cercado).
- Libre de malezas especial si son hospederas de insectos dañinos.

2.15.5. Modalidades de siembra de semilleros

Semillero en eras o canteros (sistema tradicional).

Pasos:

Preparación del sustrato: se mezcla en partes iguales: tierra, materia orgánica y arena.

Construcción de la era o cantero: las dimensiones más recomendado es un metro de ancho, longitud variable dependiendo del área a sembrar, puede ser de 0.10 a 0.20 metro de altura; el número de canteros dependerá de la cantidad de semillas a sembrar.

Alrededor de estos canteros se colocan varas de bambú, madera o ladrillos (si existe un área fija para la producción de plántulas) para evitar que haya desmoronamiento del mismo (Van Haeff, 1992).

2.15.6. Producción de plantines en bandejas

- La producción de las plántulas de tomate en bandejas tiene ventajas, entre las que se mencionan:
- Uso eficiente de la semilla.
- Producción de plántulas de excelente calidad (sanas de buen desarrollo foliar y radicular).
- Fácil manejo de las plántulas a la hora del trasplante.
- Disminución de pérdida de plántulas, no provoca daños a las raíces a la hora del trasplante.
- Puede trasplantarse a cualquier hora del día.
- Se colocan de Norte a Sur.

El establecimiento de semilleros en bandeja requiere de la utilización de sustrato vegetales, chacahuano limo y sobre todo mucha materia orgánica, abono vegetal; comercialmente existen diferentes abonos vegetales (Villarreal, 1982).

2.15.7. Riego

Se debe regar por lo menos dos veces diarias (mañana y tarde) durante el periodo que permanezcan las plántulas en las bandejas, el número de riego puede aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad relativa predominante en la zona (Benedito, 1985).

2.15.8. Ubicación de las bandejas

Las bandejas deben colocarse sobre mesas bien niveladas para evitar el anegamiento de las mismas. Las mesas pueden construirse de diferentes materiales como bambú, madera, hierro o cemento (Jano, 2006).

2.16. LABORES CULTURALES

Las prácticas culturales efectuadas en el cultivo del Tomate, son el conjunto de labores que determinan una alta producción y buena calidad del fruto. Entre éstas tenemos las siguientes.

Preparación del Suelo para el trasplante

La preparación del suelo es una práctica importante para el crecimiento, desarrollo de las plantas y la producción del tomate.

Las prácticas de preparación del suelo comprenden:

Subsolado

Se realiza para romper las capas compactadas del subsuelo, producto del paso de la maquinaria lo que ayuda al mejor desarrollo de las raíces.

Debe efectuarse durante la época seca, en forma cruzada, y se recomienda realizarla cada 3 a 5 años.

Aradura

Consiste en remover la capa superficial del suelo a profundidades que alcanzan los 0.40 m. Esta práctica ayuda a incorporar rastrojos de cultivos anteriores, destruir malezas, retener mayor humedad y mejorar la eficiencia de la fertilización. Debe realizarse cada vez que se establece el cultivo en el campo (Avalos, 2004)

2.16.2. Cuidados en el transporte de bandejas

Si las plántulas han sido producidas en bandejas deben transportarse cuidadosamente con el propósito de no dañarlas y que se conserven en buen estado hasta el momento del trasplante deben colocarse en un lugar sombreado cerca del terreno definitivo (Jano, 2006).

2.17. SIEMBRA

La época de siembra depende de la zona de producción y la rentabilidad que este cultivo genera, considerando la oferta y la demanda.

Una vez producida las plántulas en bandeja y protegidas con malla anti insectos, están listas para el trasplante (25 a 35 días después de la siembra), los distanciamientos a utilizar son de 40 a 60 cm. entre planta y de 0.70 – 1.3 m. entre surco.

La cantidad de plantas a utilizar por hectárea es de 16667 con un distanciamiento de 0.50 m. entre plantas, considerando un 10% de pérdida en el trasplante (Huisi, Omar, 2007).

2.18. FERTILIZACIÓN

Es la adición de macro y micro nutrientes contenidos en formulaciones químicas, en el momento oportuno con el fin de suplir las deficiencias nutricionales detectadas en los análisis de suelo y foliar (Montero, 1993).

Análisis del suelo

Para el establecimiento de un programa de fertilización que permita obtener altas producciones de tomate al menor costo posible es necesario conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo, esto se logra mediante análisis químicos.

El análisis de suelo es la base para las recomendaciones de fertilización y debe realizarse previo al trasplante.

La fertilización debe realizarse según los resultados del análisis de suelos, los cuales deben hacerse cada dos años y en un laboratorio confiable, para confiar en la recomendación del tipo y dosis de fertilizantes a aplicar y la corrección de acidez si es necesario (Van Haeff, 2002).

2.19. TIPOS DE FERTILIZACIÓN

2.19.1. Fertilización Química

De acuerdo con el análisis del suelo y con los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate, la fertilización puede realizarse siguiendo las recomendaciones siguientes:

En suelos con pH menores a 5.5, textura franco arcilloso o arcilloso, fósforo menor de 12 ppm. Se recomienda una de las siguientes alternativas de fertilización (Filgueira, 1983).

Primera alternativa:

- Al trasplante: aplicar 341 kg/ha de fórmula 15-15-15.
- A la floración aplicar: 227 kg/ha de nitrato de calcio.
- A la formación de frutos: aplicar. 130 kg/ha de urea.

Segunda alternativa:

- Al trasplante aplicar: 195 kg/ha de fórmula 18-46-0
- A la floración aplicar 195 kg/ha de nitrato de amonio calcáreo.
- Después de la primera cosecha aplicar 97 kg/ha de urea.

En suelos con el fósforo y potasio (P y K) altos y el grado de acidez (pH) se encuentre entre 5.5- 6.5 las alternativas de fertilización son:

Primera alternativa.

- al trasplanté aplicar: 340 kg/ha de fórmula 15-15-15.
- A la formación de frutos aplicar 130 kg/ha de nitrato de amonio.
- Después de cada cosecha aplicar 130 kg/ha de nitrato de potasio.

2.19.2. Fertilización Orgánica

Es la adición de nutrientes al suelo a partir de materia orgánica descompuesta como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, compost, abonos verdes entre otros.

El manejo de la materia orgánica busca el equilibrio de nutrientes en el suelo y disminuye la utilización de abonos químicos reduciendo los costos de producción (Jaramillo, 1982).

2.20. MANEJO DE LA PLANTA

2.20.1. Tutoraje y amarre

Las labores del tutoraje se realizan para proveer a la planta un soporte o punto de apoyo a medida avanza en su crecimiento. Esto es especialmente importante en variedades o híbridos cuya altura supera los 1.2 m de altura, ya que la carga que producen es capaz de agobiar a la planta misma.

Esta práctica suele realizarse con tutores generalmente de bambú o caña hueca (preferiblemente de la variedad verde, ya que es más duradera) u otro material disponible en la zona, enterrados a 0.5 m en el suelo y erguidos entre 1.8 y 2.0 m de altura con un distanciamiento de 3 m entre uno y otro dentro de cada surco (Benedito, 1985).

El amarre, esta actividad se realiza con el objetivo de sostener el peso de la planta. Se puede utilizar, alambre, pita plástica, yute u otro material. En cada hilera de tutores, se sostienen dos hilos paralelos, a manera de fijar la planta verticalmente. Los puntos de sostén de las plantas, dependerán de la altura de las mismas y varían de dos a cuatro.

2.20.2. Aporque

Consiste en depositar suelo alrededor del cuello de la planta, en forma mecánica o manual.

El objetivo es proporcionar aireación y mayor anclaje al sistema radicular. Esta labor se recomienda hacerla en terrenos de poca pendiente, ya que involucra la remoción de una importante cantidad de suelo.

El momento aconsejable para hacerlo es después de la fertilización al suelo, pues ayuda a incorporar el fertilizante al mismo (Harmann, F 1990)

2.20.3. Desbrote

La poda es poco frecuente, se realiza cuando se presenta el tizón tardío en las hojas inferiores. La poda que ocasionalmente se realiza es la resepa, la cual se hace cuando la fructificación ha pasado y es necesario obtener nuevos rebrotes.

2.20.4. Riego

Para obtener rendimientos elevados, se necesitará un suministro adecuado de agua y suelos relativamente húmedos durante todo el periodo vegetativo.

La reducción del suministro de agua tiene en general un efecto negativo sobre el rendimiento, produciéndose la pérdida de la producción cuando ocurre una escasez continua de agua, hasta el momento de la primera cosecha, la parte del periodo de floración es la más sensible a la escasez de agua, no debiendo exceder entonces del 25% el agotamiento del agua del suelo en la zona radical. (Palomino, 2007).

2.20.5. Control de Plagas

El tomate es atacado por diversos insectos que ocasionan disminución en el rendimiento e incluso hacer perder las plantaciones. (Herbas, 1981).

2.20.6. Malezas

Las malezas compiten por agua, luz, nutrientes y espacio físico, son hospederas de plagas, lo que ocasiona reducción en la producción o en la formación de frutos de mala calidad.

El manejo inadecuado de las malezas puede incrementar los costos de producción del cultivo, reduciendo la rentabilidad obtenida por el agricultor (Benedito, 1986).

2.20.7. Insectos

Entre las plagas que atacan éste cultivo tenemos las siguientes:

2.20.7.1. Insectos del suelo

El ataque de insectos del suelo es un factor limitante durante los primeros días después del trasplante, ya que cuando las poblaciones son elevadas, se alimentan del sistema radicular, ocasionando pérdidas hasta de un 80% de las plantas. La plaga más dañina es la gallina ciega (Herbas, 1981).

GALLINA CIEGA. (*Phyllophaga spp.*)

La mayoría de especies de *Phyllophaga* ovipositan en el suelo; los huevos son blancos inicialmente alargados y luego se vuelven esféricos. Las larvas son blancuzcas o cremosas en forma de “C”, pueden completar su ciclo de vida en 1 o 2 años.

NEMATODOS:

Meloidogyne spp. (TYLENCHIDA: HETERODERIDAE). Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces.

Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez, en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo.

