

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PROGRAMA DE POSGRADO EN AGRONOMÍA TROPICAL SOSTENIBLE.**



**“CARACTERIZACION DE PRODUCTORES DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum*) Y MANEJO DEL CALCIO PARA
NECROSIS APICAL”**

**PRESENTADO POR:
ING. AGR. ANGELA PABÓN FLORES**

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C. A.

2006

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
PROGRAMA DE POSGRADO EN AGRONOMÍA TROPICAL SOSTENIBLE**

**“CARACTERIZACION DE PRODUCTORES DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum*) Y MANEJO DEL CALCIO PARA
NECROSIS APICAL”**

**Tesis sometida a la consideración del Comité Académico y de Tesis del Programa
de Posgrado en Agronomía Tropical Sostenible, para optar al grado de:**

**MAESTRA EN CIENCIAS EN:
AGRICULTURA SOSTENIBLE**

POR

ING. AGR. ANGELA PABÓN FLORES



SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C. A.

2006

Tesis aceptada por la Coordinación del Programa de Posgrado en Agricultura Tropical Sostenible de la Facultad de Ciencias Agronómicas y aprobada por el Comité de Tesis del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

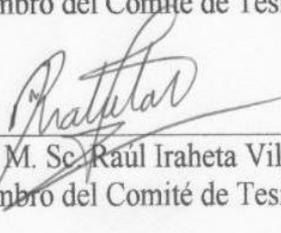
**MAESTRA EN CIENCIAS EN:
AGRICULTURA SOSTENIBLE .**



Ing. Agr. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez
Profesor Consejero

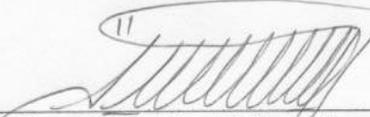


Ing. Agr. M. Sc. Raúl Antonio Quintanilla Rivera
Miembro del Comité de Tesis

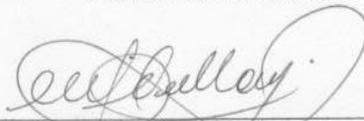


Ing. Agr. M. Sc. Raúl Iraheta Villatoro
Miembro del Comité de Tesis

COORDINACION DEL PROGRAMA DE POSGRADO

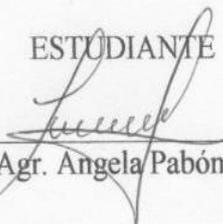


Ing. Agr. M. Sc. José Miguel Sermeño Chicas
Coordinador General



Ing. Agr. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez
Coordinador de Investigación y Proyección Social

ESTUDIANTE



Ing. Agr. Angela Pabón Flores

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA: DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ.

SECRETARIA GENERAL LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE
RECINOS.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO: ING. AGR. LIC. JORGE ALBERTO ULLOA
ERROA

SECRETARIO: ING. AGR. SANTOS ALIRIO SANDOVAL
MONTERROSA

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, por permitirme cumplir esta meta que en una oportunidad me propuse.

A los Ings. Agrs M.Sc. Mario Antonio Orellana Núñez, Raúl Antonio Quintanilla Rivera y Raúl Iraheta Villatoro, por su paciencia, apoyo y cariño que me brindaron durante la ejecución del trabajo.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas por contribuir a mi formación profesional.

A los Ings. Rodolfo Olivares, Rafael Gonzáles, Carlos Sigüenza y André Mauricio Houdelot, por el apoyo para la realización de la investigación.

A mis compañeros de trabajo y demás personas que contribuyeron a que realizara esta meta.

