



1859



Universidad
Nacional
de Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de la aplicación de calcio-boro y citoquininas
durante la floración sobre el rendimiento y calidad de
tomate "*Solanum lycopersicum*" bajo invernadero en
La Argelia, Loja**

Trabajo de Tesis previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agrónomo

AUTOR:

Oscar Efren Aguilera Muñoz

DIRECTORA:

PhD. Mirian Irene Capa Morocho

Loja - Ecuador

2022

Certificación del director de tesis

PhD. Mirian Irene Capa Morocho

Certifico:

Que luego de haber dirigido y revisado el trabajo de tesis titulado: “Efecto de la aplicación de calcio-boro y citoquininas durante la floración sobre el rendimiento y calidad de tomate “*Solanum lycopersicum*” bajo invernadero, en La Argelia, Loja”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, del egresado: Oscar Efren Aguilera Muñoz, se autoriza su presentación debido a que el mismo está sujeto al cronograma aprobado.

En mi calidad de director de Tesis certifico que la investigación realizada ha sido trabajo propio del egresado.

Loja, 10 de agosto del 2022



Firmado digitalmente por:
MIRIAN IRENE
CAPA MOROCHO

FIRMA

PhD. Mirian Irene Capa Morocho

DIRECTOR DE TESIS

Autoría

Yo, Oscar Efren Aguilera Muñoz declaro ser el autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Declaro, que durante la investigación y elaboración de la tesis el uso de referencias publicadas por otros autores cumplió con las normas y regulaciones establecidas.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



Firma:

Autor: Oscar Efren Aguilera Muñoz

Cédula: 1105726275

Correo: oscar.aguilera@unl.edu.ec

Fecha: 24/09/2022


Carta de autorización del trabajo de titulación por parte del autor para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo.

Yo, Oscar Efren Aguilera Muñoz, declaro ser el autor de la tesis titulada: Efecto de la aplicación de calcio-boro y citoquininas durante la floración sobre el rendimiento y calidad de tomate "*Solanum lycopersicum*" bajo invernadero en La Argelia, Loja, Como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo, por lo que autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre a mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden hacer uso de este trabajo investigativo en las redes de información del país (RID) y del exterior, con las que mantenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio de dicha tesis que realice una tercera persona.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 24 días del mes de septiembre del dos mil veinte y dos.



Firma:

Autor: Oscar Efren Aguilera Muñoz

Número de cédula: 1105726275

Dirección: Vilcabamba, Loja, Ecuador.

Correo electrónico: oscar.aguilera@unl.edu.ec

Celular: 0988270988

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: PhD. Mirian Irene Capa Morocho

Tribunal de grado:

Ing. Klever Chamba Caillagua

Presidente

PhD. Santiago Vásquez Matute

Vocal

PhD. Natalia Morales Palacios

Vocal

Dedicatoria

La presente tesis la dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento muy importante para mí como lo es escalar una grada más en mi formación profesional. A mi mamá Elena Muñoz, por ser el pilar más importante de mi vida y darme siempre su cariño y su apoyo incondicional. A mi padre Oscar Aguilera, que a pesar de la distancia siempre tuve su apoyo y sus consejos me han servido para hoy culminar este largo proceso.

A mis hermanos Andrea, Andrés y Jhandry por su apoyo y cariño a lo largo de este proceso, por estar conmigo siempre gracias. A toda mi familia por sus oraciones, consejos y sus palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

Finalmente deseo dedicar mi tesis a todos mis amigos, por estar conmigo en este largo proceso.

Oscar Efren Aguilera Muñoz

Agradecimiento

Una vez terminado el presente trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer primeramente a Dios por todas sus bendiciones y hacer un agradecimiento especial a mi madre que con su esfuerzo y dedicación hoy puedo culminar mi carrera universitaria, gracias a su apoyo en todo momento.

A mi padre por la orientación, lecciones y la sabiduría que ha sabido impartir en mí.

A mis hermanos y sobrinos, gracias por llenarme de alegría día tras día con sus ocurrencias y travesuras.

A la docencia de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Loja, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra formación profesional, de manera especial a la PhD. Mirian Irene Capa Morocho tutora del presente proyecto de investigación quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Oscar Efran Aguilera Muñoz.

Índice General

| | |
|--|-----|
| Portada..... | i |
| Certificación del director de tesis | ii |
| Autoría | iii |
| Carta de autorización | iv |
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimiento..... | vi |
| Índice General..... | vii |
| Índice de Figuras..... | x |
| Índice de Tablas | xi |
| Índice de Anexos | xii |
| 1 Título | 1 |
| 2 Resumen..... | 2 |
| 2.1 Abstract..... | 3 |
| 3 Introducción: | 4 |
| 3.1 Objetivo general: | 6 |
| 3.2 Objetivos específicos:..... | 6 |
| 4 Revisión de literatura | 7 |
| 4.1 Generalidades del cultivo de tomate..... | 7 |
| 4.1.1 Origen | 7 |
| 4.1.2 Taxonomía del cultivo | 7 |
| 4.1.3 Descripción botánica | 8 |
| 4.2 Requerimientos edafoclimáticos | 8 |
| 4.2.1 Suelo: | 8 |
| 4.2.2 Agua:..... | 9 |
| 4.2.3 Clima: | 9 |
| 4.2.4 Temperatura: | 9 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.2.5 | Humedad Relativa: | 9 |
| 4.2.6 | Luminosidad o Radiación: | 10 |
| 4.3 | Fenología: | 10 |
| 4.3.1 | Emergencia: | 10 |
| 4.3.2 | Primera hoja verdadera: | 10 |
| 4.3.3 | Quinta hoja verdadera:..... | 10 |
| 4.3.4 | Inflorescencia:..... | 10 |
| 4.3.5 | Floración: | 10 |
| 4.3.6 | Fructificación: | 10 |
| 4.3.7 | Maduración: | 10 |
| 4.4 | Practicac agronómicas | 10 |
| 4.4.1 | Toma de muestra para el análisis del suelo: | 10 |
| 4.4.2 | Aplicación de la materia orgánica o Compost: | 11 |
| 4.4.3 | Aplicación de la fertilización de base: | 11 |
| 4.4.4 | Calado:..... | 11 |
| 4.4.5 | Limpieza del área:..... | 11 |
| 4.4.6 | Trasplante: | 11 |
| 4.4.7 | Tutoreo:..... | 11 |
| 4.4.8 | Aporque: | 12 |
| 4.4.9 | Mantenimiento de Camas: | 12 |
| 4.4.10 | Mantenimiento de Drenes:..... | 12 |
| 4.4.11 | Poda: | 12 |
| 4.5 | Nutrición del tomate..... | 12 |
| 4.5.1 | Importancia del calcio y boro en la fertilización del tomate | 13 |
| 4.6 | Bondades de las Citoquininas..... | 13 |
| 5 | Metodología..... | 15 |
| 5.1 | Diseño experimental..... | 15 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.1.1 | Hipótesis estadística..... | 16 |
| 5.1.2 | Modelo matemático | 17 |
| 5.1.3 | Variables a evaluar | 17 |
| 5.2 | Metodología para el primer objetivo | 17 |
| 5.2.1 | Siembra y tutoraje:..... | 17 |
| 5.2.2 | Temperatura: | 18 |
| 5.2.3 | Riego:..... | 18 |
| 5.2.4 | Fertirrigación: | 18 |
| 5.2.5 | Control de malezas: | 18 |
| 5.2.6 | Control de plagas y enfermedades:..... | 18 |
| 5.2.7 | Aplicación de los tratamientos: | 18 |
| 5.2.8 | Variables a evaluar (Parámetros productivos):..... | 19 |
| 5.3 | Metodología para el segundo objetivo | 19 |
| 5.3.1 | Variables a evaluar (Parámetros indicadores de calidad):..... | 20 |
| 6 | Resultados..... | 22 |
| 7 | Discusión:..... | 28 |
| 8 | Conclusiones | 32 |
| 9 | Recomendaciones..... | 32 |
| 10 | Bibliografía | 33 |
| 11 | Anexos | 36 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación del experimento. | 15 |
| Figura 2. Diseño en campo del cultivo de tomate variedad Elpida bajo invernadero, con diferentes dosis de Calcio-Boro y citoquininas | 16 |
| Figura 3. Número de flores por racimo producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas..... | 23 |
| Figura 4. Número de frutos por racimos producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas..... | 24 |
| Figura 5. Diámetro del fruto alcanzado en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas..... | 25 |
| Figura 6. Rendimiento de tomate variedad “Elpida” en invernadero bajo diferentes dosis de Ca-B y citoquininas | 25 |
| Figura 7. Grados Brix producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas..... | 26 |
| Figura 8. pH registrados en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas..... | 26 |
| Figura 9. Porcentaje de acidez generada en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas..... | 27 |
| Figura 10. Preparación del suelo en invernadero | 37 |
| Figura 11. Trasplante | 37 |
| Figura 12. Control de plagas y enfermedades | 38 |
| Figura 13. Aplicación de tratamientos..... | 38 |
| Figura 14. Tutoraje y toma de datos..... | 39 |
| Figura 15. Poda de chupones y hojas bajas | 39 |
| Figura 16. Cosecha y toma de datos para rendimiento..... | 39 |
| Figura 17. Determinación de °Brix, pH y acidez titulable en laboratorio de bromatología 40 | |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Distribución de los tratamientos aplicados. (ml/l de agua)..... | 16 |
| Tabla 2. Número de racimos por planta producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas. (ml-l agua)..... | 22 |
| Tabla 3. Número de frutos por planta producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas. (ml/l agua) | 23 |
| Tabla 4. Fungicidas e insecticidas usados para control de plagas y enfermedades..... | 41 |
| Tabla 5. Fertilizantes y sus dosis usadas en el cultivo de tomate variedad “Elpida”..... | 41 |

Índice de Anexos

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Análisis desuelo del invernadero donde se realizó el experimento | 36 |
| Anexo 2. Fotografías | 37 |
| Anexo 3. Tablas | 41 |
| Anexo 4 Certificación de traducción abstrac..... | 42 |

1 Título

Efecto de la aplicación de calcio-boro y citoquininas durante la floración sobre el rendimiento y calidad de tomate "*Solanum lycopersicum*" bajo invernadero en La Argelia,
Loja

2 Resumen

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), es una hortaliza muy importante para el Ecuador ya que forma parte de la canasta básica familiar y es la cuarta hortaliza mayor sembrada. El país produce 18,4 t/ha, inferior al rendimiento de países vecinos como Colombia con 28,3 y Perú con 30 t/ha. Por lo cual es necesario buscar alternativas para aumentar su rendimiento como la nutrición y balance hormonal. Durante la floración el calcio es requerido en mayor cantidad ya que en esta etapa no está en condiciones de proveerlo tanto como lo necesita, además de la poca movilidad que tiene el Ca dentro de la planta. El boro también es importante en floración ya que es un potenciador del cuaje por excelencia debido a que interviene en la germinación y elongación del tubo polínico, el metabolismo y transporte de azúcares. Las citoquininas son bioestimulantes de origen natural que influye en el crecimiento vegetal, la nutrición de las plantas, el amarre de las flores, el desarrollo de los frutos y crecimiento de la raíz debido a la acción que tienen éstas en la división celular. En la presente investigación se aplicaron 5 tratamientos: (T0: Testigo); (T1: Ca: 0, B: 0 y Citk: 1,5ml/l); (T2: Ca: 0, B: 0 y Citk: 2,5ml/l); (T3: Ca: 3,75 ml/l, B: 1,35 ml/l y Citk: 1,5ml/l); (T4: Ca: 3,75 ml/l, B: 1,35 ml/l y Citk: 2,5ml/l), aplicadas en floración. Por lo cual se estableció el cultivo de tomate variedad Elpida en el invernadero de las quintas experimentales de la Universidad Nacional de Loja, en el sector La Argelia ciudad de Loja. Con distancias de siembra de 1,3m entre hilera y 0,3m entre planta, bajo un diseño completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Número de racimos por planta; Número de flores por racimo; Número de fruto por planta; Número de frutos por racimo; Rendimiento; Diámetro de frutos; Grados brix.; Ph y Acidez titulable. En los resultados el T4 destacó en las variables; Número de racimos por planta (mayor en 8, 23 Y 38 días después del tratamiento); Número de frutos por planta (37,02), diámetro de frutos (6,83 mm) y rendimiento (99,22 t/ha). Para la variable número de flores por racimo, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 alcanzaron un promedio de 7,95 flores por racimo, superiores todos al T0 con 6,36 flores por racimo. Respecto al número de frutos por racimo los tratamientos T1, T2, T3 y T4 obtuvieron un promedio de (7,62) superaron al testigo (5,57). En las variables indicadoras de calidad de fruto como, Ph, Grados Brix y Acidez titulable no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados de esta investigación destaca el efecto de la aplicación de Ca – B y Citk, debido a que permite aumentar el rendimiento del tomate bajo invernadero.