Métodos preventivos y técnicas culturales:

- Utilización de variedades resistentes.
- Desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores.
- Utilización de plántulas sanas.
- Control biológico mediante enemigos naturales:
- Producto biológico: preparado a base del hongo *Arthrobotrys irregularis*.

2.20.7.2. Insectos del follaje

Durante los primeros 45 días de desarrollo del cultivo de tomate, etapa en la que la planta está formando su follaje, es muy importante el combate de insectos que puedan dañarlo o transmitir enfermedades virales.

MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*)

Reconocimiento: Los huevos son elípticos alargados, con un pedículo corto en la base. La hembra pone los huevos individualmente o en pequeños grupos, insertando el pedículo en el envés de las hojas. Las ninfas son de color pálido o amarillo verdoso y pasan por cuatro estadios (Herbas, 1981).

Daños:

El daño más importante que ocasiona al tomate es la transmisión de diferentes enfermedades virales.

AFIDOS

PULGÓN VERDE (*Myzus persicae sulter*), Homoptera: Aphididae.

Estos insectos son atraídos por los colores de onda larga, particularmente el verde amarillento, o el color amarillo que es el preferido.

Los factores abióticos como la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa influyen en la sobre vivencia y reproducción de los áfidos.

Daño.

Las ninfas y los adultos son pequeños de color verde, amarillo o rosado; a menudo se encuentran en grandes colonias alimentándose en el envés de las hojas tiernas o en brotes.

Los áfidos producen daños directos e indirectos. Los primeros se producen al extraer las savias en grandes cantidades debilitando a la planta; los áfidos extraen una alta concentración de sustancias nitrogenadas y carbohidratos de hoja y brotes, causando

reducción del vigor de la planta, achaparramiento, marchitez, amarillamiento, encrespamiento y caída de hojas (Herbas, 1981).

MINADOR DE LA HOJA (*Liriomyza sp, diptera*).

En adulto es una mosca pequeña negra brillante y con marcas amarillas sobre el tórax.

Las larvas hacen galerías en forma de espiral en las hojas, las hojas se secan y se caen, las hojas más viejas son a menudo atacadas primero.

2.20.8. Enfermedades

CUADRO 3. PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE SE PRESENTAN EN EL CULTIVO DEL TOMATE

Enfermedad	Síntoma/ Daño	Recomendación
Mal del talluelo. (<i>Fusarium sp. Phytium</i> y otros)	Pudrición de cuello y raíces.	Desinfección de semilleros por solarización, utilizar sustrato estéril, y/o desinfección del suelo con productos químicos comerciales, rotación de cultivos.
Virosis Virus del mosaico amarillo del tomate.	A los 21 días enanismo, amarillamiento, frutos pequeños.	Drenaje del suelo, eliminación de plantas enfermas, uso de desinfectantes del suelo ante se la siembra.
Tizón temprano por <i>Alternaria solani</i> . Tizón tardío por <i>Phytophthora infestans</i> conocido también como mildiu aéreo, quemazón.	Favorecen los periodos de lluvia y de calor, Manchas color café. micelio blanquecino en el envés de las hojas y luego pudrición	Rotación de cultivos, desinfección de suelo por solarización, eliminar plantas enfermas, regular el riego por gravedad. Rotación de cultivos por otras especies.
Marchites causada por <i>Fusarium. Sp.</i>	Diversos síntomas, marchitamiento, amarillamiento del follaje, etc.	Eliminar plantas enfermas, realizar enmiendas del pH ácido, desinfectar el equipo agrícola.

Fuente (APIA) asociación de proveedores de insumos agropecuarios Santa cruz 2012

2.21. COSECHA

Las variedades de tomate inician la producción generalmente 90 días después de la siembra, dependiendo del manejo y de las condiciones agroclimáticas del área de cultivo, el periodo de la cosecha puede alargarse con fertilizaciones complementarias y podando las plantas para inducir el crecimiento de nuevo follaje y la formación de nuevos botones (Folquer, 1976).

2.21.1. Sistema de Recolección

Los frutos se cortan de la planta cuando han alcanzado su tamaño definitivo y se encuentran de un color verde intenso y turgente, de tal forma que al halarlo se desprenda con todo y pedúnculo de la planta.

El fruto se va cosechando en cajas plásticas o canastas. Es importante realizar la recolección con el mayor cuidado para evitar daños mecánicos que resultan en la posterior entrada de bacterias y hongos (Benedito, 1986).

2.21.2. Almacenamiento

La temperatura de almacenamiento frigorífico de los tomates varía en relación al grado de madurez en que se han cosechado.

El tomate cuando ha llegado a su madurez fisiológica se puede almacenar a temperatura entre 12 y 15°C, cuando se desea retrasar la maduración temporalmente; periodos prolongados en estas condiciones afectan el color y sabor cuando los frutos maduran. No se recomienda almacenar el tomate en estado desarrollo (madurez fisiológica) a temperaturas menores de 10°C, porque sufre daño, que se caracteriza por el desarrollo de una maduración lenta y anormal (Folquer, 1976).

Cuando se requiere abastecer el mercado, se somete al proceso de maduración, que consiste en colocarlo a temperatura entre 15 y 18°C, hasta que los frutos se tornan rojos. La maduración se puede acelerar utilizando gas etileno durante 24 a 72 horas dependiendo el estado de madurez.

Los tomates se deben almacenar en condiciones de alta humedad relativa entre 85 y 95%. Si la humedad relativa es menor del 80%, se produce deshidratación del fruto con pérdida de calidad por marchitez y cuando es mayor del 95% favorece las pudriciones (Montes y Hotelo, 1970).

2.22. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL TOMATE EN BOLIVIA

El tomate, es una hortaliza de gran importancia económica para nuestro país, ya que es un cultivo muy conocido y de consumo muy arraigado entre nuestra gente. Lo que asegura la demanda y rentabilidad, la demanda es mayor que la producción. Lo que genera una significativa, fuga de divisas al incurrir en compra a nuestros vecinos de la República Argentina. Lo que indudablemente afecta a nuestra economía nacional (Colque, 1994).

2.22.1. Usos del Tomate

Verde o maduro, el tomate se consume de muy diversas maneras: el verde generalmente como verdura o condimento, el maduro como condimento, para salsas, jugos, ensaladas, Medicinal.

Actualmente se usa para extraer un pigmento rojo que se emplea para colorear embutidos como chorizo (Escobar, 1996).

2.22.2. Rendimiento

Los tomates para el consumo de mesa, como término medio pueden rendir entre unas 40 TM/ha. Co variedades modernas, híbridos y cultivos precoces, con técnicas de semiforzado puede rebasar las 77 TM/ha. (Maroto, 1989). Como cultivo hidropónico y semilla sobrepasa las 200 TM/ha (Jano, 2006).

2.22.3. Comercialización

La comercialización es la parte vital de la producción del tomate, sin la cual no se puede tener ingreso seguro, a si el manejo de la pos-cosecha de las hortalizas en general es tan crítico como las prácticas de producción, el tomate es especialmente vulnerable al deterioro de la pos-cosecha, sus estimaciones de perdidas oscilan entre

el 5 y el 50 %. Para reducir las al mínimo deben cosecharse en el momento correcto por cuanto el fruto muy maduro es más susceptible a los daños físicos que el tomate apenas maduro o rosado (Villarreal, 1982).

2.22.4. Calidad del Tomate

La calidad del tomate depende de su aroma, su consistencia y su sabor. Una textura granulosa que deje fragmentos entre los dientes causara mala impresión. El aroma de esta hortaliza proviene más de su corola verde que de su fruto y aparece en el curso del transporte y del almacenamiento. (Jano, 2006).

Aroma

Al no tener ningún poro en la piel, el perfume del tomate propiamente dicho se desprende en el momento de cortar el fruto. En ese instante, se funde el aroma de más de 400 sustancias para crear un verdadero sabor a tomate, (Bautista, 2007).

Ácidos o dulces

Al masticar un trozo, el primer sabor que llega a la lengua proviene de los azúcares solubles, como la fructuosa y glucosa. En cuanto a un ligero sabor ácido, procede sobre todo el ácido málico, para el fruto sin pelar, y del cítrico para el pelado, (Rimachi, 2008).

Índices de calidad

La calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de la forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de calidad comercial, (Jano, 2006).

2.23. BIOESTIMULANTES

Los bioestimulantes son moléculas orgánicas que ya en pequeñas cantidades pueden influir en la fisiología de plantas y animales. Los bioestimulantes juegan un papel importante en el crecimiento, la floración y la maduración del tomate, promueven su floración.

Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas, estrés (abiótico, biótico, hídrico), plagas o enfermedades.

Los bioestimulantes vegetales o fitoestimulantes, independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos, y/o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las plantas, implica la mejora del desarrollo del cultivo, vigor, rendimiento y/o la calidad mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas a estrés biótico y/o abiótico.

Agricultura, y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción (Díaz, 2002).

2.24. GIBERELINA

La giberelina fue aislada por primera vez en 1935 por el japonés Teijiro Yabuta. La encontró en un hongo que desde hace siglos había causado pérdidas de producción a los arroceros japoneses. Aunque, en primera instancia, la giberelina favorece el crecimiento, más avanzada la temporada de cultivo hace aumentar la presencia de frutos estériles.

Por lo general, la giberelina acelera el crecimiento por medio de la elongación y división de las células. Estimula la germinación de las semillas y la formación de

flores en plantas de día largo. Entre otros, la giberelina se aplica en la fruticultura, para contribuir al pleno desarrollo de peras o uvas no polinizadas.

En el tomate, la aplicación de giberelina genera efectos rápidos y evidentes. La velocidad de crecimiento puede llegar a alcanzar los 10 cm por día. Al aplicar giberelina durante la fase vegetativa, las plantas retrasan su floración (Tejiro, 1935).

2.25. TOMATOSA

Es una asociación de compuestos auxínicos de síntesis, que interviene al modificar el equilibrio hormonal de la planta para favorecer el desarrollo de sus estados vegetativos (floración cuaje, etc.). Aplicado al inicio de la floración la tomatosa se concentra en los órganos florales, induciendo una fuerte división celular de los tejidos del ovario, contribuyendo así a un excelente cuajado, y a un rápido crecimiento del fruto.

