

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ACIDO GIBERELICO SOBRE EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE TOMATE EN LA PRODUCCIÓN OTOÑO - INVIERNO EN
AMBIENTE PROTEGIDO**

PATRICIA USNAYO LAURA

LA PAZ – BOLIVIA

2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ACIDO GIBERELICO SOBRE EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE TOMATE EN LA PRODUCCIÓN OTOÑO - INVIERNO EN
AMBIENTE PROTEGIDO**

*Tesis de grado presentado como
Requisito parcial para optar
el título de Ingeniero Agrónomo*

PATRICIA USNAYO LAURA

Asesores

- Ing. M.Sc. Celia María Fernández Chávez
- Ing. M.Sc. Rubén Trigo Riveros
- Ing. Willams Alex Murrillo Oporto

Tribunal Examinador

- Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca
- Ing. M.Sc. Freddy Porco Chiri
- Ing. Bernardo Ticona Contreras

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador



Dedicatoria:

A Mis amados padres que son mi tesoro más grande en la vida, Germán y Norah.

A mis queridos hermanos Alex, Carmen, Lidia y Cesar que son en mí el compromiso ímpetu y la fortaleza de ser mejor cada día. A mis amigos Teresa, Haili, Fernando y Emmanuel por estar con migo en las buenas y las malas.

AGRADECIMIENTOS

A la Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía de la Casa Superior de Estudios Universidad Mayor de San Andrés y a todo su plantel docente y administrativo.

A mis asesores Ing. M.Sc. Celia María Fernández Chávez, Ing. M.Sc. Rubén Trigo Riveros, quien con la paciencia amabilidad y buena amistad supieron guiarme con sus concejos aclaraciones y profesionalismo, en la elaboración de mi tesis de grado.

A mi asesor. Ing. Willams Alex Murrillo Oporto, quien con su experiencia y conocimiento, me brindaron su apoyo y amistad, compartiendo las experiencias en las labores de campo, logrando enriquecerlas y fortalecerlas.

A la Ing. Paulino Ruiz, quien colaboro con la, revisión y contribución para el enriquecimiento en la realización del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Freddy Porco Chiri, quien con la experiencia, realizó la revisión y observaciones que mejoraron la realización del trabajo de tesis.

Al Ing. Bernardo Ticona Contrera, quien hizo las revisiones y sugerencias pertinentes en pos de la mejora del trabajo de tesis.

ÍNDICE DE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Importancia del Cultivo de Tomate.....	3
2.2 Origen.....	3
2.3 Distribución.....	3
2.4 Taxonomía.....	4
2.5 Descripción Botánica	4
2.5.1 Sistema Radicular	4
2.5.2 Tallo	4
2.5.3 Hojas	5
2.5.4 Flores	5
2.5.5 Fruto.....	5
2.6 Métodos de Siembra.....	6
2.6.1 Germinadero.....	6
2.6.2 Almacigo.....	6
2.6.3 Siembra Directa a Campo.....	7
2.7 Variedades	7
2.8 Patrón de Fructificación	8
2.9 Etapas Fenológicas	8
2.10 Requerimientos del Cultivo	9
2.10.1 Suelos	9
2.10.2 Fertilización	9
2.10.3 Temperatura	10
2.11 Plagas y Enfermedades.....	10
2.12 Hormonas de Crecimiento	11
2.12.1 Clasificación de las Hormonas.....	11
2.13 Reguladores de Crecimiento.....	13
2.13.1 ProGibb 40% SG	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Localización.....	16
3.1.1 Ubicación Geográfica	16

	Pág.
3.1.2 Características Climáticas	16
3.2 Materiales	18
3.2.1 Material de Campo	18
3.2.2 Material Experimental	18
3.2.3 Material Vegetal.....	19
3.2.4 Materiales de Gabinete.....	20
3.3 Metodología	20
3.3.1 Preparación del Terreno	20
3.3.2 Labores Culturales	21
3.4 Diseño Experimental.....	22
3.5 Factores de Estudio	23
3.6 Descripción de los Tratamientos	23
3.7 Croquis Experimental.....	24
3.8 Variables de Respuesta	25
3.8.1 Numero de Frutos por Racimo	25
3.8.2 Cantidad Total de Frutos	25
3.8.3 Cantidad de Frutos Comerciales	25
3.8.4 Cantidad de Frutos No Comerciales	25
3.8.5 Diámetro del Fruto	25
3.8.6 Longitud del Fruto.....	25
3.8.7 Peso de Frutos Comerciales.....	25
3.8.8 Peso Total de Frutos	26
3.8.9 Análisis Económico.....	26
3.9 Procesamiento de Datos.....	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 Registro de la Temperatura Durante el Experimento	27
4.2 Análisis de Suelo	28
4.3 Numero de Frutos por Racimo	29
4.4 Cantidad Total de Frutos	32
4.5 Cantidad de Frutos Comerciales.....	35
4.6 Cantidad de Frutos No Comerciales	37
4.7 Diámetro del Fruto	40
4.7.1 Análisis de Varianza de Efecto Simple entre los Factores Dosis y Frecuencia de la variable Diámetro de Fruto	42
4.8 Longitud del Fruto	45
4.9 Peso de Frutos Comerciales.....	48
4.10 Peso Total de Frutos.....	51
4.11 Análisis Económico.....	54

	Pág.
5. CONCLUSIONES	56
6. RECOMENDACIONES	58
7. BIBLIOGRAFIA	59
ANEXO	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Dosis y frecuencia de aplicación del ácido giberélico en el cultivo de tomate	23
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en el cultivo de tomate	24
Cuadro 3. Análisis de varianza para número de frutos por racimo de tomate	29
Cuadro 4. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor A de la variable número de frutos por racimo de tomate	30
Cuadro 5. Presentación de medias del factor A y su significancia estadística dada por la prueba de SNK para la variable número de frutos por racimo de tomate	30
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable cantidad total de frutos de tomate	32
Cuadro 7. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable cantidad total de frutos de tomate	33
Cuadro 8. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable cantidad total de frutos de tomate	33
Cuadro 9. Análisis de varianza para cantidad de frutos comerciales de tomate	35
Cuadro 10. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable cantidad de frutos comerciales de tomate	36
Cuadro 11. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable cantidad de frutos comerciales de tomate	36
Cuadro 12. Análisis de varianza para cantidad de frutos no comerciales de tomate	38
Cuadro 13. Salida del SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable cantidad de frutos no comerciales de tomate	38
Cuadro 14. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable cantidad de frutos no comerciales de tomate	39
Cuadro 15. Análisis de varianza para diámetro de fruto de tomate	40
Cuadro 16. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor A de la variable diámetro de fruto de tomate	41
Cuadro 17. Presentación de medias del factor A y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable diámetro de frutos de tomate	41

Cuadro 18. Salida del SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B. de la Variable diámetro de fruto de tomate	41
Cuadro 19. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable diámetro de frutos de tomate	42
Cuadro 20. Análisis de varianza de efecto simple entre los factores dosis y frecuencia de la variable diámetro de fruto de tomate	42
Cuadro 21. Análisis de varianza para longitud de frutos de tomate	45
Cuadro 22. Salida del SPSS para la separación de medias Student Newman Keuls (SNK) para el factor A. de la variable longitud de frutos de tomate	46
Cuadro 23. Presentación de medias del factor A y su significación estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable longitud de frutos de tomate	46
Cuadro 24. Salida del SPSS para la separación de medias Student Newman Keuls (SNK) para el factor B. de la variable longitud de frutos de tomate	47
Cuadro 25. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable longitud de frutos de tomate	47
Cuadro 26. Análisis de varianza para peso de frutos comerciales de tomate	49
Cuadro 27. Salida del SPSS para la separación de medias Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable peso de frutos comerciales de tomate	49
Cuadro 28. Presentación de medias del factor B y su significancia estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable peso de frutos comerciales de tomate	50
Cuadro 29. Análisis de varianza para peso total de frutos	52
Cuadro 30. Salida del SPSS para la separación de medias de SNK para el factor B de la variable peso total de frutos.....	52
Cuadro 31. Presentación de medias del factor B y su significancia estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable peso total de frutos de tomate.....	52
Cuadro 32. Costos de producción, beneficio neto y relación beneficio costo de la producción de tomate	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del área experimental ubicada de la Estación Experimental de Cota Cota	17
Figura 2. Croquis experimental del estudio del efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el rendimiento del cultivo de tomate en la producción otoño - invierno	24
Figura 3. Fluctuación de las temperaturas dentro del ambiente protegido	27
Figura 4. Número de frutos por racimo de tomate	31
Figura 5. Cantidad total de frutos de tomate por parcela	34
Figura 6. Cantidad de frutos comerciales por parcela	37
Figura 7. Cantidad de frutos no comerciales	39
Figura 8. Análisis de efecto simple del factor B dentro del factor A.....	43
Figura 9. Análisis de efecto simple del factor A dentro del factor B.....	44
Figura 10. Longitud de fruto para el Factor A.....	46
Figura 11. Longitud de fruto para el Factor B.....	48
Figura 12. Peso de frutos comerciales	50
Figura 13. Peso total de frutos	53

RESUMEN

Se evaluó el efecto del ácido giberelico (ProGibb 40% SG) a dosis de 20 y 40 ppm mediante pulverización cada 7 y 15 días, sobre rendimiento del cultivo de tomate en la Estación Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés ubicada en la Zona Sur Provincia Murillo del Departamento de La Paz, que se encuentra a una Altitud de 3445 m s. n. m.; latitud Sud 16°32' y longitud Oeste 68°8', temperatura media es de 18 °C con una precipitación media anual de 488,53 mm/año.

La variedad que se utilizó fue rio grande, una variedad de crecimiento determinado el que fue sembrado en un ambiente protegido en un área de 30 m² que se dividió en 15 unidades experimentales y cada una con ocho plantas sembradas. Las variables a evaluar fueron: número de frutos por racimo, cantidad total de frutos, cantidad total de frutos comerciales, cantidad de frutos no comerciales, diámetro, longitud y peso total. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con arreglo factorial con 3 repeticiones y se evaluaron cuatro tratamientos más un testigo, las variables estudiadas fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) mediante el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Estadísticamente, cuando se aplicaron 20 ppm, se obtuvieron los mejores resultados 4,86 frutos por racimo con diámetros de 4,47 cm y una longitud de 5.83 cm, obteniendo de esta manera más eficiencia productiva que el testigo, los cuales solo alcanzaron 3,40 frutos por racimo con diámetros de 3,50 cm y con una longitud de 4,93 cm.

Por otro lado haciendo aplicaciones de ácido giberelico cada 7 días se llegaron a obtener mayores resultados como es en el caso de frutos comerciales por parcela, 259,72 frutos con características aceptables para el mercado y una disminución de frutos no aptos para el mercado donde solo se llegó a obtener 35 frutos con características no aceptable como ser maltrato mecánico, agujeros y magullones. Pero también se observó que haciendo esta aplicación

con esta frecuencia se llegó a obtener un diámetro de 4,54 cm y una longitud de 6,07 cm y consiguiendo un peso de 38,99 lb por parcela los cuales son superiores en comparación del testigo los que solo llegaron a alcanzar 51,21 frutos comerciales con diámetro de 3,50 cm y una longitud de 4,93 cm, un peso total de 16,25 lb por parcela y un aumento de frutos con características no deseables para el mercado 71,67 frutos por parcela.

SUMMARY

The effect of gibberellic acid (40 % ProGibb SG) at doses of 20 and 40 ppm by spraying every 7 and 15 days was evaluated on tomato crop yield at the Experimental Station of Cota Cota under the Faculty of Agronomy, Universidad Mayor de San Andres located in the South Zone Murillo Province Department of La Paz which it is at an altitude of 3445 m s. n. m.; south latitude 16°32 ' west longitude and 68°8 ' average temperature is 18 ° C with an average annual rainfall of 488.53 mm / year.

The strain that was used was Great River, a variety of determinate growth which was planted in a protected environment in an area of 30 m² which was divided into 15 experimental units each with eight seeded plants. The variables evaluated were: number of fruits per cluster, total amount of fruits, total amount of marketable fruit, amount of non-marketable fruit, diameter, length and total weight. The experimental design was completely randomized block factorial arrangement with 3 repetitions and four treatments a witness were evaluated, the variables studied were subjected to analysis of variance (ANOVA) using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Statistically, when applied 20ppm, the best results were obtained 4.86 fruits per cluster with diameters of 4.47 cm and a length of 5.83 cm, thereby obtaining more productive efficiency than the control, which reached only 3, 40 fruits per cluster with diameters of 3.50 cm and a length of 4.93 cm.

On the other hand grasping gibberellic acid applications every 7 days reached greater results as in the case of commercial fruits per plot, 259.72 fruits with acceptable characteristics for the market and a decrease in fruit unfit for the market where only it came to get 35 fruits with unacceptable characteristics such as mechanical abuse, holes and bruises. But also observed that this application by this often reached obtain a diameter of 4.54 cm and a length of 6.07 cm and obtaining a weight of 38.99 lb per parcel which are superior compared Witness

the only they reached 51.21 reach marketable fruit diameter of 3.50 cm and a length of 4.93 cm, a total weight of 16.25 lb per plot and increased fruit with undesirable characteristics for the market 71, 67 fruits per plot.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia si se quiere destacar el consumo de alguna hortaliza, entonces se debe hablar del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), cultivo que se ha convertido en un alimento básico de la canasta familiar. Su importancia radica en la fuente de vitaminas y minerales además de la posibilidad de sembrar y producir todo el año.

Las zonas productoras del cultivo de tomate en Bolivia son los valles mesotérmicos de Santa Cruz, Cochabamba, Chuquisaca, La Paz y Tarija. La producción en el 2015 a nivel de Bolivia fue de 61.178,00 t con una superficie cultivada de 5.601,00 ha y con un rendimiento de 10.923,00 kg/ha. En el departamento de La Paz la producción alcanzó a 4.514,00 t en una superficie de 421,00 ha y con un rendimiento de 10.722,00 kg/ha (MDRyT – INE 2015).

Como se puede observar en el departamento de La Paz la producción de este cultivo no es muy satisfactoria, una alternativa para mejorar la producción de tomate lo constituye el uso de reguladores de crecimiento que son una gama de productos que comúnmente contienen principios activos que afectan la fisiología de las plantas, la cual incrementa su desarrollo, mejorando la productividad y calidad del fruto, contribuyendo a optimizar la resistencia de las especies vegetales, ante diversas enfermedades.

El ácido giberélico es un regulador de crecimiento el cual, según estudios realizados son una posibilidad real para obtener productos en buenas condiciones y con la calidad que demanda un mercado. Pero si bien este se constituye como una herramienta eficaz, el mal uso de este por aplicaciones de dosis inadecuadas o en momentos inoportunos, pueden afectar negativamente el metabolismo de la planta, llevándola al colapso y al aborto de frutos.

Por todas las razones mencionadas la presente investigación pretende encontrar la dosis y frecuencia de aplicación más apropiada de ácido giberélico, el cual ayudara al incremento del rendimiento del cultivo de tomate en la

producción de otoño-invierno, para que los productores obtengan una producción favorable de este cultivo, y por tanto una mayor rentabilidad con aumento de sus ingresos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Determinar el efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el rendimiento del cultivo de tomate en la producción otoño-invierno en ambiente protegido.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar la dosis más adecuada de ácido giberélico para lograr un mayor rendimiento del cultivo de tomate.
- Determinar el intervalo de tiempo más apropiado entre aplicaciones de ácido giberélico sobre el rendimiento del cultivo de tomate.
- Realizar el análisis económico costo/beneficio de la aplicación de ácido giberélico en el rendimiento del cultivo de tomate.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importancia del Cultivo de Tomate

Según Villareal (1982), la importancia de la producción del cultivo de tomate en el área rural radica en su economía, esto debido a la creciente demanda, ya sea para consumirlos en fresco o en productos industrializados, ya que el tomate al igual que otras hortalizas, reúne todas las cualidades nutricionales como vitaminas, sales minerales etc., cuyas funciones son muy importantes para el organismo humano.