Palabras clave: Nutrición, hormonas, flores, frutos, rendimiento.

2.1 Abstract

The cultivation of tomato (*Solanum lycopersicum*) is a very important vegetable for Ecuador, as it is part of the basic family food basket and is the fourth most widely planted vegetable. The country produces 18.4 t/ha, lower than the yield of neighboring countries such as Colombia with 28.3 and Peru with 30 t/ha. Therefore, it is necessary to look for alternatives to increase yields, such as nutrition and hormonal balance. During flowering, calcium is required in greater quantities because at this stage the plant is not able to supply as much as it needs, in addition to the low mobility of Ca within the plant. Boron is also important during flowering since it is a fruit set enhancer par excellence because it intervenes in the germination and elongation of the pollen tube, the metabolism and transport of sugars. Cytokinins are biostimulants of natural origin that influence plant growth, plant nutrition, flower setting, fruit development and root growth due to their action on cell division. In the present investigation, 5 treatments were applied: (T0: Control); (T1: Ca: 0, B: 0 and Citk: 1.5ml/l); (T2: Ca: 0, B: 0 and Citk: 2.5ml/l); (T3: Ca: 3.75 ml/l, B: 1.35 ml/l and Citk: 1.5ml/l); (T4: Ca: 3.75 ml/l, B: 1.35 ml/l and Citk: 2.5ml/l), applied during flowering. Therefore, the tomato crop Elpida variety was established in the greenhouse of the experimental farms of the National University of Loja, in the sector of La Argelia, city of Loja. With planting distances of 1.3m between rows and 0.3m between plants, under a completely randomized design (CRD) with 4 replications. The variables evaluated were: number of bunches per plant; number of flowers per bunch; number of fruit per plant; number of fruit per bunch; yield; fruit diameter; brix degrees; Ph and titratable acidity. In the results, T4 stood out in the following variables: number of bunches per plant (higher at 8, 23 and 38 days after treatment); number of fruits per plant (37.02), fruit diameter (6.83 mm) and yield (99.22 t/ha). For the variable number of flowers per bunch, treatments T1, T2, T3 and T4 reached an average of 7.95 flowers per bunch, all higher than T0 with 6.36 flowers per bunch. The number of fruits per bunch, treatments T1, T2, T3 and T4 obtained an average of (7.62), exceeding the control (5.57). There were no significant differences between treatments in the variables indicating fruit quality, such as Ph, Brix degrees and titratable acidity. The results of this research highlight the effect of the application of Ca - B and Citk, because it increases tomato yield under greenhouse conditions.

Key words: Nutrition, hormones, flowers, fruits, yield.

3 Introducción:

El cultivo de tomate es de gran importancia para el Ecuador ya que es parte de la canasta básica familiar, su producción genera empleo y dinamiza la economía de los sectores donde se lo produce, además de ocupar el cuarto lugar dentro de las hortalizas mayor sembradas en el Ecuador, con 3 333 ha total de superficie sembrada y rendimiento promedio de 18,4 t/ha en Ecuador. Según FAO (2019), los rendimientos en nuestro país están muy por debajo de países vecinos como Colombia con 28,3 t/ha y Perú con 30 t/ha. Estos datos evidencian la necesidad de buscar diferentes formas de aumentar el rendimiento de dicho cultivo, mejorando su manejo.

A pesar de la importancia del cultivo de tomate en Ecuador, se registran promedios de rendimiento de 18,4 t/ha, mientras que para la provincia de Loja se muestran rendimientos de 13,81 t/ha, valores demasiado bajos en comparación con la media mundial 35,9 t/ha FAO (2019). En este contexto, es necesario buscar e implementar alternativas que conlleven a aumentar el rendimiento de dicho cultivo, como la aplicación de buenas prácticas agrícolas que tienden a optimizar su rendimiento, dentro de estos la nutrición y el balance hormonal considerándose factores que ayudarían al aumento del rendimiento y la calidad del fruto.

La planta de tomate tiene diversos requerimientos ya sea edáficos, hídricos, climáticos y de manejo. Dentro de éstos, las necesidades de nutrientes son muy importantes para conseguir un óptimo desarrollo del cultivo, que, acompañado de buenas prácticas de manejo dejará como resultado mayor rendimiento; dichos nutrientes están presentes en el suelo pero no son suficientes para soportar un crecimiento vigoroso que permita producir rendimientos altos, por ésta razón, normalmente es necesario suplir de nutrientes al suelo.

Los requerimientos nutricionales constan de macro y micro elementos que son necesidades específicas de cierto elemento para ciertas etapas fenológicas. Según Tjalling (2006) un programa de fertilización debería tener en cuenta, un perfecto estado nutricional balanceado, tanto en los aspectos de contenido y momento de aplicación. La incorporación de nutrientes, en términos cuantitativos y relativos ocurre en varias partes de planta a medida que crece y se desarrolla. Cuando la planta entra en etapa reproductiva los requerimientos de micronutrientes aumentan en comparación a su fase vegetativa por tal razón es necesario aportar dichos nutrientes. Entre estos el calcio, el cual es requerido en mayor cantidad en el momento de fructificación y en la segunda mitad de crecimiento del fruto. Durante la fructificación la planta no está en condiciones de proveerlo en la medida de las necesidades y en la segunda mitad de crecimiento del fruto la carencia de este nutriente puede provocar enfermedades tales como podredumbres, causadas por ablandamiento de sus paredes. Por

este motivo se recomienda la aplicación de este nutriente, especialmente a partir del cuaje, en forma sucesiva y periódica y con precaución de mojar bien los frutos, debido a la poca movilidad dentro de la planta Gaspar (2014). El transporte del Ca se da en forma pasiva por el xilema. El consumo mayor se da desde la floración, el desarrollo del fruto y la cosecha. Solo el 5 % del Ca se encuentra en el fruto (Marín, 2016).

El boro que es un potenciador del cuaje por excelencia ya que interviene en la germinación y elongación del tubo polínico, participa en el metabolismo y transporte de azúcares (Gaspar, 2014).

Así mismo se reconoce la importancia de fitohormonas, ya que éstas están involucradas en un gran número de eventos, entre ellos el crecimiento de las plantas, incluyendo sus raíces, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación de las semillas. Dentro de las fitohormonas encontramos las Citoquininas, considerado como bioestimulante natural del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de las plantas; promueve el brote y desarrollo de las yemas, espigas y flores; mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor de la productividad de la planta (Gaspar, 2014).

El manejo nutricional y del balance hormonal permite aportar al aumento el rendimiento de los cultivos, además contribuirá a la generación de nuevas investigaciones referentes a la interacción de nutrición y hormonas enfocadas en el aumento de la rentabilidad para los productores.

Con los antecedentes antes expuestos, se propusieron en el presente estudio los siguientes objetivos:

3.1 Objetivo general:

- ❖ Determinar cuál es el efecto de la interacción calcio – boro y citoquininas aplicadas en floración en el rendimiento y calidad del cultivo de tomate.

3.2 Objetivos específicos:

- ❖ Identificar la dosis de la interacción calcio - boro y citoquininas, que más contribuye al rendimiento en el cultivo de tomate.
- ❖ Analizar cómo influye la interacción calcio - boro y citoquininas en la calidad de la fruto de tomate.

4 Revisión de literatura

4.1 Generalidades del cultivo de tomate

El tomate forma parte de las hortalizas que mayor se consumen en el mundo, de ahí deriva su importancia con alto valor económico ya que presenta alto contenido de minerales y vitaminas. Tiene la capacidad de adaptación en condiciones con clima cálido a templado, en pisos altitudinales entre 100 y 1 500 metros sobre el nivel del mal. Si se cuenta con riego se pueden sembrar durante todo el año (Álvarez, 2018).

La planta de tomate también se conoce con el nombre de tomatara, presenta frutos baya carnosos en formas variadas, pudiendo encontrarse ovalada, redondeada y acostillada. Actualmente se cultiva alrededor de todo el mundo y se consume de varias formas sean éstas en fruto seco, salsas, jugos, ensaladas, etc. En estado juvenil las plantas son erectas, mientras que en su adultez son sumergidas, esto se debe a que el tallo no presenta suficiente rigidez para mantener erecto el peso de las ramas, hojas y de los frutos, debido a esto las plantas requieren del establecimiento de tutoraje para mantenerlas erectas (Gaspar et al., 2013).

Actualmente se han incorporado altas tecnologías para el cultivo que han permitido elevar los rendimientos de los mismos, donde se maneja factores ambientales climáticos y recursos naturales como el agua, suelo, sombra y fertilización, en conjunto a prácticas de manejo en el cultivo, se permite cultivar tomate durante todo el año (Torres et al., 2017).

4.1.1 Origen

En el lapso de muchos siglos el cultivo de tomate se ha esparcido por grandes distancias transformándose en el fruto vegetal más popular alrededor del continente americano y a nivel mundial. Se originó el sector andino del Perú, allí creció de manera silvestre cargando frutos redondos de color rojo. Sucesivamente se difundió a lo largo del continente sudamericano, para posteriormente llegar hasta América Central, donde se cultivó por miles de años y fue llamado “xitomatl” debido al lenguaje Nahuatl, idioma hablado por los aztecas, es aquí donde se lo cosecho, cultivo y se lo mejor, promoviendo mayor diversificación de frutos (Brouwe et al., 2011).

4.1.2 Taxonomía del cultivo

Nombre común: Tomate

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: Lycopersicon

Especie: Esculentum

4.1.3 *Descripción botánica*

Es una hortaliza que presenta habito de crecimiento herbáceo, presenta ciclos anual o perennes, es autógama, con tallos erectos en su fase juvenil y semierectos en su adultez, obtienen alturas hasta los 1,5 m y presenta vellosidades a lo largo del mismo (Gaspar *et al.*, 2013).

- **Tallo:** El tallo es pubescente, grueso (2 – 4 cm) con color verde y vellosos, A lo largo del tallo principal se desprenden tallos secundarios, hojas nuevas y racimos florales, en el la punta se desarrolla el merismo apical, de los cuales se desarrollan primordios foliares y florales nuevos (López, 2017).
- **Hojas:** Presenta hojas compuestas formada de 5 a 9 foliolos en cada hoja, oblongos u ovados con longitud de 5 - 7 cm, presentado bordes lobulados o dentados, ápice agudo y de base oblicua (Álvarez, 2018).
- **Flor:** Son perfectas y regulares, con sépalos, pétalos y estambres que se insertan sobre la base del ovario. La corola y el cáliz constituyen cinco o más sépalos, con cinco pétalos con color amarillo, que se hallan de forma helicoidal. Presentan de cinco a seis estambres alternados con pétalos, que forman los órganos reproductivos. En el ovario hay dos o más segmentos. Dichas flores se encuentran en inflorescencias tipo racimo, con grupos desde tres – diez para variedades comerciales. Las inflorescencias se encuentran en las axilas, después de dos o tres hojas (López, 2017).
- **Fruto:** Son frutos tipo baya, amarillenta o rosada, globosa, oblonga y periforme o deprimida, con diámetros mayores a 2 cm, plurilocular y lampiña. Numerosas semillas, de forma aplanada de color amarillo. Frutos destinados a consumir como verduras y en ensaladas, también usados como condimentos, salsas o zumos. Se reproduce de manera sexual mediante semillas (Álvarez, 2018).