La tomatosa es un fitorregulador importante como inductor de cuajado en aquellas hortalizas cultivadas bajo condiciones climáticas adversas, de finales de otoño, invierno e inicios de primavera, es decir hortalizas que desarrollan su ciclo vegetativo fuera de temporada, o en invernaderos con alta humedad o sujetas a otras condiciones climatológicas adversas. Su eficacia como estimulante de vegetación, se manifiesta en aquellas aplicaciones realizadas en los momentos en que la planta más lo necesita como son las primeras fases de fructificación, así como para aumentar la resistencia de la misma frente a condiciones climatológicas adversas, como pueden ser las heladas.

Por su acción provoca el desarrollo de los frutos, y reduce la caída de las flores permitiendo frutos grandes y de excelente color y sabor. Tomatosa incrementa la cantidad de flores que fructifican en tomates (Díaz, 2002).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se llevó a cabo durante el transcurso del período primaveral del año 2016, en la comunidad de Pampa Redonda Provincia Cercado Departamento de Tarija ubicado al Sur Oeste del departamento correspondiéndole las coordenadas geográficas:

Latitud en grados, minutos y segundos: 21° 37' 60" S

Longitud en grados, minutos y segundos: 64° 49' 60" W

Una altura aproximada de 1.987m.s.n.m

Fuente: (<http://mapasamerica.dices.net/bolivia/mapa>.)

3.2. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo dentro del municipio de Cercado más precisamente en la comunidad de Pampa Redonda en la propiedad del Señor Alberto Mendoza Alvarado.

La comunidad de Pampa Redonda está ubicada en el Valle Central de Tarija sobre la carretera a la comunidad de Alisos a una distancia de 25 Km Sur Oeste del departamento de Tarija. Limita al Norte con la comunidad de Churquis al sur con la comunidad de Alisos y al Oeste con la comunidad de Panti Pampa.



Fuente: (<http://mapasamerica.dices.net/bolivia/mapa>.)

3.3. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS

Con la finalidad de describir las características climatológicas del lugar se utilizó la información meteorológica registrada por el SENAMHI de la estación climatología de la comunidad de San Andrés (cercado)

Los datos recabados en la información muestran que la zona tiene un clima subhúmedo con deficiencia de agua en invierno, mesodérmico y semifrío, presenta una precipitación promedio anual de 1062.9 mm, con una distribución irregular, concentrándose el periodo lluvioso en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo.

La temperatura promedio anual es de 17.6 °C, con una temperatura máxima de 25.7°C y 9.4 °C como mínima.

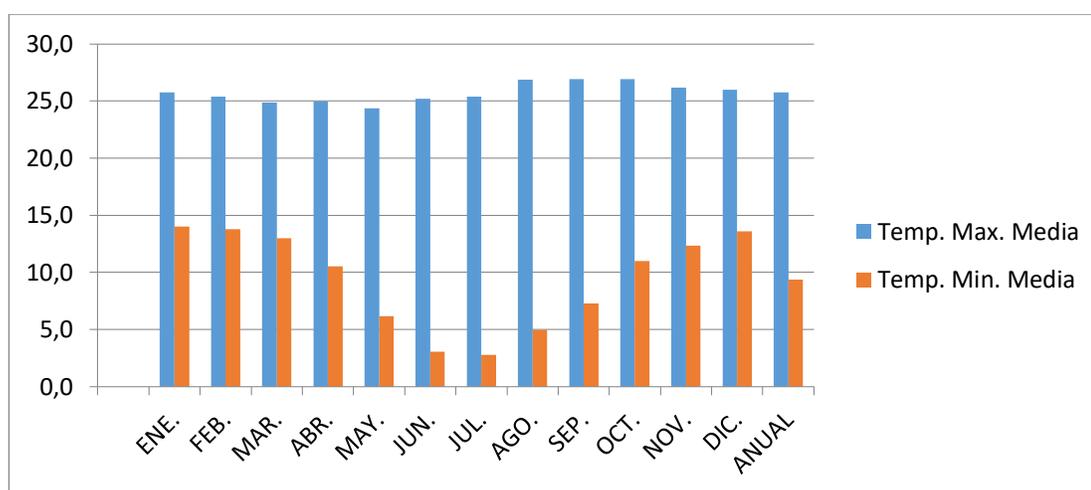
Los vientos predominantes son del Este, con una velocidad aproximada promedio de 7.9 km/Hr. La velocidad máxima que puede presentar es de 40 Km/Hr, sudoeste.

La evaporación día de la zona es de 3.69 mm y la humedad relativa media anual es de 60% (SENAMHI Datos 2016).

Cuadro 4. Temperaturas máximas y temperaturas mínimas medias.

Índice	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Temp. Max. Media	25,8	25,4	24,9	24,9	24,4	25,2	25,4	26,9	26,9	26,9	26,2	26,0
Temp. Min. Media	14,0	13,8	13,0	10,5	6,2	3,0	2,8	5,0	7,3	11,0	12,3	13,6

Fuente: SENAMHI (Datos 2016).

Gráfica 1. Temperaturas máximas y temperaturas mínimas medias.

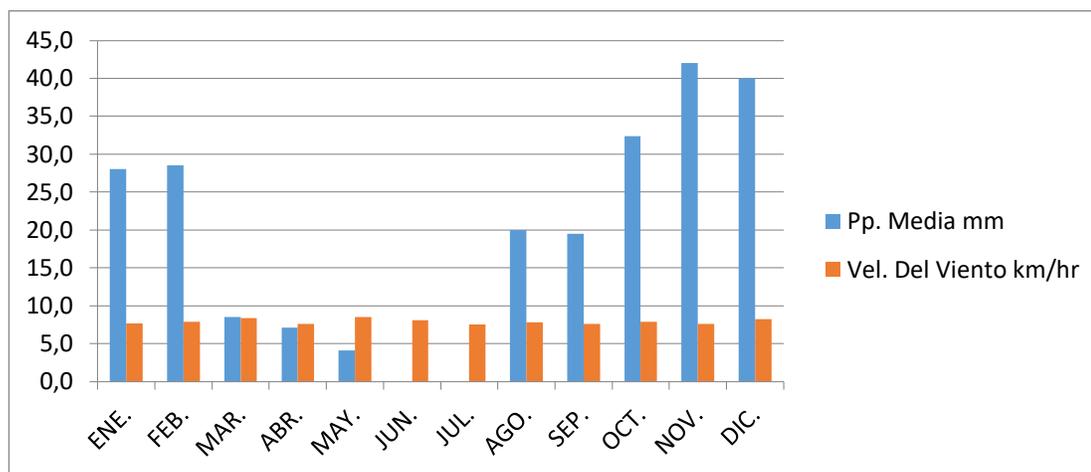
Fuente: SENAMHI (Datos 2016).

Cuadro 5. Velocidad del viento y precipitación.

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Pp. Media	mm	28,0	28,5	8,5	7,1	4,1	0,0	0,0	20,0	19,5	32,4	42,0	40,0
Vel. Del Viento	km/hr	7,7	7,9	8,4	7,6	8,5	8,1	7,5	7,8	7,6	7,9	7,6	8,2

Fuente: SENAMHI (Datos 2016).

Gráfica 2. Velocidad del viento y precipitación.



Fuente: SENAMHI (Datos 2016).

3.4. VEGETACIÓN Y FAUNA SILVESTRE

Entre la vegetación más importante tenemos: árboles, arbustos, gramíneas, animales silvestres.

Arboles

Nombre Común	Nombre Técnico	Familia
Molle	<i>Schinus molle</i>	Anacardinaceae
Sauce	<i>Salix humboltiana</i>	Salicaceae
Churqui	<i>Acacia caven</i>	Leguminosa
Algarrobo	<i>Prosopis alpataco</i>	Leguminosa
Chañar	<i>Geoffraea decorticans</i>	Leguminosa

Arbustos

Nombre Común	Nombre Técnico	Familia
Barba de chivo	<i>Clematis denticulada</i>	Ranunculaceae
Puca	<i>Vessovia sp</i>	Solanaceae
Chilca	<i>Baccharis capitalensis</i>	Composiatae
Hediondilla	<i>Cetrun parquis</i>	Solanaseae
Chilca L.	<i>Baccharis salisifilia</i>	Composiatae

Gramíneas

Nombre Común	Nombre Técnico	Familia
Caña Hueca	<i>Arundo donax</i>	Gramínea
Cadillo	<i>Senchurs sp</i>	Gramínea
Gramá	<i>Cinodon dactilon</i>	Gramínea

Animales silvestres

Nombre Común	Nombre Técnico
Zorro	<i>Vulpes vulpes</i>
Perdiz	<i>Aleptoris rufa</i>
Paloma	<i>Colunba livia</i>

La vegetación con que cuenta esta zona refleja características particulares de topografía y climáticas de la región.

Con lo que respecta la fauna en la región se encuentran una gran variedad de animales silvestres de los cuales nombramos a continuación: liebre, vizcacha, paloma, huayco, conejo y otros.

Cada una de estas especies se encuentra en lugares que dependen de la zona más húmeda, o poca humedad y mayor vegetación.

3.5. Vías de acceso a la zona

La comunidad de Pampa Redonda está ligada a la ciudad de Tarija mediante una carretera única y asfaltada a los 25 km. La carretera es transitable durante todo el año.

3.6. Suelo

La área geográfica de la comunidad de Pampa Redonda se encuentra en el municipio de Cercado, provincia fisiográfica cordillera oriental, se diferencian los paisajes, serranías, montañas, planicies, colinas, valles y pie de montes los cuales se caracterizan por suelos erosionados, franco arcillosos.