2.2 Origen

Es originaria de Perú, Ecuador y México, países donde se encuentra varias formas silvestres. Fue introducida en Europa en el siglo XVI. Al principio, el tomate se cultivaba como planta de adorno. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano (Van Haeff, 1990).

2.3 Distribución

El hábitat natural de esta especie es la franja costera que se extiende desde el Ecuador (0 grados latitud Sur), hasta el Norte de Chile 30 grados latitud Norte y entre el Pacífico y los Andes en altitudes que varían entre 0 m a 2000 m s. n. m. (Menezes, 1998).

Los españoles distribuyeron el tomate a lo largo de sus colonias en el Caribe, después de la conquista de Sudamérica, llega a América Central por diversos medios los Mayas y otras culturas en la región las que utilizaron la fruta para su consumo, También llegó Filipinas y por allí entró al continente asiático. Los españoles llevaron el tomate a Europa en 1540, el cual creció con facilidad en los climas mediterráneos (<http://es.wikipedia.org.com>, 2006).

2.4 Taxonomía

Según Rojas (2001), la clasificación taxonómica del tomate es la siguiente:

- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Asteridae
- Orden: Solanales
- Familia: Solanaceae
- Género: Lycopersicon
- Especie: Esculentum
- Nombre científico: Lycopersicon esculentum Mill

2.5 Descripción Botánica

El tomate como cultivo comercial es una planta anual, potencialmente perenne y muy sensible a las heladas. La parte comestible es el fruto.

2.5.1 Sistema Radicular

El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, pivotante que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se produce raíces adventicias y ramificaciones. Sin embargo, este es el sistema radicular, que surge cuando la planta se origina de una semilla, así cuando la planta procede de un trasplante, la raíz pivotante desaparece (Rodríguez, 1989).

Aunque el sistema radicular puede alcanzar hasta 1,5 m de profundidad, puede estimarse que un 75% del mismo se encuentra en los 45 cm superiores del terreno (Rodríguez, 1989).

2.5.2 Tallo

Es herbáceo, erguido en los primeros estadios de desarrollo, de una superficie angulosa y algo lignificado a medida que envejece. Puede alcanzar una altura de 2,5 m de longitud. Su superficie está cubierto de pelos agudos y glandulares que segregan una sustancia de un aroma muy característico (Rodríguez, 1989).

El tallo del tomate ramifica abundantemente. En la intersección de la hoja con el tallo se presentan yemas que dan lugar a los hijuelos, que pueden alcanzar similar altura a la del tallo principal, y estos tallos en general emiten raíces adventicias (Jaramillo, 1980).

2.5.3 Hojas

Son compuestas, se insertan sobre los diversos nudos, en forma alterna. El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once foliolos. Al igual que el tallo están provistas de glándulas secretoras que liberan una sustancia aromática, su color es de un verde más o menos intenso con una superficie pubescente y su tamaño depende de la característica genética de la variedad (Rodríguez, 1989).

2.5.4 Flores

Es de color amarillo, formada por un pedúnculo cortó, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre sí, y la corola gamopétala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de dos a treinta carpelos que al desarrollarse darán lugar a los lóculos o celdas del fruto. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (Rodríguez, 1989).

2.5.5 Fruto

Es una baya formada por los lóculos, las semillas y la piel. El pericarpio consiste en una carnosidad externa cubierta con la cáscara. La cáscara o piel puede ser amarilla, rosada o roja debido a la presencia de licopina y carotina. El color cambia de acuerdo al estado de madurez. La placenta, es la parte central del fruto. Entre el pericarpio y la placenta se encuentran las paredes del ovario y las semillas que forman una pulpa firme (Rodríguez, 1989).

Los lóculos o celdas son divisiones que contienen una sustancia gelatinosa y en ella se encuentran las semillas. La cantidad de celdas suscita la consistencia del fruto (Rodríguez, 1989).

Los frutos pueden ser ovalados, redondos, acorazonados o en forma de pera. El tamaño del fruto es muy variable, algunas variedades presentan frutos pequeños de poco peso y otras variedades tienen frutos grandes y de mucho peso (Rodríguez, 1989).

2.6 Métodos de Siembra

Para la iniciar el cultivo se utiliza semillas sembradas en germinadero, almacigo o siembra directa a campo (Vigliola, 1989).

La temperatura ambiente para la germinación de las semillas es de 23 °C. (Maroto, 1994).

2.6.1 Germinadero

La idea básica de la utilización del germinadero es elevar la temperatura y mantenerla constante a unos 21 °C, lo mismo que el nivel de la humedad. En cuanto aparecen los plantones, se destapa el germinadero para que les de la luz y se cambia de sitio de modo progresivo a un ambiente cada vez más fresco y seco hasta que estén bien crecidos (Seymour, 1994).

2.6.2 Almacigo

En busca de mejorar el nivel de nuestra agricultura y con el fin de optimizar al máximo la germinación de las semillas, es que se empiezan a emplear bandejas sintéticas de alveolos para la siembra y desarrollo de plantines (Domínguez, 1989).

Donde el método consiste en llenar los alveolos o huecos de las bandejas con sustrato desinfectado o esterilizado. Se compacta el sustrato ligeramente para luego proceder a la apertura de hoyitos donde se coloca la semilla. Para evitar riesgos constantes, es recomendable mantener las bandejas en plena sombra hasta el inicio de la emergencia. Finalmente, se debe colocar en semi-sombra hasta que dicha emergencia alcance su totalidad, para luego recién exponer los

plantines a la luz plena del sol para su endurecimiento definitivo hasta el momento del trasplante (Domínguez, 1989).

2.6.3 Siembra Directa a Campo

La siembra directa consiste en colocar la semilla en el campo mismo, colocando 2 a 3 semillas por golpe, ubicándolas a 30 cm de distancia entre ellas en el surco y a 1,20 m entre surco. La siembra se la puede realizar de forma manual o mecanizada (Vigliola, 1989).

2.7 Variedades

Existen numerosas variedades de tomate, tanto de tipo determinado, como de carácter indeterminado. Las variedades pueden clasificarse según la duración del ciclo de vida o precocidad. Desde el trasplante hasta la primera cosecha transcurren entre 70 y 100 días. Existen variedades precoces, tardías y variedades de duración intermedia las cuales se eligen de acuerdo a la región donde se va a producir (Van Haeff, 1990).

- **Variedades de crecimiento indeterminado.** El tallo producido a partir de la penúltima yema empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernaderos. Son las que se recomienda para los sistemas hidropónicos intensivos (Rodríguez, 2006).

- **Variedades de crecimiento determinado.** Tienen forma de arbusto; las ramas laterales son de crecimiento limitado y la producción se obtiene en un periodo relativamente corto. Esta característica es muy importante porque permite concentrar la cosecha en un periodo determinado según sea la necesidad del mercado. Las variedades de tomate rojo de crecimiento determinado inician su floración entre los 55 a 60 días después del sembrado (Rodríguez, 2006).

2.8 Patrón de Fructificación

Para que ocurra una buena fecundación (cuaje) de frutos se requiere que la temperatura oscile entre el rango de 12 a 26 °C, para la mayoría de las variedades, pues si la temperatura interna del fruto es mayor de 30 °C, se inhibe la síntesis de licopeno (compuesto responsable del color rojo del fruto), produciéndose frutos con maduración y coloración des uniforme (CENTA, 2002).

El inicio de la fructificación ocurre entre los 60 a 65 días después de la siembra y la primera cosecha puede realizarse entre los 75 a 80 días, si la variedad es de crecimiento determinado. Si es indeterminada, la fructificación da inicio a los 70 a 80 días y la primera cosecha se realiza a los 85 a 90 días después de la siembra. El número de cortes en el cultivo de tomate dependerá del manejo, de las condiciones climáticas imperantes, durante su ciclo de cultivo y de su hábito de crecimiento. Sin embargo puede realizarse en promedio de 7 a 8 cortes en variedades de crecimiento determinado y 12 a 15 cortes en variedades de crecimiento indeterminado (Corpeño, 2004).

2.9 Etapas Fenológicas

Según Rodríguez (1989), la fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida. En el cultivo del tomate, se observan tres etapas y dependiendo en la que la planta se encuentre, podemos cubrir las distintas demandas y necesidades que tiene.

- **Inicial.** Comienza con la germinación de la semilla. 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 (1 a 21 días).
- **Vegetativa.** Esta etapa se inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 22 a 49 días antes de la floración, requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas, ramas en crecimiento y expansión. Es la continuación de la fase

inicial, pero el aumento en materia seca es más lento, esta etapa termina con la floración.

- **Reproductiva.** Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 a 40 días, se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene, los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.

2.10 Requerimientos del Cultivo

2.10.1 Suelos

La tomatera es una hortaliza anual que se adapta fácilmente a toda clase de suelos, sea cual sea la naturaleza y propiedades físicas, mientras que estos sean profundos, ligeramente ácidos, de pH comprendido entre 6 o 7 y ricos en materia orgánica, tolerantes a la salinidad (4 – 8 mmhos/cm), también al exceso de sodio, pero estos vegetan mal en los terrenos pobres en cal, magnesio y un pobre drenaje (Ibar y Juscafresa, 1987).

2.10.2 Fertilización

La fertilización y la cantidad de nutrientes a aportar a la planta es un aspecto muy sensible en el cultivo del tomate. En la actualidad, se promueve la técnica de la fertilización racional, donde se le entrega al suelo sólo lo que necesita, lo que implica una mayor eficiencia de uso de fertilizantes, menor contaminación ambiental por excesos de nutrientes y posterior lixiviación y por lo tanto menor costo de producción (Tattersall, 2007).

Para efectuar con eficiencia un sistema de este tipo, es necesario conocer el tipo de suelo y realizar un análisis de nutrientes disponibles antes de trasplantar. Teóricamente, el tomate consume durante su cultivo entre 500 y 700 kg de nitrógeno, entre 100 y 200 kg de fósforo (P_2O_5), de 1.000 a 1.200 kg de potasio (K_2O) y de 100 a 200 kg de magnesio (MgO) por hectárea. Es así como conociendo la reserva que hay en el suelo, se aplica sólo la diferencia para hacer una fertilización racional (Tattersall, 2007).

Un exceso de nutrientes produce plantas muy suculentas, con mucho follaje que impide una adecuada aireación e implica un aumento de la humedad local del follaje. Esto facilita el ataque de hongos, especialmente moho gris y moho negro. Otro problema que trae el exceso y succulencia de follaje es el gran daño provocado a las plantas con el cultivo mecánico y el control manual de malezas; muchas plantas se rompen, lo que produce pérdidas de frutos y facilita la entrada de enfermedades por las heridas (Tattersall, 2007).

2.10.3 Temperatura

Los vegetales para sus funciones vitales necesitan temperaturas idóneas, si esta se encuentra por encima o por debajo se observaran diferentes dificultades en su desempeño. La temperatura influye en las siguientes funciones: Transpiración, respiración, fotosíntesis, germinación, crecimiento, floración y fructificación (Serrano, 1979).

Según Rodríguez (2006), el tomate es una planta de clima cálido; muere cuando se presentan temperaturas inferiores a 0 °C. Las temperaturas óptimas para su crecimiento se encuentran en 25 °C en el día y entre 15 y 18 °C en la noche. Por debajo de los 12 °C se detiene el crecimiento y por encima de 30-35 °C también hay problemas, en este caso para la polinización ya que el polen se esteriliza y se presenta el aborto floral.

La maduración del fruto está influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como la coloración, valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C origina tonalidades amarillentas y frutos con manchas por quemaduras solares además de deformaciones (Rodríguez, 2006).

2.11 Plagas y Enfermedades

El tomate es una especie muy sensible al ataque de enfermedades y plagas. La incidencia y severidad del ataque depende del tipo de patógeno o plaga ocurrente y las condiciones de clima, suelo (Van Haeff, 1990).

- Mosquita Blanca (*Bemisia tabaci*), este se encuentra en el envés de las hojas, la cual se alimenta chupando la savia de las hojas nuevas y es un insecto transmisor de muchas virus (Valdez, 1996).
- Pulgón (*Aphis gossypii*), es una de las plagas más comunes. Forman colonias y se alimentan chupando la savia de los tejidos. Los síntomas son deformaciones y abolladuras en las hojas de la zona de crecimiento. Debido a la melaza que excreta prolifera el hongo Negrilla. También transmiten virus (Vigliola, 1989).
- Moho gris (*Botrytis cinerea*), se la conoce así por el efecto de la esporulación de esporas frecuentemente del tejido afectado, esto se da bajo condiciones de frío y humedad que prevalecen en la noche y le dan al tejido enfermo, de color café grisáceo y una apariencia vellosa. La infección se presenta como resultado de la germinación de esporas que pueden penetrar directamente a través de heridas en hojas, sépalos, pétalos y frutos (Rogg, 2000).

2.12 Hormonas de Crecimiento

Son compuestos naturales que poseen la propiedad de regular procesos fisiológicos en concentraciones muy por debajo de la de otros compuestos (nutrientes, vitaminas) y que en dosis más alta los afectaría letalmente (Bosque, 2010).

2.12.1 Clasificación de las Hormonas

2.12.1.1 Auxinas

Son sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo y regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal. Afectan al crecimiento del tallo, las hojas y las raíces y al desarrollo de ramas laterales y frutos. Las auxinas influyen en el crecimiento de estos órganos vegetales estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el

crecimiento de otras, en función de la cantidad de auxina en el tejido vegetal y su distribución (Bosque, 2010).

2.12.1.2 Giberélinas.

Las giberélinas son hormonas de crecimiento, involucrados en varios procesos de desarrollo en vegetales. Es una fitohormona producida en la zona apical, frutos y semillas (Weaver, 1996).

Según Bosque (2010), los efectos fisiológicos que produce son:

- Controlan el crecimiento y elongación de los tallos.
- Elongación del escapo floral, que en las plantas en roseta es inducido por el fotoperiodo de día largo.
- Inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en épocas no apropiada.
- Crecimiento y desarrollo de frutos.
- Estimulan germinación de numerosas especies y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de las plántulas.
- Inducen formación de flores masculinas en plantas de especie diclinas.
- Reemplazan la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general).

2.12.1.3 Citocininas

Son sustancias del crecimiento de las plantas, que provocan la división celular. Muchas citocininas exógenas y todas las endógenas derivan probablemente de la adenina, una base nitrogenada de purina. La primera citocinina fue descubierta en la década de 1950 (Weaver, 1996).

Según Bosque (2010), los efectos fisiológicos que produce son:

- División celular y formación de órganos.

- Retardo de la senescencia (debido a su propiedad de generar alta división celular son fuente de nutrientes, por lo que realizan su efecto de retardo de la senescencia).
- Desarrollo de yemas laterales.
- Induce partenocarpia
- Floración de plantas de días corto

2.12.1.4 Inhibidores

Los inhibidores constituyen un grupo bastante distinto entre las sustancias del crecimiento de las plantas, que inhibe o retrasa el proceso fisiológico o bioquímico de los vegetales. De acuerdo con sus propiedades fisiológicas, algunos inhibidores endógenos parecen ser hormonas vegetales, como las auxinas y las giberelinas que evitan la germinación (Weaver, 1996).

2.12.1.5 Ácido Abscísico (ABA)

El ácido abscísico es un potente inhibidor que retarda la germinación y la floración además de intervenir en la abscisión de hojas y frutos y estrés hídrico. Por lo tanto tiene efectos contrarios a las de las hormonas de crecimiento (auxinas, giberelinas y citocininas). El ácido abscísico se encuentra en todas las partes de la planta, sin embargo, las concentraciones más elevadas parecen estar localizadas en semillas y frutos jóvenes y la base del ovario (Mitchell, 2010).