4.2 **Requerimientos edafoclimáticos**

4.2.1 *Suelo:*

La rusticidad que presenta la planta de tomate confiere a que los requerimientos de suelo no sean exigentes, aunque el suelo debe presentar buen drenaje, característica que

aportan los suelos con alto contenido de materia orgánica. En suelos arenosos y arcillosos se desarrollan en profundidades mínimas de 40 cm. El pH óptimo para el tomate debe mantenerse entre 6 - 6,5 para que la planta disponga de nutriéndose adecuados y se desarrolle favorablemente. El suelo puede presentar pH ligeramente ácidos incluso ligera o medianamente alcalinos (Guzmán *et al.*,2017).

4.2.2 Agua:

Con respecto a la cantidad necesaria de agua que requiere cada planta de tomate, esto dependerá explícitamente de varios factores como, si se desarrolla a campo abierto o en invernadero, tipo de suelo, variedad, clima, etc. En promedio una planta bajo invernadero requiere de 2,77 litros de agua diarios, la mitad de lo requerido para cultivarlo a campo abierto 5,7 litros diarios (Rojas, 2015).

4.2.3 Clima:

El tomate tiene la capacidad de desarrollarse en altos rangos de clima y suelo, este responde mejor en climas secos de temperaturas moderadas. Las nuevas variedades presentan mayor rusticidad permitiéndole desarrollarse en temperaturas adversas. Pero las condiciones óptimas para su desarrollo son climas cálidos y la temperatura oscila entre 18 – 30 °C. Característica que permite su cultivo al aire libre en climas templados, ya que temperaturas extremas ocasiona diversos trastornos, presentándose estos en la maduración, color o precocidad. Por otro lado temperaturas por debajo de los 10 °C perjudican la formación de flores, mientras que temperaturas mayores a 35 °C afectan la fructificación (Guzmán *et al.*,2017).

4.2.4 Temperatura:

En el tomate las temperaturas optimas oscilan entre 28 – 30 °C en el día y 15 -18 °C en las noches. Las temperaturas que excedan los 35 °C o estén por debajo de los 10 °C en el periodo de floración, causan caída de la flor y restringen el cuajado del fruto, esto depende de la variedad que se vaya a cultivar (MCA, 2008).

4.2.5 Humedad Relativa:

Los rangos óptimos para ésta variable están entre 65 – 70 %, en este rango se promueve el desarrollo normal de la polinización, transformándose en una buena producción (MCA, 2008).

4.2.6 Luminosidad o Radiación:

El tomate no se ve afectado por el fotoperíodo aunque sus necesidades están entre 8 – 16 horas de luz/día (MCA, 2008).

4.3 Fenología:

Según Yzarra (2010) el cultivo de tomate de tomate presenta las siguientes fases fenológicas:

4.3.1 Emergencia:

Cuando aparecen las hojas cotiledóneas sobre la superficie del suelo.

4.3.2 Primera hoja verdadera:

Se observa la primera hoja verdadera del tomate.

4.3.3 Quinta hoja verdadera:

Se logra observar quinta hoja verdadera en la planta, se encuentra desplegada y creciendo.

4.3.4 Inflorescencia:

La primera inflorescencia presentada en la planta.

4.3.5 Floración:

Las primeras flores se abren.

4.3.6 Fructificación:

Se logra observar los primeros frutos cuajados.

4.3.7 Maduración:

Los frutos presentan forma, color y tamaño típico de la variedad cultivada. Es en ésta etapa fenológica donde se realiza la cosecha, cuando el fruto está verde maduro, tomate pintón y tomate maduro.

4.4 Prácticas agronómicas

4.4.1 Toma de muestra para el análisis del suelo:

Este primer paso es de suma importancia, realizar el análisis del suelo para en base a este determinar la fertilización y encalado apropiado, se toman muestras de suelo tomando en cuenta las especificaciones técnicas apropiadas y llevar al laboratorio la muestra recolectada para obtener el resultado del mismo (Godoy *et al.*,2013).

4.4.2 Aplicación de la materia orgánica o Compost:

Como parte del proceso en laboreo del suelo, 15 días antes del trasplante, se preparan surcos de 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad, seguido se incorpora abonos orgánicos o compostaje (Godoy *et al.*,2013).

4.4.3 Aplicación de la fertilización de base:

Es recomendable aplicar 1/3 de las dosis de fertilizante combinado en forma básica e incorporar bien. La fertilización de base debe de realizarse 2 semanas previas al trasplante, distribuyendo el fertilizante en toda la superficie del suelo, se incorpora en una profundidad de 20 cm con ayuda de un motocultor. La cantidad requerida está en función al resultado obtenido en el análisis del suelo (Godoy *et al.*,2013).

4.4.4 Calado:

Es la incorporación de algún compuesto a base de calcio, o calcio y magnesio con el objetivo de reducir la acidez de los suelos (Álvarez 2018).

4.4.5 Limpieza del área:

En este proceso se realiza la limpieza de los alrededores del cultivo, eliminando malezas, ya que éstas son hospedadores de enfermedades y plagas que afectan al cultivo (Godoy *et al.*,2013).

4.4.6 Trasplante:

Proceso por el cual las plántulas que se han desarrollado hasta este momento en el semillero se siembran en su lugar definitivo, ya sea a campo abierto o bajo invernadero. Dicha actividad se realiza aproximadamente entre los veinticinco y treinta días después de la siembra, basándose en la calidad y vigor de la plántula (López, 2017).

4.4.7 Tutoreo:

Este proceso tiene como fin dar sostén a las plantas para un mejor manejo del cultivo y mejor aprovechamiento de los frutos. Posteriormente se realiza el ahoyado y colocación de tutores se realiza posterior al trasplante, con mediadas de 2,5 metros o mayor, dependiendo también de la variedad cultivada, se coloca con distancias entre 3 metros. Las plantas son sostenidas con hieleras de alambre galvanizado o piola de nailon, mismos que deben colocarse en función al crecimiento de la planta, cada 30 cm (MCA, 2008).

4.4.8 Aporque:

Es recomendable realizarlo entre los 15 o 25 días después del trasplante, favoreciendo el desarrollo de raíces sobre el tallo. Aprovechando ésta actividad para eliminar malezas, incorporación de fertilizantes, también ayuda al soporte de la planta (MCA, 2008).

4.4.9 Mantenimiento de Camas:

Es de suma importancia mantener las camas altas y tratar de que durante el laboreo no se pierda su forma, si esto sucede es necesario dar forma y altura establecida (Álvarez, 2018).

4.4.10 Mantenimiento de Drenes:

Ésta actividad es imprescindible, sobre todo en época de lluvias, evitando encharcamientos que comprometan el desarrollo del cultivo (MCA, 2008).

4.4.11 Poda:

Ésta práctica es importante para controlar el crecimiento indeterminado y consiste en la eliminación de brotes nuevos, permite seleccionar brotes vigorosos, manteniendo dos o tres ejes principales, en algunos casos se poda incluso flores y frutos, esto buscando uniformidad de los frutos y que ganen peso. Así también se realizan podas sanitarias que consisten en la eliminación de hojas dañadas por enfermedades (López, 2017).

4.5 Nutrición del tomate

Las plantas de tomate requieren principalmente de tres elementos esenciales para su desarrollo, estos son el carbono (C), el hidrogeno (H) y el oxígeno (O). Dichos elementos esquematizan el 90% de la materia seca de las plantas. Entre estos el C, está dotado por la atmosfera, mismo que es convertido a carbohidratos en el proceso de la fotosíntesis. Por otro lado el Hidrogeno y el Oxigeno son suministrados por el agua (Guzmán *et al.*,2017).

Dentro de los nutrientes minerales de mayormente requeridos, que son esenciales para la planta, están en mayor cantidad en las plantas, son denominados macronutrientes. Los nutrientes que se consideran macronutrientes primarios son: nitrógeno (N), potasio (K) y calcio (Ca); y los secundarios: fosforo (P), magnesio (Mg) y azufre (S). Otros nutrientes requeridos en menor cantidad pero también esenciales se denominan micronutriente. Se encuentran, el cobre (Cu), hierro (Fe), boro (B), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni) (Guzmán *et al.*,2017).

4.5.1 Importancia del calcio y boro en la fertilización del tomate

El calcio es uno de los nutrientes más importantes para el cultivo de tomate, según, Gaspar (2014). El boro y el calcio lo usan en la síntesis de paredes celulares y son esenciales para la división celular es decir el desarrollo de células de plantas nuevas. Los requerimientos para el boro son mayores a medida que la planta se desarrolla y sobre todo en la etapa reproductiva, debido a que intervienen en una mejor polinización, desarrollo de frutos y semillas. Además cumple funciones como la translocación de carbohidratos y azúcares, la metabolización del nitrógeno, la creación de algunas proteínas, regulación hormonal y transporte del potasio hasta los estomas lo que asiste en la regulación para el equilibrio del agua. Debido a que el boro cumple funciones como el transporte de azúcares, cuando este es deficiente causa disminución de exudados y azúcares para las raíces de la planta, reduciendo la atracción y colonización de los hongos micorrízicos (Gaspar *et al.*,2013).

Se considera que el boro es un excelente potenciador del cuaje ya que intercede en la germinación y elongación del tubo polínico, Se ve involucrado en el metabolismo y transporte de azúcares (Gaspar, 2014).

Por otro lado el calcio también es de gran importancia dentro de la nutrición vegetal ya que al igual que el boro sus niveles de requerimiento son mayores en la etapa reproductiva, ya que la planta no está en condiciones de abastecer en la medida que se requieren, en la segunda parte del crecimiento del fruto la carencia de este nutriente produce un ablandamiento de las paredes. De ésta manera se recomienda abastecer de este nutriente a las plantas, en especial en el cuaje, de manera periódica y sucesiva buscando mojar bien los frutos, ya que este nutriente presenta poca movilidad dentro de la planta (Gaspar *et al.*,2013).

4.6 Bondades de las Citoquininas

Las citoquininas son bioestimulantes de origen natural, determinante en el crecimiento vegetal ya que permite la nutrición de las plantas, fomenta el brote e impulso de las yemas, flores y espigas, aumenta el amarre de flores y desarrollo de frutos, desarrollo de raíces y esencialmente de todo el vigor en la productividad de las plantas (Gaspar, 2014).

Las fitohormonas han permitido ampliar la producción agrícola en varios métodos, aportan a un mayor número de flores por planta, es decir a la inducción floral, mejor calidad de la flor (diferenciación floral), optimizan la cuaja al fortalecer embriones y óvulos y agrandan el tamaño del fruto con mayor número de células en pulpa. Además favorecen

para mayor tolerancia a estrés, en mayor medida del tipo abiótico, como salino, hídrico o exceso de la temperatura y promueven la síntesis de aminoácidos mediante el nitrógeno, tanto en nivel foliar como radicular (Fichet *et al.*, 2020).

A partir de la formación de yemas florales hasta transcurrida caída fisiológica del pos cuaja consta de fuerte proceso en división celular, debido al gran número de órganos que están creándose en los brotes. Dichos eventos demandan de gran cantidad de energía, misma que deriva de la fotosíntesis en las hojas, los hidratos de carbono. Es en ésta etapa donde las citoquininas cumplen una función de suma importancia asegurando una buena producción, favoreciendo en mayor calidad de la flor con el buen desarrollo del ovulo y ovario, así también primeramente mayor división celular en el fruto. En la actualidad varios trabajos ejecutados con citoquininas concluyen que desempeñan función fundamental estimulando la división celular, en las primeras etapas del desarrollo del fruto (Fichet *et al.*, 2020).

5 Metodología

La investigación se realizó en el invernadero ubicado en la estación experimental y docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, misma que se encuentra ubicada en el Sur de la ciudad de Loja en el sector La Argelia (Figura 1). Geográficamente se encuentra latitud (S): 04°57'20''; longitud (W): 79°12'47'' y altitud: 2 138 msnm. Refiriéndose a la clasificación de Holdridge, la zona de estudio, Loja-Ecuador corresponde a Bosque seco Montano Bajo (Bs-MB), con una temperatura promedio anual de 16,4 °C, precipitación media de 812,6 mm/año, humedad relativa de 71.96 %; evaporación media de 111,33 mm y una velocidad máxima del viento de 5,44 m/s y mínima de 3,64 m/s . Se ubica en el área de clima templado andino.

