

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Evaluación de cuatro dosis de biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales y su efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* CANTA CUSCATLAN), utilizando la técnica de fertirriego**

POR

Katereene Tatiana González del Cid  
Patricia Judith Vásquez de Ponce  
Karla Beatriz Sánchez Gómez

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**



**Evaluación de cuatro dosis de biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales y su efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* CENTA CUSCATLAN), utilizando la técnica de fertirriego**

**POR**  
Katereene Tatiana González del Cid  
Patricia Judith Vásquez de Ponce  
Karla Beatriz Sánchez Gómez

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**INGENIERA AGRÓNOMO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 2021**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**LIC. M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL:**

**LIC. M.Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. FRANCISCO LARA ASCENCIO**

**SECRETARIO:**

**ING. AGR. M.Sc. BALMORE MARTINEZ SIERRA**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

**ING. AGR. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENSIO**

---

**DOCENTES DIRECTORES:**

**ING. AGR. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENSIO**

---

**ING. AGR. CARLOS ALBERTO AGUIRRE CASTRO**

---

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

**ING. AGR. NELSON BERNABE GRANADOS ALVARADO**

---

## **ABSTRACT**

The research was developed at the Experimental Station of the Faculty of Agronomic Sciences, University of El Salvador. Municipality of San Luis Talpa. Department of La Paz, from October 2019 to March 2020, consisted in evaluating the effect on the yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Centa Cuscatlán) crop with 4 doses of liquid biofertilizer enriched with mineral salts T1(1%), T2 (1.5%), T3 (2%), T4 (2.5%) and a control 0% by means of the technique of fertirrigation by dripping to open field, in which was used bamboo rods perforated internally and externally, adapting to drums for a distribution in 8 plants of each treatment. In the experiment, a completely randomized block design was executed with 4 treatments (dose= 100ml, 150ml, 200ml, 250ml diluted in 20 liters of water and a control T0 (0ml) in 5 repetitions per treatment; The variables evaluated were independent variables: dose of supermagro liquid biofertilizer and a control. Dependent variable: Tomato crop yield: indicators: stem diameter, height and number of flowers per plant, number of diameter and weight of fruit per plant. The analysis of results was carried out with the statistical software INFOSTAT in which an analysis of variance was applied with a comparison of groups through the Tukey and Kruskal Wallis test. Tukey test, for parametric variables with a behavior of normality and equality and kruskal Wallis test, for non-parametric variables with a degree of significance of 5%. To give the dose that gave the best results in terms of production and economic benefit. Statistically, the T2 that corresponded to the dose of concentrated biol of 150ml diluted in 20 liters of water, showed greater effect on the indicators of stem diameter. Fruit number, diameter and fruit weight at  $p \leq 0.05$ .

**Key word:** Tomato Cuscatlán, fertigation, liquid biofertilizer, dose.

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Municipio de San Luis Talpa. Departamento de La Paz, de octubre 2019 a marzo de 2020, consistió en evaluar el efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Centa Cuscatlán) con 4 dosis de biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales T1(1%), T2 (1.5%), T3 (2%), T4 (2.5%) y un testigo 0% mediante la técnica de fertirriego por goteo a campo abierto, en el que se utilizó varas de bambú perforadas interna y externamente, adaptándose a bidones para una distribución en 8 plantas de cada tratamiento. En el experimento se ejecutó un diseño de bloques completamente al azar con 4 tratamientos (dosis= 100ml, 150ml, 200ml, 250ml diluidos en 20 litros de agua y un testigo T0 (0ml) en 5 repeticiones por tratamiento; Las variables evaluadas fueron variable Independiente: dosis de biofertilizante líquido supermagro y un testigo. Variable dependiente: El rendimiento del cultivo de tomate: indicadores: diámetro del tallo, altura y número de flores por planta, número diámetro y peso del fruto por planta. El análisis de resultados se realizó con el software estadístico INFOSTAT en el cual se aplicó un análisis de varianza con una comparación de grupos mediante la prueba de Tukey y kruskal Wallis. Prueba de tukey, para las variables paramétricas con un comportamiento de normalidad e igualdad y prueba de kruskal Wallis, para variables no paramétricas con un grado de significancia de 5%. Con el fin de dar conocer la dosis que dió los mejores resultados en cuanto a producción y beneficio económico. Estadísticamente el T2 que correspondió a la dosis de biol concentrado de 150ml diluidos en 20 litro de agua, mostro mayor efecto en los indicadores diámetro de tallo. Número de fruto, diámetro y peso de fruto al  $p \leq 0.05$ .

**Palabras claves:** Tomate Cuscatlán, fertirriego, biofertilizante líquido, dosis.

## AGRADECIMIENTOS

**A DIOS PADRE:** por la bendición de la vida por la provisión a mi vida por este logro personal como profesional en mi vida.

**A MI FAMILIA:** por todo el apoyo emocional como económico que cada uno me ha dado para mejorar cada día

**A MIS DOCENTES DIRECTORES:** al Ing. Agr. José Mauricio Tejada Asencio y el Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro por su apoyo en la investigación realizada por sus conocimientos científicos transmitidos

**AL COMITÉ OBSERVADOR:** Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio, Ing. Agr. José Roldan Tobar y In. Agr. Ricardo Augusto Imendia Flores por su contribución y apoyo en la investigación

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:** los cuales forman parte importante de mi vida con los cuales son un apoyo en la bendición como en la adversidad

**A NUESTRA ALMA MATER:** por permitirme formarme como profesional con conocimientos y experiencia transmitidas por parte de los docentes que dejaron esa semilla en cada asignatura cursada y por esa Facultad de Ciencias Agronómicas por su aporte en mi vida personal.

Patricia Vásquez

## AGRADECIMIENTOS

**A NUESTRO DIOS TODO PODEROSO:** por permitirme lograr un triunfo más en mi vida, por todas las fuerzas necesarias que me ha brindado, por la salud y entendimiento, a lo largo de mi carrera, a mi madrecita **virgen de Guadalupe** por su intercesión ya que me ha dado la bendición de poder concluir mi carrera y emprender con valor, dignidad y humildad mi futuro profesional.

**A MI FAMILIA:** por brindarme todo el cariño y su amor incondicional siendo el mejor apoyo personal, moral y económico, especialmente mis padres por ser mi fuente de inspiración y trabajo en toda mi carrera para conseguir mí meta.

**A MIS DOCENTES DIRECTORES:** Ing. Agr. José Mauricio Tejada Asensio, y Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro, por el aporte de su conocimiento académico y científico que cada uno nos brindó para realizar nuestro trabajo de graduación y culminarlo con satisfacción.

**Agradecimiento especial:** Tía Deysi del Carmen Gómez y Tío Eduardo Gómez por todo el apoyo económico que me brindaron para poder iniciar y finalizar mi carrera.

**Agradecimiento especial:** José Alberto Cortez por brindarme todo el apoyo moral y económico y por transmitirme las fuerzas para seguir luchando y culminar mi meta.

**AL COMITÉ OBSERVADOR:** Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio, Ing. Agr. Ricardo Augusto Imendia Flores, Ing. Agr. José Roldan Tobar, por apoyarme en todo el proceso de investigación.

A Ing. Agr. Miguel Ramírez (MAOES) por su apoyo con su conocimiento sobre nuestra investigación y por la ayuda que nos brindó con los materiales para la fase de campo de nuestra investigación.

**A MIS COMPAÑERAS/OS:** Tatiana del Cid y Patricia Judith Rivera con quienes compartí buenos momentos, además de brindarme su apoyo para poder llegar a la recta final con nuestro proyecto.

A mis amigos/as que conocí a lo largo de toda la carrera por brindarme su amistad, por compartir buenas experiencias, conocimientos académicos. A los trabajadores de la estación Experimental por su apoyo y tiempo brindado en la realización de las actividades de Campo. En especial a los de seguridad por acompañarnos en el tiempo que duro la fase de campo de nuestra investigación.

**A NUESTRA ALMA MATER:** por ser la mejor institución para la formación de profesionales y que me ha permitido crecer en ella a lo largo de mi carrera, con la ayuda de todos los docentes que me formaron académicamente para que hoy día sea una buena profesional y poder transmitir mis conocimientos a la sociedad.

Karla Sánchez Gómez

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS TODO PODEROSO:** Por permitirme culminar esta etapa de mi vida, dándome la sabiduría para poder alcanzar mi meta profesional.

**A MIS PADRES:** Por ser mi pilar y apoyo incondicional en todo momento en esta trayectoria para alcanzar este logro.

**A MI HERMANA:** Por ser la que me anima y ha estado junto a mí cuando más lo he necesitado, a pesar de tantas peleas y agarrones has estado para mí siempre.

**A MI HIJO:** por ser mi motivación, me liberas de todas las adversidades que se me presentan, me impulsas cada día a superarme en la carrera de ofrecerte siempre lo mejor, no es fácil eso lo sé, pero tal vez si no te tuviera, no hubiese logrado tantas cosas, tal vez mi vida sería un desastre sin ti.

**AL PADRE DE MI HIJO:** Por estar apoyándome a que no me rindiera en esta trayectoria y compartir el regalo más hermoso que Dios nos ha dado nuestro hijo.

**A MIS DOCENTES DIRECTORES:** Al Ing. Agr. José Mauricio Tejada Asencio y el Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro, por su apoyo a la investigación realizada, por aguantarnos en esta trayectoria, y por transferirnos sus conocimientos científicos.

**AL COMITÉ OBSERVADOR:** Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio, Ing. Agr. José Roldan Tobar y al Ing. Agr. Ricardo Augusto Imendia Flores, por su apoyo y contribución en la investigación

**A MIS COMPAÑERAS DE TESIS:** Karla Beatriz Sánchez y Patricia Judit de Ponce, por aguantarme, que no fue fácil, pero lo hicieron en toda esta trayectoria, por compartir sus conocimientos y experiencias, que creamos un vínculo de amistad y que al final lo logramos y todas somos bendecidas con nuestros hijos.

**A NUESTRA ALMA MATER:** Por permitirme formar con valores y ética profesional y formarme con conocimientos y experiencias transmitidas por parte de los docentes que sembraron su semilla con cada asignatura cursada y por mi adorada Facultad Ciencias Agronómicas a sus docentes que aportaron en mi vida.

Katereene González Del Cid

## DEDICATORIA

**A DIOS PADRE CELESTIAL:** por haberme brindado hasta este momento la vida por esa sabiduría en conocimientos y perseverancia a lo largo de mi vida académica por la provisión en alcanzar esa meta profesional.

**A MIS PADRES:** Mirta Ángela Rivera Urbano por ser ese pilar importante en mi vida por lo que has sufrido para verme estar donde Dios me ha puesto y Carlos Salome Vásquez García por el apoyo que me brindaron para mi vida personal como profesional por su amor, comprensión, solidaridad, por sus sacrificios por sus consejos porque sin su ayuda no hubiera alcanzado este gran paso inmensas gracias.

**A MIS HERMANOS:** Pedro Vásquez por los sacrificios por lo que dejaste para ayudarme a alcanzar mi meta por estar presente cuando lo necesitaba y Kelly Vásquez por todo lo que me dan sin esperar nada a cambio

**A MIS TIOS:** Rubenia Rivera por sus cuidados y esa dedicación para formar mi vida y ser esa segunda madre, José Israel Vásquez y María Elena de Vásquez por su apoyo en esos momentos difíciles por sus consejos por ese amor de familia y por ser como mis segundos padres y a mi tía Alejandra Vásquez (Q.E.P. D:), por enseñarme a ser esa mujer luchadora, humilde y temerosa de Dios

**A MIS ABUELOS:** Ramón Donato Rivera (Q.E.P. D:) e Inocente de Vásquez (Q.E.P. D:) por su amor y su dedicación mientras estuvieron en vida.

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:** Julia María Medina, Lidia Maribel Sánchez, Gabriela Emeli, Sara Raquel Flores, Walter Carpio y demás compañeros y amigos por esa linda amistad que ha perdurado a pesar de los años por esos consejos por esa alegría vivida dentro de la universidad, así como tristezas gracias por estar allí.

**A MIS COMPAÑERAS DE TESIS:** Katereene del Cid y Karla Sánchez por sus apoyo y comprensión por transmitirme esos conocimientos esa experiencia y porque a pesar de las diferencias estuvieron presentes Dios las bendiga.

**A LOS DOCENTES:** a todos los docentes de nuestra Facultad de Ciencias Agronómicas, quienes formaron parte de nuestra formación académica y personal.

**ING.AGR.** Miguel Ramírez por su apoyo desde el inicio de este proyecto por ese aporte valioso y respaldo a la investigación.

**A MI ESPOSO Y FAMILIA:** Rubén Osmaro Ponce por apoyarme darme su amor y por ser parte de mis logros mis alegrías y tristezas

Patricia Vásquez

## DEDICATORIA

**A DIOS TODO PODEROSO:** por haberme dado toda la fuerza, la salud, sabiduría y conocimiento en lo largo de mi vida académica y personal, por permitirme finalizar este gran proyecto a pesar de cada uno de los obstáculos y dificultades.

**A MIS PADRES: Gustavo Atilio Sánchez Gómez** por darme todo el apoyo que necesite, por ser mi mayor motor que me impulso a tomar buenas decisiones me brindo sus consejos y mi guía para comenzar y finalizar esta carrera que me ha enseñado a amar y cuidar la naturaleza y poder ser una persona profesional productiva. A mi madre **Vilma Guadalupe Gómez de Sánchez (Q.E.P.D)** a pesar de que ya no está presente, fue mi fuente de inspiración, mi fortaleza, me dio su comprensión, paciencia y sabios consejos y por guiarme en cada momento de mi vida para llegar al camino correcto.

**A MIS HERMANOS: Cristian Sánchez y Gustavo Sánchez** que han sido gran parte de la ayuda que he recibido si ellos no hubiese sido posible culminar mi carrera sin sus apoyos incondicionales, me han dado una gran muestra de cariño al estar juntos y pendientes de mí.

**A MI COMPAÑERO DE VIDA: José Alberto Cortez,** por darme ese apoyo incondicional en los momentos más difíciles, por sus consejos para no darme por vencida, por su amistad, comprensión, cariño y por todo el amor que me ha trasmitido.

**A LOS DOCENTES:** a cada uno de los docentes de la facultad de ciencias agronómicas que me formaron y me orientaron académicamente desde el inicio de mi carrera y poder culminar mi carrera profesional.

Karla Sánchez Gómez

## **DEDICATORIA**

**A DIOS TODO PODEROSO:** Por guiarme a lo largo de mi vida, haberme dado sabiduría, fuerza y conocimiento en el transcurso de mi vida personal y académica, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, por permitirme alcanzar mi meta profesional.

**A MIS PADRES:** Elmer Rosemberg González Zuleta y María Aurora del Cid de González, por su trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, es un orgullo y privilegio que Dios me dio de ser su hija, son los mejores padres por estar a mi lado incondicionalmente, apoyándome en lo académico y personal, por brindarme consejos, paciencia y sobre todo comprensión cuando más lo necesité, por ese amor que me han dado y le dan a mi hijo, los amo y muchas gracias por no dejar que me rindiera.

**A MI HERMANA:** Briseida Valeria González del Cid, por estar a mi lado apoyándome y estar ahí a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida, a pesar de nuestras diferencias a estado ahí cuando más la necesité y sé que estarás ahí cuando lo requiera, gracias por ser incondicional y hacer sacrificios.

**A LOS DOCENTES:** A todos los docentes de nuestra querida Facultad de Ciencias Agronómicas, quienes formaron parte de nuestra formación académica y personal, al dejarnos valores morales y éticos.