2.13 Reguladores de Crecimiento

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos, diferentes de los nutrientes, que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna u otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal (Weaver, 1996).

Las hormonas de las plantas (o fitohormonas) son reguladores producidos por las mismas plantas que, en bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas. El término “hormona” empleado correctamente, se

aplica en exclusividad a los productos naturales de las plantas, sin embargo, el término “regulador” no se limita a los compuestos sintéticos, sino que puede incluir también hormonas. El término regulador, debe utilizarse en lugar de hormona, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilizan para controlar cultivos (Weaver, 1996).

Los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos de origen natural químicamente activas, los cuales son aplicables tanto por vía foliar como por medio de fertilizantes. Estos actúan sobre el equilibrio nutritivo de las plantas estimulando rápidamente los procesos fisiológicos de éstas (Rodríguez, 2005).

Los reguladores de crecimiento se consideran atóxicos para el hombre y los animales; no poseen hormonas de síntesis por lo que no alteran el equilibrio hormonal típico de las plantas, además mejoran las estructuras de los suelos, lo que repercute en una mayor y mejor utilización de los nutrientes (Aquino, 2006).

2.13.1 ProGibb 40% SG

2.13.1.1 Propiedades del ProGibb 40% SG

El ProGibb 40% SG es un regulador de crecimiento de acción hormonal el cual tiene como ingrediente activo al Acido Giberélico (AG3), que produce multiplicación celular, acelera la floración y mejora la calidad de los frutos (Valent Biosciences Corporation, 2013).

Valent Biosciences Corporation (2013), también menciona que los resultados dependen fundamentalmente de las variedades y temperaturas de cada zona y que la época de aplicación se la debe realizar durante desarrollo vegetativo y al inicio de cuajado o cuando los frutos están pequeños.

2.13.1.2 Efecto del ProGibb 40% SG

Según Valent Biosciences Corporation (2013), los efectos que produce el ProGibb son:

- Alargamiento del tallo y de los pedúnculos de las hojas.
- Aumento del crecimiento vegetativo dando más lugar a un aumento del área foliar y de peso seco, importante en el caso de forrajes.
- Ruptura de latencia en órganos vegetativos como tubérculos y bulbos, y las yemas de árboles frutales.
- Inducción de la floración en algunas plantas que no han tenido condiciones de temperatura y fotoperiodo requeridas.
- Aumento del número de frutos al promover mayor floración y retención de frutos cuajados.
- Ruptura de latencia en semillas al estimular la germinación o evitar en algunos casos el periodo de reposo.
- Acelera o retarda la maduración de los frutos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

3.1.1 Ubicación Geográfica

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés ubicada en la Zona Sur Provincia Murillo del Departamento de La Paz.

La zona de estudio se encuentra a 15 km del centro de la ciudad ubicado al sudeste de la ciudad, la que contempla los siguientes parámetros de ubicación geográfica. Altitud de 3445 m s. n. m.; latitud Sud 16°32' y longitud Oeste 68°8'. (SENAMHI, 2015).

3.1.2 Características Climáticas

Las condiciones agro climáticas son de cabecera de Valle los veranos son calurosos y la temperatura llega a los 23 °C, en la época invernal la temperatura puede bajar hasta -0,6 °C, en los meses de Agosto y Noviembre se presentan vientos fuertes con dirección al Este, la temperatura media es de 18 °C con una precipitación media anual de 488,53 mm/año siendo el mes de marzo el que registra la mayor precipitación con un valor máximo de 90 mm. Los meses más secos son mayo y agosto con precipitaciones mínimas de 0 mm (SENAMHI, 2015).

SENAMHI (2015), determina que la zona está comprendida por paisajes accidentados, con características de una topografía ondulada, donde las pendientes alcanzan hasta 30%. En cuanto a la vegetación local está representada por diversas especies de las familias como las *Poaceas*, *Chenopodiaceae*, *Ligominoceae*.

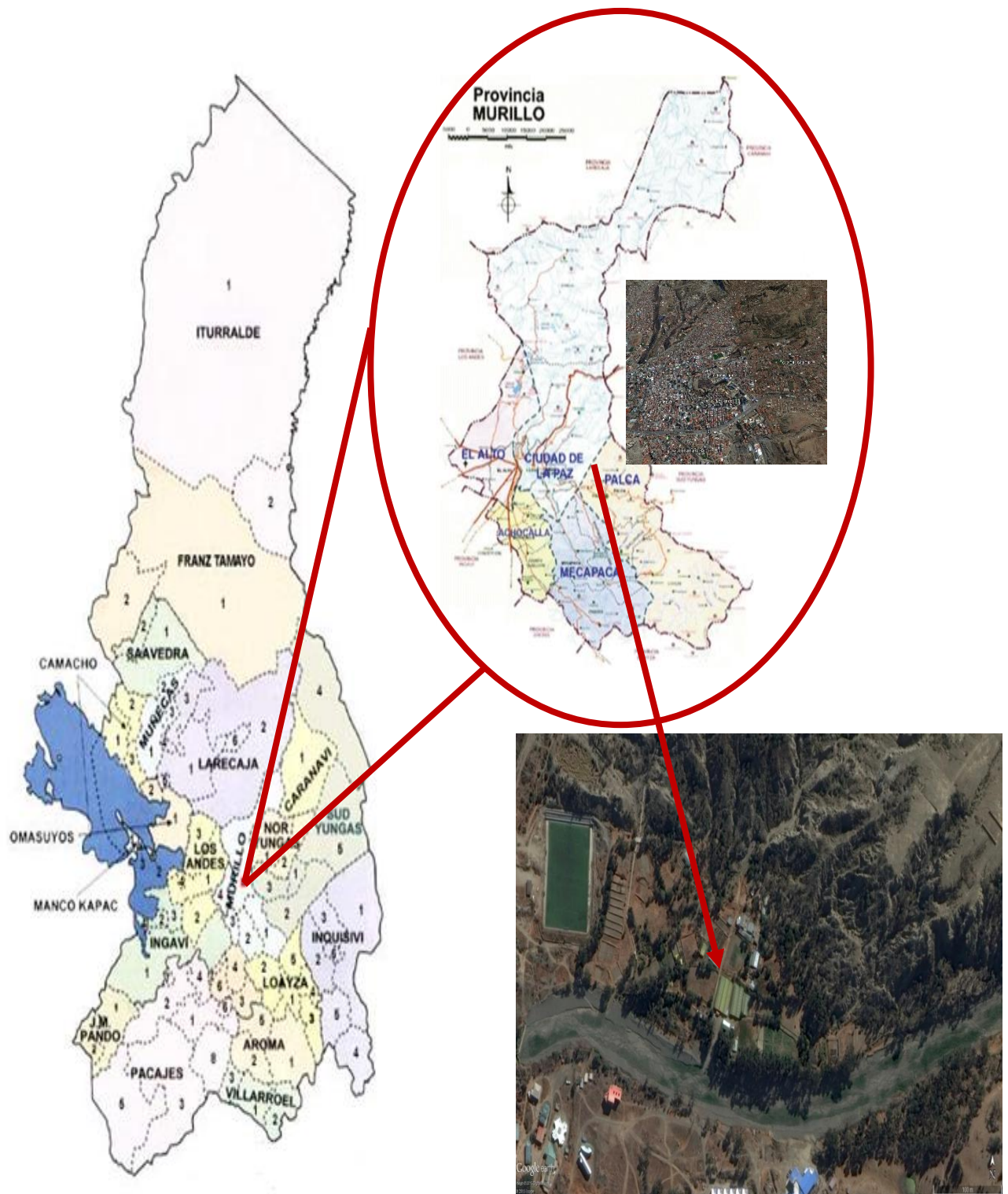


Figura 1. Localización del área experimental ubicada de la Estación Experimental de Cota Cota

3.2 Materiales

3.2.1 Material de Campo

- Picotas
- Rastrillos
- Estacas
- Cordel
- Chonta
- Cintas de riego
- Cobertura plástica
- Fibra de polietileno
- Tijera de podar
- Pulverizador 1,5 L
- Bomba de mochila de 20 L
- Mascarilla
- Guantes
- Cinta métrica de 5 m
- Calibrador
- Libreta de campo
- Tarjetas
- Carteles para la identificación de plantas y parcelas
- Equipo fotográfico

3.2.2 Material Experimental

La fuente de Ácido Giberélico utilizado en el presente estudio fue el producto comercial ProGibb 40% SG el cual es granulado soluble cuyo ingrediente activo es el Ácido Giberélico y viene formulado al 40%.

Las recomendaciones de uso para el cultivo de tomates es 2,5 a 5 g/ha. La preparación se la debe realizar mezclando la cantidad de producto

correspondiente con agua en un tanque limpio (Valent Biosciences Corporation, 2013).

Para el presente estudio se aplicó el Ácido Giberélico en dos dosis diferentes de 20 y 40 partes por millón (ppm), como se muestra en el Cuadro 1, con una frecuencia de aplicación de 7 y 15 días.

La frecuencia de aplicación de 7 y 15 días, responde al tiempo que dura el efecto del ácido en la planta, ya que según Valent Biosciences Corporation (2013), después de un determinado tiempo disminuye el potencial del regulador y la planta vuelve a su estado normal. Cuando se aplica el regulador a tiempo, se obliga a que la planta siga su crecimiento y se logre un efecto acumulativo.

En el caso de los reguladores de crecimiento y aun en todos los casos de nutrición, altas dosis afectan negativamente el metabolismo de la planta, llevándola al colapso y al aborto de frutos, por lo que debe tenerse mucho cuidado en el manejo de los niveles para evitar que el AG3 actúe como herbicida (Weaver, 1996).

3.2.3 Material Vegetal

El material vegetal que se empleó fue tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad "rio grande", su elección se debió por ser de crecimiento determinado, y la producción se obtiene en un periodo relativamente corto, alcanzando rendimientos entre 35 a 40 t/ha, es de consistencia dura y resistente al transporte.

La variedad Río Grande es originaria de las regiones paulistas de Brasil, siendo esta una variedad de doble propósito es decir tanto para la industrialización como para consumo en fresco, es de tipo determinado, muy productiva y rustica permitiendo espaciamientos más estrechos y logrando una mayor densidad de plantas (FAO, 1991).

3.2.4 Materiales de Gabinete

- Computadora
- Papelería en general

3.3 Metodología

3.3.1 Preparación del Terreno

- **Limpieza del terreno.** Una vez delimitada el área experimental se procedió a la preparación del terreno, lo primero que se realizó fue la limpieza del lugar quitando toda maleza presente.
- **Remoción del Terreno.** La remoción del terreno se lo realizo manualmente utilizando picotas.
- **Muestreo de Suelo.** Una vez concluida la preparación del terreno, se realizó la toma de muestras de suelo mediante el método del zigzag, tomando muestras de cada bloque, las mismas que se homogenizaron cuarteándose hasta alcanzar un peso de 1 kg.
- **Almacigo.** Como sustrato se utilizó tierra del lugar, arena y tierra negra, las que fueron previamente cernidas, para posteriormente ser desinfectada con agua caliente, método que consistió en aplicar agua hirviendo en una cantidad de 7 L de agua por 0.50 m² de tierra para almacigo. Se utilizaron bandejas plásticas de 128 agujeros los que fueron llenados con sustrato desinfectado y donde se colocaron la semilla en cada hoyo.
- **Trasplante.** Se escogieron las mejores plantas aquellas con 4 o 6 hojas verdaderas y un tamaño de 15 cm, las plantas fueron trasplantadas siguiendo el marco de plantación de 50 cm entre plantas y 50 cm entre surcos.

El refalle se realizó a los 7 días después de la siembra, para sustituir las plantas muertas.

3.3.2 Labores Culturales

- **Riego.** Para el riego del cultivo se dispuso de un sistema de riego por goteo o riego localizado, donde solo se humedeció el área de las raíces de las plantas. La frecuencia de riego fue de tres veces por semana, con un tiempo de 30 minutos por día cuando las plantas fueron pequeñas, a medida que están se desarrollaron, el riego fue aumentando hasta llegar a un total de 40 minutos por día.
- **Control de Malezas.** El control de malezas se realizó utilizando coberturas plásticas sobre el surco, y de forma manual.
- **Poda de Formación.** A los 20 días después del trasplante se realizó la poda de formación en las plantas, donde se cortaron los primeros tallos laterales (chupones) y las hojas más viejas o enfermas, esto con ayuda de una tijera de podar o manualmente, con el cuidado de no dañar a la planta. La poda se hizo cada 2 semanas esto con el propósito de que no exista mucho follaje.
- **Tutoraje.** El tutoraje se realizó a los 70 días después del trasplante, el tipo de tutoraje que se empleo fue el convencional, donde la planta fue colgada de un alambre con la ayuda de hilo de plástico amarrado con un lazo no corredizo en la base del tallo. A medida que el tallo creció este era envuelto en el hilo.
- **Control de Plagas y Enfermedades.** Esta labor se realizó previo monitoreo de plagas y enfermedades presentes en el cultivo, se aplicó productos preventivos como SISTAN, HOOK Y LORSBAN.

- **Aplicación del regulador de crecimiento.** El Ácido Giberélico se lo aplico disuelto en agua con ayuda de un pulverizador manual a presión de 1.5 L durante aproximadamente un mes. La aplicación se la realizo en la flor, tratando de mojar lo menos posible las hojas y considerando las dosis y frecuencias establecidas en los tratamientos.

La primera aplicación se lo realizo el 11 de mayo de 2013. Tomando como patrón que todas las parcelas tuvieran de un 20 a 30% de floración antes de la primera aplicación. Estas continuaron con una frecuencia de cada 7 y 15 días después de la primera.

- **Cosecha.** La cosecha se la realizó en forma manual y escalonadamente y considerando el momento en el cual los frutos alcanzaron la coloración naranja (pintón), el cual fue a los 138 días aproximadamente después de la siembra, se realizaron cuatro recolecciones de frutos, con intervalos de una semana.

De todas las recolecciones se llevó un registro, donde se anotaron los pesos, diámetro longitud y número.

3.4 Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizo es el de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de dos dosis por dos frecuencias y un testigos absolutos, cada uno con tres repeticiones para un total de 15 unidades experimentales.