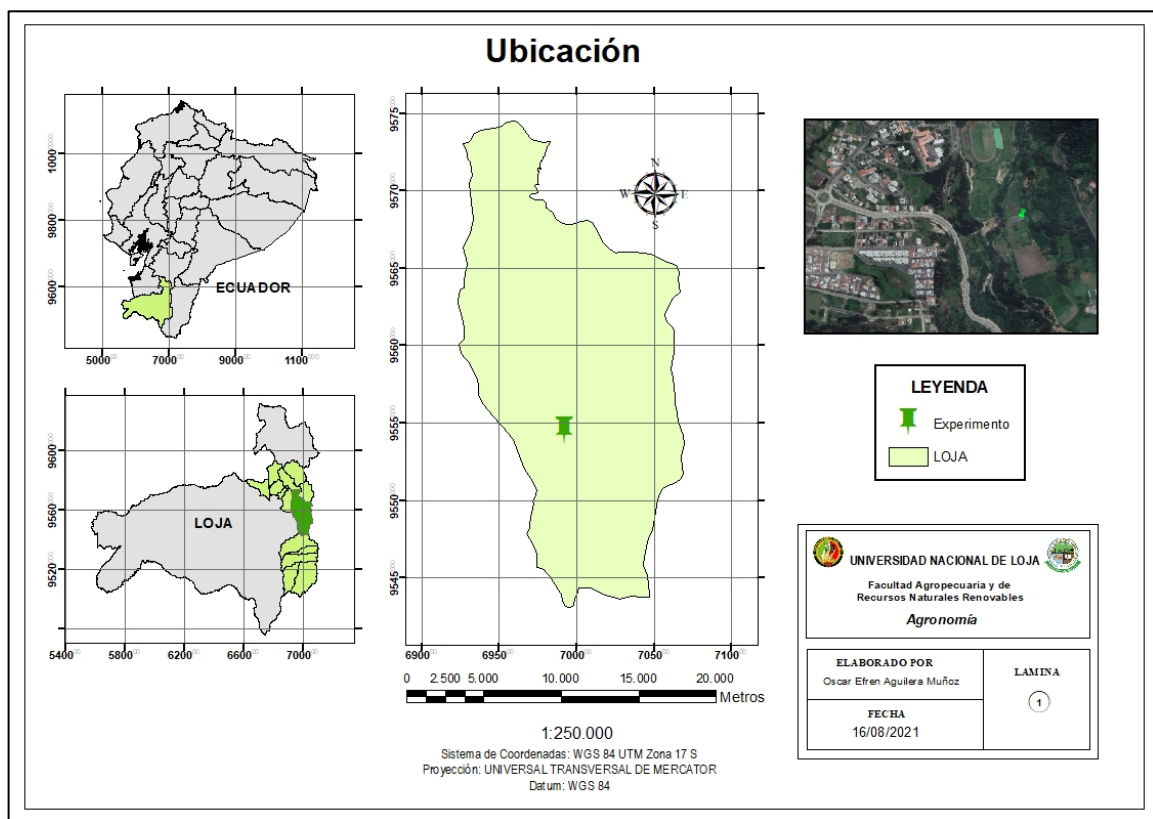


Figura 1. Mapa de ubicación del experimento.

5.1 Diseño experimental

Para el desarrollo de esta investigación se usó el diseño de bloques completamente al azar (BCA). La Variedad de tomate que se cultivó en el experimento fue la variedad Elpida, misma que se sembró en línea simple constando en cada hilera con 12 plantas separadas por una distancia de siembra de 1,3 m entre hilera y 0,3 m entre planta, Se realizaron 4 repeticiones por cada tratamiento de 12 plantas cada uno, siendo estas nuestra

unidad experimental, de las cuales se evaluaron 6 plantas centrales para evitar el efecto borde. Los tratamientos consistieron en un testigo (sin aplicación de Ca-B, ni Cit) y cuatro tratamientos con diferentes dosis de Ca-Boro y citoquininas (Ca-B 1 + Citk 1), (Ca-B 1 + Citk 2), (Ca-B 2 + Citk 1), (Ca-B 2 + Citk 2). El número de unidades experimentales en este ensayo es 20, (5 tratamientos* 4 repeticiones) (Figura 2).

Tabla 1. Distribución de los tratamientos aplicados. (ml/l de agua)

| Tratamiento | Calcio | Boro | Citoquininas |
|-------------|--------|------|--------------|
| 0 (Testigo) | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1,5 |
| 2 | 0 | 0 | 2,5 |
| 3 | 3,75 | 1,35 | 1,5 |
| 4 | 3,75 | 1,35 | 2,5 |

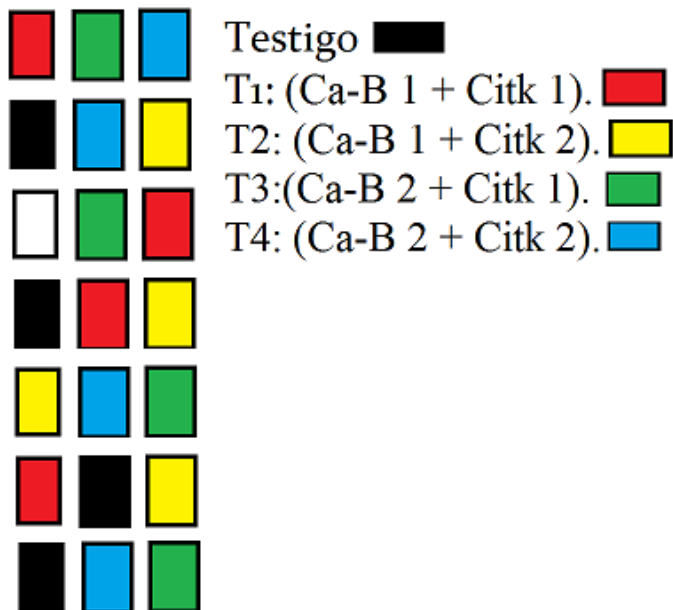


Figura 2. Diseño en campo del cultivo de tomate variedad Elpida bajo invernadero, con diferentes dosis de Calcio-Boro y citoquininas

5.1.1 Hipótesis estadística

H0: El rendimiento del tomate es estadísticamente igual entre sí, tras la aplicación de calcio boro y citoquininas en floración, al nivel de significancia del 5 % de probabilidad.

H1: El rendimiento del tomate es estadísticamente diferente entre sí, tras la aplicación de calcio boro y citoquininas en floración, al nivel de significancia del 5 % de probabilidad.

5.1.2 *Modelo matemático*

El modelo matemático del BCA es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es el gran total del ensayo

μ = Es la gran media de los tratamientos

α_i = Es el efecto del i-esimo tratamiento

β_j = Es el efecto de j-esimo bloques o réplicas

ε_{ij} = Efecto del error experimental

$i = 1, 2, \dots, n$ (tratamientos) $j = 1, 2, \dots, n$ (replicas).

5.1.3 *Variables a evaluar*

- ✓ Número de racimos por planta.
- ✓ Número de flores por racimo.
- ✓ Número de fruto por planta.
- ✓ Número de frutos por racimo.
- ✓ Rendimiento.
- ✓ Diámetro de frutos.
- ✓ Grados brix.
- ✓ Ph.
- ✓ Acidez titulable.

5.2 **Metodología para el primer objetivo**

“Identificar la dosis de la interacción calcio – boro y citoquininas con mayor contribución en el rendimiento del cultivo de tomate”.

5.2.1 *Siembra y tutoraje:*

Se sembró en hilera línea simple constando en cada con 12 plantas separadas por una distancia de siembra (1,3 m entre hilera y 0,3 m entre planta). Mientras que el tutoraje se lo

realizó 30 días después del trasplante cuando la planta alcanzó los 50 cm, amarrando con piola desde la base del tallo hasta el alambre tutor, para guiar toda la planta.

5.2.2 Temperatura:

Durante todo el desarrollo del cultivo, se tomaron datos por la mañana, en el medio día y por la tarde. Esto 3 días por semana para luego ser promediados, teniendo que la temperatura mínima fue 14,6 °C, la temperatura máxima de 34 °C y la media obtenida durante todo el experimento fue de 23,4 °C dentro del invernadero.

5.2.3 Riego:

Para fase vegetativa consumada en los primeros 30 días se regó con 200 – 500 ml/planta/día; para la fase de floración percibidas entre los 31 y 90 días después del trasplante se regó 1 000 ml/planta/día y para la fase de fructificación comprendidas entre los 91 y 175 días después del trasplante se regó 1 500 ml/planta/día.

5.2.4 Fertirrigación:

Se realizaron 3 fertilizaciones en todos los tratamientos incluyendo al testigo, en fase vegetativa, fase de floración y en fase de fructificación. En base a la disponibilidad de nutrientes determinada por el análisis de suelo realizado y a los requerimientos nutricionales del tomate recomendados por Castilla (1995) quien expone que para producir una tonelada de frutos de tomate, la planta requiere de 2,1 a 3,8 Kg de nitrógeno, de 0,3 a 0,7 Kg de fósforo, de 4,4 a 7,0 Kg de potasio, de 1,2 a 3,2 Kg de calcio y de 0,3 a 1,1 Kg de magnesio. Para lo cual se ha ejecutado una tabla de fertilización (Anexo 3; Tabla 2).

5.2.5 Control de malezas:

Se realizaron controles manuales en la hilera y entre hilera con la ayuda del azadón o lampa, al notarse la presencia de malezas.

5.2.6 Control de plagas y enfermedades:

Se ejecutaron controles quincenales de plagas y enfermedades, con rotación de principios activos a partir del tercer día del trasplante, hasta un mes antes de retirar el cultivo (Anexo 3; Tabla 1).

5.2.7 Aplicación de los tratamientos:

Se aplicaron los tratamientos desde que las plantas entraron en floración, hasta el cuajado del fruto, se procedieron a aplicar los diferentes tratamientos con frecuencia de 8 días consecutivamente. Los tratamientos consistieron en un testigo (sin aplicación de Ca-B,

ni Cit), (Ca-B 1 + Citk 1), (Ca-B 1 + Citk 2), (Ca-B 2 + Citk 1), (Ca-B 2 + Citk 2). Las dosis son: Calcio – boro (**1:** Ca 0 y B 0) Y (**2:** B 1,35 ml/l agua y Ca 3,75 ml/l agua). Citoquininas (**1:** 1,5 ml/l de agua y **2:** 2,5 ml-l de agua).

5.2.8 Variables a evaluar (Parámetros productivos):

- **Número de racimos por planta:** Se contó el número de racimos que llegue a tener cada planta. Este valor se tomó cada 15 días una vez iniciada floración en las 6 plantas de evaluación de cada una de las repeticiones.
- **Número de flores por racimo:** Se contó la cantidad de flores por racimo. Este valor se tomó en el segundo, tercer y cuarto racimo proveniente de la misma planta. En las 6 plantas de evaluación de cada una de las repeticiones.
- **Número de fruto por planta:** Se contó la cantidad de frutos totales producidos por cada una de las 6 plantas de evaluación de cada una de las repeticiones, mismas que presenten características óptimas para su cosecha. Este dato se fue tomando acumulativamente conforme producía la planta.
- **Número de frutos por racimo:** se tomó el número total de frutos que la planta produjo por cada racimo. Este valor se tomó en el segundo, tercer y cuarto racimo proveniente de la misma planta para posteriormente promediarlos y tabularlos. En las 6 plantas de evaluación de cada una de las repeticiones.
- **Diámetro de frutos:** Se midió el diámetro de 3 frutos representativos de cada planta, con ayuda de un calibrador. En las 6 plantas de evaluación de cada una de las repeticiones.
- **Rendimiento:** Se pesó la producción del total de frutos recolectados por planta en kg, y se determinó su peso por m² y por ha. En las 6 plantas de evaluación de cada una de las repeticiones.

5.3 Metodología para el segundo objetivo

“Analizar cómo influye la interacción calcio – boro y citoquininas en la calidad de la fruta de tomate.”

Se empleó la misma metodología de establecimiento y manejo, con diferencia que se procedió en la metodología específica para evaluar cada variable propuesta del presente objetivo.