**Ing. Agr. Miguel Ramírez** por su apoyo, respaldo y aporte a nuestra investigación.

**Katereene González Del Cid**

## **INDICE GENERAL CONTENIDO PÁG**

ABSTRACT .....	IV
RESUMEN .....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
DEDICATORIA .....	IX
INDICE GENERAL.....	XII
INDICE DE FIGURAS .....	XIV
INDICE DE CUADROS .....	XV
INDICE DE TABLAS .....	XV
INDICE DE ANEXOS (FIGURAS) .....	XV
INDICE DE ANEXOS (CUADROS).....	XVI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 La agroecología para la seguridad alimentaria .....	2
2.1.1. Agricultura Sostenible .....	2
2.1.2. Seguridad Alimentaria .....	2
2.1.3. Beneficios de los agroecosistemas.....	2
2.2 Origen y distribución del tomate .....	3
2.3 Importancia económica y nutricional del cultivo de tomate .....	3
2.3.1 Morfología de la planta de tomate del cultivo.....	4
2.3.2 Requerimientos climáticos.....	5
2.3.3 Habito de Crecimiento .....	5
2.4 Etapas fenológicas del tomate .....	5
2.4.1 Requerimientos nutricionales del cultivo .....	6
2.4.2 Fertilización del cultivo.....	6
2.5 Diversidad de Biofertilizantes .....	7
2.5.1 Fertilizante Supermagro.....	7
2.5.2 Preparación del supermagro.....	9
2.6. Riego.....	10
2.6.1 Riego por goteo .....	10
2.6.2 Sistema de riego por goteo usando varas de bambú.....	10
2.6.2.1 Compatibilidad con las condiciones de producción en la finca: .....	10

2.7	Fertirriego.....	11
2.7.1	Ventajas del fertirriego .....	11
2.7.2	Limitaciones.....	12
2.8	Características químicas del agua .....	12
2.8.1	Conductividad eléctrica del agua de riego .....	12
2.8.2	PH del agua de riego .....	13
2.8.3	Características físicas del agua .....	13
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1	Descripción del lugar de estudio .....	13
3.2	Metodología de campo .....	14
3.2.1	Delimitación .....	14
3.2.2	Instalación del sistema de riego.....	14
3.2.3	Elaboración de semillero.....	15
3.3	Preparación de suelo:.....	15
3.4	Trasplante.....	16
3.4.1	Trasplante de plantines (semillas de tomate CENTA CUSCATLAN).....	16
3.4.2	Fertilización del cultivo.....	17
3.4.3	Composición nutricional del biofertilizante .....	17
3.5	Programa de riego y nutrición.....	17
3.5.1	Lámina de agua aplicada en cada riego .....	18
3.6	Indicadores de cosecha .....	19
3.6.1	Cosecha .....	19
3.7	Metodología Estadística .....	20
3.7.1	Diseño estadístico .....	20
3.7.2	Población y muestra.....	20
3.7.3	Tratamientos en estudio .....	20
3.8	Variables evaluadas.....	21
3.8.1	Indicadores de crecimiento.....	21
3.8.2	Indicadores de Producción de la planta .....	21
3.9	Metodología económica .....	22
3.9.1	Relación beneficio-costos .....	22
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1	Altura de la planta .....	23

4.2	Comportamiento semanal del crecimiento de la planta de tomate.....	24
4.3	Diámetro de tallo .....	25
4.4	Número de flores .....	26
4.5	Número de fruto .....	28
4.6	Comparación entre número de flores y número de frutos producidos.....	29
4.7	Peso de fruto.....	30
4.8	Diametro de fruto .....	31
4.9	Costo de producción de tomate variedad CENTA CUSCATLAN.....	32
5	CONCLUSIONES .....	34
6	RECOMENDACIONES .....	35
7	BIBLIOGRAFÍA.....	36
8	ANEXOS .....	41

**INDICE DE FIGURAS  
CONTENIDO PÁG**

Figura 1	Efecto de la aplicación de cinco dosis de biofertilizante en la altura de plantas de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020. ....	23
Figura 2	Efecto de la aplicación de cinco dosis de biofertilizante en sobre el diámetro de tallo en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020. ....	26
Figura 3	Efecto de la aplicación de cinco dosis de biofertilizante en sobre el número de flores en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020. ....	27
Figura 4	Efecto de la aplicación de cinco dosis de biofertilizante en sobre el peso de fruto en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020. ....	30
Figura 5	Efecto de la aplicación de cinco dosis de biofertilizante en sobre número de frutos en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020. ....	28
Figura 6	Efecto de la aplicación de cinco dosis de biofertilizante en sobre el diámetro de fruto en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020. ....	32
Figura 7	Comparación entre número de flores y furtos obtenidos de la aplicación de cinco dosis de biofertilizante en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020.....	30
Figura 8	Comportamiento de crecimiento semanal de la planta con cinco tratamientos en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020. ....	25

## **INDICE DE CUADROS CONTENIDO PÁG**

Cuadro 1 Características agronómicas de la variedad CENTA CUSCATLÁN-CC .....	4
Cuadro 2 Resumen de las etapas fenológicas.....	6
Cuadro 3 Requerimientos nutricionales del tomate (kg/ha).....	6
Cuadro 4 Cantidad de sales minerales .....	9
Cuadro 5 Interpretación de conductividad eléctrica del agua (ds/m) .....	12
Cuadro 6 Repelentes y extractos utilizados para el control de plagas y enfermedades que se presentaron en el cultivo de tomate (L. esculentum. CENTA CUSCATLAN). UES-.CC. AA. Tesis 2020. ....	16
Cuadro 7 Conductividad eléctrica de la solución nutritiva de cada tratamiento en el cultivo de tomate (L. esculentum. CENTA CUSCATLAN). UES-.CC. AA. Tesis 2020.....	17
Cuadro 8 Composición nutricional del supermagro.....	17
Cuadro 9 Programa de fertirriego para el cultivo de tomate (L. esculentum. CENTA CUSCATLAN). UES-.CC. AA. Tesis 2020. ....	18
Cuadro 10 Gasto de biofertilizante y agua /ciclo vegetativo .....	19
Cuadro 11 Medias de altura de plantas por tratamientos .....	23
Cuadro 12 Medias de los diámetros totales de tallo por cada tratamiento.....	25
Cuadro 13 Medias del número de flores por tratamiento.....	27
Cuadro 14 Medias de peso de fruto por tratamiento .....	30
Cuadro 15 Media de número de frutos por tratamiento. ....	28
Cuadro 16 Medias de diámetro de fruto por tratamiento .....	31

## **INDICE DE TABLAS CONTENIDO PÁG**

Tabla 1 Curva de coeficiente del cultivo.....	18
Tabla 2 Datos generales del suelo.....	19

## **INDICE DE ANEXOS (FIGURAS) CONTENIDO PÁG**

Figura A- 1 Mapa de la Estación Experimental y de Práctica. Ubicación de la parcela de investigación.....	50
Figura A- 2 Varas de bambú variedad .....	51
Figura A- 3 Medición de diámetro interno de la vara .....	51
Figura A- 4 Perforación de entrenudos (goteros) .....	51
Figura A- 5 Perforación de entrenudos .....	51
Figura A- 6 Aforo de cada gotero.....	51
Figura A- 7 Acople de la vara al bidón .....	51
Figura A- 8 Delimitación de la parcela. ....	51
Figura A- 9 Pruebas de aforo.....	51
Figura A- 10 Elaboración de semillero .....	51
Figura A- 11 Preparación del suelo.....	51
Figura A- 12 Trasplante de plantines .....	51

Figura A- 13 Plantines de tomate Cebaco.....	51
Figura A- 14 Fertilización del cultivo, con supermagro y microorganismos de montaña ...	51
Figura A- 15 Aplicación de ceniza y m5 y control sanitario .....	51
Figura A- 16 Diagrama de tratamientos en estudio en tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020 .....	51
Figura A- 17 Toma de datos de altura, diámetro y número de flores por planta .....	51
Figura A- 18 Toma de datos de número, diámetro y peso de Frutos por planta.....	51

## **INDICE DE ANEXOS (CUADROS) CONTENIDO PÁG**

Cuadro A - 1 Promedios semanales de altura de planta. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020 .....	41
Cuadro A - 2 Promedios semanales de diámetros de tallo de la planta. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020 .....	41
Cuadro A - 3 Número de flores producidas por cada semana. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020	41
Cuadro A - 4 Número de frutos producidas por cada semana. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020	42
Cuadro A - 5 Promedios semanales de diámetro de fruto. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020 .....	42
Cuadro A - 6 Peso de frutos por tratamiento en cada semana. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> ), EEP. UES- CC.AA.....	42
Cuadro A - 7 Prueba de kruskal Wallis en variable altura de planta.....	43
Cuadro A - 8 Prueba de kruskal Wallis en la variable diámetro de tallo. ....	43
Cuadro A - 9 Análisis de varianza para la variable número de flores. ....	43
Cuadro A - 10 Prueba de Tukey de tratamientos en variable número de flores.....	44
Cuadro A - 11 Prueba de kruskal Wallis en la variable peso de fruto. ....	44
Cuadro A - 12 Análisis de varianza para la variable número de fruto. ....	44
Cuadro A - 13 Prueba de Tukey de tratamientos en variable número de fruto. ....	45
Cuadro A - 14 Prueba de kruskal Wallis en la variable diámetro de fruto .....	45
Cuadro A - 15 Costos de producción de tomate ( <i>Lycopersicum Sculentum L.</i> ) En condiciones de Cielo Abierto En Estación Experimental y de Prácticas UES – CC. AA, Tesis 2019-2020 .....	45
Cuadro A - 16 Presupuesto parcial tratamientos de supermagro proyectado para 1 hectárea.....	47
Cuadro A – 17 Análisis de suelo del lote la granja de la estación experimental y de prácticas, de la facultad de ciencias agronómicas. san Luis talpa. La paz.....	54
Cuadro A – 18 Análisis de biofertilizante supermagro.....	55

## 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura sostenible es importante para conseguir el bienestar nutricional de las personas, las cuales pueden llevar una vida sana y productiva cuya plena realización depende también de los logros paralelos en el disfrute de los derechos a la salud, educación, trabajo y otros (UES 2008).

Este Modelo de Agricultura garantiza la satisfacción de las necesidades nutricionales básicas de las generaciones aporta diversos beneficios económicos, sociales, y la erradicación de la pobreza, la producción y el consumo sostenibles, y la protección y manejo de los recursos naturales, son la base del desarrollo económico y social y requisitos esenciales para alcanzar un desarrollo sostenible (PNUMA 2010).

Desde el punto de vista alimenticio, el tomate es la hortaliza que por su versatilidad de consumo es una de las más importantes. A nivel de Norte y Centroamérica, el consumo per cápita/año es alrededor de los 26.9 kg, mientras que a nivel mundial es de 12.6 kg. El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel Nacional. Es importante que el productor de tomate incorpore nuevas tecnologías para incrementar su productividad y obtener mayores ingresos, a fin de disminuir las importaciones. (CENTA 2017)

Una alternativa es utilizar biofertilizantes y microorganismos eficientes que se encuentra dentro de la biotecnología de la agricultura sostenible (García 2019), los cuales se producen a base de microorganismos que viven en el suelo, aunque en bajas poblaciones; al incrementar su población mediante la inoculación son capaces, entre otros beneficios, de poner a disposición de las plantas una parte importante de los elementos nutritivos que estas necesitan, para su desarrollo sin afectar el equilibrio biológico del suelo, conservan los recursos naturales, generan una agricultura y medio ambiente sostenible (Planes et al. 2004)

Además, se presenta una tecnología de producción a los pequeños agricultores a través del fertirriego aplicando biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales, con esta técnica los nutrientes son aplicados en forma más precisas y uniforme, sólo al área humedecida donde se encuentran las raíces del cultivo; existe un mejor control de dosis de nutrientes, incrementa rendimientos, la calidad e inocuidad del producto final.

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar las cuatro dosis de biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales y un testigo, a través de la aplicación por fertirriego, Con la finalidad de dar conocerlos mejores resultados en cuanto a producción y beneficio económico para los productores en la siembra del cultivo de tomate de la variedad CENTA CUSCATLAN.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 La agroecología para la seguridad alimentaria**

Con una población en crecimiento, una mayor presión sobre la tenencia, uso y gestión de los recursos naturales, sufriendo ya los embates del cambio climático, es necesario promover y rescatar prácticas productivas que permitan garantizar y diversificar la productividad, pero que no promuevan daños irreversibles a los ecosistemas. Siendo la agricultura agroecológica una alternativa para nuestros productores.

#### **2.1.1. Agricultura Sostenible**

La agricultura sostenible provee de alimentos; también aumenta la fertilidad de los suelos, protege el agua, resguarda las semillas valiosas, mantiene la biodiversidad y asegura que la tierra pueda sostener la vida de las generaciones futuras. Aplicando métodos de cultivo sostenible los agricultores podrán producir más en espacios más pequeños y sin tener que utilizar plaguicidas ni fertilizantes químicos. De este modo aumentará la disponibilidad de mejores alimentos para consumir y vender, además podrán reducirse los costos de producción de los alimentos, así como la contaminación del aire, del agua, la tierra y nuestros cuerpos. La agricultura sostenible mejora nuestra salud. (Hesperian 2011)

#### **2.1.2. Seguridad Alimentaria**

Es un estado en el cual todas las personas gozan en forma oportuna y permanente de los alimentos que necesitan en calidad y cantidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuva al logro de su desarrollo, existen problemas de inseguridad alimentaria que repercuten directamente en la malnutrición de la población, la cual en períodos críticos de crecimiento resultan en serias consecuencias para la vida, manifestados en daños a la salud, la sobrevivencia, la capacidad cognoscitiva, y la capacidad productiva del individuo, incidiendo por tanto en su calidad de vida, en su desarrollo humano, en el desarrollo social y económico del país (CONASAN 2018)

#### **2.1.3. Beneficios de los agroecosistemas**

##### **2.1.3.1 Uso de biofertilizante enriquecido con sales minerales**

La agricultura orgánica demanda el uso de abonos orgánicos para mantener sano el suelo y los productos cosechados libres de sustancias tóxicas. El uso de abonos orgánicos es atractivo por su menor costo en producción y aplicación, por lo que resulta más accesible a los productores, sobre todo en países donde la mayor parte de la producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada tal como ocurre en América Latina (García et al. 2010, citado por Cardona 2013)

Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas (Romero et al. 2000 citado por Mendoza

2003). Siguiendo los principios que la rigen, la agricultura orgánica aspira retornar a los ciclos cerrados de energía y materiales, maximizar el reciclaje, emplear sistemas de rotación, usar fertilizantes de origen orgánico y energías renovables, citado por (GUZMÁN-GONZÁLEZ 2009).

Los fertilizantes orgánicos son mejoradores de suelos, ya que son menos solubles, ponen los nutrientes a disposición de las plantas de manera más gradual. Al aumentar la CIC (capacidad de intercambio catiónico) del suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose por ende las pérdidas por su lixiviación, además tienden a mejorar su estructura, que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros. Cabe señalar que para que los fertilizantes orgánicos actúen como mejoradores, las cantidades que deben ser adicionadas al suelo anualmente, deben ser elevadas (Vieira 1999)

## **2.2 Origen y distribución del tomate**

El origen del género *Lycopersicum*, se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia hacia norte de Chile, siendo en México donde se domesticó, porque crecía como mala hierba entre los huertos.

El tomate pertenece a la familia Solanácea. Es una planta dicotiledónea, que se cultiva en forma anual para el consumo de sus frutos (Cestoni et al. 2006).

## **2.3 Importancia económica y nutricional del cultivo de tomate**

El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel nacional. Según datos del Censo Agropecuario 2012-2013, para este período había un total de 656 manzanas cultivadas de tomate las que produjeron 14,527.40 toneladas métricas por 350 productores, con un rendimiento de 8.91 toneladas métricas/manzana; De ahí que es importante que el productor de tomate incorpore nuevas tecnologías para incrementar su productividad, a fin de disminuir las importaciones.

El contenido de vitamina C es de interés en el tomate, particularmente por su efecto antioxidante. Se ha reportado que el contenido varía con la exposición a la luz y las condiciones de fertilización, El licopeno, el ácido ascórbico (vitamina C), y el contenido del K son importantes para el valor alimenticio del tomate y tienen efectos beneficiosos para la salud humana (IICA 2014).

El tomate contiene también una serie de nutrientes tradicionales que ayudan a mantener saludable el organismo. Por ejemplo, contiene altas cantidades de vitamina C y vitamina A, dos vitaminas antioxidantes. El tomate es además una buena fuente de fibra, la cual disminuye los niveles del colesterol malo, mantiene equilibrado el nivel de azúcar en la sangre y previene el cáncer al colon. (CENTA 2017).

### 2.3.1 Morfología de la planta de tomate del cultivo.

El Tallo es grueso, pubescente, anguloso y de color verde. Mide entre 2 y 4 cm de ancho y es más delgado en la parte superior, en el tallo principal se forman tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares. La planta está totalmente cubierta por unos pelillos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. Tiene hojas fuertemente aromáticas con bordes dentados. Florece con abundancia y sus flores pequeñas y amarillas producen frutos muy coloreados —de tonos que van del amarillento al rojo, debido a la presencia de pigmentos como el licopeno y los carotenos. (Monardes 2009).

La Flor Es perfecta y regular. Los sépalos, los pétalos y los estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos y de cinco pétalos de color amarillo, que se encuentran dispuestos de forma helicoidal. Poseen cinco o seis estambres que se alternan con los pétalos formando los órganos reproductivos. El ovario tiene dos o más segmentos (Infoagro-Systems y S.L. 2016).

El Fruto es una baya bilocular o plurilocular, sub-esférica globosa o alargada, que puede alcanzar un peso de 600 g. El fruto está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo. Existen cultivares de tomate con frutos de color amarillo, rosado, morado, naranja y verde, entre otros (Ediform 2006).