Cada unidad experimental conto con 8 plantas sembradas a una distancia de 0,50 m entre surco y 0,50 m entre plantas. El área total del experimento fue de 30 m², cada unidad experimental tuvo un área de 2 m²; separados con pasillos de 0,50 m.

$$X_{IJK} = u + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} - \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- x_{ijk} = Una observación cualquiera
- u = Media general
- β_k = Efecto del k - ésimo bloque
- α_i = Efecto de la i - ésima dosis
- γ_j = Efecto de la j - ésima frecuencia
- $(\alpha\gamma)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la i - ésima dosis con la j - ésima frecuencia
- ε_{ijk} = Error experimental

3.5 Factores de Estudio

Para los objetivos del experimento se plantearon dos factores, cada uno con dos niveles mismos que se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Dosis y frecuencia de aplicación del ácido giberélico en el cultivo de tomate

Factor A (Dosis)	Factor B (Frecuencia)
A ₁ : 20 ppm/planta	B ₁ : 7 días
A ₂ : 40 ppm/planta	B ₂ : 15 días

3.6 Descripción de los Tratamientos

Los tratamientos evaluados son cinco incluyendo un testigo absoluto, mismos que se muestran a continuación:

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en el cultivo de tomate

Tratamientos	Descripción
T ₁ : A1B1	20 ppm/planta cada 7 días
T ₂ : A1B2	20 ppm/planta cada 15 días
T ₃ : A2B1	40 ppm/planta cada 7 días
T ₄ : A2B2	40 ppm/planta cada 15 días
TESTIGO	TESTIGO

3.7 Croquis Experimental

En el croquis se muestra el dimensionamiento de las unidades experimentales y los bloques que se presenta a continuación:

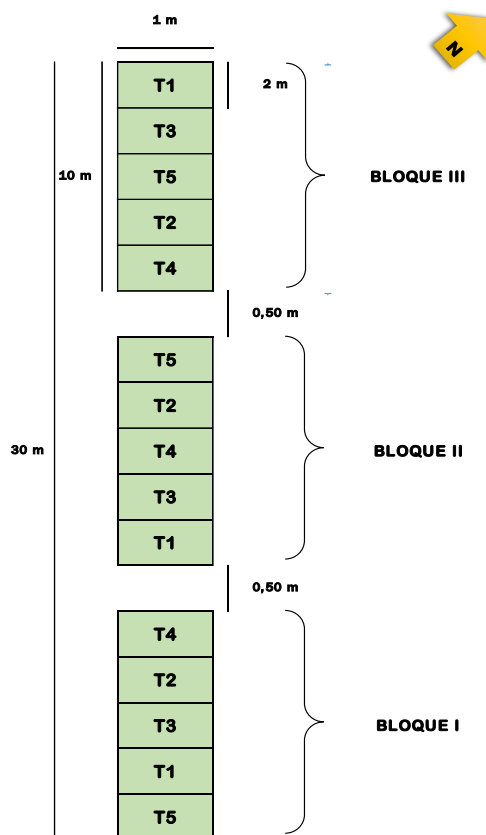


Figura 2. Croquis experimental del estudio del efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el rendimiento del cultivo de tomate en la producción otoño - invierno

3.8 Variables de Respuesta

3.8.1 Numero de Frutos por Racimo

Para esta variable se sumaron todos los frutos de cada racimo, se escogieron cinco racimos al azar y se promediaron esto se realizó en cada tratamiento.

3.8.2 Cantidad Total de Frutos

Esta se realizó en cada parcela por separado. Este proceso se inició conjuntamente con la cosecha de los frutos y culmino cuando el cultivo termino de emitir la totalidad de frutos.

3.8.3 Cantidad de Frutos Comerciales

Se contaron por separado todos los frutos con características físicas aceptables para el mercado de venta del tomate fresco en cada parcela.

3.8.4 Cantidad de Frutos No Comerciales

Se contaron por separado todos los frutos con características no deseables al mercado tales como magullones, agujeros, maltratos mecánicos y biológicos en cada parcela.

3.8.5 Diámetro del Fruto

Se midió desde la parte central, a partir de los bordes contrarios en la periferia de 10 frutos al azar para luego ser promediados, esto en cada parcela.

3.8.6 Longitud del Fruto

Se tomó desde la base del fruto cosechado hasta la inserción del cáliz al pedúnculo de 10 frutos al azar para luego ser promediados, esto en cada parcela.

3.8.7 Peso de Frutos Comerciales

Los frutos comerciales se pesaron en una balanza comercial utilizando como unidad de medida las libras por parcela.

3.8.8 Peso Total de Frutos

La totalidad de los frutos fueron pesados en una balanza comercial utilizando como unidad de medida las libras por parcela.

3.8.9 Análisis Económico

El análisis económico del ensayo fue realizado en base a la evaluación económica propuesto por CIMMYT (1988), el cual propone una metodología sobre el presupuesto parcial y el análisis marginal, como herramientas útiles para determinar las implicaciones económicas en costos y beneficios al analizar los resultados. El análisis económico tiene como propósito identificar los tratamientos más benéficos para los productores en términos económicos.

3.9 Procesamiento de Datos

Los datos recolectados en el campo fueron introducidos en Microsoft Excel, para luego ser importados al programa SPSS. Donde a través de este programa se realizaron el análisis de varianza y pruebas de separación de media, los gráficos se realizaron a través del programa de Microsoft Excel.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos alcanzados sobre la aplicación del ácido giberelico para la obtención de un mayor rendimiento del cultivo de tomate en la producción otoño - invierno en ambiente protegido, se tienen los siguientes resultados.

4.1 Registro de la Temperatura Durante el Experimento

Las temperaturas fueron registradas automáticamente con un termómetro ambiental de máxima y mínima, diariamente a partir del 19 de febrero y termino con la conclusión de experimento el 20 de julio. Con estos datos se obtuvieron promedios de temperaturas semanales.

En la Figura 3, se muestra las fluctuaciones de temperaturas promedios semanales durante el periodo de investigación al interior del ambiente protegido, que fue desde el mes de febrero hasta julio. Donde la temperatura promedio más baja que se registró fue 0,57 °C en la semana 23 y en la semana nueve se registró la temperatura más alta de 43,57 °C.

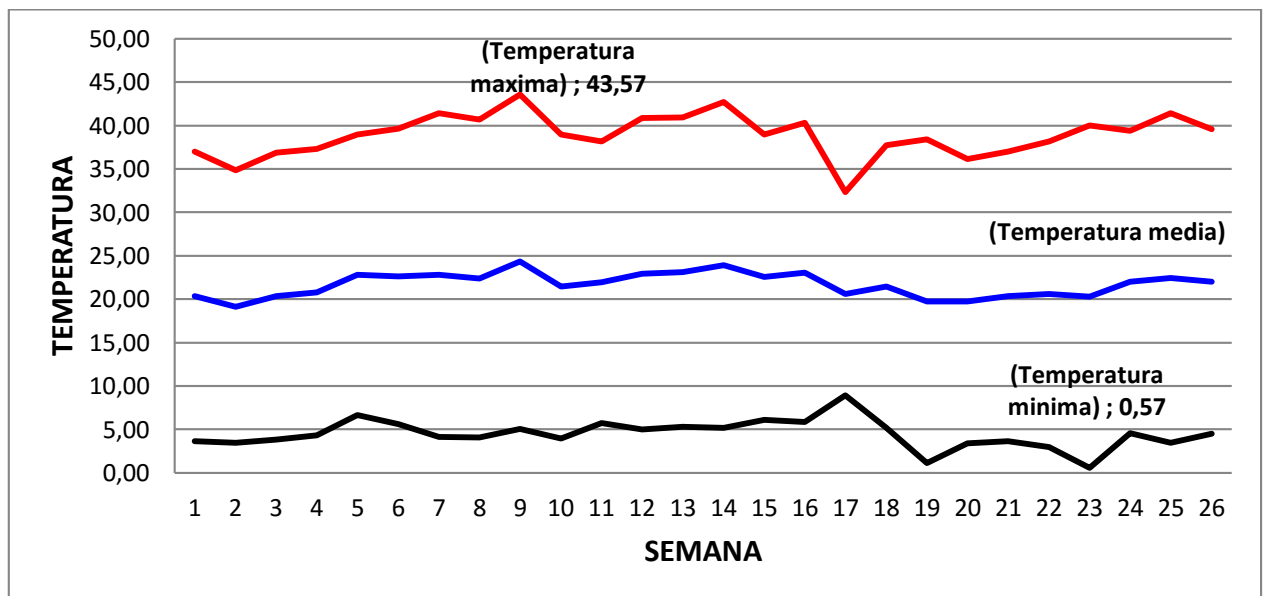


Figura 3. Fluctuación de las temperaturas dentro del ambiente protegido

La temperatura al interior del ambiente protegido, depende en gran medida de la radiación solar que llega a la cobertura y por la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento. La radiación atrapada calienta el interior del ambiente protegido (Hartmann, 1990).

Jano (2006), menciona que las temperaturas son importantes para el crecimiento, desarrollo y fecundación del cultivo, temperaturas inferiores a 12 °C pueden perjudicar bastante el crecimiento y desarrollo, temperaturas superiores a 25 °C pueden perjudicar en la fecundación cuando está en la floración.

Durante el desarrollo del experimento se observaron los efectos negativos de las temperaturas mínimas y máximas, las que influyeron en la floración, disminuyendo el número de flores por racimo y por consiguiente, el número de frutos, así como también aumentando las malformaciones, es decir que este factor climático no se mantuvo dentro del rango que exige el cultivo de tomate.

4.2 Análisis de Suelo

Según Hartmann (1990), tanto el nitrógeno, fosforo y potasio son indispensables para un medio de cultivo.

De acuerdo al análisis de suelo (Cuadro 1 del Anexo), efectuado en el laboratorio de Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN), presentaron las siguientes propiedades.

Presento un contenido de nitrógeno de 0,43%, fosforo disponible 26,30 ppm y potasio 0,71 meq/100 g. Lo que indica que la fertilidad natural del suelo fue alta.

Según IICA (1989), el nitrógeno tiene una acción directa en el cultivo del tomate estaría influyendo básicamente sobre el crecimiento vegetativo, pero en exceso puede desmejorar la calidad; el fósforo influye en la formación del sistema radicular, floración, fecundación y maduración; el potasio influye sobre la calidad del gusto, color y se le adjudica la incidencia sobre la firmeza de la piel del tomate.

Asimismo Condori (2003), manifiesta que no debe olvidarse que la asimilación de nutrientes por la planta depende de muchos factores como ser la temperatura, la humedad y la vida microbiana en el suelo.

4.3 Numero de Frutos por Racimo

El análisis de varianza realizado para número de frutos por racimo (Cuadro 3), muestra que existe diferencia significativa en el factor de dosis, lo que indica que este factor tiene influencia significativa que define el número de frutos por racimo.

Por otro lado, se puede observar que no existe diferencia significativa en frecuencia, bloques y la interacción de dosis y frecuencia, lo que nos da a entender que la frecuencia de aplicación no define el número de frutos por racimo.

En cuanto a la interacción de dosis y frecuencia al no ser significativa, indica que ambos factores actúan de forma independiente, en relación a esta variable.

El coeficientes de variación es de 5,37%, esto indica que los resultados experimentales de numero de frutos por racimo son confiables, debido a que es menor a 30% que es el rango permitido.

Cuadro 3. Análisis de varianza para número de frutos por racimo de tomate

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	1,763	1,763	34,803	0,000 *
Frecuencia	1	0,003	0,003	0,066	0,804 NS
Bloque	2	0,101	0,051	1,000	0,410 NS
Dosis * Frecuencia	1	0,003	0,003	0,066	0,804 NS
Error	8	0,405	0,051		
Total	15	278,160			
Total corregido	14	5,093			

CV = 5,37%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Como existe diferencia significativa en el factor A, se realizara la comparación de medias correspondiente.

Cuadro 4. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor A de la variable número de frutos por racimo de tomate

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	3	3,40		
40 ppm	6		4,10	
20 ppm	6			4,86
Sig.		1,000	1,000	1,000

El Cuadro 4 de salida dado por la prueba de SNK del factor A, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 5. Presentación de medias del factor A y su significancia estadística dada por la prueba de SNK para la variable número de frutos por racimo de tomate

Factor A	Promedio de Numero de frutos por racimo	Significancia Estadística
A1: 20 ppm/planta	4,86	A
A2:40ppm/planta	4,10	B
Testigo	3,40	C

En el Cuadro 5 se observa la presentación de medias, donde la dosis de 20 ppm/planta fue la que formo mayor número de frutos por racimo con una media de 4,86 frutos por racimo, seguido por la dosis de 40 ppm/planta con un promedio de 4,10 y por último se tiene al testigo con una media de 3,40 frutos por racimo.

En el ensayo, la etapa en que se produjo el cuajado de frutos fue en los meses de mayo a junio tiempo en el cual ocurrieron fluctuaciones de temperaturas diurnas y nocturnas que superaran el rango permitido para el cultivo.

La temperatura del aire es el principal componente del ambiente que influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, el cuaje, maduración y la calidad de los frutos. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 – 30 °C durante el día y 15 y 17 °C durante la noche (Corpeño, 2004).

Temperaturas superiores a los 30 – 35 °C afectan a la fructificación, esto por mal desarrollo de óvulos así como también afecta al desarrollo de la planta en general y sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12 – 15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta, durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto (Rodríguez, 2000).

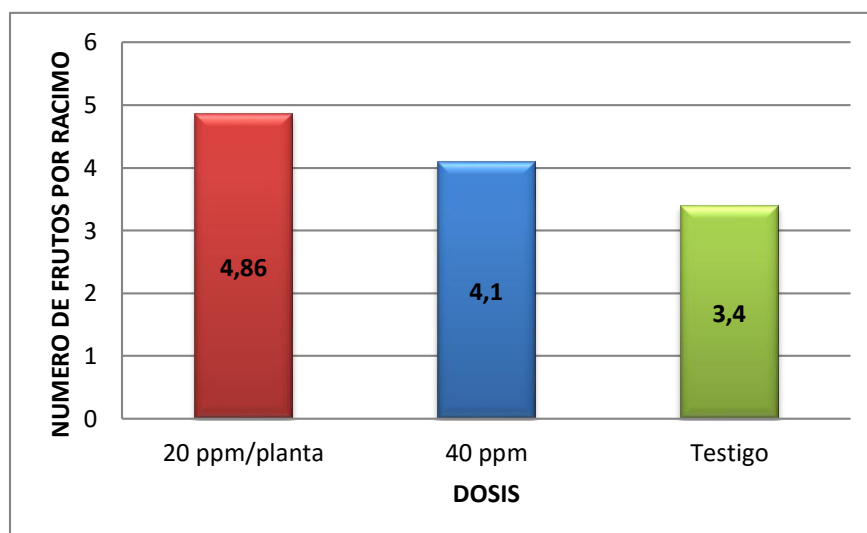


Figura 4. Número de frutos por racimo de tomate

Como se puede observar en la Figura 4, los factores medio ambientales afectaron esta variable, donde las temperaturas mínimas están por debajo de los 15 °C en la noche y las máximas son superiores a los 30 °C en el día. Según consideraciones anteriores el cultivo, bajo ciertas condiciones ambientales como es el caso de la temperatura el amarre se reduce o impide debido a una baja producción de reguladores de crecimiento en la planta, el cual se vio notoriamente en el testigo ya que por racimo se llegó a obtener un promedio de 3.40 frutos.

Sin embargo esta se pudo elevar, mediante la aplicación del ácido giberelico, ya que este regulador provoca un amarre a pesar de las altas y bajas temperaturas como se observa en la Figura 4, que al realizar una aplicación de 20 ppm/planta se llegó a obtener un promedio de 4,86 frutos por racimo y 4,10 con una aplicación de 40 ppm/planta.

4.4 Cantidad Total de Frutos

En el análisis de varianza realizado para la cantidad total de frutos por parcela o unidad experimental (Cuadro 6), muestra que existe diferencia significativa para el factor frecuencia pero no para el factor dosis y bloque, lo que nos da entender que solo el factor frecuencia de aplicación influyo en la variable.

Por otro lado la interacción de los factores de dosis y frecuencias no es significativa, esto nos lleva al resultado de que ambos factores actúan de forma independiente y la interacción de estos no tiene influencia sobre esta variable.

El coeficiente de variación de 15,76%, indica que los resultados son confiables por contar con un error reducido al tomar las mediciones.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable cantidad total de frutos de tomate

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	2488,320	2488,320	1,788	0,218 NS
Frecuencia	1	10457,165	10457,165	7,515	0,025 *
Bloque	2	4153,836	2076,918	1,492	0,281 NS
Dosis * Frecuencia	1	334,541	334,541	0,240	0,637 NS
Error	8	11132,744	1391,593		
Total	15	917837,568			
Total corregido	14	77178,563			

CV = 15,76%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Como el análisis de varianza muestra diferencia significativa en el factor B (frecuencia de aplicación) existe la necesidad de realizar la comparación de medias correspondiente.