3.7. MATERIALES

Los materiales que se utilizaron para la elaboración de este proyecto de investigación son los siguientes:

Material genético

Se empleó dos variedades de semilla de tomate, las que fueron adquiridas de la República Argentina y son las siguientes:

- **V1 = PIETRO F1**
- **V2 = SANTA PAULA**

Cuadro 6. Principales características de las variedades

CARACTERISTICAS	VARIEDADES	
	PIETRO F1	SANTA PAULA
Propósito	Consumo En Fresco	Consumo En Fresco
Habito	Crecimiento Indeterminado	Crecimiento Indeterminado
Ciclo vegetativo	100 días después del trasplante	100 días después del trasplante
Distancia		
Surcos	70 cm	70cm
Plantas	60 cm	60 cm
Consistencia	Semidura	Semidura
Tipos de conducción	En espaldera	Estaca o espaldera
Resistencia al transporte	Buena	Buena
Rendimiento	30-65 ton/ha	30-65 ton/ha

Se aplicaron dos tipos de bioestimulantes que estimularon la fecundación de la flor y el cuajado del fruto.

- **B1 = Tomatosa**
- **B2 = Giberelina**
- **B0 = Testigo**

Material de campo

- Libreta de campo
- Tablero de campo
- Cámara fotográfica
- Malla
- Tutores
- Mochila fumigadora
- Wincha

Material de escritorio

- Computadora
- Impresora

3.8. METODOLOGÍA

3.8.1. Especificación del diseño experimental

En el presente trabajo, el diseño que se utilizó fue de bloques al azar con arreglo factorial (2x3) con 6 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 18 unidades experimentales.

El bloque contiene todas las variantes que se investigan y estas se encuentran distribuidas al azar y de forma independiente cada bloque.

3.8.2. Tratamientos

CUADRO 7. VARIEDAD PIETRO F 1

TRATAMIENTO	MATERIALES	TRATAMIENTOS
1	PIETRO F 1	TOMATOSA
2	PIETRO F 1	GIBERILINA
3	PIETRO F 1	TESTIGO

CUADRO 8. VARIEDAD SANTA PAULA

TRATAMIENTO	MATERIALES	TRATAMIENTOS
1	SANTA PAULA	TOMATOSA
2	SANTA PAULA	GIBERILINA
3	SANTA PAULA	TESTIGO

3.8.3. Diseño experimental.

El diseño experimental fue de bloques al azar, factorial con 6 tratamientos y tres repeticiones, donde se probaran dos tipos de bioestimulantes (tomatosa y giberelina) la distribución de las unidades experimentales serán al azar cada unidad experimental será de 8 m lineales.

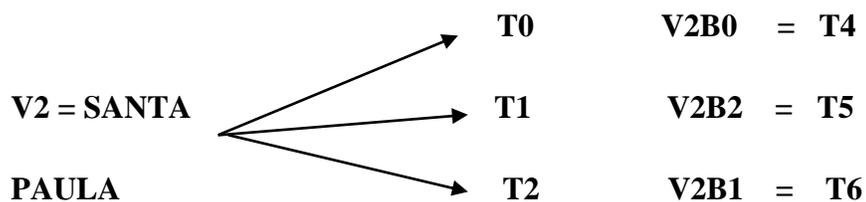
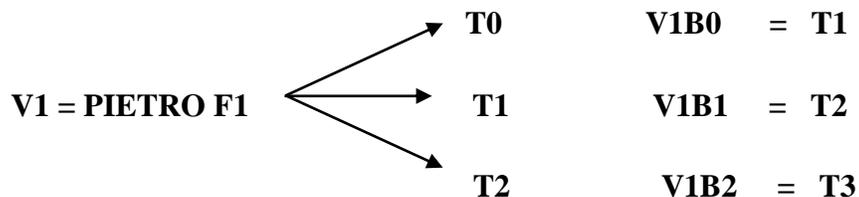
3.8.4. Características del diseño

Nº de tratamientos: 6

Nº de repeticiones: 3

Nº de unidades experimentales: 18

Variedades tratamientos



3.8.5. Descripción de los Tratamientos

V1B0 = VARIEDAD PIETRO F1 (SIN BIO ESTIMULANTE TESTIGO)

V1B1 = VARIEDAD PIETRO F1 (CON BIO ESTIMULANTE TOMATOSA)

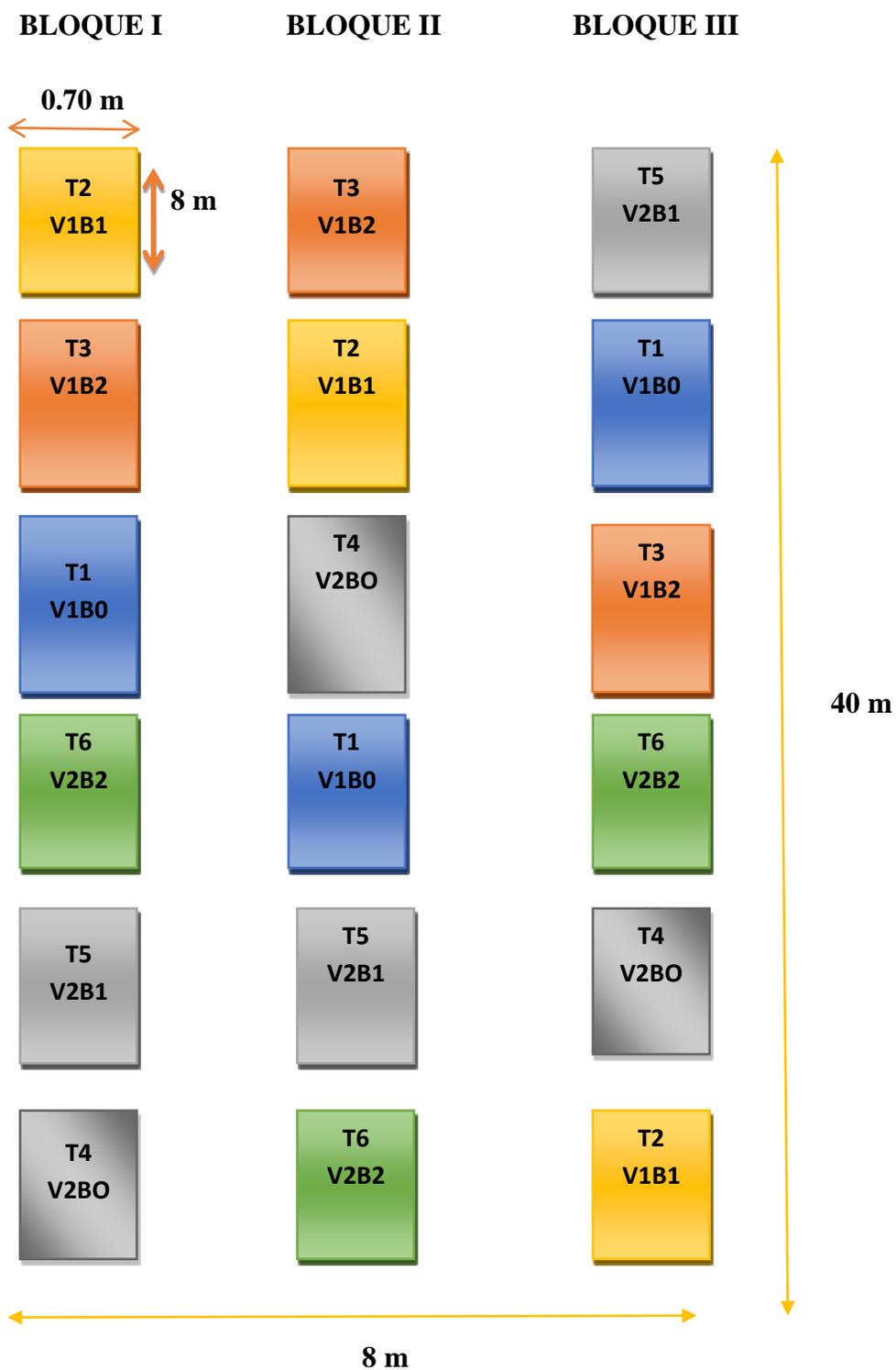
V1B2 = VARIEDAD PIETRO F1 (CON BIO ESTIMULANTE GIBERILINA)

V2B0 =VARIEDAD SANTA PAULA (SIN BIO ESTIMULANTE TESTIGO)

V2B1 =VARIEDAD SANTA PAULA (CON BIO ESTIMULANTE TOMATOSA)

V2B2 =VARIEDAD SANTA PAULA (CON BIO ESTIMULANTE GIBERILINA)

3.8.6. Diseño de campo



3.9. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

3.9.1. Invernadero

Se encuentra construido teniendo las siguientes características:

Invernadero tipo capilla, techo de madera y cubierta de plástico tipo Agrofil.

Dimensiones: 8 metros de ancho x 40 metros de largo.

Superficie total 320 m².

Altura de 2m en los laterales y en la cumbre 3 metros de altura.

3.9.2. Requerimiento de nutrientes del cultivo

Para el requerimiento de nutrientes del cultivo, se tomó en cuenta los datos establecidos por (Rodríguez 2007) y sus recomendaciones para la fertilización del cultivo de tomate en Bolivia, dato calculado para una producción de 55 a 65 Tm/Ha con riego localizado (goteo).

El cultivo de tomate tiene los siguientes requerimientos:

Cuadro 9. Requerimiento de NPK del cultivo de tomate

CULTIVO	Requerimiento esperado en Kg/ha	Nitrógeno Kg/ha	Fosforo Kg/ha	Potasio Kg/ha
Tomate	35.000	175	112	210

Fuente: (Rodríguez 2007).

3.9.3 Análisis de suelo

De acuerdo a las características de la zona se hizo un muestreo en zigzag (Z) se tomó muestras de diferentes puntos del terreno donde se llevó acabo el presente trabajo de campo, se tomó la muestra a una profundidad de 15 cm de profundidad. Una vez tomada la muestra se llevó al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias

Agrícolas y Forestales Universidad Autónoma Juan Misael Saracho del Departamento de Tarija.

3.9.4. Resultados del análisis del suelo

Cuadro 10.

PROF. (cm)	pH 1: 5	C.E. Mmhos/ cm 1: 5	D.a	K	M.O. %	N.T. %	P Olsen ppm
30	5,5		1.35	0.10	2,28	0,15	42,32

Datos:

pH

CE Conductividad Eléctrica

CIC Capacidad de Intercambio Catiónico

MO Materia Orgánica

NT Nitrógeno Total

P Fosforo Asimilable

SB Saturación de Bases

RAS Relación de Adsorción de Sodio

Da densidad aparente

Contenido de nutrientes en el suelo.