CENTA CUSCATLÁN-CC es una variedad de tomate de cocina, de polinización libre que permite al productor obtener semilla y que presenta características que satisfacen la demanda del productor y el mercado (CENTA 2017)

#### Cuadro 1 Características agronómicas de la variedad CENTA CUSCATLÁN-CC

Hábito de crecimiento:	Determinado
Distanciamiento de siembra:	1.50 m entre surco y 0.50 m entre planta
Altura promedio de la planta:	1.45 metros
Días a flor:	45-50 días después de la siembra en bandeja
Días a inicio de cosecha:	85-90 días después de siembra en bandeja
Reacción al complejo de begomovirus:	Tolerante
Forma de fruto:	Acorazonado
Tamaño de fruto:	6 cm de largo x 5 cm de ancho
Peso promedio de fruto:	90-100 gramos
Color de fruto:	Rojo claro brillante
pH de fruto:	4.23

Número promedio de frutos por planta:	50 frutos
Rendimiento promedio:	19.26 t. ha-1 (300 qq.mz-1)
Adaptación:	50 - 1000 msnm

### 2.3.2 Requerimientos climáticos

El tomate es una especie de estación cálida y su temperatura óptima varía de 18 y 30°C. Temperaturas superiores a 35°C afectan en fructificación pueden ocasionar trastornos: ya sea en maduración, precocidad o color. Temperaturas inferiores a los 10°C afectan en la formación de flores. Respecto a Humedad relativa el desarrollo del tomate requiere de 60-80% muy altas favorecen el desarrollo de enfermedades fúngicas y bacterianas, así como también dificulta la fecundación ya que el polen se compacta abortando flores, también se vincula el agrietamiento del fruto. La luminosidad en el cultivo cumple un rol importante, más allá del crecimiento vegetativo este requiere de al menos 6 horas luz/día para florecer, estos valores negativos inciden en el proceso de fecundación (INIA 2017)

### 2.3.3 Habito de Crecimiento

#### 2.3.3.1 Determinado

Son plantas pequeñas, compactas de porte bajo, luego florecen y dan todo su fruto dentro de un período de tiempo corto. Además, su cosecha tiende a madurar temprano. Tiene forma de arbusto las ramas laterales son de crecimiento limitado, la producción se obtiene en un periodo corto, esta característica es importante porque permite concentrar la cosecha en un periodo determinado.

#### 2.3.3.2 Indeterminado

La planta continúa creciendo, florece y da fruto hasta que muere. Por lo tanto, la cosecha de variedades indeterminadas usualmente dura de dos a tres meses, tendrán un periodo de crecimiento más largo. La producción de fruto generalmente es mayor que tomates determinados, pero usualmente tardan más en madurarse. El tallo producido a partir de la penúltima yema empuja la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral aparece a continuación del tallo que le dio origen (Everhat et al 2002).

## 2.4 Etapas fenológicas del tomate

La fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida.

Dependiendo de la etapa así son sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a insectos y enfermedades.

En el cultivo del tomate, se observan 4 etapas durante su ciclo de vida:

- Establecimiento de plántula o semilla durante crecimiento vegetativo hasta la aparición de la primera inflorescencia.
- De la primera floración al primer amarre de fruto. Esta etapa se inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración.

- Del llenado de fruto a la primera cosecha. Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 o 40 días, y se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.
- De la primera cosecha a fin de cosecha. Se inicia desde que se obtiene el primer fruto producido, dura 25-30 días hasta la finalización del ciclo de vida y producción del cultivo (CENTA 2010).

### **Cuadro 2 Resumen de las etapas fenológicas**

Etapas fenológicas	Duración etapas (días)	Edad del cultivo (días)
Trasplante	1	1
Vegetativa	14	15
Primera Floración	15	30
Primer amarre de fruto	10	40
Primer crecimiento de fruto	20	60
Inicio de cosecha – fin de cosecha	21-145	81-210

Fuente: CENTA 2010

Estas etapas de crecimiento también representan diferentes necesidades nutricionales de la planta. La duración de cada etapa puede variar de acuerdo con el manejo del cultivo, características propias de la variedad y condiciones climáticas.

#### **2.4.1 Requerimientos nutricionales del cultivo**

Según el CENTA et al. (s.f), señalan que dependiendo de la variedad de tomate a sembrar y del tipo de manejo, así serán las demandas nutricionales; sin embargo, en forma general, los requerimientos nutricionales del cultivo, en kg/ha, son:

#### **Cuadro 3 Requerimientos nutricionales del tomate (kg/ha)**

Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
N	P	K	Ca	Mg	S
150	200	275	150	25	22

#### **2.4.2 Fertilización del cultivo**

La fertilización es la adición de macro y micronutrientes contenidos en formulaciones químicas, en el momento oportuno, con el fin de suplir las deficiencias nutricionales detectadas en los análisis de suelo y foliar. De acuerdo con el análisis de suelo y con los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate, la fertilización debe realizarse orgánicamente.

#### 2.4.2.1 Fertilización orgánica

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

El manejo de la materia orgánica busca el equilibrio de nutrientes en el suelo y disminuye la utilización de abonos químicos, reduciendo los costos de producción (Centa 2010)

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agroecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conllevan la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas.

#### 2.5 Diversidad de Biofertilizantes

Existen diversos biofertilizantes entre los cuales se encuentran:

**Composta o abonera:** es una técnica de transformación de residuos por la acción de microorganismos que consta de dos etapas: física o de desintegración y la química o de descomposición

**Bocashi:** “Bocashi” significa abono fermentado, siendo un abono rápido que termina de descomponerse en el suelo, por lo que no debe ponerse en contacto directo con las raíces.

**Lombricultura:** es una técnica de criar en cautiverio lombrices especialmente domesticadas con el fin de obtener un humus rico en nutrientes para el abono de los cultivos (Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, 1993)

**Reproducción de microorganismos de montaña:** es una técnica agroecológica que se utiliza para reproducir organismos benéficos de áreas poco perturbadas, suelo fértil o compostas de buena calidad. Se elabora a partir de una fermentación anaeróbica en una primera fase sólida y después una fermentación aeróbica en una fase líquida. Se busca generar estrés en los microorganismos para que estos se dispongan en una etapa de latencia y posteriormente se reproduzcan en la fase líquida.

**Bioles:** Otra forma de incorporar nutrientes a la planta es a través de la fertilización foliar o a través de fertirriego; su instrumentación es necesaria cuando se presentan limitantes para que los nutrientes del suelo entren a la raíz y se transloquen a los tejidos aéreos (Ruiz 1993).

##### 2.5.1 Fertilizante Supermagro

Es uno de los fertilizantes número uno en recuperación de suelos y de cultivos altamente degradados (Mamani 2015)

Supermagro es un abono cuya formulación tiene origen brasileño, que trabaja con una fermentación anaeróbica, es un biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales, es

muy útil en la transición de una producción con agroquímicos a una producción orgánica, armonizando los desequilibrios en el suelo y en las plantas (Bejarano 2003).

Este tiene grandes ventajas para una transición desde una agricultura convencional a una orgánica que estaría aportando de una manera significativa a la calidad de los agroecosistemas y a la calidad de vida de las familias rurales. Si se aplica como corresponde no produce ningún tipo de efecto ambiental ni social adverso, cabe advertir, no obstante, que si se usa el líquido en forma muy concentrada y masiva directamente sobre las plantas puede producir algunas quemaduras sobre los cultivos, si se vierte en un arroyo puede producir toxicidad sobre los peces (Fernanda 2010).

La fórmula del Supermagro se puede variar, según la disponibilidad de ingredientes orgánicos en cada una de las regiones o según las carencias nutricionales del suelo y de las plantas, se puede utilizar en muchas otras producciones, debido a que es una tecnología muy simple. El supermagro no presenta obstáculos para su incorporación por parte de los productores, es muy importante destacar que esta tecnología es parte de un diseño integral de prácticas agronómicas comúnmente referidas como agricultura orgánica. Por lo tanto, su uso aislado no garantiza una producción orgánica (Fernández 2015).

Este fertilizante orgánico es rico en micro y macronutrientes como (N, P, K, Ca, S, entre otros). Supermagro está enriquecido con sales minerales, aporta los elementos necesarios para el crecimiento y ayudan a la buena nutrición y salud de la planta. Este fertilizante orgánico está compuesto por hormonas llamadas fitoreguladores, que estimulan el crecimiento y fortalecimiento de las plantas, es un completo potenciador de suelos, además es excelente previniendo plagas y enfermedades evitando la necesidad de utilizar productos fitosanitarios (Montesanto 2012).

La superioridad del supermagro sobre otros abonos orgánicos radica en que esta enriquecido con algunos minerales que necesitan las plantas y que no se encuentran presentes en suelos degradados; con el uso de supermagro se puede prescindir de plaguicidas produciendo alimentos de mayor valor biológico, libre de tóxicos y mejorando el medio ambiente (Pronagro 2009)

Este biol tiene característica estimulante que influye sobre el enraizamiento, incremento del área foliar, mejora la floración y el vigor germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. Además, desarrolla una mayor resistencia a las enfermedades (Restrepo 2001)

## 2.5.2 Preparación del supermagro

**Base orgánica preparada en el día 1.** Existen diferentes formas para la preparación de supermagro, una de ellas es: en un barril de 200 litros de capacidad colocar 25 a 30 libras de estiércol fresco de vaca, 70 litros de agua, 2 litros de leche, y 1 litro de melaza. Revolver bien hasta conseguir una mezcla homogénea, taparlo, colocarle una salida de gases con trampa de agua y dejarlo en reposo por 3 días a la sombra. (MAOES 2018).

**Al cuarto día,** se agregará una sal mineral (cuadro 4) y de ahí cada 3 días se hará de la siguiente manera: En una cubeta plástica agregar 8 litros de agua, 1 litro de leche, 1 litro de melaza y disolver los minerales cada 3 días.

**Al 7mo día.** En un balde pequeño de plástico con un poco de agua tibia disolver 1 kilo de Sulfato de Zinc, 200 gramos de roca fosfatada y 100 gramos de ceniza. Agregarle 2 litros de leche o 4 litros de suero y 1 litro de melaza o 2 litros de jugo de caña. Colocarlos en el recipiente grande de plástico de 200 litros de capacidad. Revolverlo muy bien, taparlo y dejarlo en reposo por 3 días. Así sucesivamente con las demás sales minerales.

Sin embargo, para preparar biofertilizantes enriquecidos con sales minerales podemos demorar de 35 hasta 45 días es solo calcular las dosis necesarias de cada uno de los nutrientes para el cultivo y mezclarlas en la bomba, en el momento de su aplicación en los cultivos (Restrepo 2007)

### Cuadro 4 Cantidad de sales minerales

Día	Sal mineral	Cantidad
1°	Base orgánica	75 litros
4°	Sulfato de zinc	2 kilogramos
7°	Cloruro de calcio	2 kilogramos
10°	Sulfato de magnesio	2 kilogramos
13°	Sulfato de manganeso	0.5 kilogramos
16°	Molibdato de sodio	0.10 kilogramos
19°	Boróx	1.5 kilogramos
22°	Sulfato de hierro	0.5 kilogramos

La fórmula del Supermagro se puede variar, según la disponibilidad de ingredientes orgánicos en cada una de las regiones y/o según las carencias del suelo y de las plantas (CEUTA 2006).

## **2.6. Riego**

Los cultivos para poder crecer y desarrollarse necesitan absorber agua del suelo. Cuando el contenido de humedad es bajo se dificulta la absorción, por ello es necesario regar para reponerla y que quede disponible para las plantas. Existen diferentes métodos de riego.

Tipos de riego: Por goteo, aspersión, microaspersión, presurizado, por melgas, por surcos, por superficie (Demin 2014)

### **2.6.1 Riego por goteo**

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes en la actualidad, el suministro de agua es constante y uniforme, gota a gota, que permite mantener el agua de la zona radicular en condiciones de baja tensión.

Entre las principales atribuciones de este método se puede destacar:

- a) Humedecimiento parcial del suelo
- b) Amplia y exacta distribución uniforme del agua
- c) Se puede emplear la fertilización localizada junto al riego
- d) Flexibilidad en los horarios de riego.
- e) Los volúmenes de descarga son bajos lo que se traduce en una economía del bombeo (CENTA 2013).

### **2.6.2 Sistema de riego por goteo usando varas de bambú**

El sistema por goteo con Bambú es otra variante del riego por goteo, una de las alternativas consiste en utilizar un pedazo de bambú de 1.5 m de largo y 15.24 mm de diámetro y varas de bambú de 5 o más entrenudos (se rompen las divisiones entre ellos) con su respectiva tapa, dejando el ultimo entrenudo extremo para que quede un depósito cerrado.

Una vez construido el depósito, se procede a hacer unos orificios en un extremo del carrizo para permitir la salida del agua en forma de gota fina. Al instalar el carrizo para aplicar el riego es necesario ubicarlo sobre dos estacas, de preferencia con un gancho, a una altura estimada de 15 a 20 cm del suelo, cuidando de dejarle un desnivel mínimo hacia donde quedan los orificios para permitir la salida del agua, aproximadamente una gota por segundo. (PASOLAC (s.f)).

#### **2.6.2.1 Compatibilidad con las condiciones de producción en la finca:**

- Esta tecnología no requiere de insumos externos ya que se implementa con materiales que se encuentran en la zona o en la finca.
- Para la construcción y mantenimiento del sistema se utiliza mano de obra familiar.
- Siempre es necesario un mínimo de capacitación a los productores para hacer funcionar el sistema.

**Ventajas:**

1. Eficaz para hacer uso óptimo del agua, no depende de insumos externos
2. Sencillo de establecer y mantener no necesita mucha inversión.
3. Permite almacenar agua y distribuirla en forma de goteo artesanal, durante cualquier época del año. Cuando se usa este sistema es necesario cubrir con mulch para conservar la humedad y optimizar el uso del agua.
4. Contribuye a la seguridad alimentaria de la familia (PASOLAC (s.f)).

**2.7Fertirriego**

La fertirrigación no es otra cosa más que la adición al agua de riego de productos fertilizantes orgánicos destinados a la nutrición de un cultivo a lo largo de su ciclo de desarrollo. El método de "fertirriego" combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes.

Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad, con una mínima polución del medio ambiente (INIA 2000).

El primer objetivo del fertirriego es poner a disposición de la planta el agua y los nutrientes necesarios en solución para su crecimiento y desarrollo, por lo tanto, se debe ajustar en función del cultivo, época del año, estado de desarrollo de la planta y el objetivo de producción (Salas y Urrestarazu 2001).

**2.7.1 Ventajas del fertirriego**

1. Los nutrientes son aplicados en forma exacta y uniforme solamente al volumen radical humedecido, donde están concentradas las raíces activas.
2. El control preciso de la tasa de aplicación de los nutrientes optimiza la fertilización, reduciendo el potencial de contaminación del agua subterránea causado por el lixiviado de fertilizantes.
3. Permite adecuar la cantidad y concentración de los nutrientes de acuerdo con la demanda de nutrientes durante el ciclo de crecimiento del cultivo.
4. Al reducirse la superficie de suelo húmedo, se reducen las pérdidas por evaporación.
5. Reducción de las pérdidas por drenaje interno del suelo y escorrentía.
6. Economía de agua y fertilizantes y control de la contaminación: Precisión del riego y eficiencia máxima, con distribución uniforme, controlada y localizada de los nutrientes esenciales.

Cuando se usa métodos de riego a presión, el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario. Bajo riego por goteo sólo el 20% del suelo es humedecido por los goteros, y si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo.

La fertirrigación consiste en la aplicación simultánea de agua y fertilizantes por medio del sistema de riego, con ello se pretende situar los nutrientes bajo la acción del sistema radical suministrándolos de forma continua y de acuerdo con las necesidades de las plantas (Rincón 2003).

### 2.7.2 Limitaciones

1. Dificultad en la germinación de semillas y el desarrollo de plántulas.
2. La falta de humedad en la superficie del suelo dificulta la germinación y posterior desarrollo de plántulas, a veces esto hace necesario emplear conjuntamente otros sistemas de riego hasta conseguir un desarrollo mínimo o asegurar una evolución normal.
3. Falta de conocimientos científico-técnicos.
4. No hay un método de diseño, instalación y mantenimiento definitivamente instaurado, sobre todo atendiendo a los distintos condicionantes que pueden alterar el comportamiento del sistema y, sobre todo, a su manejo. Contar con un protocolo bien definido y programado sobre, diseño, instalación, manejo y mantenimiento, es fundamental para asegurar el buen funcionamiento de estos sistemas de riego.

Obstrucción de emisores, debido a:

- Acumulación de sedimentos, succión del suelo e intrusión radicular (Vega 1998).

## 2.8 Características químicas del agua

### 2.8.1 Conductividad eléctrica del agua de riego

La concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato se mide mediante la CE. La CE es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuanto más fácil se mueve la corriente a través de este. Esto significa que, a mayor CE, mayor es la concentración de sales (cuadro 5) (INTA s.f).

**Cuadro 5 Interpretación de conductividad eléctrica del agua (ds/m)**

CE del agua ds/m	Grado del problema
<0.5	Prácticamente libre de sales
0.5-1.0	Ligero
1.0-1.5	Moderado
1.5-2.0	Importante
2.0-2.5	Severo
2.5-3.0	Muy severo
>3.0	Grave

La conductividad eléctrica (CE) mide la concentración de sales disueltas en el agua y el valor se expresa en mS/cm, este valor multiplicado por un factor de corrección 0.7 o 0.9 en función de la calidad del agua, nos permite conocer de forma aproximada la cantidad de sales disueltas en g/l la CE expresa la capacidad para conducir la corriente eléctrica.