Cuadro 7. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable cantidad total de frutos de tomate

Frecuencia	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	3	122,88		
15 días	6		235,68	
7 días	6			294,72
Sig.		1,000	1,000	1,000

El Cuadro 7 de salida dado por la prueba de SNK del factor B (Frecuencia de aplicación), se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 8. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable cantidad total de frutos de tomate

Factor B	Promedio de Cantidad Total de Frutos por Parcela	Significancia Estadística
B1: 7 días	294,72	A
B2: 15 días	235,68	B
Testigo	122,88	C

Mediante la prueba de SNK, para el factor B, se puede observar que se obtuvo mayor cantidad de frutos por parcela haciendo una aplicación cada 7 días, llegando a obtener un promedio de 294,72 frutos por parcela, a diferencia de hacer la aplicación cada 15 días ya que con esta solo se obtuvo un promedio de 235,68 frutos y con el testigo 122,88 frutos como promedio.

La formación del fruto es uno de los procesos de desarrollo más complejos de las plantas. Existen diferentes etapas en ese proceso, pero la base del futuro crecimiento y desarrollo es el cuajado. El cuajado o fructificación se entiende como la reanudación del crecimiento del ovario de la flor, pasando de una condición estática a un rápido crecimiento y depende de una exitosa polinización y fecundación de los óvulos (FAO, 1991).

Tanto la polinización como la fecundación dependen de factores ambientales tales como humedad y temperatura, así como de aspectos morfológicos de la flor. Si la polinización o un estímulo equivalente no se produce, el crecimiento del ovario se detiene y senesce eventualmente. No obstante es posible obtener frutos que se establezcan y maduren sin ser fecundados (frutos partenocarpicos), la partenocarpia genética o ambiental ocurre naturalmente en algunas especies. En otras, puede ser provocada mediante la aplicación de reguladores de crecimiento (Arteaga, 2005).

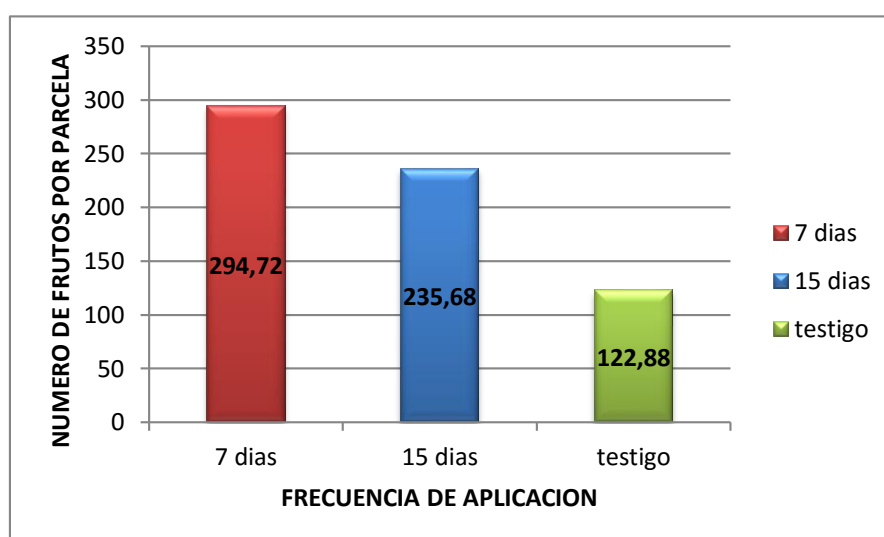


Figura 5. Cantidad total de frutos de tomate por parcela

Como se puede observar en la Figura 5 y analizando más detenidamente se puede observar que el mayor número de frutos por parcela, se lo obtuvo realizando aplicaciones de ácido giberelico con una frecuencia de aplicación de cada 7 días, ya que tomando como referencia al testigo, hubo un incremento significativo. Esto nos sugiere que la aplicación de esta sustancia exógena aplicada con un frecuencia de 7 días ayudo a mejorar el amarre de frutos a temperaturas altas e inducido al desarrollo de frutos partenocarpicos.

Por otro lado haciendo una comparación entre los niveles de frecuencia de aplicación, se puede observar que realizando aplicaciones cada 7 días se

obtuvo un promedio mayor de 294, 72 frutos, que al realizar aplicaciones cada 15 días, ya que con esta frecuencia solo llegó a tener un incremento de 235,68 frutos. La diferencia quizás pueda ser explicada en razón de que algunas flores necesiten mantener la concentración del regulador por mayor tiempo para lograr el establecimiento de frutos y así no verse afectadas por los factores medioambientales que en este caso fueron las temperaturas extremas que se presentaron.

4.5 Cantidad de Frutos Comerciales

En el análisis de varianza realizado para la variable cantidad de frutos comerciales por parcela (Cuadro 9), se puede observar que existe diferencia significativa en el factor frecuencia.

Por otro lado factor de dosis, bloque y la interacción de dosis y frecuencia no muestran diferencia significativa. Lo que nos lleva a la conclusión de que la cantidad de frutos comerciales están influenciado solamente por la frecuencia de aplicación.

El coeficiente de variación es de 20,35% valor que se encuentra dentro del rango normal.

Cuadro 9. Análisis de varianza para cantidad de frutos comerciales de tomate

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	1582,403	1582,403	1,063	0,333 NS
Frecuencia	1	15353,915	15353,915	10,319	0,012 *
Bloque	2	2495,953	1247,976	0,839	0,467 NS
Dosis * Frecuencia	1	211,344	211,344	0,142	0,716 NS
Error	8	11903,906	1487,988		
Total	15	641259,168			
Total corregido	14	103158,616			

CV = 20,35%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Como el análisis de varianza muestra diferencia significativa en el factor B, existe la necesidad de realizar la comparación de medias correspondiente.

Cuadro 10. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable cantidad de frutos comerciales de tomate

Frecuencia	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	3	51,21		
15 días	6		188,18	
7 días	6			259,72
Sig.		1,000	1,000	1,000

El Cuadro 10 de salida dado para la prueba de SNK del factor frecuencia, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 11. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable cantidad de frutos comerciales de tomate

Factor B	Promedio de frutos comerciales	Significancia Estadística
B1: 7 días	259,72	A
B2: 15 días	188,18	B
Testigo	51,21	C

La prueba SNK para el factor B (Cuadro 11), muestra que realizando aplicaciones con una frecuencia de cada 7 días se obtuvo 259,72 frutos y con aplicaciones de cada 15 días se llegó a un promedio 188,18 frutos, superando significativamente al testigo el cual solo alcanzó un promedio de 51,21 frutos comerciales con las características físicas aceptables para el mercado.

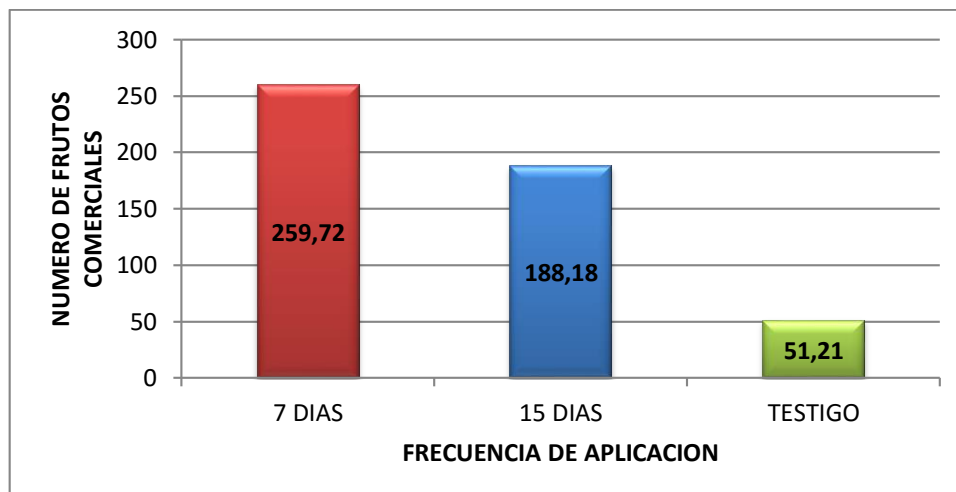


Figura 6. Cantidad de frutos comerciales por parcela

Ponce (1995), indica que el número de frutos por planta se asocia a las partes morfológicas de éstas; así, el número depende en gran medida del tipo de inflorescencias que posean los cultivares, ya sean simples o compuestas.

Rodríguez *et al.*, (1989) se espera que los racimos compuestos posean un mayor número de flores y consecuentemente un mayor número de frutos; sin embargo, esto está en función del amarre de los frutos.

Según Antonio y Solis (1999), el número de frutos afecta el tamaño, el cual se ve también influenciado cuando hay temperaturas altas (mayores de 30 °C) puede ocurrir una mala o nula fecundación y por lo tanto, los que tienen una mala fecundación no tienen una gran cantidad de semillas, en consecuencia se obtienen frutos pequeños y mal formados.

Respecto a la variable número de frutos comerciales, para este experimento resultó significativamente mayor realizar aplicaciones cada 7 días en vez de realizarla cada 15 días como se observa en la Figura 6. Ya que con aplicaciones semanales se obtuvieron 259,72 frutos en promedio.

4.6 Cantidad de Frutos No Comerciales

En el Cuadro 12 se muestra que no existe diferencia significativa en bloques de estudio, como tampoco en el factor A (Dosis), lo que nos lleva a la conclusión

de que la dosis no influye en cantidad de frutos no comerciales. En cambio el factor B (frecuencia de aplicación) muestra que si es significativo lo que indica que esta influye en la variable.

Como la interacción de dosis y frecuencia no es significativo muestra que ambos factores actúan de forma independiente.

El coeficiente de variación es de 17,48%, valor que se encuentra dentro del rango normal.

Cuadro 12. Análisis de varianza para cantidad de frutos no comerciales de tomate

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	102,083	102,083	1,491	0,257 NS
Frecuencia	1	468,750	468,750	6,845	0,031 *
Bloque	2	252,133	126,067	1,841	0,220 NS
Dosis * Frecuencia	1	14,083	14,083	0,206	0,662 NS
Error	8	547,867	68,483		
Total	15	37212,000			
Total corregido	14	3605,333			

CV = 17,48%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Como el análisis de varianza muestra diferencia significativa en el factor de frecuencia existe la necesidad de realizar la comparación de medias correspondiente.

Cuadro 13. Salida del SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable cantidad de frutos no comerciales de tomate

Frecuencia	N	Subconjunto	
		1	2
7 días	6	35,00	
15 días	6	47,50	
Testigo	3		71,67
Sig.		0,053	1,000

El Cuadro 13 de salida dado por la prueba de SNK para el factor de frecuencia, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 14. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable cantidad de frutos no comerciales de tomate

Factor B	Promedio de Frutos No Comerciales	Significancia Estadística
Testigo	71,67	A
B2:15días	47,50	B
B1: 7días	35,00	B

De acuerdo al Cuadro 14, se puede observar que el testigo es el que presenta mayor cantidad de frutos no comerciales con un promedio de 71,67 frutos, seguido por el nivel B2 (frecuencia de aplicación cada 15 días) con un promedio de 47,50 frutos, y por último el nivel B1 (frecuencia de aplicación cada 7 días) el cual obtuvo el promedio más bajo 35 frutos por parcela, con características no deseables para el mercado.

El efecto negativo de las temperaturas sobre todo cuando estas son muy elevadas (mayores de 35 °C) es que lleva a una mala o nula fecundación y por lo tanto, la cantidad de semilla es escasa, debido a que el polen muere por deshidratación, lo que conlleva a obtener frutos mal formados y pequeños (Zarate, 2007).

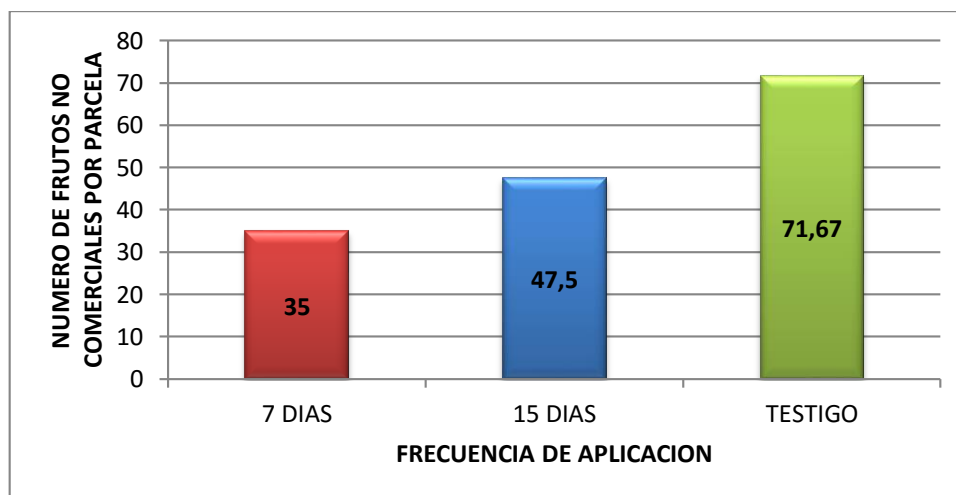


Figura 7. Cantidad de frutos no comerciales

En este estudio se presentaron temperaturas superiores a los 30 °C causando dicho efecto (fruto pequeño y mal formado) en todos los tratamientos pero este se vio más notoriamente en el testigo con un promedio de 71,67 frutos con características pocos deseables para el mercado.

4.7 Diámetro del Fruto

Según el análisis de varianza para diámetro del fruto (Cuadro 15), existe diferencia significativa para los factores de dosis y frecuencia, así como la interacción entre dosis y frecuencia, lo que indica que hubo influencia o dependencia de ambos factores sobre la variable diámetro de fruto.

El coeficiente de variabilidad es de 3,38%, indica que los datos son confiables por contar con un error reducido al tomar las mediciones.

Cuadro 15. Análisis de varianza para diámetro de fruto de tomate

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	0,198	0,198	9,741	0,014 *
Frecuencia	1	0,456	0,456	22,491	0,001 *
Bloque	2	0,034	0,017	0,847	0,464 NS
Dosis * Frecuencia	1	0,224	0,224	11,047	0,010 *
Error	8	0,162	0,020		
Total	15	264,617			
Total corregido	14	2,782			

CV = 3,38%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Debido a que el análisis de varianza muestra diferencia significativa en los factores de estudio y la interacción de estos dos se realiza la comparación de medias.

Cuadro 16. Salida de SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor A de la variable diámetro de fruto de tomate

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	3	3,50		
40 ppm	6		4,21	
20 ppm	6			4,47
Sig.		1,000	1,000	1,000

El Cuadro 16 de salida dado para la prueba de SNK para el factor A, se presenta de la siguiente manera.

Cuadro 17. Presentación de medias del factor A y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable diámetro de frutos de tomate

Factor A	Promedio de Diámetro de Fruto de Tomate	Significancia Estadística
A1: 20 ppm/planta	4,47	A
A2:40ppm/planta	4,21	B
Testigo	3,50	C

En la prueba SNK para el factor A, muestra que el mejor resultado se obtuvo con la dosis 20 ppm/planta ya que este alcanzó un promedio de diámetro de fruto de 4,47 cm, seguido por la dosis 40 ppm/planta con un promedio de 4,21 cm y por último el testigo con un promedio de 3,50 cm.