N=54

P₂O₅ = 64

K₂O=84

Los requerimientos de nutrientes del cultivo de tomate en NPK.

La dosis o cantidad de fertilizante se aplicó restando lo que contiene la planta y lo que tiene el suelo.

Se tomó en cuenta el requerimiento más elevado y se utilizó los fertilizantes más empleados en el comercio. (20-20-20), (18-46-00)

	N	P2O5	K2O
Requerimiento del cultivo	175	112	210
Contenido del suelo	54	64	84
Aporte al cultivo	121	48	126

Para una ha. De tomate se requiere, 196 kg/ha (18-46-00)+248 kg/ha (Urea) y 610 kg/ha (20-20-20).

3.9.5. Preparación del suelo

La limpieza del invernadero se realizó con un mes de anticipación, el 22 de Agosto de 2016

En la preparación del suelo se empleó un tractor de 60 Hp. se realizó la arada, rastreada con el propósito de tener buenas condiciones óptimas del suelo. Lo que permitió facilitar su emergencia del cultivo.

3.9.6. Preparación de almacigueras

Primeramente se prepara el sustrato, materia orgánica recogida de restos vegetales de la zona, se armaron camellones de aproximadamente 8 cm. de alto, para ubicar las bandejas, posteriormente se preparó las bandejas, con una semilla por cada espacio, el almacigo se realizó en fecha 27 de agosto de 2016.

Después de la siembra el almacigo, se realizó los riegos dos veces por día los mismos a razón de 5litros/m².

3.9.7. Establecimiento del experimento

La siembra se realizó con las dos variedades de acuerdo al diseño experimental.

Una vez que se ejecutó la preparación del terreno en el campo se procedió al trasplante desde las bandejas al invernadero, en fecha 1 de octubre de 2016, aproximadamente a los 25a 31 días de edad, cuando los plantines de tomate obtuvieron una altura de 0.15 a 0.25 cm, la siembra se ejecutó de la siguiente manera, con una distancia de 0.60m de planta a planta y una distancia de 0.70m de surco a surco.

3.10. LABORES CULTURALES

3.10.1. Riego

La instalación del riego por goteo, simplemente se realizó en las camas dentro del invernadero. Se bombeo el agua a una distancia de 300 m por tuberías de 6 pulgadas de conducción.

Se dividió en sectores de surco a surco empleando la cinta de riego. La cinta se coloca con los goteros hacia arriba para evitar su taponamiento por partículas de suelo. La cinta de riego se conectó a la tubería principal, conectando una cinta para cada hilera de plantas.

El primer riego se realizó en fecha 2 de octubre de 2016, primer día después del trasplante y los riegos posteriores una vez establecido el experimento en el invernadero, se aplicó el riego de 1-2 días de acuerdo a su necesidad del cultivo.

Número de riegos en almacigo se aplicó dos riegos por día, uno por la mañana y otro por la tarde, un aproximando de 5 l/m² se empleó una regadera para evitar el maltrato de los plantines.

Los riegos en el invernadero se los aplico día por medio después del trasplante durante un período de 30 días, posterior se aplicó los riegos de acuerdo a la exigencia del cultivo de acuerdo a las temperaturas del invernadero.

3.10.2. Tratamientos fitosanitarios

En el transcurso del ensayo, se realizaron tratamientos fitosanitarios aplicados al suelo para prevenir la invasión de hongos, larvas, bacterias, virus y otras, se mediante aplicaciones preventivas con fungicidas; primer control se hizo la desinfección del almacigo donde se empleó un producto químico preventivo, curativo (MANCO SEP), en el trasplante se empleó químico preventivo, y curativo (CURATANE).

Cuadro 11. Tratamientos en la almaciguera

Producto	Dosis Ha	Enfermedades	Fecha de aplicación
Mancozeb	30g /100L	Fungicida. Bacterias Hongos	22/08/2016
Furadan	100ml/20L	Bacterias Hongos	22/08/2016
Cobre	50gr/20L	Bacteria Hongos	30/08/2016

Fuente (APIA) asociación de proveedores de insumos agropecuarios Santa cruz 2012.

Cuadro 12. Tratamientos después del trasplante

Producto	Dosis Ha	enfermedades	Fecha de aplicación	Días de aplicación
Curatane	1kg/ha	Hongos Bacterias	01/10/2016	7-14-21
Cabrio top	50ml /20L	Hongos Bacterias	01/10/2016	20-60
Mancozeb	30g/100L	Hongos Bacterias	05/10/2016	15-30-45-60-75
Casuming	50gr /20L	Bacterias tizón	10/10/2016	10-20
Amistar	50cc/200L	Tizón bacterias	23/10/2016	12-24

3.10.3. Deshierbes o control de malezas

Se realizó el deshierbe con la finalidad de controlar las malezas, se lo hizo manualmente en fecha 27 de 2016.

Es muy importante el deshierbe, ya que las malezas compiten con la absorción de los nutrientes de la planta como también la humedad, lo que provoca la proliferación de plagas y enfermedades. Esta actividad del control de malezas se lo efectuó en un transcurso de 35 a 75 días.

3.10.4. Aporque y carpida

El aporque se realizó con la finalidad de darle mayor aireación al suelo, y de eliminar la mayor cantidad posible de malezas, ayudando a mejorar el desarrollo de las raíces. El aporque se realizó cuando las plantitas alcanzaron una altura promedio de 0.25 a 0.30 el aporque se realizó en fecha 21 de octubre de 2016.

Se aprovechó el aporque para realizar la fertilización química (18-46-00) y también se aplicó abono orgánico gallinaza

3.10.5. Floración y aplicación de bioestimulantes

La floración en la plantación de tomate se efectuó después de los 25 días después del trasplante, debido a que la variedad de tomate utilizada en la investigación es indeterminada. A medida que va pasando el tiempo las flores van aumentando constantemente.

Para no perder ninguna flor se emplearon dos bioestimulantes que induce el crecimiento equilibrado y estable para obtener un cuaje adecuado y mejorar la fructificación.

Tomatosa

La aplicación de la tomatosa se hizo en fecha 29 de octubre de 2016 en horas de la mañana, ya que tiene una mejor asimilación por la flor.

La dosis empleada con este bioestimulante fue de 20 ml / 2L de agua, la aplicación se la hizo manualmente de forma muy cuidadosa, se empleó un rociador de 2litros, se utilizó la misma dosis para la **V1 y V2**.

Giberelina

La aplicación de la giberelina se efectuó el 29 de octubre de 2016, la giberelina se presenta de forma sólida en pastilla de 20 g. para 20 litros de agua. La aplicación se hizo manualmente, para esto se empleó una mochila de 20L.

La aplicación de ambos bioestimulantes se los realizo cada tres días de acuerdo a la floración de la planta, un aproximado de 45 después de la floración.

3.10.6. Poda o desbrote

El tomate por ser una planta de crecimiento indeterminado se manejó con un solo tallo, eliminando los brotes axilares (chupones) para evitar que se conviertan en nuevos tallos, esta labor se lo realizo en la mañana cuando el brote tenía una longitud menor a 5 cm.

La poda de los brotes axilares se los realizo a los 30 días después de la siembra, esta fue repetida cada 10 días, en un total de 9 desbrotes, así para regular y equilibrar el mejor desenvolvimiento vegetativo.

También se podó las hojas inferiores o bajas por envejecimiento, se poda únicamente las hojas que están por debajo del último racimo, para evitar la proliferación de plagas y enfermedades. Y tener un mejor control en el manejo del cultivo.

También se realizó la poda de flores y frutos para balancear el crecimiento vegetativo. Esta poda se realizó de forma manual y mucho cuidado.

3.10.7. Amarre y tutorado

La planta de tomate no puede sostenerse por sí misma, es necesario ayudarlo mediante el tutorado.

La planta se amarro cuando tenía una altura aproximada de 30 cm. El enrollado de las plantas se las hace según su velocidad de crecimiento de una a dos veces por semana, se la ata de la parte superior, pero la cabeza queda libre para que siga desarrollándose.

A los 50 días después de la siembra se realizó el tutoraje, Exactamente en fecha 21 de Noviembre de 2016, consistió en colocar postes en los extremos de cada hilera, colocando tres corridas de alambre. La primera a 30 cm del suelo, la siguiente a 50 cm entre sí. Para mayor seguridad se utilizó postes intermedios.

3.10.8. Cosecha

La cosecha, se la realizo manualmente recolectando los frutos en canastos de caña hueca típica en la zona.

Para la evaluación se cosecharon 5 plantas al azar de cada tratamiento. La primera cosecha se lo realizo en 84 días después de la siembra, en fecha 23 de Diciembre del 2016 efectuándose 9 cosechas cada 5 días, recolectando frutos en estado de madurez morfológica de pintón a rojo.

3.11. TOMA DE DATOS AGRONÓMICOS

Se realizó el registro de las características morfológicas y agronómicas en el ensayo, estas características son las siguientes.

3.11.1. Número de flores cuajadas

Se registraron estos datos cuando más del 50% de las plantas emitieron su primera flor, estos datos se analizar en los resultados.

3.11.2. Número de frutos

Este dato se tomó cuando el fruto alcanzo el tamaño, la forma y el color típico de la variedad y cuando las plantas llegaron a ese estado de la madurez comercial. Se

realizó el conteo de cinco frutos por planta, tomando plantas al azar de cada tratamiento. Obteniéndose la media.

3.11.3. Rendimientos por tratamiento en ton/ha

Los rendimientos se obtuvieron a partir de los datos del área de 5.6 m² en cada unidad experimental para luego transformar esto en toneladas por hectárea, para su posterior análisis estadístico.

3.11.4. Análisis estadístico

Se efectuó el análisis de la varianza con los datos obtenidos para las características

- Número de flores cuajadas.
- Número de frutos.
- Rendimientos por tratamiento en tn/ha.

El análisis de la varianza se realizó de acuerdo al diseño estadístico para bloques al azar con arreglo factorial. Para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó la prueba de significación o tés de Duncan al 1% y 5% de probabilidad.

3.12. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se lo realizó de acuerdo al manual metodológico de evaluación económica.