Tan importante es conocer la CE de una solución nutritiva, como la concentración de sus iones, puesto que los puede haber en niveles de concentración que pueden resultar fitotóxico. En general, podemos decir que un agua es de buena calidad cuando su valor de CE es inferior a 0.75 mS/cm, permisible con valores de 0.75 a 2 mS/cm, dudosa con valores entre 2 y 3 mS/cm, e inadecuada cuando la CE es superior a 3 mS/cm (Aguilar y Baixauli 2002).

### **2.8.2 PH del agua de riego**

Es muy importante mantener el control del pH en el fertirriego durante todo el cultivo, ya que de este dependerá la disponibilidad de los nutrientes para el cultivo, siendo el óptimo para la solubilidad de la mayoría de los elementos un pH entre 5,5 y 6,5. El pH de la disolución nutritiva depende de la especie cultivada, se recomienda el pH y CE para las principales hortalizas cultivadas: tomate, pH 6 y CE 1,8 a 3,2 dSm<sup>-1</sup> (Vega et al. 2004).

### **2.8.3 Características físicas del agua**

#### **- Color**

El color de un agua se debe a sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en ella: materias orgánicas procedentes de la descomposición de vegetales, así como de diversos productos y metabolitos orgánicos que habitualmente se encuentran en ellas (coloraciones amarillentas). Además, la presencia de sales solubles de Fe y Mn (aguas subterráneas y superficiales poco oxigenadas) también produce un cierto color en el agua. (Eurofontanilla 2013).

#### **- Turbidez-transparencia**

La presencia de materias en suspensión, arcilla, limos, coloides orgánicos, plancton y organismos microscópicos da lugar a la turbidez en un agua. Estas partículas (de dimensiones variables desde 10 nm hasta 0,1 mm) se pueden asociar a tres categorías: minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas (Marín 2003).

## **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Descripción del lugar de estudio**

La investigación se realizó en el período comprendido de Octubre 2019 a marzo de 2020, en el lote la granja de las instalaciones de la Estación Experimental y de Practicas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (UES), ubicada en el Cantón Tecualuya, Municipio de San Luis Talpa, Departamento de la Paz, con coordenadas Latitud Norte 13° 06' y Longitud Oeste 89° 06' (FiguraA-1), a una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar (msnm), con precipitación media anual de 1,700 mm,

temperatura media anual de 28° C, humedad relativa de 76% y una velocidad del viento de 8 km/h (Martínez *et al.* 2005).

La experimentación se realizó en un suelo que corresponde al Gran grupo Regosol (Entisol), perteneciente a la serie Apopa ondulado en planicies, cuyos horizontes superiores son francos a franco arenosos finos, de color café grisáceo muy oscuros, estructura débilmente granular y con espesor variando de 15 a 25 cm. Los estratos inferiores son francos, franco arenoso fino de colores café grisáceos claros. La estructura es terronosa a ligeramente granular. A profundidades mayores de 1.5 m., se encuentran gruesos estratos de tobas fundidas. En resumen, son suelos francos, friables, permeables, ni plásticos ni pegajosos y con moderada capacidad de retener agua. La capacidad de producción es buena, Ph: 5.6, capacidad de campo: 15%, punto de marchitez permanente: 8%, densidad aparente: 1.24 gr/cm<sup>3</sup> (Cuadro A-17).

### **3.2 Metodología de campo**

El ensayo se realizó a campo abierto, en un área de 20 m de largo x 12 m de ancho. El diseño se estableció con una siembra en surcos con una orientación de Oeste a Este. En cada cama con dimensión de 5m x 0.80m, se colocó un sistema de riego artesanal compuesto un bidón con capacidad de 20 L y varas de bambú, de cuatro metros de largo perforada de los entrenudos internamente, y externamente a las que se le hicieron agujeros a una distancia de 40 cm entre cada uno que distribuyó el riego. (Figura A-2).

#### **3.2.1 Delimitación**

La parcela de investigación se delimitó en un área de 20 metros de largo y 12 ancho para un área total de 240m<sup>2</sup>; con un estaquillado de 5 bloques de 6m x 5m y cada uno con 5 camas de 0.80m de ancho y 4m de largo, distanciados a 0.80 cm entre cada cama, haciendo un total de 25 camas. (Figura A-3)

#### **3.2.2 Instalación del sistema de riego**

Se realizó validación del sistema de riego artesanal: se utilizaron 3 varas de bambú de 4 metros aproximadamente con un diámetro promedio externo de 23mm interno de 13mm; con 3 cubetas de 5 galones a las cuales se les instaló un chorro adaptándole una manguera que se acopló a cada una de las varas de bambú. Además, se perforaron los entrenudos interna y externamente realizando agujeros a un distanciamiento de 0.40 cm entre cada uno de ellos, se utilizó chipilín como cultivo de prueba. (Figura A-4)

Para la investigación se colectaron 25 varas bambú (*bambusoideae*) como laterales del sistema, de 4 metros de longitud, con un diámetro promedio externo de 25 mm, y con un diámetro interior promedio de 12.7 mm; se realizó curado tradicional se colocaron las varas en un sitio separadas del suelo, en posición vertical a sombra para reducir el porcentaje de humedad. La perforación interna de las varas para remover los entrenudos; se realizó utilizando una varilla de 6 metros con un diámetro de ¼ pulg. (Figura A-5).

Se marcaron con un plumón cada 0.40 cm de la parte externa de la vara para perforar los goteros, como broca se utilizó un clavo de 1 pulg. de longitud adaptado a un taladro, a cada vara se le realizaron 10 goteros (FiguraA-6).

Se instaló una cisterna plástica de 1000 L para dispensar agua hacia los bidones, posteriormente se instaló el sistema de riego utilizando 25 bidones (recipientes) plásticos con chorro, con capacidad de 20 litros, utilizando 30 cm de manguera para unir el chorro con la vara de bambú, de los cuales 5 cm se acoplaron al chorro del bidón que se sujetó con abrazaderas y 5 cm en el otro extremo para lo cual se dilato la manguera y se ensambló en la vara de bambú de 4 m (Figura A-7).

Posteriormente se realizó las pruebas y el funcionamiento de cada uno de los sistemas de riego, se hizo un aforo, se midió el tiempo, volumen de descarga de líquido colocando un tapón en cada gotero (FiguraA-8 y A-9), obteniendo un promedio de descarga de 10 agujeros por cada vara, con los siguientes datos:

- Tiempo de llenado de bidón: 5 minutos
- Tiempo de descarga del bidón: 45 min.
- Tiempo de descarga (aforo) de tapón en cada gotero: 7.5 seg.
- Volumen descargado por gotero. 5 cc o 5 ml.
- Volumen aplicado de solución nutritiva por planta por gotero: 1,980 ml o 1.98L de biofertilizante.

El tiempo de aforo fue un promedio de la toma de datos. Esta se realizó en 5 varas una por cada bloque, midiendo el tiempo en que se tardaba en descargar el bidón de 20 L, por tanto, la descarga fue de tipo goteo constante.

### **3.2.3 Elaboración de semillero**

Previo a la siembra, se realizó una limpieza y desinfección colocando en agua hirviendo a las bandejas de polietileno de 120 alveolos, se utilizó como sustrato 40% de bocashi, 45% de Lombriabono y 15% de tierra, todo colado para semillero (FiguraA-10). Se utilizó semillas de tomate (*Lycopersicum Esculentum*) variedad CENTA CUSCATLAN (CC). Nombre común Cebaco. Se cubrió con una capa de granza de arroz, posteriormente se hizo el riego de las 4 bandejas y se colocaron en un propagador (tapesco cubierto con tela agril negra).

### **3.3 Preparación de suelo:**

Antes del trasplante de tomate variedad CENTA Cuscatlán, se realizó una chapia manual, remoción de suelo para formar las 25 camas, además se hizo una enmienda al suelo incorporándole bocashi; se incorporó 8lb de Bocashi/por metro lineal a cada cama, requiriendo un total de 200 lb (2 qq) en el área a utilizar, también se colocó mulch en cada una de las camas para protegerlas de la erosión (Figura A-11)

### 3.4 Trasplante

#### 3.4.1 Trasplante de plantines (semillas de tomate CENTA CUSCATLAN)

A los 22 días se realizó el trasplante de los plantines de tomate a cada cama (Figura A-12); con un distanciamiento entre planta de 0.40 m, un surco por cama, teniendo un total de 8 plantas en 4 metros por cama (repetición); la densidad total por el área de investigación fue de 200 plantas (Figura A-13).

Manejo agronómico:

- Riego 2 días antes del trasplante en toda la parcela de investigación.
- Semanalmente control manual de plantas arvenses.
- Control y manejo de insectos perjudiciales para las plantas cada semana con repelentes orgánicas.
- Colocación de tutores de 2 metros de alto a los 30 días después del trasplante, tres por cada cama, con un total de 75 tutores por parcela de investigación.
- Podas: fitosanitarias una vez al mes y de formación una vez en el ciclo de planta.
- Revisión constante del sistema de riego para verificar su buen funcionamiento.
- Aplicación de ceniza (74gr) dos veces durante el ciclo. La primera en el periodo de crecimiento a los 18 días después del trasplante y la segunda previo a la floración. se realizó de forma pulverizada sobre el follaje para disminuir la incidencia del ataque de insectos y como preventivo para la aparición de hongos alrededor del tallo.
- Aplicación foliar de microorganismos de montaña una vez al mes desde el trasplante 250 ml diluidos en un litro de agua aplicando aproximadamente 24cc por planta como medida para un control biológico.
- Aplicación 100 gr de Bocashi por postura alrededor del tallo de cada planta.

Se realizó un monitoreo de insectos perjudiciales al cultivo y de aquellos vectores causantes de enfermedades (Cuadro 6) para tomar medidas de acción preventiva como: prácticas culturales, durante el ciclo del cultivo (Figura A-14).

**Cuadro 6. Repelentes y extractos utilizados para el control de insectos perjudiciales y enfermedades que se presentaron en el cultivo de tomate (*L. esculentum*. CENTA CUSCATLAN). UES-.CC. AA. Tesis 2020.**

Ubicación	Tipo de enfermedad y ataque de insectos.	Nombre científico	Producto	Dosis y aplicaciones
Follaje	Ácaros blancos	<i>Polyphazotarsonemus latus</i>	Repelente orgánico - Extractos vegetales como el m5	0.75 L/ha dos veces por semana.
Tallo	Mal de talluelo	<i>Fusarium spp</i>	Ceniza	Aplicación en polvo alrededor del tallo de la planta, cada 15 días, 74gr por postura.

### 3.4.2 Fertilización del cultivo

La fertilización con fertirriego se realizó una vez por semana, en el cual se utilizó un biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales (supermagro) (Figura A-15). Dicho fertilizante se obtuvo a través de la donación de MAOES.

En la investigación se emplean determinados parámetros físicoquímico de la solución nutritiva: Conductividad eléctrica (CE,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (cuadro 7). Con la finalidad de controlar y monitorear, el sistema de fertirriego.

**Cuadro 7 Conductividad eléctrica de la solución nutritiva de cada tratamiento en el cultivo de tomate (*L. esculentum*. CENTA CUSCATLAN). UES-CC. AA. Tesis 2020.**

Tratamientos	Conductividad eléctrica
T1	0.96 ms/cm
T2	0.95 ms/cm
T3	1.15 ms/cm
T4	1.32 ms/cm

Los requerimientos nutricionales del cultivo, según una de las alternativas recomendadas por CENTA son: N 260.26 kg/ha, P: 169 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha, K: 110.95 kg  $\text{K}_2\text{O}_5$ /ha, Ca: 37.05 kg/ha.

### 3.4.3 Composición nutricional del biofertilizante

Se realizó un análisis previo al biofertilizante en el laboratorio de química agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas obteniendo los siguientes datos: (cuadro 8)

**Cuadro 8 Composición nutricional del supermagro**

Identificación de nutrientes	N	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe
Cantidad (%)	1.61%	4.16%	4.39%	3.18%	3.77%	1.87%	2.13%	Menor a 0.2ppm	0.80%
Identificación de muestra	Ph	Conductividad eléctrica			Sólidos totales disueltos			Salinidad	
Cantidad	4.7	24 (S/m)			15.15 g/L			15.80%	

### 3.5 Programa de riego y nutrición

La nutrición de las plantas se efectuó utilizando la técnica de fertirriego; con diferente dosis concentradas del producto (0mltestigo; 100ml, 150ml, 200ml, 250ml) cada dosis diluida en 20 litros de agua; una dosis por cama (repetición) en cada bloque respectivamente se realizó un total de 12 fertirriegos en 3 meses y medio.

Para determinar el porcentaje de aplicación para la investigación se tomó de referencia un estudio con fertilización foliar, en el cual tomaron desde el 10% al 25% del producto por 1 por bombada con capacidad de 20 litros de agua en la investigación.

La aplicación del biofertilizante líquido supermagro se incorporó mediante el sistema de riego por goteo y se realizó una vez por semana (Cuadro 9).

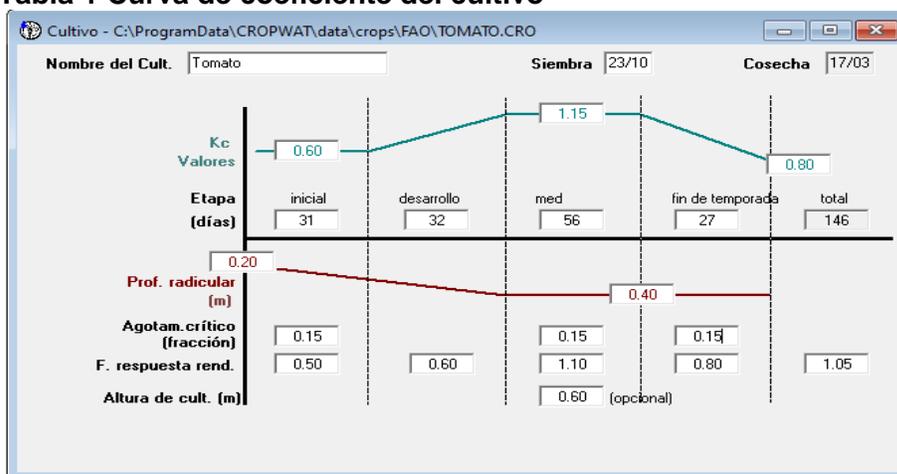
**Cuadro 9 Programa de fertirriego para el cultivo de tomate (L. esculentum. CENTA CUSCATLAN). UES-CC. AA. Tesis 2020.**

Etapas fenológicas	Duración de la etapa fenológica(semanas)	Frecuencia de riego/día	Frecuencia de fertirriego por semana
Inicio	2	1	1
Vegetativo	3	1	1
Desarrollo	3	1	1
Fructificación	4	1	1
Cosecha	4	1	1

### 3.5.1 Lámina de agua aplicada en cada riego

La lámina de agua aplicada durante el inicio del cultivo es de 4.8 mm, 4.9 mm hasta llegar a 5. en la etapa de desarrollo la lámina es de 5.5mm, 7 mm, llegando a 8.5 mm, en la etapa media del cultivo llego a tenerse una lámina máxima de 10.4 mm, además se tuvo un mínimo de 5.5 mm, en esta etapa hubo fluctuaciones debido a que el cultivo llegaba a su finalización de producción. En la tabla 1 se puede observar las curvas de coeficientes del cultivo.

**Tabla 1 Curva de coeficiente del cultivo**



En la tabla 2. Se muestran las características y datos generales del suelo para la obtener los cálculos de los requerimientos de agua del cultivo y las necesidades de riego.

**Tabla 2 Datos generales del suelo**

Suelo - untitled

Nombre del suelo

Datos generales de suelo

Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)  mm/metro

Tasa maxima de infiltración de la precipitación  mm/día

Profundidad radicular máxima  centímetros

Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)  %

Humedad de suelo inicialmente disponible  mm/metro

Se realizó la aplicación de solución nutritiva con biofertilizante supermagro una vez por semana, el cuadro 10 muestra el resultado de los cálculos de gasto de agua y biofertilizante en litros para toda la parcela de investigación que se aplicó durante el ciclo vegetativo de las plantas, iniciando una semana después del trasplante, obteniendo un total de doce fertirriegos.

**Cuadro 10 Gasto de biofertilizante y agua /ciclo vegetativo**

Cantidad de agua en litros	5,952 litros/1,608 galones
Cantidad de biofertilizante en litros	42 litros

### 3.6 Indicadores de cosecha

Los indicadores de cosecha se determinaron por la madurez fisiológica al momento en que los frutos presentaron coloraciones naranja pálidas brillantes y grandes estaban listos para corte; los indicadores de cosecha fueron: Número de frutos cosechados, Peso de frutos, Diámetro de fruto de cada uno de los tratamientos en estudio.

#### 3.6.1 Cosecha

Se realizó cuando el cultivo alcanzó su madurez completa, esta consistió en cortar los frutos, se efectuó 28 días después de la aparición de las flores. Posteriormente se categorizó con base al peso y se midieron los diámetros de los tomates producido por cada planta en sus diferentes tratamientos.

### 3.7 Metodología Estadística

#### 3.7.1 Diseño estadístico

La investigación fue de tipo experimental, por la generación de la información. El diseño estadístico que se utilizó fue de bloques completos al azar, con un nivel de significancia del 5%. Constituido por 5 tratamientos en 5 bloques distribuidos completamente al azar. Con una prueba estadística de análisis de varianza apoyado con el software estadístico INFOSTAT.