5.3.1 Variables a evaluar (*Parámetros indicadores de calidad*):

- ✓ **Grados brix:** Se obtuvo un fruto por cada planta evaluada es decir 6 frutos por repetición, de los cuales se siguió el presente protocolo:
 1. Se retiró la cascara del fruto de tomate con la ayuda de un cuchillo.
 2. Se licuó el fruto ya pelado, de manera que tengamos una mezcla homogénea.
 3. Se cernió con un cedazo fino el jugo del tomate que resulto de haberlo licuado para obtener la pulpa de la fruta.
 4. Se tomó una gota de la pulpa y colocar en el refractómetro.
 5. Se registró el valor obtenido para cada muestra.
- ✓ **pH:** Se obtuvo un fruto por cada planta evaluada es decir 6 frutos por repetición, de los cuales se siguió el presente protocolo:
 1. Se retiró la cascara del fruto de tomate con la ayuda de un cuchillo.
 2. Se licuó el fruto ya pelado, de manera que tengamos una mezcla homogénea.
 3. Se cernió con un cedazo fino el jugo del tomate que resulto de haberlo licuado para obtener la pulpa de la fruta.
 4. Se colocó la punta del electrodo del pH metro en la pulpa.
 5. Se registró el valor obtenido para cada muestra.
- ✓ **Acidez titulable:** Se obtuvo un fruto por cada planta evaluada es decir 6 frutos por repetición, de los cuales se siguió el presente protocolo:
 1. Se retiró la cascara del fruto de tomate con la ayuda de un cuchillo.
 2. Se licuó el fruto ya pelado, de manera que tengamos una mezcla homogénea.
 3. Se cernió con un cedazo fino el jugo del tomate que resulto de haberlo licuado para obtener la pulpa de la fruta.
 4. Se tomó 8 ml de la pulpa cernida con ayuda de una pipeta graduada.
 5. Se colocó los 8ml de pulpa en un matraz aforador, y aforarlo hasta 50 ml con agua desionizada.
 6. Se depositó los 50 ml de la muestra aforada con el agua desionizada en un vaso de precipitados.
 7. En el vaso de precipitados con la muestra antes aforada se colocaron 3 gotas de fenolftaleína.
 8. En una bureta se agregó hidróxido de sodio al 0,1 Normal, colocada en el brazo de soporte.

9. Con el potenciómetro colocado en nuestro vaso de precipitados que contiene nuestra muestra, se agregó hidróxido de sodio desde la bureta con precaución hasta que la muestra presente un tono rosado claro y hasta que el pH de la muestra llegue a 8,1.
10. Una vez llegamos a pH de 8,1 tomé el volumen gastado de hidróxido de sodio, y este es el valor que en el luego fue reemplazado en la fórmula para determinar porcentaje de acidez.
- **Fórmula para determinar porcentaje de acidez:**

$$\% = \frac{\text{Vol NaOH} * (\text{N de NaOH}) * \text{peso acido} * 100}{\text{mg de muestra}}$$

6 Resultados

a. Parámetros productivos

✓ Número de racimos por planta:

Como podemos observar en la tabla 1, la interacción de calcio – boro y citoquininas tuvo efectos (significativos $p < 0,05$) para el número de racimos por planta en los días posteriores a la aplicación de los tratamientos, pues en los 8, 23 y 38 DDT se muestra que todos los tratamientos aplicados provocaron diferencias (significativas $p < 0,05$) ante el testigo. El testigo para estos DDT siempre mostro menor número de racimos por planta, siendo el T4 cual presento mayor número de racimos por planta en los diferentes DDT, mismo que corresponde a las aplicaciones de Ca (3,75 ml/l agua), B (1,35 ml/l agua) y Citoquininas (2,5 ml/l de agua). Para 53, 68, 83 y 98 DDT no se evidencian diferencias (significativas $p > 0,05$).

Tabla 2. Número de racimos por planta producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas. (ml-l agua)

| DDT | Testigo | T1 Ca:0 – B:0 y Citk:1,5 | T2 Ca:0 – B:0 y Citk:2,5 | T3 Ca:3,75 – B:1,35 y Citk:1,5 | T4 Ca:3,75 – B:1,35 y Citk:2,5) | p-valor |
|-----|----------------|--------------------------------|--------------------------------|---|--|---------|
| 8 | 0,92 b | 1,63 a | 1,42 a | 1,58 a | 1,63 a | 0,01 |
| 23 | 2,38 c | 2,83 b,c | 2,75 b | 3 a,b | 3,33 a | 0,00 |
| 38 | 3,18 d | 3,71 c | 3,89 b,c | 4,21 a,b | 4,57 a | <0.0001 |
| 53 | 4,36 ns | 4,54 ns | 4,87 ns | 4,81 ns | 4,96 ns | 0,07 |
| 68 | 4,58 ns | 4,58 ns | 5 ns | 5 ns | 5 ns | 0,32 |
| 83 | 4,88 ns | 5 ns | 5 ns | 5 ns | 5 ns | 0,98 |
| 98 | 5 ns | 5 ns | 5 ns | 5 ns | 5 ns | 1,00 |

Letras diferentes en una misma fila significa diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). DDT (Días después del tratamiento).

✓ Número de flores por racimo

Como se evidencia en la figura 4, la interacción calcio- boro y citoquininas produjo diferencias (significativas $p < 0,05$) para la variable número de flores / racimo, donde todos los tratamientos excepto el testigo presentaron, entre 7,65 y 8,24 flores promedio por racimo, ante el testigo, que produjo 6,36 flores promedios por racimo.

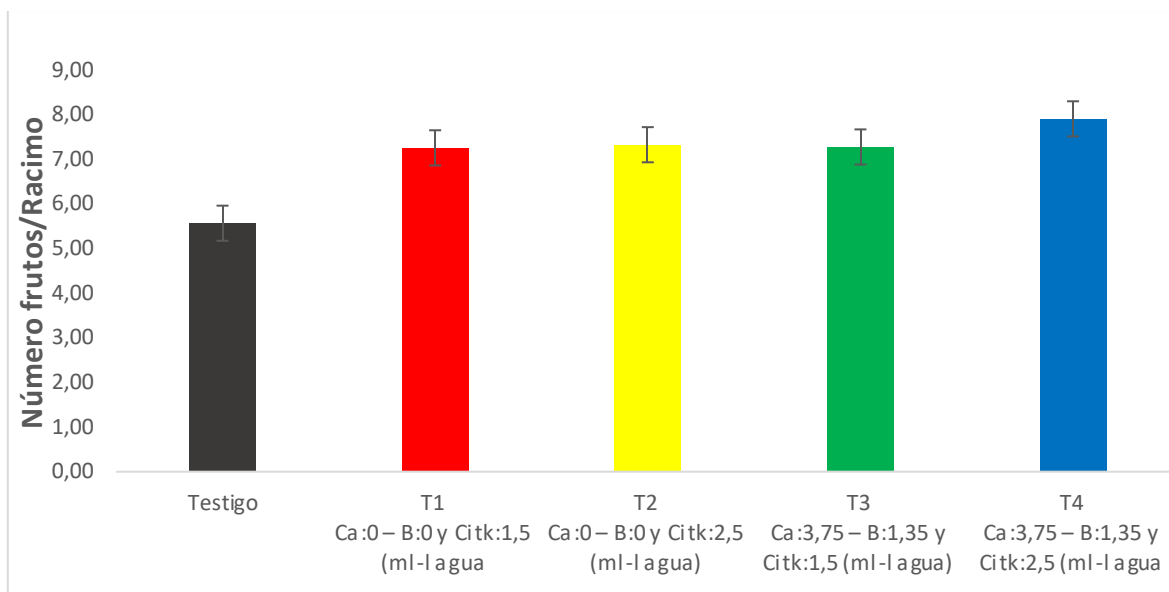


Figura 3. Número de flores por racimo producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas

✓ Número de fruto por planta

Como podemos observar en la tabla 2, la interacción calcio – boro y citoquininas no mostraron efectos (significativos $p > 0,05$) para los 8, 23 y 38 DDT en el número de frutos promedio por planta. Mientras que para los 53, 68, 83 y 98 se muestran claras diferencias significativas de todos los tratamientos aplicados ante el testigo o T0, entre los tratamientos resalta el T4 donde se aplicó, Ca (3,75 ml/l agua) – B (1,35 ml/l agua) y Citoquininas (2,5 ml/l de agua), cual para el final del ensayo presento 37,02 frutos promedio por planta, ante el T0 o testigo cual mostro 27,75 frutos promedio por planta.

Tabla 3. Número de frutos por planta producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas. (ml/l agua)

| DDT | Testigo | T1 Ca:0 – B:0 y Citk:1,5 | T2 Ca:0 – B:0 y Citk:2,5 | T3 Ca:3,75 – B:1,35 y Citk:1,5 | T4 Ca:3,75 – B:1,35 y Citk:2,5 | p-valor |
|-----|---------|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|---------|
| 8 | 0 ns | 0 ns | 0 ns | 0,04 ns | 0,46 ns | 0,997 |
| 23 | 1,96 ns | 4,71 ns | 4,46 ns | 5,25 ns | 7,67 ns | 0,324 |
| 38 | 8,98 ns | 11,67 ns | 13,50 ns | 13,50 ns | 16,42 ns | 0,085 |
| 53 | 16,36 b | 22,17 a | 22,01 a | 22,42 a | 25,43 a | 0,023 |
| 68 | 23,71 b | 27,46 a,b | 29,12 a | 29,41 a | 32,38 a | 0,026 |
| 83 | 26,40 b | 33,55 a | 36,19 a | 35,53 a | 36,06 a | 0,001 |
| 98 | 27,76 b | 34,59 a | 36,44 a | 36,28 a | 37,02 a | 0,004 |

Letras diferentes en una misma fila significan diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

✓ Número de frutos por racimo

La interacción calcio – boro y citoquininas presento diferencias (significativas $p < 0,05$) para la variable número de frutos / racimo, como podemos observar en la figura 6, todos los tratamientos excepto el testigo son iguales entre sí, con intervalos de variación entre 7,26 - 7,91 flores promedio por racimo, ante el testigo que presento menor número de frutos promedio por racimo con 5,57.

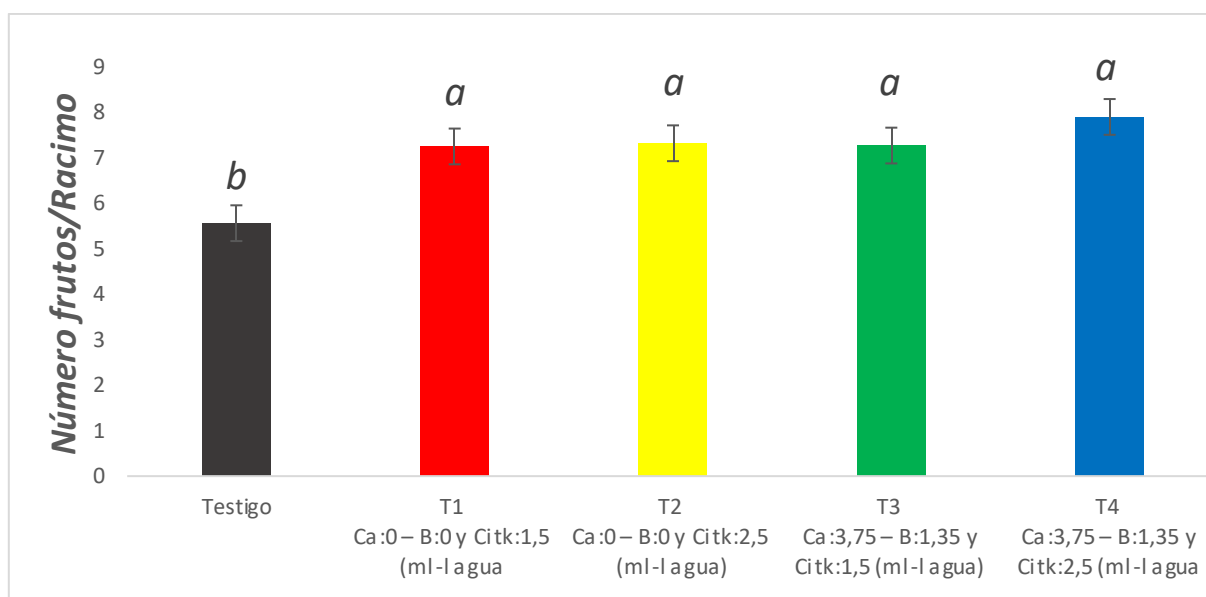


Figura 4. Número de frutos por racimos producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas

✓ Diámetro de frutos:

Los tratamientos con la aplicación de calcio – boro y citoquinas presentaron diferencias (significativas $p < 0,05$), en la figura 8 se muestra que el T4 se diferenció del resto de tratamientos con diámetro promedio de 6,83 cm, que el T2 y T3 no presentan diferencias entre sí, pero son diferentes al resto de tratamientos con 6,65 y 6,82 cm promedio respectivamente. El T1 es diferente del resto de tratamientos con 6,52 cm promedio y el T0 que se diferencia de todos los tratamientos, presentando el menor diámetro promedio con 5,98 cm

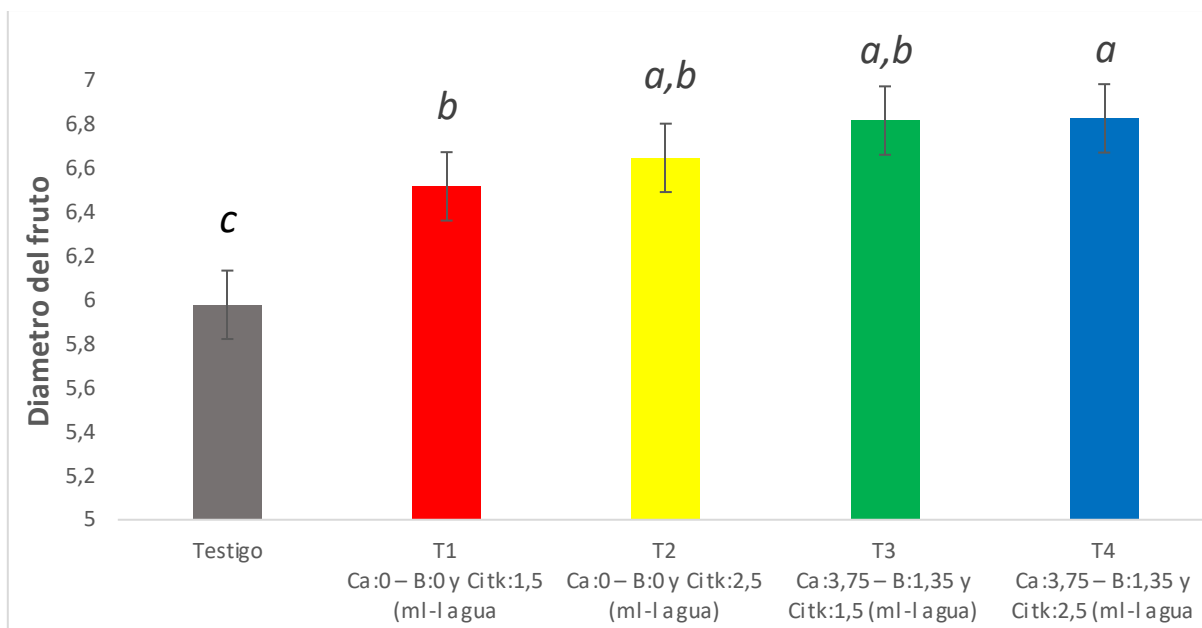


Figura 5. Diámetro del fruto alcanzado en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas

✓ **Rendimiento (t/ha):**

Para la variable rendimiento, la interacción calcio –boro y citoquininas mostró diferencias (significativas $p < 0,05$) como podemos observar en la figura 7, donde el promedio T4 tuvo mayor rendimiento con 99,22 t/ha, representando el 36,39 % más que el T0 o testigo, seguido del T3 con 83,72 t/ha, luego los T1 y T2 con rendimientos promedio de 83,72 y 85,19 t/ha respectivamente. El T0 o testigo presentó menor rendimiento con 63,11 t/h.

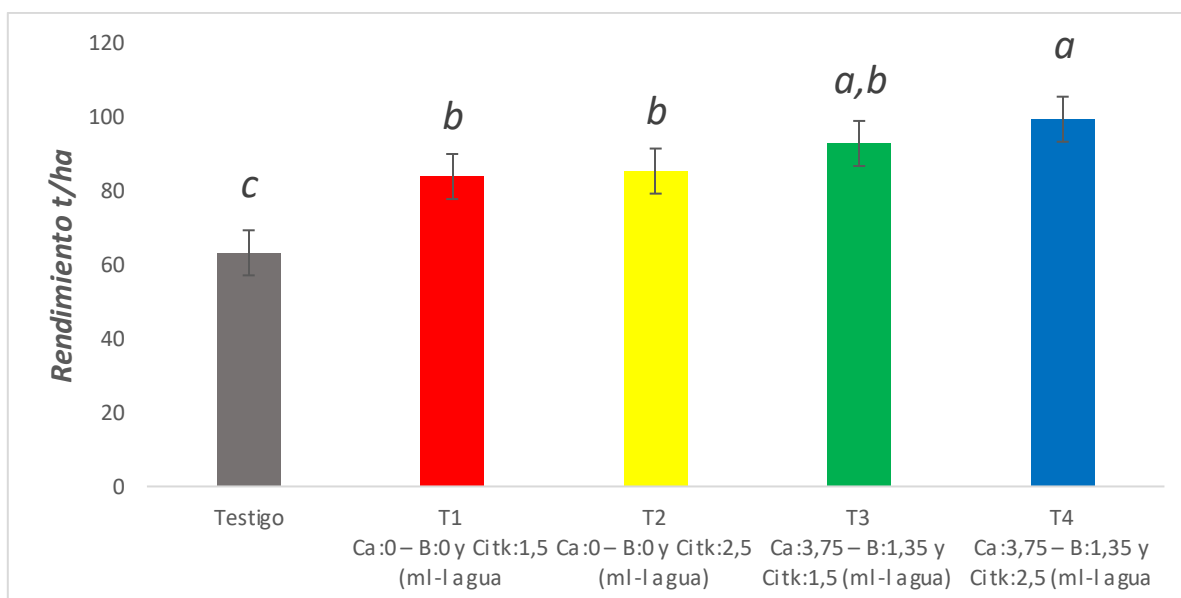


Figura 6. Rendimiento de tomate variedad “Elpida” en invernadero bajo diferentes dosis de Ca-B y citoquininas

b. Parámetros indicadores de calidad

✓ Grados brix

Como podemos evidenciar en la figura 9, la interacción calcio – boro y citoquininas no demostró diferencias (significativas $p > 0,05$) para la variable grados brix ya que todos los tratamientos mostraron valores similares, el intervalos de variación fue entre 5,14 y 5,54.

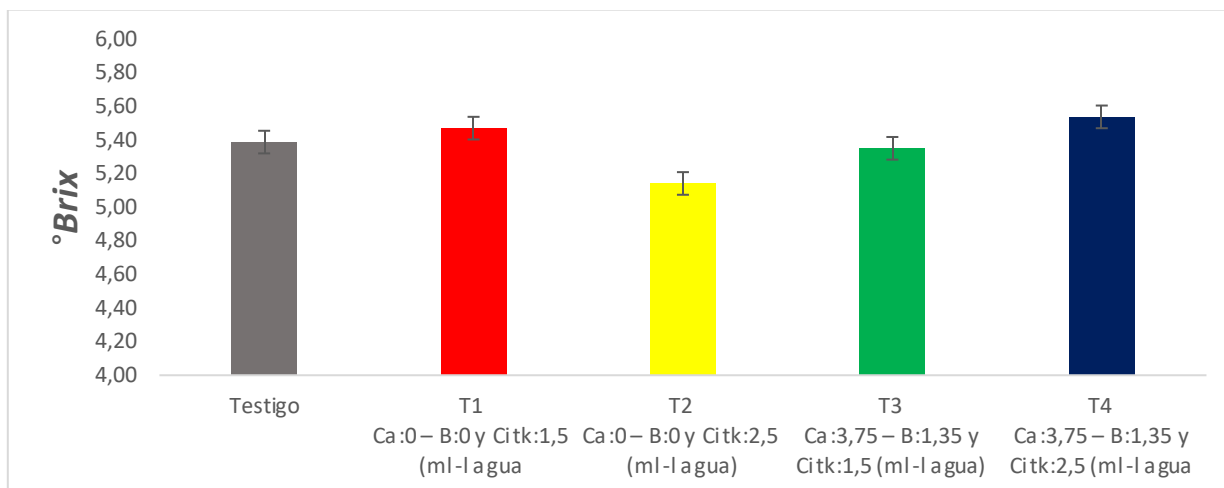


Figura 7. Grados Brix producidos en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas

✓ pH

En la gráfica 10 se demuestra que los valores de pH no muestran diferencias (significativas $p > 0,05$) entre sí, tras aplicarle diferentes dosis de la interacción calcio – boro y citoquininas, presentando todos los tratamientos valores dentro de un intervalo de variación entre 4,23 y 4,17.

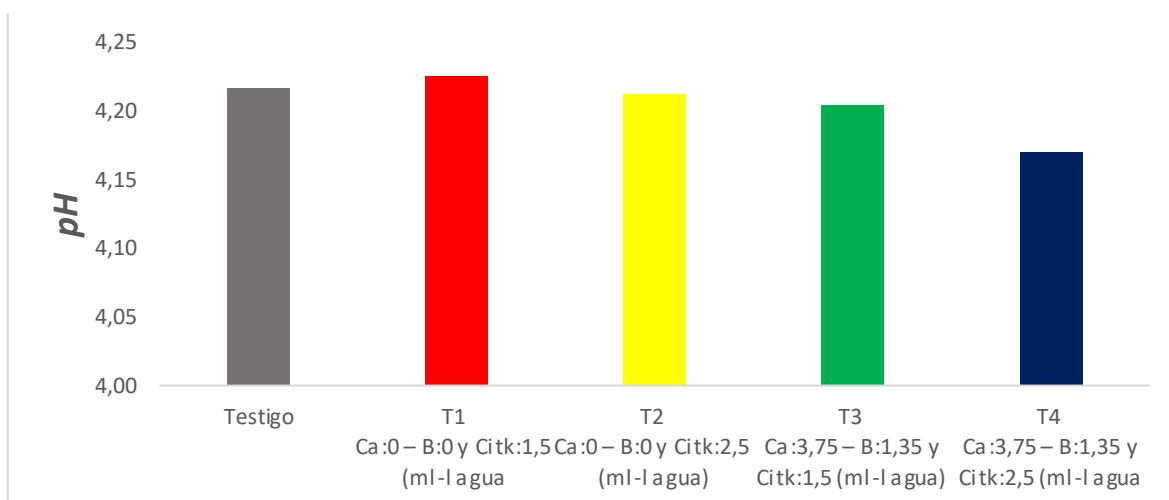


Figura 8. pH registrados en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas

✓ Acidez titulable

La aplicación de diferentes dosis de la interacción de calcio - boro y citoquininas no demostró diferencias (significativas $p > 0,05$) para la variable acidez titulable, como se lo demuestra en la gráfica 11, desarrollándose así todos los tratamientos dentro de un intervalo de variación entre 0,46 y 0,52 % de acidez.