3.12.1. Relación beneficio costo

La determinación de la relación beneficio costo se hizo, para cada tratamiento y para el efecto se utilizó las siguientes formulas:

$$IB=R*P$$

IB= Ingreso bruto

R= Rendimiento

P= Precio

3.12.2. Costo de producción

Cuadro 13.

Tratamiento	Variedad y Fertilización	Costo Bs
T1	V1 x B0	33.750
T2	V1 x B1	34.200
T3	V1 x B2	33.920
T4	V2 x B0	33.750
T5	V2 x B1	34.200
T6	V2 x B2	33.920

(Fuente: Elaboración propia).

Luego se calcula el ingreso neto o utilidad del cultivo, con la fórmula:

$$IN=IB-C$$

Dónde:

IN=Ingreso neto

IB=Ingreso bruto

C=Costo de producción

Luego se calculó el beneficio costo, mediante:

$$B/C$$

B=Beneficio

C=Costo

Cuando:

$B/C < 1$ no es rentable y existe pérdida económica.

$B/C = 1$ no hay perdida ni ganancia.

$B/C > 1$ es rentable y existe ganancia económica.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados de la investigación se presentan a continuación:

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

Las características del estudio son registradas como promedios junto al análisis de varianza en los cuadros y gráficos respectivos.

4.2. NÚMERO DE FLORES CUAJADAS

Los datos registrados para esta variable se encuentran a continuación.

CUADRO 14. NÚMERO DE FLORES CUAJADAS

Tratamiento	Replicas			Totales	Medias
	I	II	III		
T1(V1B0)	42,58	41,67	40	124,25	41,4
T2(V1B1)	58,75	59,17	58,88	176,8	58,9
T3(V1B2)	51,83	49,5	50,17	151,5	50,5
T4(V2B0)	43,67	39,67	41,33	124,67	41,6
T5(V2B1)	54,33	55,12	53,33	162,78	54,3
T6(V2B2)	52,33	51,5	52,83	156,66	52,2
SUMA	303,49	296,63	296,54	896,66	

En el cuadro 14 se indica que el número de flores cuajadas se encuentra entre 41.6 a 58.9 el mayor número de flores cuajadas se encuentra en el tratamiento T2 (V1B1) con 58.9 flores cuajadas, siguiendo el tratamiento T5 (V2B1) con 54.3 flores cuajadas, el tratamiento T6 (V2B2) con 52.2 flores cuajadas, el T3 (V1B2) con 50.5 flores cuajadas. Tratamiento T4 (V2B0) con 41.6 flores cuajadas y el tratamiento T1 (V1B0) con 41.4 flores cuajadas.

Los datos obtenidos concuerdan con los obtenidos por (Robledo 2008), en el que se observa que la floración se encuentra con la aplicación de hormonas vegetales.

CUADRO 14.1. NÚMERO DE FLORES CUAJADAS POR VARIEDAD Y BIOESTIMULANTES

Factores	B0	B1	B2	Total	Media
V1	124,25	176,8	151,5	452,55	50,28
V2	124,67	162,78	156,66	444,11	49,4
Total	248,92	339,58	308,16	896,66	
Media	41,49	56,6	51,36		

En el cuadro anterior, se puede apreciar el que el mayor número de flores cuajadas se encuentran en la variedad V1 (PIETRO F1) con un promedio de 50.28 flores cuajadas por planta, seguido por la variedad V2 (SANTA PAULA) con un promedio de 49.4 flores cuajadas por planta.

En la aplicación de los bioestimulantes el mayor número de flores cuajadas, se dio en el tratamiento B1 (TOMATOSA) con un promedio de 56.6 flores cuajadas por planta, siguiendo el tratamiento B2 (GIBERELINA) con un promedio de 51.36 flores cuajadas por planta, y el tratamiento B0 (TESTIGO) obtuvo un promedio de 41.49 flores cuajadas por planta.

Los datos obtenidos concuerdan con los obtenidos por (Escobar 2006), en el que se observa que la floración se encuentra con la aplicación de hormonas vegetales.

CUADRO 14.2. ANÁLISIS DE VARIANZA FLORES CUAJADAS

ANOVA						
FV	GI	SCM	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	17	760,6				
Tratamientos	5	743,7	148,73	127,3 **	3,33	5,64
Replicas	2	5,30	2,65	2,3 NS	4,1	4,1
Factor (Variedad)	1	4,0	3,96	3,4 NS	4,69	10,04
Factor (Bioestimulante)	2	706,43	353,22	302,3 **	4,1	7,56
Inter.fv/fB	2	33,27	16,63	14,2 **	4,1	7,56
Error	10	11,69	1,17			

No es significativo. Ns

Significativamente diferente. *

Altamente significativo. **

En el análisis de varianza no existen diferencias significativas para el número de frutos por planta, si existe diferencia significativa entre tratamientos al 5% y al 1%, en las réplicas no existe diferencia significativa, pero si existe diferencia significativa en el factor variedad y el factor bioestimulante.

CUADRO 14.3. DIFERENCIA ENTRE NÚMERO DE FLORES CUAJADAS POR PLANTA

TRATAMIENTOS	FLORES CUAJADAS	DUNCAN 0.05
T2	58.9	A
T5	54.3	C
T6	52.2	C
T3	50.5	C
T4	41.6	D
T1	41.4	D

Efectuando la prueba de Duncan, para el número de flores cuajadas por planta se observa que entre el tratamiento T2, con 58.9 flores cuajadas por planta, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos, T5, T6, T3 con 54.3, 52.2, 50.5 flores cuajadas por planta, es diferente a los otros tratamientos.

El tratamiento T4, T1 con 41.6, 41.4 flores cuajadas por planta no tienen diferencia significativa entre sí.

CUADRO 14.4. DIFERENCIAS DE FLORES CUAJADAS POR PLANTA

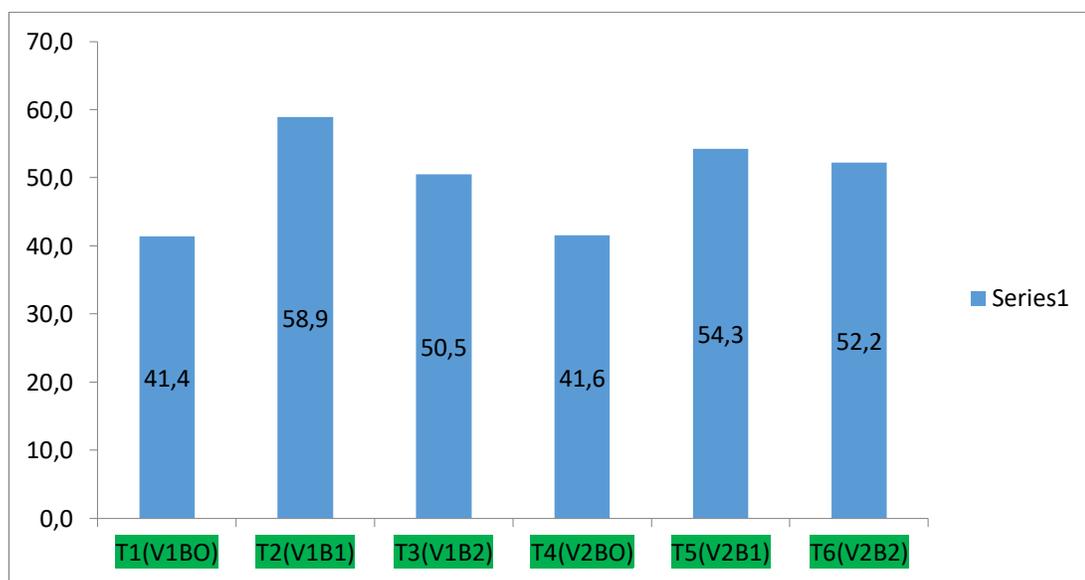
BIOESTIMULANTE	FLORES CUAJADAS	DUNCAN 0.05
B1	56.6	A
B2	51.36	B
B0	41.49	C

Según la prueba de Duncan el tratamiento B1 obtuvo un promedio de 56.6 flores cuajadas, es el tratamiento con mayor número de flores cuajadas por planta, el

tratamiento B2 con un promedio de 51.36 flores cuajadas por planta, seguida posteriormente por el testigo B0 con un promedio de 41.49 flores cuajadas por planta.

Vale decir que según bibliografía la plantación de tomate bajo invernadero exige condiciones agroclimáticas, temperatura, horas luz, humedad relativa, si no cumple con estas exigencias la planta, pierde un gran porcentaje de floración, para evitar esto se emplearon los bioestimulantes. Vale decir que el mejor bioestimulante fue B1 (tomatosa).

GRAFICA 3. NÚMERO DE FLORES CUAJADAS



En el grafico 3 se puede observar que el número de flores cuajadas varían en un promedio de 41.6 a 58.9 flores cuajadas, siendo la variedad V1 (PIETRO F1) con la aplicación de bioestimulante (TOMATOSA), con un promedio de 58.9 flores cuajadas. En cambio la que tuvo menor número de flores cuajadas es la variedad V2 (SANTA PAULA) con la aplicación de bioestimulante (GIBERELINA) y sin ningún bioestimulante (TESTIGO)

Los datos obtenidos concuerdan con los obtenidos por (Escobar 2006), en el que se observa que la floración se encuentra con la aplicación de hormonas vegetales.

4.3. NÚMERO DE FRUTOS

Los datos registrados para esta variable se encuentran a continuación.

CUADRO 15. NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Tratamiento	Replicas			Totales	Medias
	I	II	III		
T1(V1B0)	41,15	41,37	40,67	123,19	41,1
T2(V1B1)	59,98	51,5	58,17	169,65	56,6
T3(V1B2)	49,33	41,33	41,67	132,33	44,1
T4(V2B0)	34,17	31,33	34,17	99,67	33,2
T5(V2B1)	50,83	50,67	50,5	152	50,7
T6(V2B2)	46,17	45,52	48,17	139,86	46,6
SUMA	281,63	261,72	273,35	816,7	

En el cuadro N° 15 se observa que el número de frutos por planta oscila en un promedio de 33.2 a 56.6 tomates por planta.