#### Comparación de grupos mediante la prueba de Tukey y kruskal Wallis.

Prueba de tukey, para las variables paramétricas con un comportamiento de normalidad e igualdad.

Prueba de kruskal Wallis, para variables no paramétricas.

#### Modelo estadístico

El modelo estadístico para un diseño de bloque completamente al azar se representa con la siguiente fórmula matemática:  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + U_{ij}$   $i=1, 2, \dots, I, j=1, 2, \dots, j$

$Y_{ij}$ : Observación en la unidad experimental

$\mu$  = Parámetro, efecto medio

$\tau_i$  = Parámetro, efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Parámetro, efecto del j-ésimo bloque

$U_{ij}$  = valor aleatorio, error experimental en la unidad  $j$  del tratamiento  $i$   $q_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$ .

#### 3.7.2 Población y muestra.

La población en estudio de toda la investigación es de 100 Plantas, es decir 4 plantas por cada repetición con un total de 20 en cada bloque (parcela). Para que la unidad experimental (tratamiento) sea representativa. Se midieron las variables a partir de la primera semana después del trasplante.

Se tomaron en cuenta solo las plantas que están al centro de cada cama de esta manera se evitó un error estadístico por efecto orilla, los datos fueron tomados una vez por semana, las unidades de medida para el muestreo y toma de datos fueron en milímetros para datos de diámetro de tallo y fruto, en centímetros para medir la altura de la planta y en kg para el peso del fruto.

#### 3.7.3 Tratamientos en estudio

Los tratamientos evaluados fueron cinco dosis de los cuales 4 con biofertilizante líquido supermagro y un testigo, que son: T0 testigo 0ml; T1, dosis de 100ml; T2, dosis de 150ml; T3, dosis de 200ml; T4, dosis de 250ml. Los tratamientos fueron distribuidos de forma aleatoria por cada repetición (cama). En total por área de investigación se obtuvieron 5 bloques (parcelas).

El plano de campo muestra la forma de distribución de los tratamientos en estudio en base al diseño estadístico Bloques completos al azar (Figura A-16).

### 3.8 Variables evaluadas

**Variable Independiente:** Cuatro dosis de biofertilizante líquido supermagro y un testigo.

**Variable Dependiente:** El rendimiento del cultivo de tomate, y la parte morfológica.

#### 3.8.1 Indicadores de crecimiento

Se hizo con la toma de datos a los 8 días después del trasplante, a partir de esa fecha se empezó a tomar muestras una vez por semana hasta tener un total de 11 muestreos.

Los datos de altura y diámetro de planta se dejaron de tomar a partir de la semana 11 después del trasplante. Este dato finalizó cuando apareció la primera formación de los frutos, debido a que las plantas ya no tuvieron un aumento en el crecimiento (Figura A-17)

- **Altura de planta:** Cada ocho días se registraron los datos por cada planta muestreada, y con una cinta métrica se tomaba la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta el ápice.
- **Diámetro de tallo:** con el uso del vernier se midieron los diámetros a una altura de diez centímetros desde el nivel del suelo.
- **Número de flores:** se tomó el dato a partir de la cuarta semana después del trasplante, el muestreo se realizó contando el número de flores por cada una de las 4 plantas de cada repetición por cada bloque, se hizo una vez por semana obteniendo un total de 7 muestreos.

#### 3.8.2 Indicadores de Producción de la planta

- **Número de frutos.** Los datos se tomaron a partir de la cuarta semana después de la aparición de las flores, de acuerdo con el número de tomates que produjo cada una de las 4 plantas de cada repetición en cada bloque. Obteniendo la sumatoria total de frutos producidos por cada tratamiento en una cosecha total de 4 semanas.
- **Diámetro del fruto.** Los datos de cada tomate de las 100 plantas muestreadas de las repeticiones se midieron con el instrumento Vernier (pie de rey) obteniendo datos en milímetros.
- **Peso del fruto.** Se pesaron todos los tomates cosechados por cada una de las plantas muestreada teniendo una sumatoria total de peso en kilogramos por cada tratamiento, con balanza semi-analítica (gramos).

Los datos de cosecha fueron tomados a partir de los 20 días de la formación del primer fruto, se tomaron dos cosechas por semana, el indicador del fruto para poder cosecharlo fue el tono del color, se obtuvo un total de 9 muestreos (Figura A-18)

### 3.9 Metodología económica

#### 3.9.1 Relación beneficio-costo

La metodología que se utilizó fue por los pasos descritos en la guía sobre Fundamentos de análisis económicos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE 1994)

Para el análisis económico de los resultados obtenidos en la investigación se aplicó el método propuesto por el centro de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), el cual se fundamenta en el análisis de presupuesto parcial, este es una manera del calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos por hectárea. El presupuesto parcial incluye los rendimientos medios para cada tratamiento, los rendimientos ajustados y el beneficio bruto de campo. (CIMMYT 1998)

Así mismo se tomó en cuenta todos los costos que varían para cada tratamiento. Este presupuesto es el método que se usó para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos; de esta forma se comparan las diferentes dosis de biofertilizante líquido aplicados con fertirriego al cultivo de tomate CENTA Cuscatlán, indicando cuál de los tratamientos obtuvo los mejores rendimientos.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los tratamientos aplicados sobre los componentes del rendimiento altura de planta, diámetro de tallo, número de racimos por planta, número de frutos por planta y la masa promedio de los frutos alcanzaron el mejor valor con el tratamiento T2 con  $7,031\text{L/ha}^{-1}$  de biofertilizante aplicado, con diferencias estadísticas significativas de los tratamientos T1, T3 y T4 (Cuadro A-1; A-6).

En todos los indicadores evaluados en la aplicación del bioabono, las dosis utilizadas superaron al tratamiento testigo (tabla 3)

**Tabla 3 Resultados de tratamientos aplicados la planta de tomate**

Tratamientos	Fase vegetativa			Fase de producción		
	Altura	Diámetro de tallo	N° de flores	N° de frutos	Peso de fruto	Diámetro de fruto
T0 (0 ml)	72.1	66.3	148.6	32.6	1.46	30.82
T1(100 ml)	71.0	63.6	165.0	34.2	1.62	29.18
T2 (150 ml)	81	<b>69.3</b>	239.4	<b>56.2</b>	<b>2.58</b>	<b>39.94</b>
T3 (200 ml)	84.7	69.1	243.4	55.8	2.56	36.4
T4 (250 ml)	<b>86.3</b>	68.1	<b>302.8</b>	49.6	2.49	36.14

#### 4.1 Altura de la planta

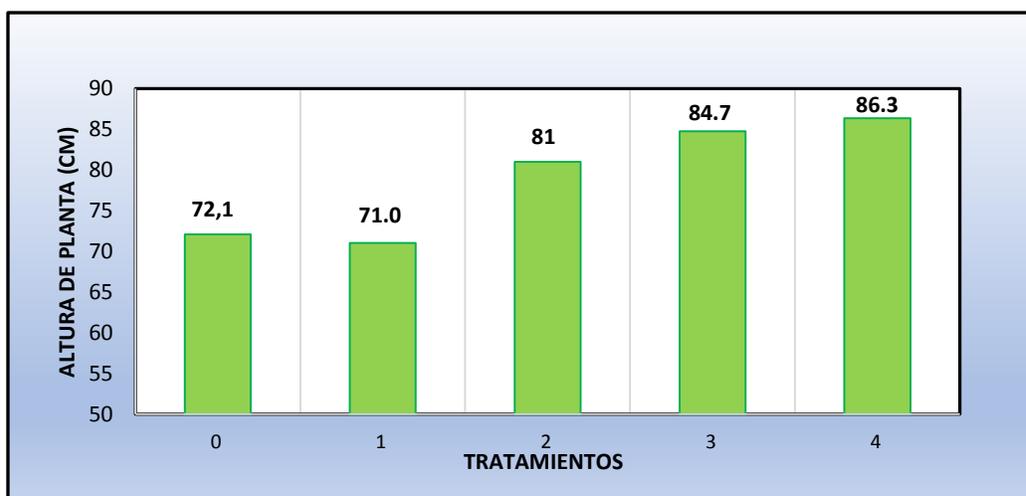
En el cuadro 11 se presentan los resultados de las medias de cada tratamiento en cuanto a la altura de planta en cm para la última semana (S11), los datos se obtuvieron con el análisis de varianza y la prueba de kruskal Wallis, quien mostró que el factor tratamientos, presentaron diferencias significativas ( $p < 0.0217$ ).

La prueba de significancia de kruskal Wallis (Cuadro A-7), lo está demostrando, donde se identificó que tanto T4 y T3 presentaron mayor altura de planta con una media de crecimiento 86.35 cm y 84.75 cm respectivamente, existiendo diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), en contraposición, al T0 y T1 que mostraron menor altura con una media de 71.05cm

**Cuadro 11 Medias de altura de plantas por tratamientos**

Tratamientos	Medias de
	altura de planta (cm)
T0	72.1
T1	71.0
T2	81
T3	84.7
T4	86.3

En la siguiente figura 1, se muestran los promedios finales del crecimiento de la planta para la semana 11 de cada uno de los tratamientos. En el gráfico se observa que la planta obtuvo un mayor crecimiento con el tratamiento T3 y T4, y el tratamiento que mostró un crecimiento menor fue el T1 y el T0. Lo que indica que requiere más nutrientes y estos últimos tratamientos no fueron suficientes para suplir las necesidades de la planta para un mejor crecimiento.



Según FAO 2000, explica que el crecimiento de la planta depende de un suministro

**Figura 1 Efecto de la aplicación de cuatro dosis y un testigo de biofertilizante en la altura de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020.**

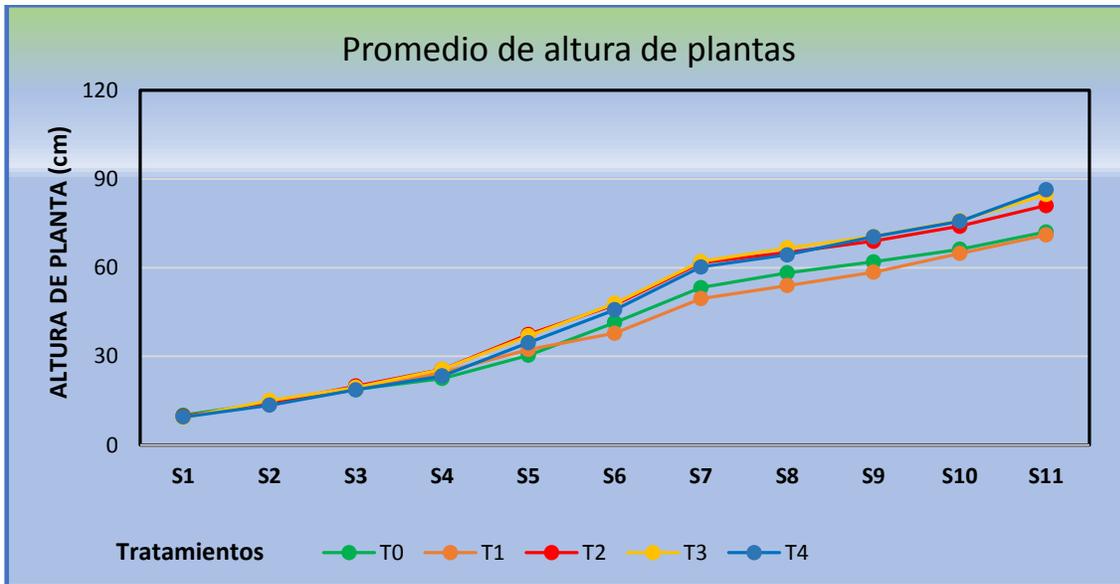
suficiente de cada nutriente, puede explicarse que la mayor concentración del biol contiene más nitrógeno, magnesio y potasio, elementos que participan en el crecimiento vegetativo, aumentando la producción de hojas, mejorando la calidad de las hortalizas, de allí que estos nutrientes deben de ser aplicados para cubrir las necesidades de las plantas para obtener rendimientos satisfactorios.

#### **4.2 Comportamiento semanal del crecimiento de la planta de tomate.**

En la figura 2 se presentan las alturas medidas partir del trasplante y en un período de 11 semanas, en la cual se observa que en las primeras cuatro semanas se dio un comportamiento en crecimiento homogéneo entre los cuatro tratamientos, respecto al testigo (T0), Sin embargo, a partir de la quinta semana se nota un despegue de los tratamientos T2, T3 y T4, siendo mayor el crecimiento en comparación con los T0 y T1 lo cual indica que la planta requiere más nutrientes y estos últimos tratamientos no fueron suficientes para suplir la necesidad de la planta que entró a la etapa fenológica de floración que se prepara para la fructificación. Nótese que se incrementa la inclinación de la curva debido al incremento del rendimiento en crecimiento de biomasa.

En la etapa final, de la séptima a la onceava semana de la toma de datos, el comportamiento de T2, T3 y T4 muestran un mayor crecimiento que T0 y T1; esto último se confirma que a partir de la séptima semana que cuando ya aparecen los frutos se amplía la diferencia de las curvas, aún el T1 se comportó menor a T0, debido a que presento una limitación para suplir los nutrientes a la planta lo que bajó el incremento del rendimiento de biomasa. Sin embargo, el incremento de crecimiento fue menor y se observa en el quiebre de la curva después de la séptima semana T0 y T1 se mostraron casi iguales

Salisbury y Ross 2000. Explican que el leve incremento de la altura en las primeras etapas se debe al predominio de procesos de división celular activa, luego el aumento de tamaño fue drástico y se realizó a una velocidad constante, lo cual se debe a que la elongación celular aumenta, por último, la planta entra en la fase de maduración y el incremento en el crecimiento vuelve a ser lento.



**Figura 2** Comportamiento de crecimiento semanal de la planta con cuatro tratamientos y un testigo en tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020.

Los indicadores que más reflejaron el efecto de la aplicación de las diferentes dosis de biofertilizante fueron la altura de la planta con el tratamiento T4 que produjo mayor biomasa, por tanto, una mejor cantidad de fotosíntesis y transformación de nutrientes para mejorar el rendimiento en flores y frutos, en cuanto al número de flores y frutos y el peso del fruto, estos indicadores tuvieron mejores resultados con el tratamiento T2.

### 4.3 Diámetro de tallo

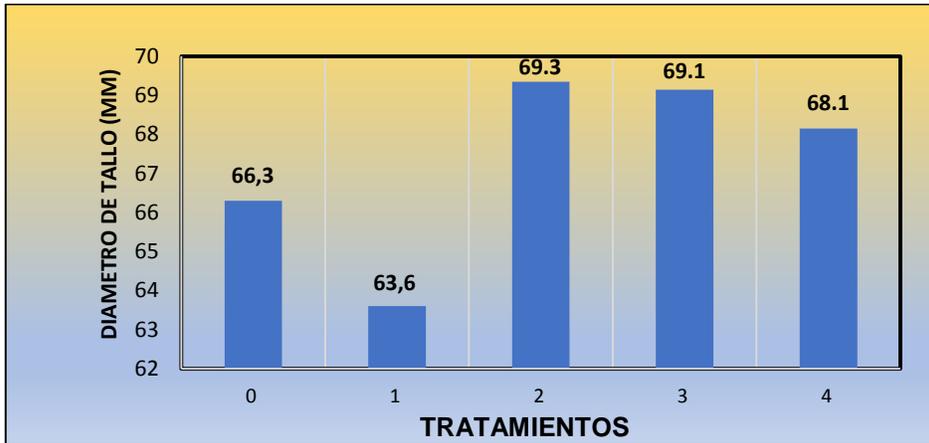
En el cuadro 12 se presentan las medias de los diámetros totales de tallo por cada tratamiento. Esta variable fue tomada durante la etapa vegetativa hasta la etapa de fructificación de la planta, estos datos fueron obtenidos a partir del trasplante, en un periodo de 11 semanas.

El análisis de varianza con la prueba de kruskal Wallis (Cuadro A-8) mostró que los tratamientos para la variable diámetro de tallo no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.1463$ ).

**Cuadro 12** Medias de los diámetros totales de tallo por cada tratamiento

N°	Tratamientos	medias de Diam. de tallo(mm)
1	T0	66.3
2	T1	63.6
3	T2	69.3
4	T3	69.1
5	T4	68.1

En la figura 3, se muestran los diámetros promedio totales de los tallos de las plantas por cada tratamiento, en cual se observa un engrosamiento mayor del tallo con T2 y T3, respecto a T1, que se observa que tiene un promedio de diámetro menor. Esta diferencia es debido a que tuvo una limitación para suplir los nutrientes para la planta lo cual disminuyó el engrosamiento del tallo que eran necesarias soportar el peso de los frutos.



**Figura 3** Efecto de la aplicación de cuatro dosis de biofertilizante y un testigo sobre el diámetro de tallo en tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020.

Jaramillo et al. 2007, indican que una de las características importante para el desarrollo del tallo son las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta. Debido a que el tallo es una de las principales partes de la planta, a medida que se va incrementando su desarrollo, también van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias a mayor desarrollo mayor capacidad de transportar los nutrientes hacia los frutos.