Cuadro 18. Salida del SPSS para la separación de medias de Student Newman Keuls (SNK) para el factor B. de la Variable diámetro de fruto de tomate

Frecuencia	N	Subconjunto		
		1	2	3
testigo	3	3,50		
15 días	6		4,15	
7 días	6			4,54
Sig.		1,000	1,000	1,000

El Cuadro 18 de salida dado por la prueba de SNK para el factor B, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 19. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba de Student Newman Keuls (SNK) para la variable diámetro de frutos de tomate

Factor B	Promedio Diámetro de Fruto de Tomate	Significancia Estadística
B1: 7 días	4,54	A
B2: 15 días	4,15	B
Testigo	3,50	C

De acuerdo al Cuadro 19 se observa que el mejor promedio se obtuvo realizando una aplicación cada 7 días, ya que con él se alcanzó un promedio 4,54 cm de diámetro, el segundo mejor promedio fue de 4,15 cm haciendo una aplicación de cada 15 días, mientras que el testigo presentó un promedio de 3,50 cm.

4.7.1 Análisis de Varianza de Efecto Simple entre los Factores Dosis y Frecuencia de la variable Diámetro de Fruto

Al existir interacción y dependencia entre los factores en estudio se hace necesario realizar un análisis de efectos simples para observar donde se originan los cambios de un factor respecto al cambio del otro.

Cuadro 20. Análisis de varianza de efecto simple entre los factores dosis y frecuencia de la variable diámetro de fruto de tomate

FV	GL	SC	CM	F	P > 1%
B (A1)	1	0,660017	0,660017	67,83	0,0002 **
B (A2)	1	0,020417	0,020417	2,10	0,1976 NS
A (B1)	1	0,421350	0,421350	43,30	0,0006 **
A (B2)	1	0,000417	0,000417	0,04	0,8429 NS
ERROR	8	0,162	0,020		

** = Altamente significativo al 1%
NS = No significativo

De acuerdo al Cuadro 20, el análisis de varianza de efecto simple, presenta diferencia estadística, en dos casos, donde se tiene un comportamiento altamente significativo, del factor B con el nivel 1 del factor A, así como también el factor A tiene un comportamiento significativo debido al efecto del nivel 1 del factor B.

Finalmente para concluir la parte correspondiente al análisis de efecto simple, se realizaron las figuras de interacción, de los factores A y B.

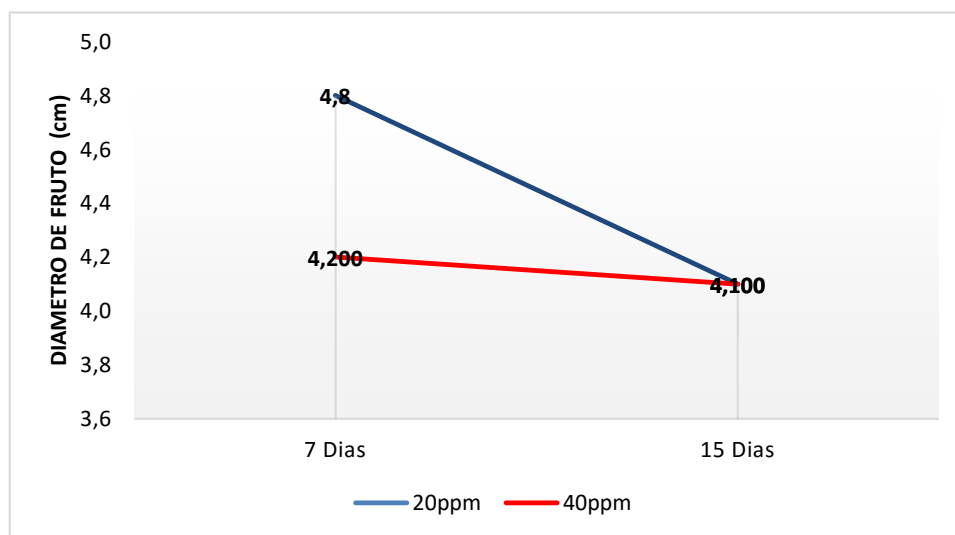


Figura 8. Análisis de efecto simple del factor B dentro del factor A

Según la Figura 8, se puede observar que realizando aplicaciones de 20 ppm con una frecuencia de 7 días se puede llegar a obtener mayor diámetro 4,8 cm, que realizando aplicaciones cada 15 días, ya que con esta frecuencia solo se llegó a alcanzar 4,1 cm de diámetro de fruto.

Por el contrario realizando aplicaciones de 40 ppm cada 7 días se llegó a obtener 4,2 cm, pero aplicando esta misma dosis cada 15 días, se llegó a obtener 4,1 cm de diámetro de frutos.

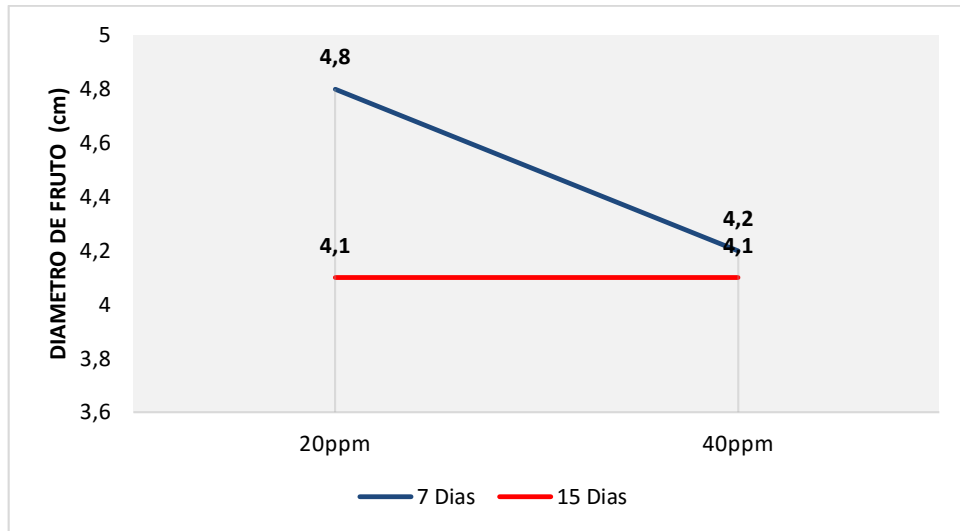


Figura 9. Análisis de efecto simple del factor A dentro del factor B

Analizando la Figura 9, se observó que se llega a obtener mejores resultados aplicando ácido giberélico cada 7 días, ya que con esta frecuencia se alcanzó un diámetro de 4,8 cm con una dosis de 20 ppm, y 4,2 cm con 40 ppm los cuales son superiores en comparación de la frecuencia de aplicación de 15 días ya que solo se llegó a alcanzar 4,1 cm de diámetro para ambas dosis.

Investigaciones relacionadas con la variedad reportan los siguientes resultados para diámetro: según Román (1998) 3,82 cm, mientras que Machicado (1995) obtuvo 3,7 cm. Estos valores se encuentran por debajo de los alcanzados en la investigación, probablemente esta diferencia se deba a la influencia de los factores de estudio y el medio ambiente.

En InfoAgro.com (2001), se menciona que el tamaño de frutos tiene relación con la cantidad de polen caído sobre el estigma, si el polen es abundante los frutos son de tamaño normal, de lo contrario serán pequeños y deformes. Esto hace suponer que el tamaño estará muy relacionado con el buen cuajado de frutos.

Por otro lado el número de lóculos en el fruto del tomate en general está de acuerdo con el incremento del tamaño del fruto. El ácido giberélico al ser

aplicado en la época adecuada, incrementa el número de lóculos en los ovarios y por ende aumenta en un 50% el tamaño final del fruto, así como el peso promedio y el diámetro (Guatemala, 1973).

Si bien en todo el ensayo prevalecieron en general frutos de poco tamaño se puede observar en los Cuadros 17 y 19 que realizando aplicaciones de ácido giberelico se mejora en general el tamaño de los frutos con respecto al testigo. En lo que respecta a la frecuencia de aplicación, se observa que el tamaño se ve favorecido por aplicaciones semanales siendo estos más efectivos.

4.8 Longitud del Fruto

El análisis de varianza realizado para la variable longitud de fruto (Cuadro 21), muestra que el factor dosis y frecuencia son significativos, indicando que estos tienen influencia sobre la variable longitud del fruto.

También se muestra que no existe diferencia significativa para bloques y la interacción de dosis y frecuencia, por lo tanto al no ser significativa esto nos indica que ambos factores actúan de forma independiente.

El coeficiente de variación para la variable es de 5,72%, valor que se encuentra dentro del rango normal.

Cuadro 21. Análisis de varianza para longitud de frutos de tomate

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	0,770	0,770	7,900	0,023 *
Frecuencia	1	2,980	2,980	30,570	0,001 *
Bloque	2	0,100	0,050	0,514	0,617 NS
Dosis * Frecuencia	1	0,006	0,006	0,058	0,816 NS
Error	8	0,780	0,097		
Total	15	450,295			
Total corregido	14	5,629			

CV = 5,72%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Como existe diferencia significativa en los factores A y B del estudio, se realiza la comparación de medias correspondiente.

Cuadro 22. Salida del SPSS para la separación de medias Student Newman Keuls (SNK) para el factor A. de la variable longitud de frutos de tomate

Dosis	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	3	4,93	
40 ppm	6	5,32	
20 ppm	6		5,83
Sig.		0,098	1,000

El Cuadro 22 de salida dado para la prueba de SNK para el factor A, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 23. Presentación de medias del factor A y su significación estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable longitud de frutos de tomate

Factor A	Promedio de Longitud de Fruto de Tomate	Significancia Estadística
A1: 20 ppm/planta	5,83	A
A2:40ppm/planta	5,32	B
Testigo	4,93	B

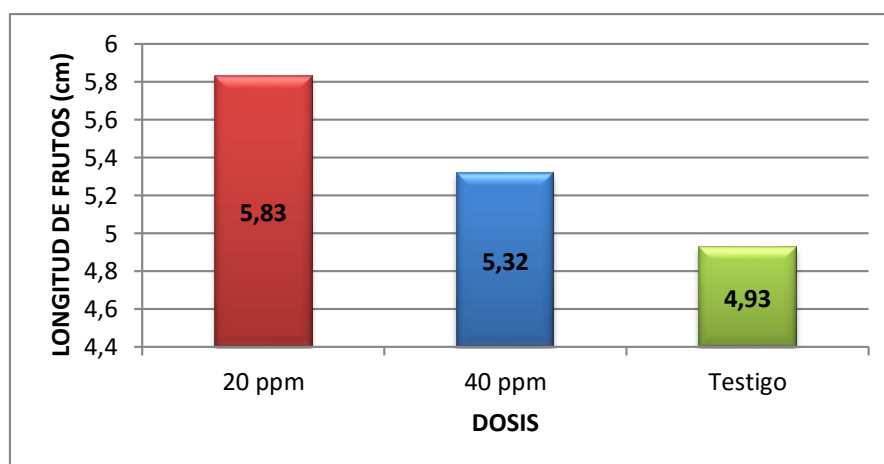


Figura 10. Longitud de fruto para el Factor A

Según el Cuadro 23 y la Figura 10, se puede observar que el mejor promedio se alcanzó utilizando la dosis de 20 ppm/planta ya que con este se logró obtener un promedio de 5,83 cm de longitud, también se puede observar que se obtuvo 5,32 cm de longitud realizando aplicaciones 40 ppm/planta los cuales son superiores en comparación del testigo, el cual solo alcanzo 4,93 cm de longitud.

Cuadro 24. Salida del SPSS para la separación de medias Student Newman Keuls (SNK) para el factor B. de la variable longitud de frutos de tomate

Frecuencia	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	3	4,93	
15 días	6	5,07	
7 días	6		6,07
Sig.		,506	1,000

El Cuadro 24 de salida dado para la prueba de SNK para el factor B, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 25. Presentación de medias del factor B y su significación estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable longitud de frutos de tomate

Factor B	Promedio de Longitud de Frutos de Tomate	Significancia Estadística
B1: 7 días	6,07	A
B2: 15 días	5,07	B
Testigo	4,93	B

De acuerdo al Cuadro 25 los resultados nos muestran que haciendo aplicaciones cada 7 días se puede llegar a tener un promedio de longitud de frutos de 6,07 cm, por otro lado al hacer aplicaciones cada 15 días se obtuvo solo un promedio de 5,07 cm de longitud, mientras tanto el testigo solo obtuvo un promedio de 4,93 cm de longitud de fruto.

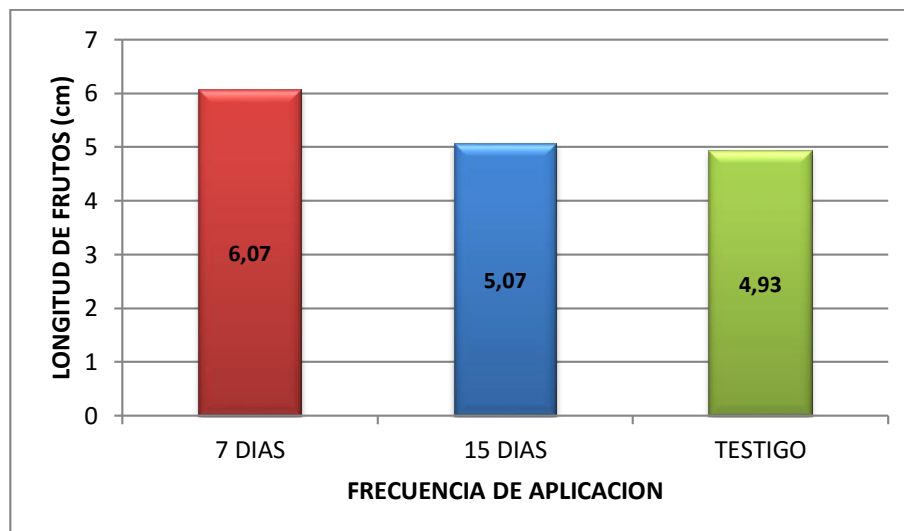


Figura 11. Longitud de fruto para el Factor B

Ho (1996), dice que el tamaño potencial del fruto está definido por el número de células del ovario fijado en pre-antesis, mientras que su tamaño real es consecuencia de la elongación celular durante el período de crecimiento rápido.

Como se puede observar en las Figuras 10 y 11 para la variable longitud de fruto, se muestra que los mejores resultados se los obtuvieron realizando aplicaciones cada 7 días, alcanzando un promedio 6,07 cm. Mientras que aplicando una dosis de 20 ppm se llegó a obtener 5,83 cm de longitud de fruto.

Se observó que este rango de concentración 20 ppm y la aplicación del ácido giberelico con un frecuencia de cada 7 días nos permite visualizar la variación en el tamaño de longitud de fruto, ya que tomando como referencia al testigo, hubo un incremento significativo en lo que se refiere al tamaño. Esto se puede deber a que el ácido giberelico incrementa tanto la división como la elongación o expansión celular, el cual incrementa el volumen de los frutos.

4.9 Peso de Frutos Comerciales

El análisis de varianza efectuado para la variable peso de frutos comerciales (Cuadro 26), se puede observar que existe diferencia significativa en el factor frecuencia, lo que indica que este influyo en el peso de los fruto.

Pero también se puede observar que el factor dosis, bloque y la interacción de los factores dosis y frecuencia, no son significativos lo que nos lleva a la conclusión de que el factor dosis no influyo sobre la variable y ambos factores actúan de forma independiente.

Se puede observar que el coeficiente de variación es de 20,36% siendo este un valor aceptable por encontrarse dentro del rango permitido.

Cuadro 26. Análisis de varianza para peso de frutos comerciales de tomate

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	27,694	27,694	1,064	0,332 NS
Frecuencia	1	268,759	268,759	10,327	0,012 *
Bloque	2	43,749	21,875	0,841	0,466 NS
Dosis * Frecuencia	1	3,707	3,707	0,142	0,716 NS
Error	8	208,205	26,026		
Total	15	11219,659			
Total corregido	14	1805,118			

CV = 20,36%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Ya que el análisis de varianza muestra significancia en el factor de frecuencia, se realiza la comparación de medias correspondiente.