El mayor número de frutos se encuentra en el tratamiento T2 (V1B1) con un promedio de 56.6 tomates, seguido por el tratamiento T2 (V2B1) con un promedio de 50.7 tomates, el tratamiento T6 (V2B2) con un promedio de 46.6 tomates. El tratamiento T3 (V1B2) con un promedio de 44.1 tomates, T1 (V1B0) con 41.1 tomates y el tratamiento T4 (V2B0) con 33.2 tomates.

Como se puede observar en el cuadro anterior, el tratamiento T2 (V1B1), alcanzo el mayor número de frutos por planta (Jano Florella 2006). Afirma que al usar auxinas giberelinas que estimulan la multiplicación celular estando reflejada en el crecientito de raíces y/o mejorar el número de flores por centro floral.

CUADRO 15.1. NUMERO DE FRUTOS POR VARIEDAD Y BIOESTIMULANTES

Factores	B0	B1	B2	Total	Media
V1	123,19	169,65	132,33	425,17	47,2
V2	99,67	152	139,86	391,53	43,5
Total	222,86	321,65	272,19	816,7	
Media	37,1	53,6	45,4		

En el cuadro anterior, se puede apreciar el número de frutos por planta de tomate, donde la variedad V1 (PIETRO F1) con un promedio de 47.2 frutos de tomates por planta y la variedad V2 (SANTA PAULA) con 43.5 frutos de tomate por planta.

Con referencia al mayor número de frutos de tomates se dio en el B1 bioestimulante (TOMATOSA) con 53.6 frutos de tomate, siguiendo el tratamiento B2 bioestimulante (GIBERELINA) con 45.4 frutos de tomate, y el tratamiento B0 (TESTIGO) sin bioestimulante con 37.1 frutos de tomate por planta.

Como podemos observar el número de frutos fue menor en un pequeño porcentaje de flores cuajadas, esto mente se dio en los tratamientos que no se empleó bioestimulantes para el cuajado de la flor. También se podría decir que se debe a los medios físicos como la temperatura, la luz, la humedad, que juega un papel importante, para que estos procesos se produzcan en forma normal.

Picken (1984) señala que las fallas de fructificación en invierno y principio de primavera, son principalmente debido a las déficits productivos de polen o a deficiencias de polinización, que se corrigen de la adición de hormonas.

Como se puede observar en el cuadro 15.1 precedente el bioestimulante (B1), alcanzo el mayor número de frutos por planta (Jano Florella 2006). Alcanzando los comportamientos facilita al usar auxinas giberelinas que estimulan la multiplicación

celular estando reflejada en el crecientito de raíces y/o mejorar el número de flores por centro floral.

CUADRO 15.2. ANÁLISIS DE VARIANZA NUEMERO DE FRUTOS

ANOVA						
FV	Gl	SCM	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	17	1057,2				
Tratamientos	5	966,9	193,37	33,9**	3,33	5,64
Replicas	2	33,35	16,67	2,9NS	4,1	4,1
Factor (Variedad)	1	62,9	62,87	11,0**	4,69	10,04
Factor (Bioestimulante)	2	813,29	406,64	71,4**	4,1	7,56
Inter.fV/fF	2	90,70	45,35	8,0**	4,1	7,56
Error	10	56,98	5,70			

En el análisis de varianza no existen para el número de frutos por planta, si existe diferencia significativa entre tratamientos al 5% y al 1%, en las réplicas no existe diferencia significativa, pero si existe diferencia significativa en el factor variedad y el factor bioestimulante.

CUADRO 15.3. DIFERENCIA ENTRE NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

TRATAMIENTOS	FRUTOS POR PLANTA	DUNCAN 0.05
T2	56.6	A
T5	50.7	B
T6	46.6	C
T3	44.1	C
T1	41.1	C
T4	33.2	D

Efectuando la prueba de Duncan, para frutos por planta se observa que entre el tratamiento T2, T5 con 56.6, 50.7 frutos por planta existen diferencias significativas.

El tratamiento T6, T3, T1 con 46.6, 44.1, 41.1 frutos por planta no existen diferencias significativas entre tratamientos.

CUADRO 15.4. DIFERENCIAS DE FRUTOS POR VARIEDAD

VARIETADES	FRUTOS POR VARIEDAD	DUNCAN 0.05
PIETRO F1	47.2	A
SANTA PAULA	43.5	B

Según la prueba de Duncan la variedad PIETRO F1 con un promedio de 47.2 frutos por planta, la variedad SANTA PAULA con un promedio de 43.5 frutos por planta.

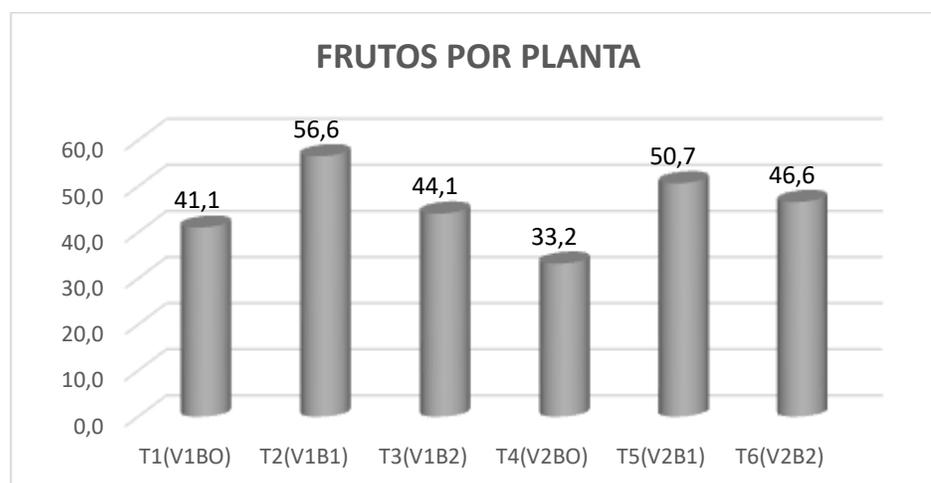
Se observa que la variedad PIETRO F1 tuvo una producción mayor a la otra variedad SANTA PAULA, ya que se aplicó la misma dosis de bioestimulantes en las dos variedades.

CUADRO 15.5. DIFERENCIAS DE FRUTOS POR PLANTA

BIOESTIMULANTE	FRUTOS POR PLANTA	DUNCAN 0.05
B1	53.6	A
B2	45.4	B
B0	37.1	C

Según la prueba de Duncan el tratamiento B1 obtuvo un promedio de 53.6 y es el tratamiento con mayor número de frutos por planta, el tratamiento B2 con un promedio de 45.4 frutos por planta, seguido posteriormente por el testigo B0 con un promedio de 37.1 frutos por planta.

GRÁFICA 4. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA



En la gráfica 4. se puede observar que varían el número de frutos en un promedio de 33.2 a 56.6 tomates por planta, siendo la variedad V1 (PIETRO F1) con

bioestimulante (TOMATOSA) que tuvo mayor número de tomates, en cambio la de menor cantidad de tomate fue V2 con bioestimulante (GIBERELINA) y B0 (TESTIGO).

4.4. RENDIMIENTO DEL TOMATE EN TON/HA

Los datos registrados para esta variable se encuentran a continuación.

CUADRO 16. RENDIMIENTO EN TOMATE EN TON/HA

Tratamiento	Replicas			Totales	Medias
	I	II	III		
T1(V1B0)	45,5	50	40,6	136,1	45,4
T2(V1B1)	65,52	60,4	64,52	190,44	63,5
T3(V1B2)	51,83	49,5	55,32	156,65	52,2
T4(V2B0)	43,67	42,56	45,85	132,08	44,0
T5(V2B1)	54,33	55,12	53,33	162,78	54,3
T6(V2B2)	52,33	51,5	52,83	156,66	52,2
SUMA	313,18	309,08	312,45	934,71	

En el cuadro 16 se observa que el rendimiento en toneladas por hectárea de tomate, el mejor tratamiento es el T2 (V1B1) 63.5 ton/ha, el segundo mejor es el tratamiento T5 (V2B1) con 54,3 ton/ha, el tratamiento T3 (V1B2) con 52.2 ton/ha, el tratamiento T6 (V2TB2) con 52.2 ton/ha, el tratamiento T1 (V1B0) con 45.4ton/ha. el tratamiento T4 (V2B0) con 44 ton/ha.

CUADRO 16.1. RENDIMIENTO DE TOMATE EN TON/HA DE VARIEDADES Y BIOESTIMULANTES

Factores	B0	B1	B2	Total	Media
V1	136,1	190,44	156,65	483,19	53,7
V2	132,08	162,78	156,66	451,52	50,2
Total	268,18	353,22	313,31	934,71	
Media	44,7	58,9	52,2		

En el cuadro anterior el rendimiento en ton/ha, la variedad V1 (PIETRO F1) con un promedio de 53.7 ton/ha. Es ligeramente superior a la variedad V2(SANTA PAULA) con un promedio de 50.2 ton/ha.

En la aplicación de bioestimulantes, el mayor rendimiento en ton/ha se tiene con el tratamiento B1 (TOMATOSA) con un promedio de 58.9 ton/ha, siguiendo con el tratamiento B2 (GIBERELINA) con un promedio de 52.2 ton/ha, el último lugar B0 (TESTIGO) con un promedio de 44.7 ton/ha.

CUADRO 16.2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE TOMATE TON/HA

ANOVA						
FV	GI	SCM	CM	FC	Ft	
					5%	1%
Total	17	817,8				
Tratamientos	5	733,6	146,72	17.76 **	3,33	5,64
Replicas	2	1,59	0,80	0,1 NS	4,1	4,1
Factor (Variedad)	1	55,7	55,72	6,7 *	4,69	10,04
Factor (Bioestimulante)	2	603,41	301,70	36.53 **	4,1	7,56
Inter.fA/FB	2	74,48	37,24	4,5*	4,1	7,56
Error	10	82,62	8,26			

En el análisis de varianza para el rendimiento en las réplicas no existe diferencia significativa, si existen diferencias muy significativas para los tratamientos y el factor bioestimulante, en el factor variedad existen diferencias significativas al 1%.