#### 4.4 Número de flores

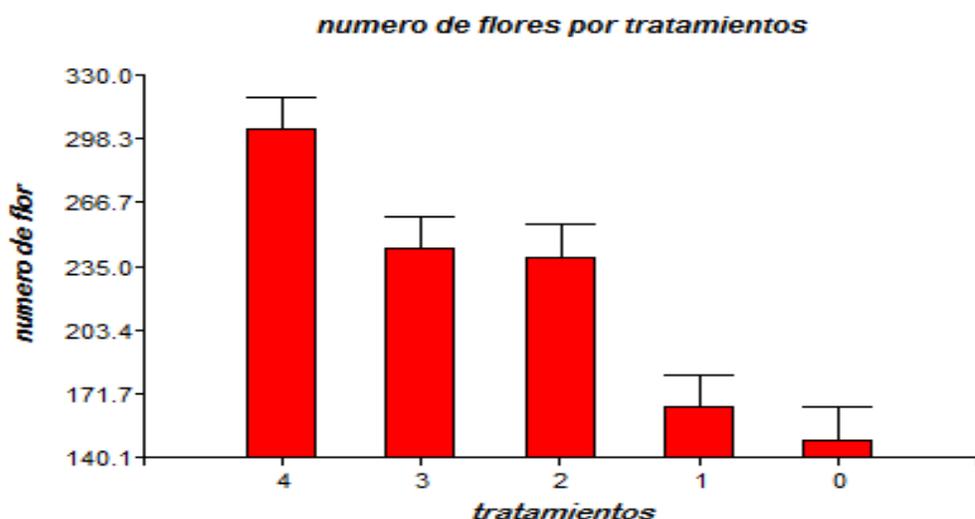
En el cuadro 13 se presentan las medias del total de flores obtenidas por cada tratamiento, en la prueba de significancia se identificó que T4 presentó mayor número de producción de flores, existiendo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) con los demás tratamientos, específicamente con T0 y T1 que mostraron una media menor con promedio de 156 flores.

En esta variable se aplicó el análisis de varianza (cuadro A-9), con la prueba de significancia de tukey (cuadro A- 10), el cual mostró efectivamente que los tratamientos T4 y T3 presentaron, el mayor número de flores con 302 y 243 respectivamente, no existiendo diferencia alguna entre ellas, pero presentando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) con T0 quien mostró menor número de flores.

**Cuadro 13 Medias del número de flores por tratamiento.**

N°	Tratamiento	medias de numero de flores
1	T0	148.6
2	T1	165.0
3	T2	239.4
4	T3	243.4
5	T4	302.8

En la figura 4 se puede observar el total de flores producidas por cada tratamiento, datos obtenidos a partir de la cuarta semana después del trasplante en un período de 8 semanas, la cual muestra que efectivamente el T4 tuvo una mayor producción de flores. El T2 y T3 presentan una producción similar entre ellos con un promedio de 241.4, en contraposición del T0 que mostró menor número de flores respecto a los demás tratamientos.



**Figura 4 Efecto de la aplicación de cuatro dosis de biofertilizante y un testigo sobre el número de flores en tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020.**

Esta diferencia se debe a que mayor concentración del biol en el T4 con una dosis mayor a los demás tratamientos, existe mayor aporte de nutriente a las plantas como el fósforo que es esencial para el desarrollo de la floración.

Según Agronet. 2009. Todos los macro nutrientes son esenciales para la etapa de floración y fructificación, pero principalmente el fósforo que juega un papel muy importante en la etapa de enraizamiento y floración ya que incide sobre la formación y tamaño de flores, además existen otros factores como la humedad relativa, si es muy elevada dificulta la fecundación debido a que el polen se compacta abortando parte de las flores.

#### 4.5 Número de fruto

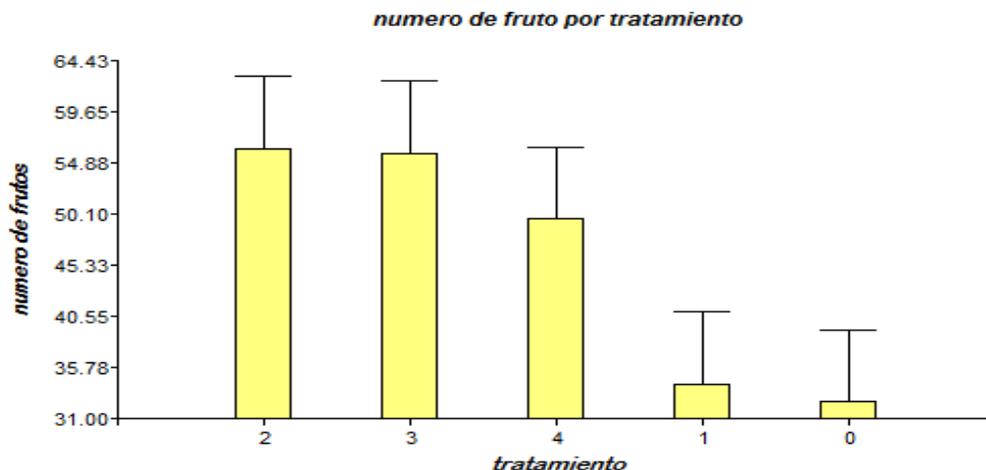
En el cuadro 14 se presentan las medias del número de frutos obtenidos por cada tratamiento, en esta variable se aplicó el análisis de varianza (Cuadro A-12) el cual mostró que el factor tratamientos presentó diferencias mínimas significativas ( $p > 0.0531$ ).

La prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro A-13), identificó que el T2 obtuvo mayor número de frutos producidos con una media de producción de 56.2 frutos, teniendo diferencia, en contraposición, T0 con una media de producción de 32.6 frutos, existiendo diferencias mínimas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.

**Cuadro 14 Media de número de frutos por tratamiento.**

N°	Tratamiento	medias de Número de frutos
1	T0	32.6
2	T1	34.2
3	T2	56.2
4	T3	55.8
5	T4	49.6

En la figura 5, se muestra el total de frutos producidos por cada uno de los tratamientos obtenidos desde la semana 15 a partir del trasplante, teniendo una cosecha de 4 semanas. Se observa efectivamente que el T2 y T3 tuvieron un mayor número de frutos con un promedio de 56. En comparación con T1 y T0 (promedio de 33 frutos).se realizó la comparación de la producción promedio obteniendo un numero de 56 frutos promedio por planta en contraste de 50 frutos por planta en los ensayos del CENTA.



**Figura 5 Efecto de la aplicación de cuatro dosis de biofertilizante y un testigo sobre número de frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020**

Arshad y rashid 1999. Confirmaron en su estudio que el aumento de la producción está relacionado con el favorecimiento de los componentes y nutrientes disponible para la

planta, por tanto, el rendimiento de frutos de tomate es condicionado por el número de flores por planta y por el peso individual, probando que la adición de fósforo puede aumentar el número de flores lo que proporciona el mayor número de frutos por planta.

Según Ho 1992. Los primordios florales que se forman poco antes de la floración compiten por los foto asimilados con los frutos existentes y los órganos vegetativos en crecimiento.

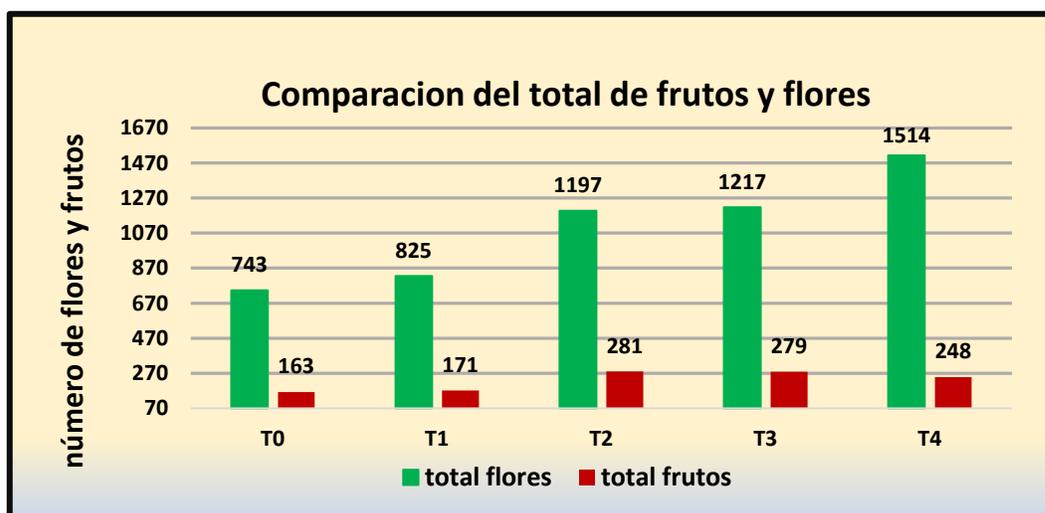
La planta puede producir una reducción de frutos por racimo, debido al aumento de aborto floral por los efectos de la posición relativa de las flores, las altas temperaturas, el orden de polinización y la competencia entre estos son realmente importantes (Bertín 1995).

#### 4.6 Comparación entre número de flores y número de frutos producidos

En la figura 6 se presenta una comparación entre el total de flores que se obtuvieron en la semana 11 para la última toma de datos y el total de frutos obtenidos en las 9 cosechas, por cada uno de los tratamientos. En el cual se observa que el número de flores es mayor en cada tratamiento que el número de frutos. Esta diferencia se debe a varios factores, entre los cuales está el aborto o purga de flores de la planta esto sucede cuando hay altas temperaturas o las flores no fueron polinizadas, el ataque de insectos picaduras y cortes de fruto en desarrollo.

Sin embargo, se puede observar que el mejor tratamiento fue el T2, ya que por las 20 plantas se obtuvo una mayor producción con 1,197 flores y una producción de 281 frutos en 4 semanas realizando la comparación con la producción promedio del productor. Aunque la gráfica muestra que el T4 tuvo un mayor número de flores sin embargo la producción de frutos fue menor.

Según Ardila G. 2011, los bajos rendimientos podrían atribuirse a las temperaturas arriba de 30°C, en las etapas de desarrollo vegetativo, floración y fructificación, estas ocasionan una baja producción de rendimiento, reducción de polinización, caída de flores y una fecundación defectuosa en tomate.



**Figura 6 Comparación entre número de flores y frutos obtenidos de la aplicación de cuatro dosis de biofertilizante y un testigo en tomate (*Lycopersicum esculentum*), variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020**

#### 4.7Peso de fruto

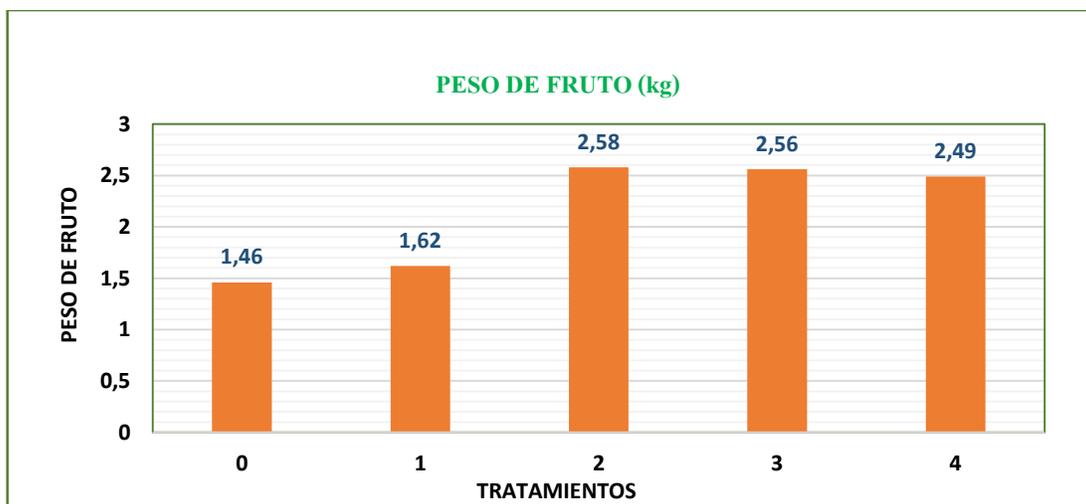
El cuadro 15 presenta las medias del peso total obtenido por cada tratamiento. Estos datos se obtuvieron a partir de la semana 15 después del trasplante, en un periodo de 4 semanas, en el cual se muestra que el T2 obtuvo una media mayor con un peso de 2.58 kg, en contraposición del T0 con una media de peso de 1.46 kg.

Sin embargo, el análisis de varianza con la prueba de kruskal Wallis (cuadro A-11) no presento diferencias estadísticamente significativas entre cada uno de los tratamientos ( $p>0.2693$ ) a excepción con el testigo.

**Cuadro 15 Medias de peso de fruto por tratamiento**

N°	Tratamientos	medias de peso de fruto (kg/2.5m <sup>2</sup> )
1	T0	1.46
2	T1	1.62
3	T2	2.58
4	T3	2.56
5	T4	2.49

En la figura 7, se muestra el peso total de frutos en kilogramos por cada tratamiento. En el cual se observa que el T2, T3 y T4 muestran similar peso de fruto con un promedio de 2.54 kg, en contraposición del T1 que mostró promedio menor de peso de fruto.



**Figura 7 Efecto de la aplicación de cuatro dosis de biofertilizante y un testigo sobre el peso de fruto en tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020**

Los pesos obtenidos por cada uno de los tratamientos reflejan la importancia de los nutrientes esenciales para el crecimiento del fruto, se puede observar que el T2 tuvo mejor crecimiento en cuanto altura de planta y diámetro de tallo por lo que esto dio un resultado positivo para la obtención de mejores pesos de los frutos. Se realizó la comparación del peso promedio obtenido de fruto por planta con el T2 el cual fue de 60 a 75gr en contraste con la producción promedio de CENTA que es de 90 a 100 gr el peso con sistema de producción convencional.

La diferencia del peso indica que el número de células en los frutos de tomate depende del desarrollo de la planta y de los nutrientes aplicados, el peso potencial de frutos proximales dentro de los mismos racimos depende en gran medida del nivel de competencia durante desarrollo floral. Según Adams *et al.* 2001.

#### 4.8 Diametro de fruto

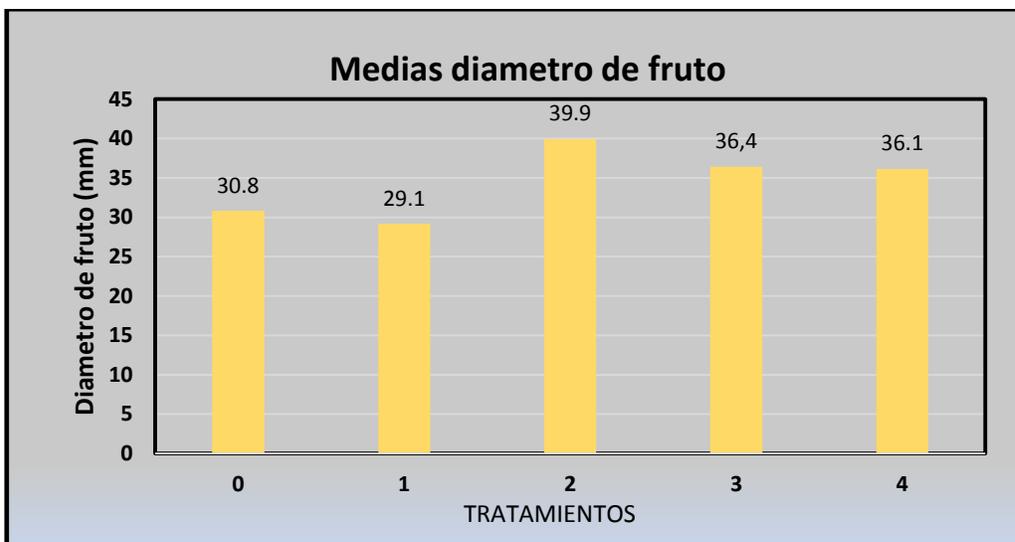
En el cuadro 16 se presentan las medias del diámetro de fruto por cada tratamiento, medidos desde la semana 15 después del trasplante, por un período 4 semanas. Para medir esta variable, se aplicó el análisis de varianza, con la prueba de significancia de kruskal Wallis (Cuadro A-14) el cual muestra que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ( $p > 0.0995$ )

Sin embargo, aun cuando no existen diferencias estadísticas significativas los resultados demuestran un dominio favorable del T2 con una media de diámetro de fruto con 39.9 mm y respectivamente el T1 expresó un diámetro menor de 29.18 mm.

**Cuadro 14 Medias de diámetro de fruto por tratamiento**

N°	Tratamientos	Media de Diam. de fruto (mm)
1	T0	30.82
2	T1	29.18
3	T2	39.94
4	T3	36.4
5	T4	36.14

En la figura 8, se muestran los diámetros promedios de fruto por cada tratamiento, en la cual se observa que el T2, T3 y T4 muestran un promedio de diámetro de fruto mayor en comparación con los tratamientos T0 y T1 que muestran una disminución en el diámetro de los frutos.