Cuadro 27. Salida del SPSS para la separación de medias Student Newman Keuls (SNK) para el factor B de la variable peso de frutos comerciales de tomate

Frecuencia	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	3	6,77		
15 días	6		24,89	
7 días	6			34,35
Sig.		1,000	1,000	1,000

El Cuadro 27 de salida dado por la prueba de SNK para el factor B, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 28. Presentación de medias del factor B y su significancia estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable peso de frutos comerciales de tomate

Factor B	Promedio del Peso de Frutos Comerciales por Parcela	Significancia Estadística
b 1: 7 días	34,35	A
b 2: 15 días	24,89	B
Testigo	6,77	C

De acuerdo al Cuadro 28, se puede evidenciar que se llegó a obtener mejores resultados realizando una frecuencia de aplicación de cada 7 días, con el cual se alcanzó un promedio de 34,35 lb/parcela, seguido por la frecuencia aplicación de 15 días con la cual se llegó a una media de 24,89 lb y por último el promedio más bajo se la obtuvo con el testigo el cual solo alcanzo 6,77 lb/parcela.

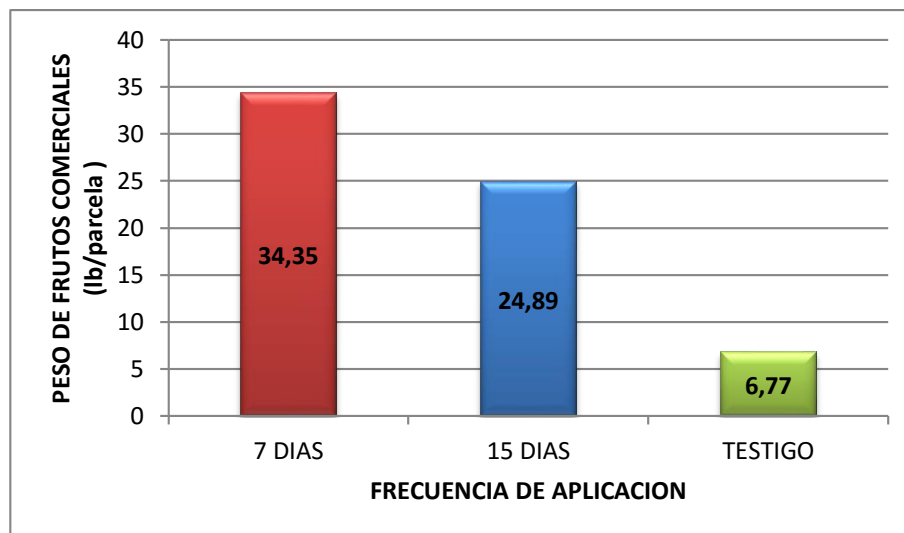


Figura 12. Peso de frutos comerciales

Según Rodríguez (1989), el tamaño y el peso del fruto son factores de calidad sumamente importante y debe ser lo más uniformemente posible durante todo el ciclo de producción

El tamaño y volumen final del fruto está estrechamente relacionado con numerosos parámetros, como el número inicial de células dentro del ovario antes de la fecundación, del número de divisiones celulares, el número de semillas en desarrollo, la expansión celular, la posición del fruto en el racimo, la posición del racimo en la planta y de las condiciones ambientales imperantes durante la fase de crecimiento del racimo (Kinet y Peet, 1997).

Los resultados para la variable peso de frutos comerciales muestran que el mejor resultado se lo obtuvo realizando aplicaciones de ácido giberelico cada 7 días, y como se lo puede observar en la Figura 12, se logró un promedio de 34,35 lb/parcela el cual es superior al testigo, esto se puede deber a que el ácido giberelico incrementa tanto la división como la elongación celular en el fruto los que influyen en el volumen (Weaver, 1996).

4.10 Peso Total de Frutos

El análisis de varianza para peso de total de frutos por parcela (Cuadro 29), muestra que existe diferencia significativa en frecuencia, lo que indica que esta influyo en la variable.

También se puede observar que no existió diferencia significativa en bloque, dosis y la interacción de dosis y frecuencia, lo que indica que no existe dependencia entre estos dos y por lo tanto estos no influyen en la variable estudiada y ambos actúan de forma independiente.

Se puede observar que el coeficiente de variación es de 15,76% siendo este un valor aceptable por encontrarse dentro del rango permitido.

Cuadro 29. Análisis de varianza para peso total de frutos

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>p = 0.05</i>
Dosis	1	43,510	43,510	1,787	0,218 NS
Frecuencia	1	183,066	183,066	7,518	0,025 *
Bloque	2	72,751	36,375	1,494	0,281 NS
Dosis * Frecuencia	1	5,866	5,866	0,241	0,637 NS
Error	8	194,815	24,352		
Total	15	16060,500			
Total corregido	14	1350,748			

CV = 15,76%

* = Significativo al 5%

NS = No significativo

Ya que el análisis de varianza muestra significancia en el factor B, se realiza la comparación de medias correspondiente.

Cuadro 30. Salida del SPSS para la separación de medias de SNK para el factor B de la variable peso total de frutos

Frecuencia	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	3	16,25		
15 días	6		31,18	
7 días	6			38,99
Sig.		1,000	1,000	1,000

El Cuadro 30 de salida dado por la prueba de SNK para el factor B, se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 31. Presentación de medias del factor B y su significancia estadística dada por la prueba Student Newman Keuls (SNK) para la variable peso total de frutos de tomate

Factor B	Promedio del peso total de frutos por parcela	Significancia Estadística
b 1: 7 días	38,99	A
b 2: 15 días	31,18	B
Testigo	16,25	C

En la prueba de significancia para el factor B dada por la prueba de SNK, indican que realizando una frecuencia de aplicación de cada 7 días, se llegó a obtener una media de 38,99 lb/parcela. Por otro lado realizando una frecuencia de aplicación de cada 15 días se llegó a obtener un promedio de 31,18 lb, y por último el testigo el cual llego a un promedio de 19,76 lb/parcela siendo este el más bajo.

Villareal (1982), menciona que el volumen de los frutos es un factor determinante e importante de las posibilidades de venta en el mercado, al utilizar el ácido giberelico se puede producir frutos mayores y más atractivos, aquellos que prefiere la mayoría de los consumidores.

Ho, (1996) dice que el tamaño y volumen están estrechamente relacionados, y estos están definidos por el número de células del ovario fijado en la pre-antesis, mientras que su volumen real es consecuencia de la elongación celular durante el periodo de crecimiento rápido.

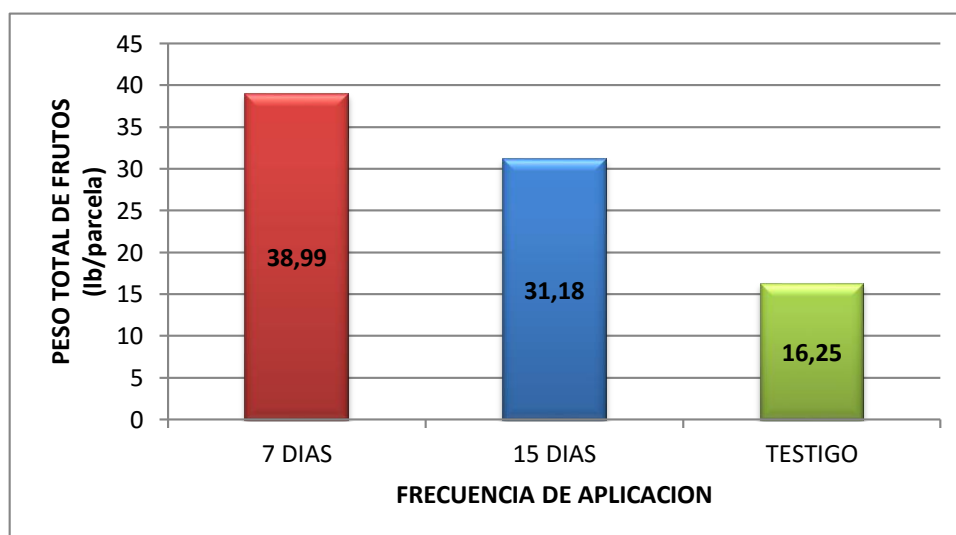


Figura 13. Peso total de frutos

En el experimento las temperaturas no se encontraron dentro del rango exigido por el cultivo y al observar, se nota claramente que el testigo fue el más afectado llegando solo a 16,25 libras/parcela.

Pero al realizar las aplicaciones de ácido giberelico con una frecuencia de cada 7 días podemos observar un incremento de 38,99 libras/parcela (Figura 13) el cual es superior en comparación al testigo.

La razón de obtener mejores resultados en esta variable puede deberse posiblemente al efecto constante del ácido giberelico, el cual estimula la división y elongación celular los cuales influyen el volumen o peso del fruto.

4.11 Análisis Económico

Para realizar el análisis económico se calcula el número de kg alcanzados por los tratamiento y se multiplica por el respectivo precio, obteniendo el beneficio bruto (BB), que se expresa en (Bs /m²), también se realiza la relación beneficio costo (B/C), la cual nos indica la rentabilidad del ensayo (Ver Cuadro 2, 3 y 4 de Anexo) (CIMMYT, 1988).

a) Ingreso bruto del cultivo

El ingreso bruto o beneficio bruto (BB), se determinó llevando los rendimientos a kg/m², restamos en los resultados el 10%, que se considera como perdidas, a este resultado se lo multiplico por el precio unitario de 4,0 Bs/kg de tomate que se comercializo (Ver Cuadro 2 de Anexo).

b) Costos de producción

El cálculo de los costos de producción fue representado para un metro cuadrado, determinando todos los costos variables y considerando los costos fijos los cuales permanecerán constantes ante cualquier cambio en el volumen de la producción.

c) Cálculo de Ingreso Neto

El ingreso neto o beneficio neto, se calcula restando del ingreso bruto y los costos de producción que se efectuaron para cada tratamiento representado en Bs/m², para luego proceder con el cálculo del beneficio/costo.

d) Relación beneficio/costo (B/C)

El análisis económico de un experimento agrícola es de mucha importancia, ya que el agricultor siempre estará interesado en el ingreso monetario, ya sea que produzca mucho o poco, pensando en el beneficio que tendrá, principalmente por la justificación, que pueda dar a la inversión realizada. Es en base a estos resultados que se podrá realizar recomendaciones validas que puedan ser manejadas y empleadas por el agricultor.

Cuadro 32. Costos de producción, beneficio neto y relación beneficio costo de la producción de tomate

Tratamiento	Rdto. Frutos comerciales (kg/m ²)	Precio por kg (Bs)	Ingreso Bruto (Bs/m ²)	Costos de Producción (Bs/m ²)	Beneficio Neto (Bs/m ²)	Relación Beneficio Costo (B/C)
T1	8,48	4	33,91	19,5	14,41	0,74
T2	6,35	4	25,38	19,5	5,88	0,30
T3	7,43	4	29,70	19,5	10,20	0,52
T4	6,11	4	24,44	19,5	4,94	0,25
TESTIGO	3,31	4	13,25	19,5	-6,25	-0,32

Como podemos observar en el Cuadro 32, vemos que el tratamiento uno reporta el mejor ingreso bruto 33,91 Bs/m², y beneficios netos de 14,41 Bs/m² y una relación de beneficio costo de 0,74 lo que nos indica que por cada 1 Bs que se invierta solo se recuperara 0,74 Bs.

Por otro lado se observa que en el caso del testigo la situación es igualmente adversa, es decir que por metro cuadrado el ingreso bruto fue de 13,25 Bs, con pérdida neta de 6,25 Bs. Estos indicadores, muestran lamentablemente un rendimiento desfavorable que no llega a cubrir sus costos, de ahí que la relación beneficio costo establece, que por cada un boliviano que se invierta se perderá 1,32 Bs, llegando a concluir que la implementación de este cultivo no es aceptable en términos económicos en esta época de otoño - invierno.

5. CONCLUSIONES

A través de las observaciones de campo y una vez efectuados los respectivos análisis e interpretaciones estadísticas y el análisis económico, se tiene como conclusiones.

- El uso del ácido giberelico si produjo incremento en el rendimiento del tomate. Ya que aplicando dosis de 20 ppm, se tuvo mayor número de frutos por racimo alcanzando 4,86 frutos con diámetros de 4,47 cm y una longitud de 5,83 cm, obteniendo de esta manera más eficiencia productiva que el testigo, los cuales solo alcanzaron 3,40 frutos por racimo con diámetros de 3,50 cm y con una longitud de 4,93 cm.
- Realizando una frecuencia de aplicación de ácido giberelico cada 7 días se llegaron a obtener mayores resultados como es en el caso de frutos comerciales por parcela, 259,72 frutos con características aceptables para el mercado y una disminución de frutos no aptos para el mercado donde solo se llegó a obtener 35 frutos con características no aceptable como ser maltrato mecánico, agujeros y magullones. Pero también se observó que haciendo esta aplicación con esta frecuencia se llegó a obtener un diámetro de 4,54 cm y una longitud de 6,07 cm y consiguiendo un peso de 38,99 lb/parcela los cuales son superiores en comparación del testigo los que solo llegaron a alcanzar 51,21 frutos comerciales con diámetro de 3,50 cm y una longitud de 4,93 cm, un peso total de 16,25 lb/parcela y un aumento de frutos con características no deseables para el mercado 71,67 frutos/parcela.
- No hubo influencia de la interacción (dosis/frecuencia), en las variables número de frutos por racimo, en la cantidad de frutos, longitud y peso.
- Estadísticamente, cuando se aplicaron 20 ppm cada 7 días, se obtuvieron los mejores resultados de fruto mercadeable cosechado,

consiguiendo un beneficio/costo de 0,74, lo que indica que por cada 1 Bs solo se recuperara 0,74 Bs, lo cual nos muestra que los costes son mayores que los beneficios, llegando a concluir que la implementación de este cultivo no es aceptable en términos económicos en esta época de otoño - invierno.

6. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el presente estudio y analizando las conclusiones se formula las siguientes recomendaciones.

- Se recomienda continuar con este tipo de ensayos a nivel técnico para disponer de información más detallada en el futuro, principalmente con todos los reguladores del crecimiento que puedan presentar un incremento en el rendimiento y que sean factibles de conseguirse en el comercio.
- Mientras se hacen otros ensayos y se cuenta con nuevos datos, se recomienda el uso de la dosis de 20 ppm de ácido giberelico, que además proporciona buen incremento en el rendimiento.
- Repetir el experimento con el mismo regulador en otras variedades.

7. BIBLIOGRAFIA

- ANTONIO, A. SOLIS, V. 1999.** Evaluación del rendimiento, calidad, precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero, México. pp. 85.
- ARTEAGA, F. 2005.** Polinización Artificial de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) en Relación al Tiempo de Almacenaje de Polen en Invernadero. Tesis de Grado Fac. De Agronomía-U.M.S.A. La Paz - Bolivia.
- BOSQUE, S. HUGO, D. 2010.** Fisiología Vegetal, La Paz Bolivia. pp 465 - 474
- CENTA (CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL), 2002.** Guía técnica programa de hortalizas y frutales, cultivo de tomate, Editorial La Libertad, El Salvador, C.A. pp. 8 – 9 – 13.
- CIMMYT, 1988.** Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, Manual metodológico de evaluación, Editorial Reviste, México – D. F. pp. 75 – 79.
- CORPEÑO, B. 2004.** Manual del cultivo del tomate, Editorial IDEA. Centro de Inversión, Desarrollo y exportación de Agro negocios, El Salvador. pp. 5 – 20.
- CONDORI, J. 2003.** Efectos de la aplicación de abono orgánico mejorado en el cultivo de papa amarga. Departamento de La Paz, Tesis de grado. UMSA. pp. 15.
- DOMÍNGUEZ, A. 1989.** Tratado de Fertilización. 2a ed. Ediciones Mundi. Castelló Madrid España. pp. 408 -409.
- ESCALANTE, G. 1989.** Evaluación de cinco variedades de jitomate en hidroponía bajo invernadero rustico. México. pp. 155.
- FAO.** 1991, Segunda Prueba Regional de Adaptación de Cultivares de Tomate para el Mercado Fresco. Santiago-Chile.