CUADRO 16.3. RENDIMIENTO DE TOMATE EN TON/HA

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO TON/HA	DUNCAN 0.05
T2	63.5	A
T5	54.3	B
T3	52.2	B
T6	52.2	B
T1	45.4	C
T4	44.0	C

Efectuando la prueba de Duncan, para el rendimiento en toneladas por hectárea el tratamiento T2 con 63.5 toneladas por hectárea los tratamientos T5, T3, T6 con 54.3, 52.2, 52.2 ton/ha, estos tratamientos no existen diferencias significativas y el tratamiento T1, T4 con 45.4, 44.0 ton/ha

CUADRO 16.4. RENDIMIENTO DE TOMATE EN TON/HA

VARIETADES	RENDIMIENTO TON/HA	DUNCAN 0.05
PIETRO F1	53.7	A
SANTA PAULA	50.2	B

Según la prueba de Duncan la variedad PIETRO F1 con un rendimiento de 53.7 ton/ha obtuvo mayor producción.

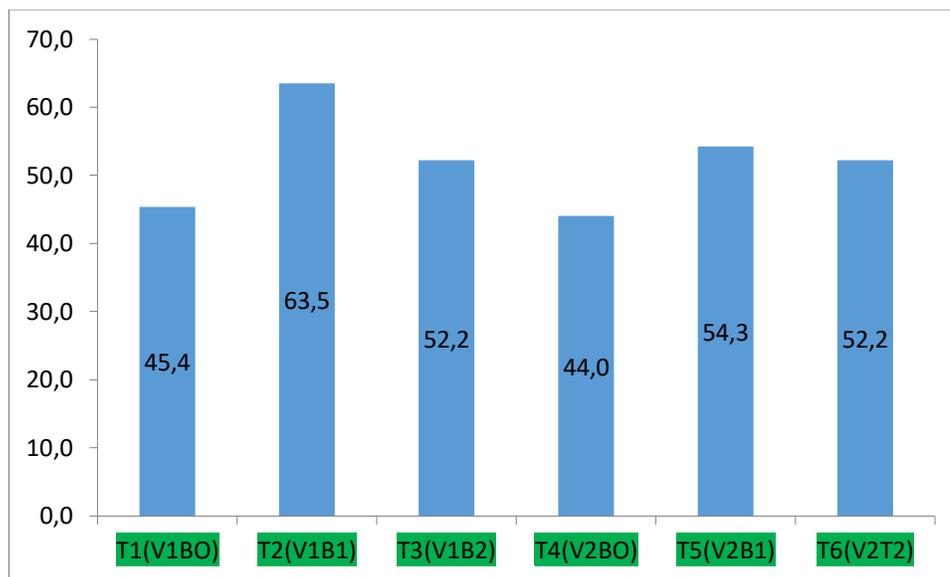
La variedad SANTA PAULA con un promedio de 50.2 ton/ha.

Se observa que la variedad PIETRO F1 tuvo un mayor rendimiento a la otra variedad SANTA PAULA, ya que se aplicó la misma dosis de bioestimulantes en las dos variedades.

CUADRO 16.5. RENDIMIENTO DE TOMATE EN TON/HA

BIOESTIMULANTE	RENDIMIENTO TON/HA	DUNCAN 0.05
B1	58.9	A
B2	52.2	B
B0	44.7	C

Según la prueba de Duncan el tratamiento B1 obtuvo un promedio de 58.9 ton/ha, es el tratamiento con mayor rendimiento, el tratamiento B2 con un promedio de 52.2 ton/ha, seguido posteriormente por el testigo B0 con un promedio de 44.7 ton/ha.

GRÁFICA 5. RENDIMINETO EN TN/HA

En el gráfico 5 sobre el rendimiento en ton/ha por tratamiento, los kg se encuentran entre 4.5 ton/ha, a 8.2 ton/ha, por tratamiento. El mayor tratamiento que obtuvo mayor peso fue la variedad V1 (PIETRO F1) bioestimulante (TOMATOSA) con 8.2 ton/ha por tratamiento. La variedad V2 (SANTA PAULA) bioestimulante (GIBERELINA) con 6.8 ton/ha por tratamiento. Y B0 (TESTIGO).

4.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

La hoja de costos se detalla en anexos. El resumen de la relación beneficio costo para todos los tratamientos se encuentra en el cuadro 16 y está calculado para la superficie del invernadero.

4.6. RELACIÓN BENEFICIO COSTO

La relación beneficio costo se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO 17. RELACIÓN BENEFICIO / COSTO

Tratamientos	Ingresos	Costo	Beneficio	B/C
Tratamiento 1 (V1 B0)	113750	33750	80310	2.38
Tratamiento 2 (V1B1)	158750	32400	124860	3.85
Tratamiento 3 (V1B2)	130500	33920	96890	2.86
Tratamiento 4 (V2B0)	110000	33750	76560	2.27
Tratamiento 5 (V2B1)	135750	34200	101860	2.98
Tratamiento 6 (V2B2)	130500	33920	96890	2.86

(Fuente elaboración propia).

De acuerdo al análisis de beneficio costo se tiene que:

En el cuadro de relación beneficio costo, los tratamientos los valores son mayores a 1, por lo tanto existen ganancias empleando cualquier tratamiento y no existe pérdida.

La mejor respuesta es la del tratamiento T2 (V1B1) con una relación B/C 3.85, que consiste en invertir Bs 1 para obtener una ganancia de Bs 3.85, siguiendo en importancia el tratamiento T5 (V2B1) con una relación B/C de 2.98. El de menor ganancia es el tratamiento T4 (V2B0) con una relación beneficio costo de Bs 2.27.

Si bien estadísticamente no existe diferencia entre variedades y si en la aplicación de bioestimulantes, podemos indicar que los mejores rendimientos no significan necesariamente los más económicos rentables, como en el presente caso, el mayor ingreso se presenta en los tratamientos con la aplicación de bioestimulantes, que dieron una buena respuesta a la relación beneficio costo.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. En el rendimiento en los diferentes tratamientos se observaron diferencias en cada tratamiento, así T2 (V1B1) con un promedio de 63.5 ton/ha siendo superior a los tratamientos T5 (V2B1) que solo alcanzo un promedio de 54.3 ton/ha, el T3 (V1B2), T6 (V2B2) con un promedio de 52.2 ton/ha, T1 (V1B0) con rendimiento de 45.4 ton/ha. y T4 (V2B0) con un rendimiento de 44.0 ton/ha
2. Entre las variedades ensayadas, fueron las siguientes. La VI (PIETRO F1) con un promedio de 53.7 ton/ha fue la que mejor asimilo los bioestimulantes, siendo ligeramente superior a la variedad V2 (SANTA PAULA) que solo alcanzo un promedio de 50.2 ton/ha. A pesar de ello no existen diferencias significativas entre sí.
3. En la aplicación de los bioestimulantes, el mayor rendimiento en ton/ha se obtiene con el bioestimulante T1 (TOMATOSA) con un rendimiento de 58.9 ton/ha, seguido por el bioestimulante T2 (GIBERELINA) con un rendimiento de 52.2 ton/ha, y el último lugar T0 (testigo) con 44.7 ton/ha. existiendo diferencias significativas.
4. En la relación beneficio/costo todos los tratamientos tienen valores mayores a 1, por tanto existe ganancia empleando cualquier tratamiento y no existe pérdida.

La mejor respuesta económica tiene el tratamiento T2 (V1B1) con una relación B/C de 3.85, que consiste en invertir Bs 1 se tiene una ganancia de Bs 3.85, siguiendo en importancia el tratamiento T5 (V2B1) con relación beneficio costo de 2.98. El de menor ganancia se tiene al tratamiento T4 (V2B0) con una relación B/C de 2,27.

5. El mayor número de flores cuajadas se encuentra en el tratamiento T2 (V1B1) con 58.9 flores cuajadas, siguiendo con el tratamiento T5 (V2B1) con 54.3 flores cuajadas, el tratamiento T6 (V2B2) con 52.2 flores cuajadas, el T3 (V1B2) con 50.5 flores cuajadas. Tratamiento T4 (V2B0) con 41.6 flores cuajadas y el tratamiento T1 (V1B0) con 41.4 flores cuajadas.
6. En el número de frutos por tratamiento el mayor número se encuentra en el tratamiento T2 (V1B1) con un promedio de 56.6 frutos, seguido por el tratamiento T2 (V2B1) con un promedio de 50.7 frutos, el tratamiento T6 (V2B2) con un promedio de 46.6 frutos. El tratamiento T3 (V1B2) con un promedio de 44.1 frutos, T1 (V1B0) con 41.1 frutos y el tratamiento T4 (V2B0) con 33.2 frutos.

5.2. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se permite indicar las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda seguir investigando con otras variedades preferentemente con variedades de crecimiento indeterminado, sobre todo híbridos ya que adecua al mejor manejo y control bajo invernadero, es importante que se tome en cuenta los resultados obtenidos en el presente trabajo relacionados con la aplicación de bioestimulantes en el cuajado de la flor, interpretando los resultados obtenidos en campo. En el trabajo se empleó TOMATOSA y GIBERELINA.
- El uso de invernaderos en la producción de tomate, es rentable, por que lanza al mercado cuando hay escasas favoreciendo los ingresos del agricultor, los rendimientos en floración y producción se dieron de forma satisfactoria, ya que los bioestimulantes empleados fueron a cubrir, las necesidades agroclimáticas que faltaban en la zona, como la temperatura, humedad y horas luz fueron menores a la exigencia del cultivo.
- Se recomienda producir a nivel comercial con el tratamiento T2 (V1B1) variedad (PIETRO F1), por alcanzar un rendimiento muy bueno, 63.5 ton/ha, y la relación beneficio costo fue de 1 Bs invertido para obtener un ingreso de 3.85 Bs. ya que esta variedad es mucho mejor que la variedad V2, teniendo mayor demanda y un buen precio comercial.
- Se recomienda la producción de la V1 (PIETRO F1) por obtener un mejor rendimiento con un promedio de 50.28 flores cuajadas por planta y un rendimiento de 53.7 ton/ha, lo que demuestra que el cuajado de las flores, determinando que esta fue la mejor variedad.