**Figura 8 Efecto de la aplicación de cuatro dosis de biofertilizante y un testigo sobre el diámetro de fruto en tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020**

Dicha diferencia de los diámetros entre los tratamientos se ve influida por la densidad de tallos que tenía la planta ya que no fueron eliminados algunos chupones por lo cual esto hizo variar el tamaño y diámetro de fruto, así como en el desarrollo de la planta.

Es muy importante dirigir la fortaleza de los chupones hacia los tallos principales de las plantas para obtener una buena producción de frutos, sobre todo al principio de su fase vegetativa, para orientar la planta en una dirección generativa fuerte.

#### **4.9 Costo de producción de tomate variedad CENTA CUSCATLAN**

Para determinar la relación Beneficio-Costo de producción de tomate CENTA CUSCATLAN de todos los tratamientos evaluados en la investigación, se utilizó el modelo (CATIE 1994).

Donde se toma en cuenta que en una relación B/C se compara con 1; así se tiene lo siguiente:

B/C > 1: indica que los beneficios superan los costos, el proyecto deber ser considerado.

B/C = 1: aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales que los costos.

B/C < 1, muestra que los costos son mayores que los beneficios, no se debe considerar el proyecto.

Para determinar rendimientos se tomó de referencia el precio de venta de la cajilla del productor Sara Flores en el cual es de \$15 con un peso de 11.37 kg, los datos obtenidos en la parcela de investigación de la variedad CENTA CUSCATLAN por cada tratamiento se proyectaron para una densidad de 25,000 plantas de tomate esta densidad para una hectárea con distanciamientos de 0.50 m entre planta y 0.80 m entre surco, dando en todas ellas el mismo manejo agronómico difiriendo en la dosis de biofertilizante enriquecido con sales minerales.

La proyección se realizó según indica la metodología CIMMYT la cual se ajustaron dichos rendimientos reduciéndolos en un 10 % ; también se obtuvieron los costos de producción para la parcela de investigación de 240 metros cuadrados por cada tratamiento y fueron proyectados a una hectárea (cuadro A- 15), el factor de variación entre dichos costos era el uso de biofertilizante en cantidad y costo monetario, es decir, en el testigo se incurrieron menos costos de producción debido a que no se aplicó el biofertilizante; en los demás tratamientos esta era la mayor variante por la cual los costos incrementaron con respecto al testigo; en cuanto a los Beneficios Netos se obtuvieron los siguientes T0: \$ 3,501.74, T1: \$ 3,504.39, T2: \$ 9,990.39, T3: \$ 9,262.39, T4: \$ 8,187.39 aunque los costos de producción iban incrementando por cada tratamiento, también de esta manera incrementaron las ganancias percibidas a excepción del tratamiento cero y tratamiento cuatro, la diferencia fue en el peso de fruto T3 y T4 donde se utilizó más biofertilizante y los frutos obtenidos fueron menores.

En cuanto al Análisis Marginal haciendo la diferencia entre el testigo sus costos y beneficios con cada uno de los tratamientos donde se utilizó el biofertilizante (cuadro A-16).

Para evaluar la relación B/C de cada uno de los tratamientos se determinó los beneficios, dividiendo entre el total de los costos. El precio de venta utilizado fue de acuerdo como el productor lo vende, el precio de la cajilla \$15.00/kg

Obteniendo así la relación beneficio-costo de \$1.08, es decir, que por cada dólar invertido el productor está recuperando \$0.08 ctv.

Si bien es cierto se invierte en la tecnología los resultados tanto productivos como costos y beneficios marcan la diferencia en ganancias obtenidas en tiempos de cosecha

## 5 CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la investigación se concluye:

El uso de biofertilizante enriquecido con sales minerales (supermagro) a través de la técnica de fertirriego presentó beneficios para las plantas ya que estas absorbieron de manera directa los nutrientes esenciales para su desarrollo.

Estadísticamente el tratamiento T4 (250 ml), fue mayor al mostrar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con los demás tratamientos, para las variables altura de plantas, número de flores.

Los indicadores de diámetro de tallo y de fruto, número y peso de fruto por planta, los tratamientos T2 (150 ml) y T3 (200 ml) presentaron los mejores rendimientos.

En la comparación entre número de flores y número de frutos el T2 (150 ml) tuvo un mayor cuajado de frutos (mayor rendimiento por planta) a pesar de que en el número de flores fue menor que en el T4 (250 ml).

La aplicación del tratamiento T2 (200 ml de biol) tuvo los mejores resultados en comparación con los demás tratamientos en cuanto a rendimiento y producción de frutos y en la relación beneficio-costos (B/C) resultó ser más rentable por presentar el menor costo de producción.

## **6 RECOMENDACIONES**

Probar diferentes concentraciones de biofertilizante en suelos con características diferentes a la investigación y con otros cultivos.

Validar el funcionamiento de las varas de bambú como laterales de riego con pruebas, con un diámetro menor del agujero externo (gotero) para llegar a una técnica completa de riego por goteo.

Socializar y validar la alternativa de producción agroecológica a los pequeños productores a través de escuelas de campo implementando las nuevas tecnologías presentadas en esta investigación.

Al utilizar semilla de la variedad CENTA Cuscatlán obtenerlas de la misma producción, cosechando los mejores frutos para poder autoabastecerse de semilla y generar un ahorro económico.

Realizar análisis de suelos antes y después de la cosecha para evaluar los efectos residuales ejercidos por el biofertilizante.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar JM; Baixauli C. 2002. Cultivo sin suelos de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias. Generalitat Valenciana. Valencia, ES. p. 39
- Agronet. 2009. Área Cosechada, Producción y Rendimiento de Tomate. (En Línea). Consultado 13 May. 2020. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/>
- Anuario Estadístico de la Dirección General de Economía Agropecuaria. 2012 – 2013.p 11
- Ardila, G.2011. Estudio del crecimiento de la planta y del fruto de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico, bajo cubierta plástica. (En Línea).Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Co. Consultado 16 May. 2020. Disponible en:<http://bdigital.unal.edu.co/11126/1/gustavohernanardilaroa.2011.pdf>.
- Arshad M; Rashid A. 1999.comparacion de rendimiento entre dos variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo la influencia de NPK.pakistan. Journal of Biological Sciences.P 635-636
- Bejarano C. 2003 abonos orgánicos. Fermentados; tipo bocashi, caldos minerales y biofertilizantes. Cali Colombia. CVC (Corporación de Valle Cauca). p. 27-29
- Cardona, N. 2013. Evaluación de fuentes de fertilización orgánica en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. (En Línea). México (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Nuevo León. Consultado: 13 mayo.2020.Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3807/1/1080249917.pdf>.
- CATIE. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR).1994. Fundamentos de análisis económicos. Guía para la investigación y extensión rural. p. 135-144.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). sf. Guía Técnica Programa de Hortalizas y Frutales: Cultivo de Tomate (en línea). San Andrés, La Libertad El Salvador, C.A.47 p. Consultado 19 jun. 2020. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>.
- CENTA. 2010. Guía Técnica. Cultivo de Tomate. (En Línea). SV. Consultado: 23 nov 2019.Disponible en: <https://www.centa.gob.sv/doc/guias/hortalizas/guía%2520tomate.pdf>
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). Mendoza Martínez, AE. 2013. Riego por goteo (en línea). Consultado 28 Jun 2018. Disponible: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/riego/Riego%20por%20goteo.pdf>.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2017. Variedad de tomate de Polinización Libre con Tolerancia al Complejo de Begomovirus. CENTA CUSCATLÁN – CC. Boletín Técnico I. El Salvador. 4p
- Cestoni, F; De Jovel, G; Urquilla, A. 2006. Perfil de negocios de tomate cherry o cereza hacia el mercado de los Estados Unidos. (En Línea). El Salvador. Consultado 20

Jun 2020. P.73. Disponible en:[http://academia.edu/7215115/PERFIL\\_DELNEGOCIO\\_DELTOMATE\\_CHERRY\\_O\\_CEREA\\_HACIA\\_EL\\_MERCADO\\_DE\\_LOS\\_ESTADOS\\_UNIDOS\\_](http://academia.edu/7215115/PERFIL_DELNEGOCIO_DELTOMATE_CHERRY_O_CEREA_HACIA_EL_MERCADO_DE_LOS_ESTADOS_UNIDOS_)

CEUTA (Centro Uruguayo de Tecnología apropiado). 2006. Tecnologías apropiadas biofertilizantes, nutriendo cultivos sanos. Montevideo, Uruguay. Revista. ed 2°.50 p. Consultado 25 jun. 2020.

Cymmyt.1998. La Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. MEXICO D.F.MX.(En Línea).Consultado 20 oct.2019.Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

CONASAN (Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria).2018.Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Situación Nutricional de la Población, consultado 2 May. 2020. Disponible en:<http://www.conasan.gob.sv/wp-content/uploads/2018/12/CONASAN-POLITICA-NACIONAL-DE-SEGURIDAD-ALIMENTARIA-Y-NUTRICIONAL-2018-2028.pdf>

Demin PE. 2014. Aportes para el mejoramiento del sistema de riego. 1ª edición. San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina. (INIA).p 28.

Ediform. 2006. VADIAGRO: Principales problemas fitosanitarios. Tomo I. Curridabat, Costa Rica, Edifarm Internacional Costa Rica. 3º ed. 193-212 p. Consultado 20 jun.2018. Disponible en [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual/F01-10921.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/F01-10921.pdf)

Eurofontanilla. 2013. propiedades físicas y químicas del agua. (En Línea).Es. Consultado 23 ago.2019. Disponible en: <https://www.eurofontanilla.es/wp-content/uploads/2013/propiedades-fisicas-del-agua.pdf>

Everhat. E, JauronR , Haynes C. 2002.Guía de horticultura de Iowa state University, el huerto doméstico: tomates.(En línea). Consultado 20 jun.2020. Disponible en: <http://www.extension.iastate.edu/pubs/>.

FAO (Organizaciones de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura). 2015. Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables (En Línea). Perú. Consultado23 Mar.2018.

Fernanda, G. 2010. Catálogo de Tecnologías para pequeños productores Agropecuarios. Buenos Aires, Argentina. P 24-14

Fernández, L. I. 2015. Evaluación de la aplicación de caldo supermagro en un sistema silvopastoril intensivo del trópico alto de Nariño. San Juan, Argentina.

García, L. 2019. Proceso de reproducción de bacterias fototróficas mediante biofermentación. Tesis de Ingeniero, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Ecuador. p24.

GUZMÁN, G.I. y M. González.2009. Preindustrial agriculture versus organic agriculture.(En Línea). Consultado 05 jun. 2020. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/222572440\\_Preindustrial\\_agriculture\\_versus\\_organic\\_agriculture\\_The\\_land\\_cost\\_of\\_sustainability](https://www.researchgate.net/publication/222572440_Preindustrial_agriculture_versus_organic_agriculture_The_land_cost_of_sustainability).

- Ho. L. C. 1992. The distribution and identity of assimilates in tomato with special referenceto stem reserves. Annual of Botany 73, 315-323
- Infoagro Systems S.L. 2016. El cultivo de tomate: Parte I. (en línea). Madrid, España. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en: [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_tomate\\_\\_parte\\_i\\_.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp).
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).2014. Caracterización del valor nutricional de los alimentos. Nutrientes del Tomate. Uruguay. 144p.
- INIA (Institución de investigación Agropecuaria). Bello U.M.A, Pino Q. M.T. 2000. Metodología de fertiirrigación: riego por goteo. (en línea). Boletín 19°. Ed. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arena, Chile. Consultado 30 abr. 2020. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25630pdf>.
- INIA (Instituto de Investigación Agropecuaria). 2017. Manual de cultivo de tomate al aire libre. (En línea). Boletín 11. Santiago, Chile. Consultado 10 ene.2020. Disponible:<http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.pdf>
- ISCAH (Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana). 1993. Curso de Agricultura orgánica. La Habana, Cuba. S/p.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), CIRN (Instituto de floricultura). Bárbaro L.A, Karlarian M.A, Mata D.A. Sf. Importancia del Ph y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. p 7. Consultado 27 sept. 2019.
- JARAMILLO J. Rodríguez V.P., Guzmán M., Zapata M., Rengifo T. 2007. Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas. En La producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Corpoica Mana Gobernación de Antioquia. Colombia. P 331.Disponible en: <http://a1374s00FAOJARAMILLO.pdf>.
- Jaramillo, D., 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia Medellín. p 331 – 334
- MAOES. (Movimiento de Agricultura Orgánica de El Salvador). 2018. Manual de Producción de Insumos utilizados en la agricultura orgánica. Fertilizantes enriquecidos con sales minerales, Supermagro. La Libertad, El Salvador. p 50.
- Mamani, R.; Machaca, E. 2015. Efecto de dos fertilizantes potásicos en la producción de semilla de tomate cv.Río Grande. Revista Científica de InvestigaciónINFO-INIAF.Bolivia. vol 1: 57p.
- Martínez Argueta, AA; Zelada Guevara, CA; Herrera Martínez, ME. 2005. Creación de un modelo de Sistemas de Información Geográficos (SIG) para una finca, caso Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Tesis Ing. Agr. El Salvador. Universidad de El Salvador. 98 p.

- Marin Galvin R. (2003). Características Físicoquímicos y biológicas del agua. (En Línea). Consultado 23 nov.2019. Disponible en: <https://static.eoi.es/savia/documents/componente48099.pdf>.
- MENDOZA, H., Carrillo, J. Perales, C., Ruiz, J. 2003. Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para tomate de invernadero en Oaxaca.(En Línea). México. Consultado 15 feb.2020. Disponible en: <http://repositorio.Bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6264/A1938e.pdf>.
- Monardes, H. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill): Características botánicas. (en línea). Chile. Universidad de Chile.P 13. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual\\_Cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_tomate.pdf)
- Montesanto, A. 2012. Cómo elaborar un Supermagro, el “súper” biofertilizante más elegido en producción orgánica. Buenos Aires, Argentina.
- PASOLAC. sf.Guía Técnica manejo y Aprovechamiento de Agua con fines agropecuarios. Riego por Goteo con Bambú. (En Línea). Nicaragua. Consultado 9 may. 2020. Disponible en: <http://www.funica.org.ni/docs/riego11.pdf>
- Planes-Leyva, M.; Utria-Borges, E.; Calderón-Agüero, J.; Terry-Lamothe, A.; Figueroa-Santana, I.; Lores, A. 2004. La biofertilización como herramienta biotecnológica de la agricultura sostenible. Revista Chapingo Serie 10 Horticultura p5-10.
- PNUMA(Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2010. El ABC del CPS. Aclarando conceptos sobre el consumo y la producción sostenibles. Agricultura sostenible: antecedentes e iniciativas. París, Francia. Consultado 2 may. 2020. Disponible en <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/AgriculturaSostenible2015.pdf>
- PRONAGRO.2009. Supermagro: abono líquido foliar orgánico. Bogotá, Colombia. Revista 1°ed. 14p
- Restrepo J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. Costa Rica. IICA. P.114
- Restrepo Rivera. 2007. Manual Práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Managua, Nicaragua. 1a ed. P.117-124
- Ruiz Figueroa, José Feliciano. 1993. La agricultura orgánica. En: Alternativas para el campo mexicano. Editorial FONTAMARA. México, D.F. p 152-182
- Salas, M.C.; Urrestarazu, M. 2001. Técnicas de fertiirrigación en cultivo sin suelo: Manuales de la Universidad de Almería. Servicios de Publicaciones de la Universidad de Almería. España. Consultado 19 jun. 2018. 280 p.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 2000. Fisiología de las plantas. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Thompson Ediciones, Madrid. p. 557-564.