GUATEMALA, C.A. 1973. Ministerio de agricultura, situación del mercado de tomate en Guatemala. Editorial Guatemala Ltda. Primera edición. Guatemala. pp. 73.

HARTMANN, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. Ed Ooffsed Bolivia Ltda. La Paz, Bolivia. pp. 9-30.

HO, L.C., 1979. Regulation of assimilate translocation between leaves and fruits in the tomato. Annual of Botany, v.43, p.437-448.

IBAR, L. Y JUSCAFRESCA, B. 1987. Tomates, pimientos, berenjenas, cultivo y Comercialización. Editorial AEDOS – Barcelona. España. pp. 8 - 9 – 20 – 33 – 35 -237.

INFOAGRO. “Cultivo del tomate”. Consultado en agosto de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.infoagro.com>.

IICA. (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. CR.) 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Tomo II. San José. Costa Rica. pp. 237p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, 2015. Estadísticas Agropecuarias. La Paz, Bolivia.

JANO, F. 2006. Cultivo y producción de tomate. Editorial Ripalme. Lima, Perú. pp.134.

JARAMILLO, VJ. 1980. Manual de hortalizas. 1 ed. Bogotá, CO, ICA.p. 555.

KINET, J. 1977. Efecto de la condición de la luz sobre el desarrollo de la inflorescencia en el tomate, ciencia y horticultura. pp. 6:15-16.

KINET, J. Y M. PEET. 1997. La fisiología de los cultivos vegetales. Editorial Cabi. Reino Unido. pp. 207-258.

MAROTO, V. 1994. Horticultura. Herbácea Especial. 4a ed. Editorial Mundi. Madrid España. pp. 360, 367, 371, 358, 380.

MACHICADO V, A. 1995. Evaluación de características agronómicas y rendimiento de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), con y sin poda en ambientes protegidos, Departamento de La Paz, Tesis de Grado Lic. Agr. Fac. Agro. UMSA. pp. 38 - 45 – 69

MENEZES, R. 1998. Producción de tomate en América Latina y el Caribe, 3ra. Edición. Santiago de Chile, FAO. pp. 207 – 214.

MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRA (MDRYT). Banco de Datos Agropecuarios para el año 2015. La Paz - Bolivia

PITTY, ABELINO. 2000. Control de malezas. Reguladores de crecimiento. Editora Zamorano. Honduras. pp. 1-13.

PONCE, O. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía. Departamento de Cochabamba, Tesis de grado. Fac. Agr. UMSS. pp. 96.

ROJAS, F. 2001. Catálogo de plantas. Primera edición. Ed. Facultad de agronomía UMSA La Paz, Bolivia. pp. 69.

RODRIGUEZ, H. MUÑOS, S. ALCORTA, S. 2006. El tomate rojo. 1ra Edición. Editorial Trillas. Mexico D.F. pp 43-44-45-46-73-74-74.

RODRÍGUEZ, R. TAVARES, R. Y MEDINA, H. 1989. Cultivo moderno del tomate. 2ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. pp. 18-19-255.

RODRÍGUEZ, O. 2000. Abonos verdes. Resultados alcanzados por el proyecto laderas. Cochabamba – Bolivia. pp. 89 - 91

RODRIGUEZ, EDWARD Y LUCIA MONTERO. 2005. Efecto de reguladores de crecimiento y bioestimulantes selectos en el crecimiento y calidad estética de céspedes de *Gynodon dactilo* y *Zoysia japonica*. Honduras. pp. 16-18.

ROGG, H.W: 2000. Manual de entomología agrícola, ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador. pp. 458-501.

ROMAN E.V. 1998. Introducción de catorce variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum L.*) en la zona central del valle de Cochabamba. Departamento de Cochabamba, Tesis de grado. Fac. Agr. UMSS. pp. 66-98.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (SENAMHI). 2015 Datos climáticos para el año 2013. La Paz – Bolivia.

STRECK, N.A., G.A. BURIOL, J.L. ANDRIOLO Y M.A. SANDRI. 1998. Influencia de densidades de plantas y de poda apical drástica en la producción del tomate en invernaderos. Revista Pesquisa Agropecuaria. Brasil. pp.33 -37.

SERRANO, Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos, AEDOS Barcelona, España. pp. 360.

SEYMOUR, J. 1994. Manual práctico de la vida autosuficiente. “La práctica del horticultor autosuficiente”. Primera Edición. Barcelona, Londres. pp. 20 - 84 - 113.

TATTERSALL. 2007. Tomate: Producción moderna de tomate para procesamiento no. 203. Consultado 28 de julio de 2015. Disponible en: <http://www.tattersall.com>.

VALADEZ, A. 1996. Producción de Hortalizas. Tercera Edición. México Distrito Federal. Editorial Limusa S.A.. pp. 197, 199 - 211.

VALENT BIOSCIENCES CORPORATION. 2013. Ficha Técnica ProGibb 40% SG. Santiago Chile.

VAN HAEFF, J. 1990. Tomates. 2da. Edición. Ed. TRILLAS S.A. México D.F. pp. 11-51.

VICENTE JUAN. 2007. Guía de metodología de diseños experimentales. La Paz-Bolivia. pp. 63-70.

VICKERY, M. 1991. Ecología de plantas tropicales. EDIT. LIMUSA S.A. México DF. pp. 81-109.

VIGLIOLA, I. 1989. Manual de horticultura. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires-Argentina. pp. 155.

VILLA REAL, R. 1982. Tomates. Trad. Por Edilberto Camacho. San José, Costa Rica. Editorial Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola – IICA. pp. 184.

WEAVER, ROBERT J. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial, Trillas. México. pp. 45.

WIKIPEDIA, 2006. La Enciclopedia libre *Solanum lycopersicum*. Consultado en septiembre de 2015. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Solanumlycopersicum>.

ZARATE, B. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hidropónico con sustratos, bajo invernadero. 1ra Edición. Oaxaca, México. pp. 67 – 89.

ANEXO

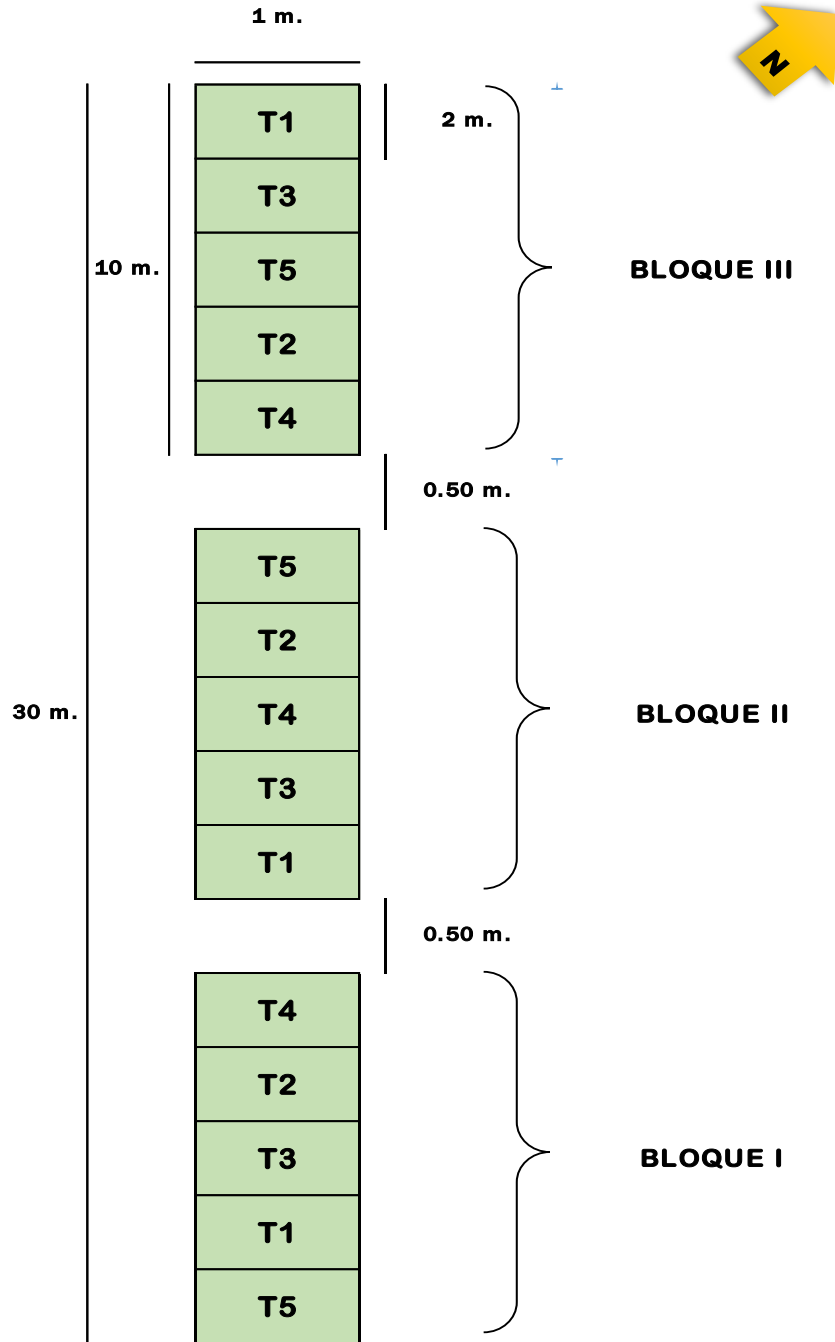


Figura 1. Croquis experimental sobre el efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el rendimiento del cultivo de tomate en la producción otoño - invierno

Cuadro1. Análisis de suelo realizado en el laboratorio de Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN)



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIÓN NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: *PATRICIA USNAYO LAURA*
 PROCEDENCIA: *Departamento LA PAZ*
Provincia MURILLO
CALLE 30. CARPA SOLAR – COTA COTA
INGENIERIA AGRONÓMICA - UMSA

N° SOLICITUD: 025/2013
 FECHA DE RECEPCIÓN: 08/Febrero / 2013
 FECHA DE ENTREGA: 28/Febrero/2013
 N° factura: 6191/13

DESCRIPCIÓN: *Muestra de suelo – Estación Experimental Cota Cota*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
051-01-2013	Nitrógeno	0.43	%	Kjedal
051-01-2013	Fosforo	26.30	ppm P	Espectrofotometría UV Visible
051-01-2013	Potasio	0.71	meq/100g	Emisión atómica

OBSERVACIONES.-



[Handwritten Signature]
RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE QUIROGA

Cuadro 2. Ingreso bruto del cultivo de tomate de para una producción otoño - invierno

Tratamiento	Rendimiento (Kg/m ²)	Perdida (-10%)	Rdto. Frutos Comerciales (Kg/m ²)	Precio po Kg (Bs)	Beneficio Bruto (BB) (Bs/m ²)
T1	9,42	0,942	8,48	4	33,91
T2	7,05	0,705	6,35	4	25,38
T3	8,25	0,825	7,43	4	29,70
T4	6,79	0,679	6,11	4	24,44
TESTIGO	3,68	0,368	3,31	4	13,25

Cuadro 3. Costos de producción beneficio neto y relación beneficio costo del cultivo de tomate de para una producción otoño - invierno

Tratamiento	Rdto. Frutos comerciales (Kg/m ²)	Precio por Kg (Bs)	Ingreso Bruto (Bs/m ²)	Costos de Produccion (Bs/m ²)	Beneficio Neto (Bs/m ²)	Relacion Beneficio Costo (B/C)
T1	8,48	4	33,91	19,5	14,41	0,74
T2	6,35	4	25,38	19,5	5,88	0,30
T3	7,43	4	29,70	19,5	10,20	0,52
T4	6,11	4	24,44	19,5	4,94	0,25
TESTIGO	3,31	4	13,25	19,5	-6,25	-0,32

Cuadro 4. Costo total de producción del cultivo de tomate en la producción otoño - invierno

PRESUPUESTO GENERAL

TESIS: EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ACIDO GIBERELICO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE

Moneda: BOLIVIANOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
01. MATERIALES						
1	ALMACIGUERAS	PZA	2,00	25,00	50,00	
2	FIBRA DE POLIETILENO	ROLLO	1,00	25,00	25,00	
SUBTOTAL MATERIALES						75,00
02. INSUMOS						
3	SEMILLAS	GR	1,00	40,00	40,00	
4	ACIDO GIBERELICO (PROGIBB)	GR	1,00	25,00	25,00	
5	ADHERENTE (BIOL)	L	1,00	25,00	25,00	
6	FERTILIZANTE	GR	25,00	2,00	50,00	
7	INSECTICIDA	L	1,00	60,00	60,00	
SUBTOTAL INSUMOS						200,00
03. MANO DE OBRA						
8	PREPARACION DEL TERRENO	JORNAL	1,00	35,00	35,00	
9	SIEMBRA	JORNAL	1,00	35,00	35,00	
10	DESHIERVE	JORNAL	1,00	35,00	35,00	
11	PODA	JORNAL	1,00	35,00	35,00	
12	TUTORADO	JORNAL	1,00	35,00	35,00	
13	COSECHA	JORNAL	1,00	35,00	35,00	
SUBTOTAL MANO DE OBRA						210,00
04. OTROS						
14	ANALISIS DE SUELO		1,00	100,00	100,00	
SUBTOTAL OTROS						100,00
COSTO TOTAL DE LA TESIS						585,00



Figura 2. Preparación del terreno para la siembra del cultivo de tomate



Figura 3. Trasplante definitivo de tomate a invernadero



Figura 4. Plantas en desarrollo del cultivo de tomate

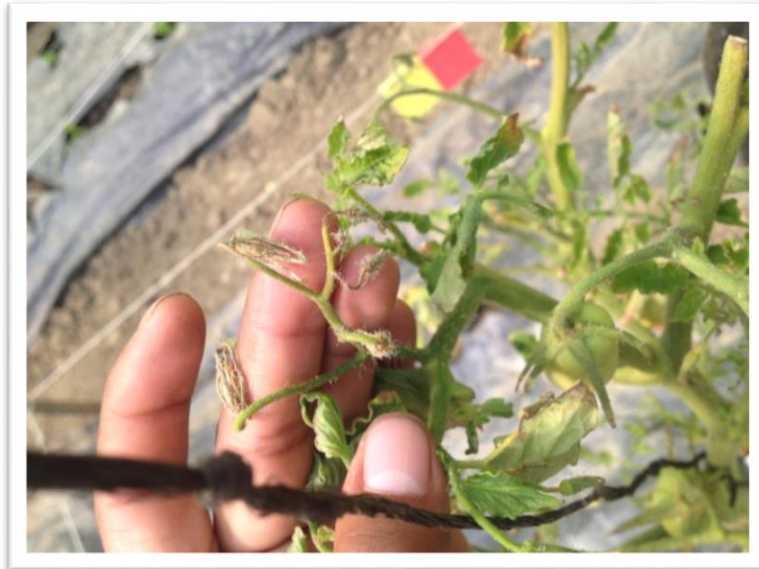


Figura 5. Planta de tomate afectada por frio



Figura 6. Primeros frutos de tomate en invernadero



Figura 7. Cultivo en plena fructificación



Figura 8. Frutos de tomate en la parcela experimental



Figura 9. Frutos maduros de tomate listos para cosecha



Figura 10. Toma de datos



Figura 11. Fruto con daño mecánico (Agujeros)



Figura 12. Fruto con daño mecánico (Manchas)