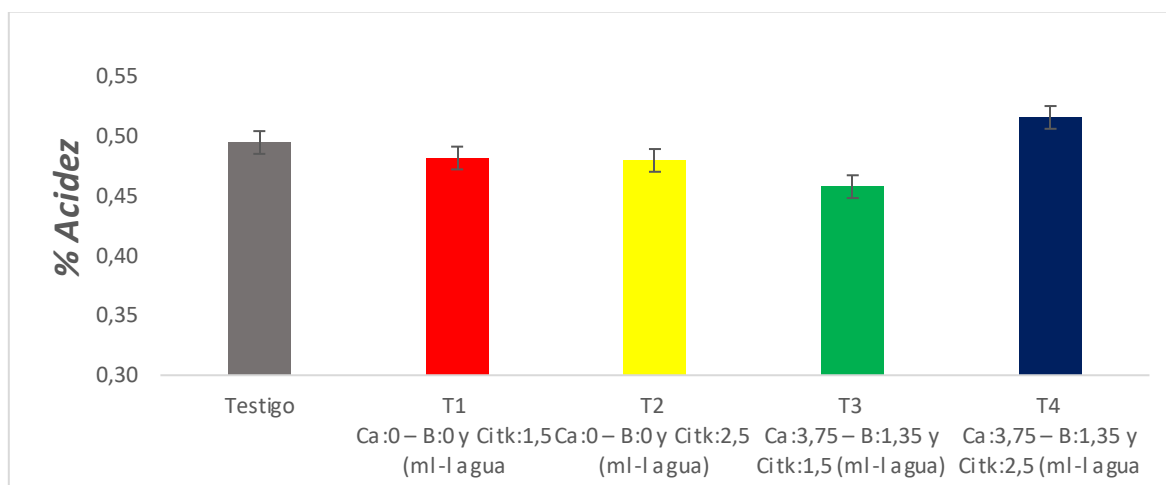


Figura 9. Porcentaje de acidez generada en tomate variedad “Elpida” bajo invernadero con diferentes dosis de Ca-B y citoquininas

7 Discusión:

Para la variable número de racimos por planta, la aplicación de diferentes dosis de calcio – boro y citoquininas produjo diferencias para los tratamientos aplicados en los primeros 8, 23 y 38 DDT donde se muestra que todos los tratamientos aplicados fueron superiores al T0 o testigo. Así mismo, el tratamiento con mayor número de racimos por planta en estos DDT fue el T4 llegando a tener el 96,16 % de racimos por planta para el 38 DDT, mientras que el T0 presentó el 63,5 % para el mismo DDT. Como menciona Pérez (2018) que a mayor dosis de Auxicrop (1 000 ml/ha), mayor fue el contenido hormonal de auxinas, citoquininas, giberelinas, obteniendo mayor número de racimos florales por planta, con el T4 (36,9 racimos florales) ante el testigo con 22,9 racimos por planta, en el cultivo de ecotipo de tomate. Por lo contrario Cabrera *et al.*, (2009) demuestran en su ensayo que con la aplicación de Hormatooon 2 ml (Citoquininas y Giberelinas) y Biobras (Citoquininas, Auxinas y Giberelinas), para la variable número de racimos por planta no presentaron diferencias significativas. Mientras que Román (2016), menciona que cuando aplicó diferentes dosis de citoquininas con fertilización de boro, el tratamiento T3 (citoquinina 500 cc/ha sin fertilización sin boro), aceleró el inicio de floración 13,33 días a diferencia del tratamiento testigo que tardó 15 días, pero esto en el cultivo de maracuya. Al cultivo de tomate se le realizó una poda al alcanzar el quinto racimo, debido a la infraestructura con la que se disponía en la Quinta la Argelia, que imposibilitó dejar que las plantas alcanzaran mayor altura. Por tal razón, a los 53 días la mayoría de las plantas alcanzaron el quinto racimo, y a partir de ese momento (68, 83, 98 DDT) no se encontraron diferencias entre tratamientos.

En la variable número de flores por racimo, la aplicación de calcio – boro y citoquininas provocó aumento en el número de flores. Todos los tratamientos obtuvieron mayor número de flores por racimo (7,65 – 8,24) ante el testigo que fue el tratamiento que menor cantidad de flores por racimo tuvo (6,36). Así mismo Zapata (2014) menciona que mediante la aplicación foliar de (Diss Calcio Boro), obtuvieron mayor número de flores por racimo (13,48), ante la aplicación de (CaBoron) (11,82) y por último el testigo con (10,86). También Pérez (2018) menciona con la aplicación de Auxicrop (citoquininas, giberelinas y auxinas), en diferentes dosis, todos los tratamientos de dosis crecientes de Auxicrop fueron superiores al testigo (3,7), siendo T4 (10,2) aquel tratamiento que obtuvo mayor cantidad de flores por planta. Mientras que Araya (2014) menciona que cuando aplicó diferentes concentraciones de BA (Benciladenina, citoquinina de origen natural proveniente de las

adeninas), no encuentro diferencias (significativas $p > 0,05$) para la variable número de flores por planta. Así también Ramírez *et al.*, (2005) comprobaron que mediante la aplicación de productos reguladores fotohormonales, “Maxigrow con 1,50 mg·litro de citoquininas” fue el producto que mayor número de flores obtuvo en este ensayo, obteniendo hasta 44 % más contenido de flores para condiciones conjuntas de campo e invernadero que el testigo en el cultivo de chile habanero.

Respecto a la variable número de frutos por planta, no se muestran diferencias entre los primeros 8, 23 y 38 DDT, esto se debe a que todos los tratamientos empezaron cuaje de frutos por igual, hasta el 53 DDT en adelante donde ya se encontraron diferencias debido a la aplicación de calcio – boro y citoquininas donde se puede observar un aumento considerado de número de frutos por planta obteniendo en el T4 hasta un 25,04 % más que el testigo. De acuerdo con Araya (2014) quien demostró que mediante la aplicación de BA (Benciladenina, citoquinina de origen natural proveniente de las adeninas) obtuvo mayor cantidad de frutos cosechados con un total de 134 frutos para el T1 (10 mg/L. BA), ante el testigo con 124 total de frutos cosechados, en el cultivo de tomate cv. Fiorentino. Así también Zapata (2014) mediante su ensayo probó que con la aplicación de (Diss Calcio Boro) alcanzó mayor cantidad de frutos cuajados por racimo con 3,85 frutos promedio en los 90 días, ante el testigo con 3,09 en el cultivo de tomate de árbol.

En la variable número de frutos por racimo se determinó que la aplicación de calcio – boro y citoquininas aumentan el número de frutos cosechados, siendo el T4 el que presentó mejores resultados con 7,91 frutos por racimo los demás tratamientos mantuvieron un promedio de 7,26 frutos. El tratamiento T0 o testigo fue el que obtuvo menor número de frutos que el resto con 5,57 frutos por racimo. Resultados parecidos a los de Zapata (2014) quien menciona que mediante la aplicación foliar de (Diss Calcio Boro) obtuvo mayor número de frutos cuajados por racimo (4,91), ante el testigo (4,04) en el cultivo de tomate de árbol. Por otro lado Araya (2014) quien mediante la aplicación de BA (Benciladenina, citoquinina de origen natural proveniente de las adeninas), no obtuvo diferencias significativas en la variable número de frutos por racimo, para los tres racimos con los que trabajó. Por lo contrario Rivas (2017) no tuvo diferencias (significativas $p < 0,05$) para la variable número de frutos por planta mediante la aplicación de diferentes dosis de un biofertilizante a base de diferentes fitohormonas, entre ellas la citoquininas, en el cultivo de pimiento.

Para la variable rendimiento, la aplicación de Ca – B y citoquininas si demostró diferencias entre los tratamientos aplicados, siendo el T4 el que mostro mayor rendimiento (99,22 t/ha), ante el resto de tratamientos, donde los tratamientos T1, T2, T3 obtuvieron en promedio 84,21 t/ha. Y el T1 cual presento menor rendimiento que el resto con 63,11 t/ha. Así también Cangás (2019) probó que mediante la aplicación de citoquininas (1,25 cc.litro) obtuvo mayor rendimiento, obteniendo 54,85 t/ha ante el testigo que obtuvo 49,13 t/ha existiendo diferencias (significativas $p < 0,05$) entre sí, pero además mostro que en la combinacion de fosfitos de Ca – B y citoquininas, no mostraron diferencias (significativos $p > 0,05$) entre los tratamientos, en el cultivo de tomate de árbol. En relación a los resultados de Zamban *et al.*, (2013) quienes realizaron aplicaciones semanales, quinsenales y el testigo de calcio foliar (cloruro de calcio al 0,6%) y boro edafico (0; 2 y 4 g/planta), en de floración, obteniendo como resultados, que la apliacion edafica de boro (4g) con la aplicación quincenal de calcio obtuvo mayor rendimiento (52,8 t/ha), que la aplicación semanal (48,5 t/ha) y el testigo (36,8 t/ha) en el cultivo de tomate a campo abierto. Así también Morales *et al.*, (2021) aplicaron diversos productos organicos con el fin de aumentar el rendimiento de tomate, dentro de los priductos usados estan; humus líquido natural (HLN) que tiene citoquininas y auxinas y acidos humicos ; humus líquido fortificado (HLF), que contiene humos liquido, sales mieraes y citoquininas; entre otros productos organicos que no tienen citoquininas, ademas usó un testigo, el tratamineto donde se aplico HLF, obtuvo mayor rendimiento que el resto con 35,3 t/ha y el tratamiento fue testigo el que tuvo menor rendimiento con 17 t/ha en el cultivo de tomate a campo abierto. Con similitud a los resultados de Rivas (2017) quien aplico diferentes dosis de biofertilizantes a base de citoquininas, humus liquido de lombriz y otras fitohormonas en menor cantidad, obtuvo que el tratamiento con mayor dosis T4 (1,5 lt.ha) fue el que mayor rendimiento presentó con 10,9 t/ha, ante el testigo que llego a tener 6,8 t/ha, esto en el cultivo de pimienta.

Para la variable diametro de frutos la aplicación de calcio – boro y citoquininas mostró efectos positivos, presentando diámetros de máximo 6,83 cm con la aplicación de la mayor dosis para el T4, frente al testigo 5,98 cm. Al igual que Morales *et al.*, (2021) quienes aplicaron diversos productos organicos donde obtuvieron como resultado que para el perimetro del fruto el tratamiento HLF (16 mm) y el tratamiento HLN (14 mm) fueron mayores que el testigo (12 mm) en tomate cherry. Datos parecidos reportan Zamban *et al.*, (2013) quienes realizaron aplicaciones semanales, quincenales y el testigo de calcio foliar (cloruro de calcio al 0,6 %) y boro edáfico (0; 2 y 4 g/planta), en de floración, obteniendo

que con la aplicación edáfica de boro (4g) con la aplicación quincenal de calcio obtuvieron el diámetro promedio mayor (4,6 cm), y el diámetro obtenido con el testigo (4,4 cm) fue inferior al resto de tratamientos. Por otro lado Araya (2014) muestra que al realizar aplicaciones de diferentes dosis de BA (Benciladenina, citoquinina de origen natural proveniente de las adeninas), no se encontraron diferencias (significativos $p > 0,05$) entre tratamientos para la variable diámetro ecuatorial del fruto de tomate.

Para el resto de variables indicadoras de calidad, como lo son grados brix, pH y acidez titulable la aplicación de calcio –boro y citoquininas no causó diferencias entre los tratamientos aplicados. En relación con los resultados expuestos por Checca (2018) quien tras aplicar tres dosis de citoquininas (0.0, 1,5, 3,0 mL/L) en cuatro híbridos de melón (Tacana F1, HB1, HB2 y Caribbean Gold), no obtuvo diferencias (significativos $p > 0,05$) para la variable grados brix. Así también, Peña *et.al.*, (2020) quienes aplicaron productos bioestimulantes con microelementos (Ca- B) y fitohormonas entre ellas citoquininas (Stimplex) en el cultivo de maracuya, y obtuvieron que para la variable sólidos solubles totales (°brix) no se obtuvieron diferencias (significativos $p > 0,05$), mientras que en la variable pH el testigo obtuvo valores de 3.29 siendo este mayor que el resto de tratamientos, Stimplex-G 5 L.ha (3,24), y además variable Acidez, la aplicación de Stimplex-G (5 L.ha) mejoró la acidez ya que mostró tener menor cantidad de acidez (3,29) que el resto de tratamientos, donde el testigo obtuvo 3,75 % de acidez.

8 Conclusiones

- La aplicación foliar de calcio – boro y citoquininas durante la floración del cultivo de tomate variedad “Elpida”, influyó favorablemente en las variables indicadoras del rendimiento como son: número de flores por racimo, y, por planta, número de frutos por racimo, número de frutos por planta y diámetro del fruto; por consiguiente, se registró un aumento en el rendimiento, siendo el T4 (Ca: 3,75 ml/l agua – B: 1,35 ml/l agua y Citoquininas: 2,5 ml/l de agua) el que demostró mejor rendimiento 99,22 t/ha, representando 36,39 % mayor que el testigo con rendimiento de 63,11 t/ha.
- La aplicación de calcio-boro y citoquininas, no tuvo efecto en las variables indicadoras de calidad del fruto de tomate, variedad “Elpidia” bajo condiciones de invernadero.