- Steven W. Troxler sf. valores nutricionales del tomate. *Food and Drug Protection Division*. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services. Boletín tecnico 03. Estados Unidos. 4p
- UES (Universidad de El Salvador). Amaya Henríquez, G. et al. 2008. Tras la búsqueda de un régimen legal que garantice la seguridad alimentaria en El Salvador (En Línea). Consultado 2 may. 2020. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3514/1/>
- Vega, M. y Raya, J.L. 2004. I. Cultivo en lana de roca. Tratado de cultivo sin suelo. 3ª Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 603-621p
- Vieira, M. J. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos. 23-30p

## 8 ANEXOS

**Cuadro A - 1 Promedios semanales de altura de planta. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020**

tratamientos	ALTURA DE PLANTA										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
T0	10.1	14.32	18.84	22.52	30.4	41.48	53.25	58.25	61.95	66.25	72.1
T1	9.5	14.16	18.78	24.58	32.3	37.88	49.55	53.95	58.45	64.85	71.05
T2	9.7	14.22	19.96	25.62	37.45	47.46	61.7	65.1	68.95	74	81
T3	9.3	15.12	19.52	25.68	36.95	47.94	62.1	66.65	70.6	75.9	84.75
T4	9.52	13.48	18.72	23.42	34.65	45.76	60.25	64.35	70.5	75.7	86.35

**Cuadro A - 2 Promedios semanales de diámetros de tallo de la planta. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020**

tratamientos	DIAMETRO DE TALLO										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
T0	34.1	44.84	47.24	50.68	53.42	61.12	63.94	65.56	66.15	66.3	66.3
T1	38.24	43.42	48.1	52.98	55.28	58.06	61.34	63.14	63.6	63.6	63.6
T2	36.86	44.42	49.42	55.1	60.08	64.78	68.04	69.58	69.35	69.35	69.35
T3	38.47	45.98	49.92	55.78	61.12	66.68	69.64	71.08	69.15	69.15	69.15
T4	36.82	37.16	46.64	53	57.46	62.68	66.18	68.14	68.89	68.15	68.15

**Cuadro A - 3 Número de flores producidas por cada semana. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020**

tratamientos	NUMERO DE FLORES							
	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
T0	3	88	192	355	433	522	635	743
T1	10	67	155	262	325	472	675	825
T2	28	160	354	681	779	881	1050	1197
T3	23	142	236	532	652	842	1059	1217
T4	8	113	259	539	869	1100	1328	1514

**Cuadro A - 4 Número de frutos producidas por cada semana. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020**

TOTAL, DE FRUTOS POR SEMANA					
TRATAMIENTOS	S1	S2	S3	S4	TOTAL, DE FRUTOS
T0	22	29	32	80	163
T1	9	21	37	104	171
T2	53	65	58	105	281
T3	35	53	71	120	279
T4	30	56	46	116	248

**Cuadro A - 5 Promedios semanales de diámetro de fruto. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020**

DIAMETRO DE FRUTO POR SEMANA (mm)					
TRATAMIENTOS	S1	S2	S3	S4	TOTAL, DIAMETRO
T0	31	31.92	30.22	30.28	30.8
T1	16.54	23.8	39.7	36.86	29.2
T2	40.36	42.68	36.04	40.68	39.9
T3	30.74	38.06	38.22	38.62	36.4
T4	31.04	38.42	34.26	40.94	36.1

**Cuadro A - 6 Peso de frutos por tratamiento en cada semana. Datos registrados de la parcela de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), EEP. UES-CC.AA. Tesis 2020**

PESO DE FRUTO POR SEMANA (Kg)					
TRATAMIENTOS	S1	S2	S3	S4	TOTAL, PESO
T0	1.05	1.26	1.56	3.46	7.33
T1	0.37	0.86	1.94	4.96	8.13
T2	2.59	3.47	2.34	4.5	12.9
T3	1.84	2.41	3.04	5.49	12.78
T4	1.65	2.59	2.18	6.04	12.46

### Cuadro A - 7 Prueba de kruskal Wallis en variable altura de planta

#### Prueba de Kruskal Wallis

Variable	tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
prom.altura (cm)	0	5	72.10	2.78	72.75	11.46	0.0217
prom.altura (cm)	1	5	71.05	8.90	69.75		
prom.altura (cm)	2	5	81.00	8.02	81.50		
prom.altura (cm)	3	5	84.75	9.62	88.00		
prom.altura (cm)	4	5	86.35	4.87	86.00		

#### Trat. Ranks

1	6.40	A
0	8.00	A
2	14.30	A B
3	17.50	B
4	18.80	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Cuadro A - 8 Prueba de kruskal Wallis en la variable diámetro de tallo.

#### Prueba de Kruskal Wallis

Variable	tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
prom.diam. (mm)	0	5	66.30	0.89	66.50	6.80	0.1463
prom.diam. (mm)	1	5	63.60	5.56	65.75		
prom.diam. (mm)	2	5	69.35	4.05	69.50		
prom.diam. (mm)	3	5	69.15	1.88	70.25		
prom.diam. (mm)	4	5	68.15	2.03	68.50		

### Cuadro A - 9 Análisis de varianza para la variable número de flores.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
numero de flor	25	0.81	0.71	16.40

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	87039.52	8	10879.94	8.37	0.0002
tratamientos	79512.96	4	19878.24	15.29	<0.0001
bloques	7526.56	4	1881.64	1.45	0.2641
Error	20795.84	16	1299.74		
Total	107835.36	24			

**Cuadro A - 10 Prueba de Tukey de tratamientos en variable número de flores.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=69.85551

Error: 1299.7400 gl: 16

tratamientos	Medias	n	E.E.	
4	302.80	5	16.12	A
3	243.40	5	16.12	A
2	239.40	5	16.12	A
1	165.00	5	16.12	B
0	148.60	5	16.12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro A - 11 Prueba de kruskal Wallis en la variable peso de fruto.**

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
peso fruto (kg)	0	5	1.46	0.99	1.07	5.18	0.2693
peso fruto (kg)	1	5	1.62	0.81	1.17		
peso fruto (kg)	2	5	2.58	1.60	2.09		
peso fruto (kg)	3	5	2.56	1.13	2.84		
peso fruto (kg)	4	5	2.49	0.74	2.48		

**Cuadro A - 12 Análisis de varianza para la variable número de fruto.**

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
numero de frutos	25	0.59	0.39	32.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5213.68	8	651.71	2.89	0.0336
tratamiento	2656.64	4	664.16	2.95	0.0531
bloque	2557.04	4	639.26	2.84	0.0593
Error	3605.76	16	225.36		
Total	8819.44	24			

**Cuadro A - 13 Prueba de Tukey de tratamientos en variable número de fruto.**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=29.08780

Error: 225.3600 gl: 16

tratamiento	Medias	n	E.E.
2	56.20	5	6.71 A
3	55.80	5	6.71 A
4	49.60	5	6.71 A
1	34.20	5	6.71 A
0	32.60	5	6.71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuadro A - 14 Prueba de kruskal Wallis en la variable diámetro de fruto**

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Diam. Frutos (mm)	0	5	30.82	8.25	33.10	7.79	0.0995
Diam. Frutos (mm)	1	5	29.18	8.80	32.90		
Diam. Frutos (mm)	2	5	39.94	4.32	38.90		
Diam. Frutos (mm)	3	5	36.40	8.75	38.70		
Diam. Frutos (mm)	4	5	36.14	8.07	36.00		

**Cuadro A - 15 Costos de producción de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Centa Cuscatlán) En condiciones de Cielo Abierto En Estación Experimental y de Prácticas UES – CC. AA, Tesis 2019-2020**

Área de 240 m <sup>2</sup>									Área de 10,000 m <sup>2</sup>								
Materiales					Mano de obra				Materiales					Mano de obra			
Clase	Cantidad utilizada	Medida	Precio de medida \$	Total	Nº Jornales	Precio de Jornal	Total M.O	Total	Clase	Cantidad utilizada	Medida	Precio de medida \$	Total \$	Nº Jornales	Precio de jornal	Total M.O	Total \$
<b>INSUMOS</b>																	
Supermag									Supermag								
T1 100 ml	7.5	Lt	3	22.5	2	6.67	13.34	35.84	T1 100 ml	4,687.9 L	BAR.	50	1,150	5	6.67	33.35	1,183.35
T2 150 ml	11.25	Lt	3	33.75	2	6.67	13.34	47.09	T2 150 ml	7,031.35 L	BAR	50	1,750	5	6.67	33.35	1,783.35
T3 200 ml	15	Lt	3	45	2	6.67	13.34	58.34	T3 200 ml	18,750 L	BAR	50	2,300	5	6.67	33.35	2,333.35
T4 250 ml	18.75	Lt	3	56.25	2	6.67	13.34	69.59	T4 250 ml	23,437 L	BAR	50	2,900	5	6.67	33.35	2,933.35
Fertirriego					2	6.67	13.34	13.34	Fertirriego					4	6.67	26.68	
Cal Agrícola	7.5	kg	30.00	4.89	2	6.67	13.34	18.23	Cal Agrícola	18.75	QQ	20	375	8	6.67	53.36	428.36

Microrganismos	2.4	lt	2/lt	4.8	2	6.67	13.34	18.14	Microrganismos	600	QQ	1.50/l t	900	10	6.67	66.7	966.7
Bocashi	10	qq	10	100	2	6.67	13.34	113.34	Bocashi	25	QQ	10	250	15	6.67	100.05	350.05
Repelente M5	2.4	Lt	1.50		2	6.67	13.34	14.84	Repelente M5	600	L	1.50	900	10	6.67	66.7	966.7
																	<b>2,711.81</b>
<b>SEMILLERO</b>									<b>SEMILLERO</b>					15	6.67	100	<b>1,479.73</b>
Semilla	1.50	Gr	7.00	10.50					Semilla	27,500	Sbr	2.50	687.5				
Bandejas	2.00	Un	6.00	12.00					Bandejas	110	Un	6.0	660				
<b>SUSTRATO DE SEMILLERO</b>					2	6.67	13.34	<b>37.54</b>	Sustrato de semillero					8	6.67	53.36	132.23
Lombriabono	4.20	Lb	0.15	0.90					Lombriabono	3.08	QQ	15	46.2				
Bocashi	3.75	Lb	0.10	0.60					Bocashi	2.75	QQ	10	27.5				
Tierra negra	1.41	Lb	0.05	0.20					Tierra negra	1.034	QQ	5	5.17				
<b>SISTEMA DE RIEGO INSTALACION.</b>					3	6.67	20.01	<b>52.22</b>	<b>SISTEMA DE RIEGO INTALACION</b>					12	6.67	80.04	<b>1,916.18</b>
Laterales d. bambú 4 m	25	Un	0.25 c/u	6.25					Laterales d. bambú 4 m	3,125	Un	0.20 c/u	625				
Adapte									Adapte								
Mangueras	9	Yd	0.94	8.46					Mangueras	781.25	Yd	0.75	586.14				
abrazaderas	25	Ud	0.35	8.75					abrazaderas	3,125	Ud	0.20	625				
<b>LAB.CULTURALES</b>								<b>180.09</b>	<b>LAB.CULTURALES</b>								<b>913.79</b>
Limpieza prepa. Suelo Trasplante					2	6.67	13.34		Limpieza prepa. Suelo Trasplante					11	6.67	73.37	
Riego					2	6.67	13.34		Riego					21	6.67	140.07	
Ahoyado y Tutorado					2	6.67	13.34		Ahoyado y Tutorado					4	6.67	26.68	
Aporcos					3	6.67	20.01		Aporcos					30	6.67	200.1	
Tendido de alambre					3	6.67	20.01		Tendido de alambre					50	6.67	333.5	
<b>COSECHA</b>								<b>135.06</b>	<b>COSECHA</b>								<b>366.75</b>
Cortes y acarreo (9)					9	6.67	60.03		Cortes y acarreo (9)					16	6.67	106.72	
Transporte					9	6.67	60.03		Transporte					9	6.67	60.03	
Alquiler de tierra 240 m2								15	Alquiler de tierra								200

**Cuadro A - 16 Presupuesto parcial tratamientos de supermagro proyectado para 1 hectárea**

DESCRIPCION	TRATAMIENTOS				
	TESTIGO	T1: 100 ML	T2: 150 ML	T3:200 ML	T4: 250 ML
RENDIMIENTO MEDIO KG/HA	9,162.5	10,162.5	16,125	15,975	15,575
RENDIMIENTO AJUSTADO KG/HA	8,246.25	9,146.25	14,512.5	14,377.5	14,017.5
BENEFICIOS BRUTOS DE CAMPO	10,890	12,076	19,162	18,984	18,509
COSTOS QUE VARIAN	-----	1,183.35	1,783.35	2,333.35	2,933.35
BIOL.	2,711.81	2,711.81	2,711.81	2,711.81	2,711.81
INSUMOS	1,479.73	1,479.73	1,479.73	1,479.73	1,479.73
SEMILLERO	1,916.18	1,916.18	1,916.18	1,916.18	1,916.18
SISTEMA DE RIEGO					
ARTESANAL	913.79	913.79	913.79	913.79	913.79
LAB.CULTUR.	366.75	366.75	366.75	366.75	366.75
COSECHA Y ALQ.TERRENO					
TOTAL, DE COSTOS QUE VARIAN	7,388.26	8,571.61	9,171.61	9,721.61	10,321.61
BENEFICIOS NETOS \$ /HA	3,501.74	3,504.39	9,990.39	9,262.39	8,187.39
ANALISIS MARGINAL CONRRESPECTO A TESTIGO		0.002	3.640	2.46	1.59
BENEFIUCIO /COSTO	0.47	0.41	1.08	0.95	0.79

**CUADRO A – 17 Análisis de suelo del lote la granja de la estación experimental y de prácticas, de la facultad de ciencias agronómicas. san Luis talpa. La paz**



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

GOBIERNO DE EL SALVADOR

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL  
CENTA "ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA"  
LABORATORIO DE SUELOS

TEL. 2397-2248 Correo electronico: [labsuelos@centa.gob.sv](mailto:labsuelos@centa.gob.sv)

No. Carta	No. Muestra	Nombre del Productor	Nombre de la Finca	Canton	Municipio	Departamento	Identi.	Profundidad cm	Utilizará riego si o no	Cultivo a fertilizar	Nombre del responsable
20408	m20681	ALEJANDRA LISSETH GUARDADO CRUZ		TECUALUYA	SAN LUIS TALPA	LA PAZ	1 (364 m <sup>2</sup> )	20cm	NO	MAÍZ	REINA FLOR DE SERRANO
	m20682	ALEJANDRA LISSETH GUARDADO CRUZ		TECUALUYA	SAN LUIS TALPA	LA PAZ	2 (64 m <sup>2</sup> )	20cm	NO	MAÍZ	REINA FLOR DE SERRANO

ANÁLISIS DE MUESTRAS PAGADAS																																							
N° Muestra	Textura al tacto	pH en agua 1:2.5	Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> )		Potasio (mg kg <sup>-1</sup> )		Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )		Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )		Na (cmol kg <sup>-1</sup> )		K Int. (cmol kg <sup>-1</sup> )		Suma Bases (cmol kg <sup>-1</sup> )		Ácidos Int. (H+Al) (cmol kg <sup>-1</sup> )		CICE	Sat. Base	%Materia orgánica	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/k	Ca/k	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )										
M20681	FRANCO ARENOSO	5.73	MA	51	MA	318.6	MA	8.52	A	2.09	A	0.21	NS	0.82	11.64	M	0.00	B	11.64	M	100.0	2.44	M	4.08	M	2.55	M	12.99	M	10.43	M	0.40	B	8.11	B	25.53	MA	3.76	A
M20682	FRANCO ARENOSO	5.68	MA	62	MA	280.4	MA	9.08	A	2.39	A	0.17	NS	0.72	12.356	M	0.00	B	12.36	M	100.0	3.65	M	3.80	M	3.32	M	15.94	M	12.62	M	0.42	B	8.77	B	24.48	MA	4.69	A

Detalle: (mg kg<sup>-1</sup>) = ppm

(cmol kg<sup>-1</sup>) = meq/100 g de suelo

## CUADRO A – 18 Análisis de biofertilizante supermagro



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

### RESULTADO DE ANÁLISIS

**Fecha de Emisión:** Ciudad Universitaria, 30 de noviembre de 2018  
**Fecha de ingreso:** 16 /noviembre / 2018  
**Tipo de Muestra:** Fertilizante liquido  
**Análisis solicitado:** Nitrogeno, Fosforo, Potasio, Sodio, Calcio, Magnesio, Zinc  
 Cobre, Hierro, Ph, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales  
 Salinidad  
**Usuario:** Katherine del Cid.

No.	Identificación muestra	Nitrogeno	Fosforo	Potasio	Sodio	Calcio	Magnesio	Zinc	Cobre	Hierro
MXU-126	Fertilizante Líquido	1.61%	41573.66 0 4.16%	43867.92 0 4.39%	31784.84 0 3.18%	37735.85 0 3.77%	18657.13 0 1.87%	21261.79 0 2.13%	Menor a 0.2 ppm	8001.89 0 0.80%
Método		Kjeldahl	UV/VIS	Fotometría de flama	Fotometría de flama	Fotometría de flama	Absorción Atómica	Absorción Atómica	Absorción Atómica	Absorción Atómica

No de muestras	Identificación de muestra	pH	Conductividad Eléctrica	Sólidos Totales Disueltos	Salinidad
MXU-126	Fertilizante Líquido	4.67	24.2 mS/cm	15.15 g/l	15.80%
Metodología		Potenciométrico			



Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel.: 2225-1506 y 2226-2043



**Figura A- 1 Mapa de la Estación Experimental y de Práctica. Ubicación de la parcela de investigación.**



**Figura A- 2 Varas de bambú variedad**



**Figura A- 3 Medición de diámetro interno de la vara**



**Figura A- 4 Perforación de goteros**



**Figura A- 5 Perforación de entrenudos**



**Figura A- 7 Acople de la vara al bidón**



**Figura A- 6 Aforo de cada gotero**



**Figura A- 9 Delimitación de la parcela.**



**Figura A- 8 Pruebas de aforo**



**Figura A- 10 Preparación del suelo**



**Figura A- 13 Trasplante de plantines**



**Figura A- 12 Plantines de tomate Cebaco**



**Figura A- 14 Fertilización del cultivo, con supermagro y microorganismos de montaña**



**Figura A- 15 Aplicación de ceniza y m5 y control sanitario**



**Figura A- 16 Toma de datos de altura, diámetro y número de flores por planta**



**Figura A- 18 Diagrama de tratamientos en estudio en tomate (*Lycopersicum esculentum*)  
variedad Centa Cuscatlán, UES-CC. AA, EEP. Tesis 2020**