INDICE

CONTENIDO	Página.
AGRADECIMIENTOS	v
INDICE	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	2
2.1 Desarrollo sostenible	2
2.1.1 Agricultura sostenible	2
2.1.2 Pobreza y medio ambiente rural	4
2.2 Anatomía y fisiología del cultivo de tomate	5
2.3 Acción de los principales elementos nutritivos en la producción del tomate	6
2.4 Absorción y traslocación del calcio en la planta de tomate	7
2.5 Función del calcio en la planta de tomate	8
2.6 Síntomas de deficiencias de calcio	9
2.7 Fertilización foliar	11
2.8 Enmiendas en suelo	13
2.9 Métodos para estimar la necesidad de cal	14
2.10 Experiencias para la corrección de necrosis apical del tomate	15
3. MATERIALES Y METODOS	19
3.1 Caracterización socioeconómica y ambiental de productores de tomate en ladera de la zona de Zapotitán	19
3.2 Localización del experimento de investigación	19
3.3 Metodología de campo	20
3.3.1 Área utilizada para la investigación	20
3.3.2 Muestreo y análisis químico de suelos	20
3.3.3 Preparación del terreno	20

4.8.1	Presupuesto parcial	47
4.8.2	Análisis de dominancia	49
4.8.3	Tasa de retorno marginal	50
5.	CONCLUSIONES	52
6.	RECOMENDACIONES	53
7.	BIBLIOGRAFIA	54
8.	ANEXOS	59

RESUMEN

La investigación se realizó en el período comprendido de enero a julio de 2004, con el propósito de conocer aspectos socioeconómicos y ambientales de productores de tomate (*Lycopersicon esculentum*), se realizó un diagnóstico tomando una muestra de 15 productores de los cantones: Zapotitán, El Conacaste, La Joyita, Las Delicias y El Tinteral, municipio de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, esta información se obtuvo mediante una encuesta estructurada.

La información obtenida en la encuesta se analizó haciendo uso del programa estadístico Statistical Product and Service Solutions (SPSS), determinándose que en esa zona, el 60 por ciento de los productores de tomate presentan problemas de pudrición apical en el fruto, el otro 40 por ciento realiza aplicación de calcio; un 20 por ciento lo hace vía foliar y otro 20 por ciento combina la aplicación de calcio al suelo a través de encalado y aplicación de calcio al follaje para reducir el porcentaje de frutos afectados por necrosis apical. Además, los productores afectados por esta situación pierden hasta el 25 por ciento de la producción, por lo que la necrosis apical es un problema que afecta el rendimiento del cultivo de tomate y los ingresos de los productores en esa zona, con el propósito de contribuir a resolver la problemática se evaluó el efecto de la aplicación de calcio en el cultivo de tomate.

Se realizó la investigación en cantón Zapotitán, jurisdicción de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, a la altura del km 39 de la carretera que de San Salvador conduce a Santa Ana. Se evaluaron dos factores de estudio: aplicación de hidróxido de calcio al suelo y metalosato de calcio vía foliar en el cultivo de tomate, y se cuantificó en las cosechas el rendimiento y calidad. Para la evaluación experimental se empleó el diseño de parcelas divididas en bloques al azar con arreglo factorial dos por tres, resultando seis tratamientos con cuatro repeticiones, el análisis estadístico de las variables se realizó mediante el empleo del análisis estadístico (SAS, 1998) versión 6.12 para windows. Al finalizar el estudio se determinó que la práctica de encalado hace aumento en el valor del pH y disminuye la acidez total, mejorando así la fertilidad del suelo; además la aplicación de calcio vía foliar reduce en 11.98 por ciento la necrosis apical con ingreso neto de \$5,279.64/ha, e incrementa el rendimiento en 2.5 t/ha.

ABSTRACT

This research was done within January and July of the year 2004. With the purpose of knowing some socioeconomic and environmental aspects of tomato producers. A diagnostic was done with a sample of 15 producers of the following rural areas: Zapotitan, El Conacaste, La Joyita, Las Delicias and El Tinteral. All of them from Ciudad Arce, La Libertad City. This data was gathered through a structured survey.

The gathered information from the survey was analyzed by the Statistical Product and Service Solutions Program (SPSS), stating that in that zone, the 60% of the tomato producers show rotting problems on the cropped fruit. The remaining 40% applies calcium; a 20% does it by foliated via and the other 20% blends the practice of applying the calcium to the ground through lime spreading and calcium usage in order to reduce the percentage of fruits affected by the apical necrosis. In addition, the producers affected by this situation loose up to 20% of their harvest; thus, apical necrosis is a problem that affects the tomato crop out put and the producers incoming in that zone, The evaluation on the effects of the calcium usage on the tomato crop was done with the goal of solving the trouble.