9 Recomendaciones

- Realizar más investigaciones con dosis más altas y diferentes cultivos, para comprobar los efectos de la interacción calcio – boro y citoquininas sobre la floración, el rendimiento y la calidad del fruto, así esta pueda ser una alternativa que los productores puedan usar para aumentar el rendimiento.

10 Bibliografía

- Godoy, N., & Duarte, M. (2013). EL CULTIVO DE TOMATE CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA. *FAO*.
- López Marín, L. (2017). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*). *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria*.
- Álvarez, E. (2018). CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*). *CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL “Enrique Álvarez Córdova”*.
- Araya, A. (2014). EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BENCILADENINA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CULTIVAR FIORENTINO CULTIVADO EN CONDICIONES CONTROLADAS. *UNIVERSIDAD DE CHILE*.
- Brouwe, C., & County, H. (2011). El Tomate, sus Datos e Historia. *Texas A&M University System*.
- Cabrera, M., & et.al. (2009). ACCION FISIOLÓGICA DEL BIOBRAS 16 EN EL PROCESO DE FLORACIONFRUCTIFICACION Y RENDIMIENTO EN HIBRIDOS DE TOMATE. *Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”*.
- Cangás, C. (2019). Eficacia de la aplicación de fitohormonas y fosfitos, en el cuajado, rendimiento y calidad del fruto, en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*), Cantón Montúfar.”. *UPEC*.
- Checca, J. (2018). Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del melón (*Cucumis melo L.*). *Zamorano*.
- FAO. (22 de Junio de 2019). *La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fichet, T., & Beyá Marshall, V. (2020). ¿Pueden las citoquininas de síntesis ayudar a mejorar la producción? *Red agricola*.
- Flórez, V., & Et.al. (2008). Las citoquininas están asociadas al desarrollo floral de plantas. *scielo*.

- Gaspar, L. (2014). Nutrición del cultivo de tomate para la industria. *Agroestrategias*.
- Gaspar, P., & Francés, E. M. (2013). El tomate. *Universidad de Zaragoza*.
- Guzmán, A., & Corradini, F. (2017). Manual de cultivo del Tomate al aire libre. *Instituto de Desarrollo Agropecuario - BOLETÍN INIA / N° 376*.
- Marín, L. M. (2016). MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE TOMATE *Solanum lycopersicum*. *INTA*.
- MCA/Nicaragua. (2008). PROGRAMA DE DIVERSIFICACION HORTICOLA Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola Cultivo del Tomate. *Chemonics International, Inc*.
- Morales, Y., & el,al. (2021). EMPLEO DE PRODUCTOS BIOORGÁNICOS PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL TOMATE (*LYCOPERSICUM SCULENTUM MILL*). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*.
- Peña, R., & el,al. (2020). Aplicación de bioestimulantes con microelementos en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.*): Rendimiento, calidad y rentabilidad económica. *Manglar*.
- Pérez, R. (2018). Dosis de trihormona orgánica con micronutrientes (Auxicrop) en el rendimiento de un ecotipo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en el distrito de Lamas – región San Martín. *UNSM*.
- Ramírez, E., & et,al. (2005). EFECTO DE PRODUCTOS CON REGULADORES DE CRECIMIENTO SOBRE LA FLORACIÓN Y AMARRE DE FRUTO EN CHILE ‘HABANERO’. *CHAPINGO*.
- Rivas, M. (2017). “EFECTO DE TRES DOSIS DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE AUXINAS, CITOQUININAS Y GIBERELINAS EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*)”. *Universidad de Guayaquil*.
- Rojas, U. (2015). Requerimientos de agua por planta en invernadero. *CATIE*.
- Román, H. (2016). “EFECTO DEL USO DE FITOHORMONAS Y FERTILIZACIÓN CON BORO SOBRE LA NUTRICIÓN, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL

FRUTO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* F.v.) INIAP 2009”. *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*.

Torres, A., Allende, M., & Salinas , L. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. *Instituto de Desarrollo Agropecuario*.

Yzarra, W., & López , F. (2010). MANUAL de OBSERVACIONES. *SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA*.

Zamban, D., & et,al. (2013). Aplicaciones de calcio y boro aumentan la producción de híbridos de tomate Italiano (*Solanum lycopersicum*) endos temporadas de cultivo. *Departament of Agronomic and Environmental Sciences,*.

Zapata, A. (2014). EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE TUTORADO CON LA APLICACIÓN DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES A BASE DE Ca Y B, PARA DISMINUIR EL ABORTO DE FLORES Y FRUTOS EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*) EN ISINCHE-PUJILI, COTOPAXI”. *UTC*.

11 Anexos

Anexo 1. Análisis desuelo del invernadero donde se realizó el experimento

MC-LASPA-2201-01

| | | |
|--|--|---|
|  | INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec |  |
|--|--|---|

INFORME DE ENSAYO No: 21-0927

NOMBRE DEL CLIENTE: Romero Manzanares Luis Miguel
PETICIONARIO: Romero Manzanares Luis Miguel
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Romero Manzanares Luis Miguel
DIRECCIÓN: Loja

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 01/12/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:32
FECHA DE ANÁLISIS: 06/12/2021
FECHA DE EMISIÓN: 10/12/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: S4 + CE. + CIC. + CO. + DA.

| Análisis | Unidad | pH | N | | P | | S | | B | | K | | Ca | | Mg | | Zn | | Cu | | Fe | | Mn | | Ca/Mg | | Mg/K | | Ca+Mg/K | | Bases * | | MO | | CO. | | Textura (%) | | | | IDENTIFICACIÓN |
|----------|--------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|------|-------|---------|------|----------|---|------|-------|------|---------|----------------|----------------------|--|--|----------------|
| | | | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | meq/100g | % | % | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural | | | | |
| 21-3409 | | 5,62 | Me | Ac | 90 | A | 37 | A | 23 | M | 0,19 | B | 0,11 | B | 4,69 | A | 1,39 | A | 1,7 | B | 3,1 | M | 388 | A | 11,0 | M | 3,36 | 12,30 | 53,68 | 6,20 | 3,7 | A | 6,38 | 43 | 34 | 23 | FRANCO | Invernadero Tomate 1 | | | |

| Análisis | AI+H* | AI* | Na * | C.E. | N. Total* | * K H2O* | P H2O* | CI* | IDENTIFICACIÓN |
|----------|----------|-----|------|------|-----------|----------|--------|-----|-----------------------|
| Unidad | meq/100g | | | dS/m | % | ppm | ppm | ppm | N |
| 21-3409 | | | | 1,51 | NS | | | | Invernadero de Tomate |

OBSERVACIONES:

| METODOLOGIA USADA | |
|-------------------|---------------------|
| pH = | Suelo: Agua (1:2,5) |
| PK Ca Mg = | Obten Modificado |
| LS = | Fosfato de Calcio |
| B = | Curcumina |

* Ensayos no solicitados por el cliente

| INTERPRETACION | |
|--------------------|----------------------|
| pH | Elemento |
| Ac = Acido | N = Neutro |
| LAc = Liger. Acido | LAI = Lige. Alcalino |
| PN = Prac. Neutro | AI = Alcalino |
| RC = Requieren Cal | T = Tóxico (Boro) |

| ABREVIATURAS | |
|--------------|-------------------------|
| C.E. = | Conductividad Eléctrica |
| M.O. = | Materia Orgánica |

| METODOLOGIA USADA | |
|-------------------|-----------------------|
| C.E. = | Pasta Saturada |
| M.O. = | Dicromato de Potasion |
| AI+H = | Titración NaOH |

| INTERPRETACION | | |
|----------------|------------------|-----------------|
| AI+HAI y Na | C.E. | M.O y CI |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino |
| M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino |
| T = Tóxico | | A = Alto |


 Formado e-identificación por:
JOSE ALONSO LUCERO MALATAY
 LABORATORISTA


 Formado e-identificación por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

MC-LASPA-2201-01

| | | |
|--|--|---|
|  | INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240 |  |
|--|--|---|

INFORME DE ENSAYO No: 21-0927


NOMBRE DEL CLIENTE: Romero Manzanares Luis Miguel
PETICIONARIO: Romero Manzanares Luis Miguel
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Romero Manzanares Luis Miguel
DIRECCIÓN: Loja

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 01/12/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:32
FECHA DE ANÁLISIS: 06/12/2021
FECHA DE EMISIÓN: 10/12/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: CIC

| Nº muestra | K | Ca | Mg | Na | Suma de bases | Saturación de bases | CIC | Identificación de la muestra |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------------|
| | meq/100 g suelo | meq/100 g suelo | meq/100 g suelo | meq/100 g suelo | meq/100 g suelo | (%) | meq/100 g suelo | |
| 21-3409 | 0,12 | 4,72 | 1,42 | 0,32 | 6,6 | 95,8 | 6,9 | Invernadero Tomate 1 |

RESPONSABLES DEL INFORME


 Formado e-identificación por:
JOSE ALONSO LUCERO MALATAY
 LABORATORISTA


 Formado e-identificación por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 2. Fotografías



Figura 10. Preparación del suelo en invernadero



Figura 11. Trasplante



Figura 12. Control de plagas y enfermedades



Figura 13. Aplicación de tratamientos



Figura 14. Tutoraje y toma de datos.



Figura 15. Poda de chupones y hojas bajas



Figura 16. Cosecha y toma de datos para rendimiento



Figura 17. Determinación de °Brix, pH y acidez titulable en laboratorio de bromatología

Anexo 3. Tablas

Tabla 4. Fungicidas e insecticidas usados para control de plagas y enfermedades

| Insumos | Nombre Comercial | Composición | Dosis |
|--------------|------------------|------------------------|-----------|
| Insecticidas | Kañon | Chlorpyrifos 500 g/l. | 1,25 ml/l |
| | | Cypermethrina 50 g/l. | |
| | | Aditivos 1l | |
| | DAROMA | Abamectin 18 g/l | 2,5 ml/l |
| | | Acetamiprid 50 g/l | |
| | | Aditivos 1l | |
| | Yoga | Abamectin 18 g/l | 0,6 ml/l |
| | | Xylane 425 g/l | |
| | | Aditivos 1l | |
| | MATCH | Lufenuron 50 g/l | 1,25 ml/l |
| Aditivos 1l | | | |
| Fungicida | Ridomil Gold | 40 g/kg de Metalaxyl-M | 5 gr/l |
| | | 640 g/kg de Mancozeb | |

Tabla 5. Fertilizantes y sus dosis usadas en el cultivo de tomate variedad “Elpida”

| Fertilizantes (Kg o l) | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 |
|---|---------|-------------|----------|
| | 25 DDT | 26 - 65 DDT | > 66 DDT |
| Nitrato de calcio (N03) | 2,4 | 0 | 0 |
| Nitrato de amonio NH ₄ NO ₃ | 1,37 | 1,37 | 1,42 |
| Muriato de potasio (KCL) | 1,95 | 4,2 | 6,3 |
| Sulfato de magnesio (MgSO ₄) | 0,52 | 0,82 | 1,18 |
| Ácido fosfórico (H ₃ PO ₄) | 0,22 | 0,22 | 0,26 |

Anexo 4 Certificación de traducción abstrac

CERTIFICACIÓN

Loja, 21 de septiembre de 2022

Lic. Yulisa Liset Manzanares Ordoñez

Docente del Ministerio de Educación

En mi calidad de Licenciada en Pedagogía de Idioma Inglés con capacidades que pueden ser probadas a través de la certificación de conocimiento del Inglés, nivel B2, he realizado la traducción del resumen del trabajo de tesis denominado: **Efecto de la aplicación de calcio-boro y citoquininas durante la floración sobre el rendimiento y calidad del tomate "*Solanum lycopersicum*" bajo invernadero en La Argelia, Loja** perteneciente al señor estudiante **Oscar Efren Aguilera Muñoz** con C.I. 1105726275.

Es en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado, señor estudiante: **Oscar Efren Aguilera Muñoz**, hacer uso legal del presente según estime conveniente.

Atentamente,



Yulisa Liset Manzanares Ordoñez
Docente del Ministerio de Educación
Nro registro Senecyt 1031-2022-2421776