The research took place in the rural area of Zapotitan, jurisdiction of Ciudad Arce, at La Libertad City Around the kilometer 39 on the road to Santa Ana from San Salvador. Two study factors were evaluated: the use of calcium hydroxide in the ground and calcium metalosato, foliated via, in the tomato's crop, also the quality and out put were quantified.

For the statistical evaluation it was used the design of plots of lands divided in blocks at random with a two times three factorial arrangements, resulting six treatments with four repetitions. The statistical analysis of the variables was done through the usage of the statistical analysis (SAS, 1998) VERSION 6.12 FOR WINDOWS.

At the end of the study it was determined that the lime spreading practice raised in the value of pH and decreases the total acidity, improving in that way the fertility of the ground; also, the use of calcium, foliated via, reduces in 11.98% the apical necrosis with an incoming of \$5,279.64 per hectare, and increases the out put in 2.5 t/ha.

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Descripción de factores en estudio y sus correspondientes niveles en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	24
2	Descripción de los tratamientos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	24
3	Cuadro comparativo de rendimientos de 15 productores de tomate y los rendimientos nacionales reportados por el MAG, en la caracterización de productores de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	31
4	Resultado de análisis de pH y acidez total en suelo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	35
5	Resultado de análisis de Ca, Mg, P y K en suelo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	36
6	Concentración porcentual de calcio, magnesio, fósforo y clorofila en hoja de tomate los 70 y 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	39

7	Rendimiento de frutos en Tn/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	41
8	Rendimiento en número de frutos /ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	43
9	Numero de frutos con necrosis apical /ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	44
10	Resultado de análisis de pH, grados brix y percibibilidad en frutos de la tercera cosecha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	46
11	Presupuesto parcial /ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	48
12	Análisis de dominancia/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	59
13	Tasa de retorno marginal en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	50
A – 1	Encuesta empleada en la caracterización de productores de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	59

A – 2	Resultado de análisis químico de suelos antes de encalado, 21 y 122 días después de encalado, en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	65
A – 3	Resultado de análisis de pH y acidez total en suelo 122 días después de encalado, en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	66
A – 4	Descripción porcentual de calcio y magnesio de cal agrícola empleada en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	67
A – 5	Programa de fertilización edáfica foliar en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	68
A – 6	Control fitopatológico preventivo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	69
A – 7	Concentración nutrimental en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	72
A – 8	Concentración nutrimental en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	73

A-9	Ingreso neto promedio de 15 productores en la caracterización de productores de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	74
A-10	ANVA para pH en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	75
A-11	ANVA para acidez total en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	75
A-12	ANVA para calcio en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	76
A-13	ANVA para magnesio en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	76
A-14	ANVA para fósforo en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	77
A-15	ANVA para potasio en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	77
A-16	ANVA para concentración porcentual de calcio en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	78

- A – 17 ANVA para concentración porcentual de calcio en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. 78
- A – 18 ANVA para concentración porcentual de magnesio en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. 79
- A – 19 ANVA para concentración porcentual de magnesio en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. 79
- A – 20 ANVA para concentración porcentual de fósforo en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. 80
- A – 21 ANVA para concentración porcentual de fósforo en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. 80
- A – 22 ANVA para porcentaje de clorofila en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta, en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. 81

A – 23	ANVA para porcentaje de clorofila en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta, en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	81
A – 24	ANVA para rendimiento en peso de frutos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	82
A – 25	ANVA para rendimiento en numero de frutos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	82
A – 26	ANVA para numero de frutos con necrosis apical/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	83
A – 27	ANVA para pH en frutos de tercera cosecha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	83
A – 28	ANVA para grados brix en frutos de tercera cosecha el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	84
A – 29	ANVA para perecibilidad de frutos de tercera cosecha, en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	84

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa de servicios en la caracterización de productores de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	29
2	Interacción de dosis de cal y dosis de metalosato en la variable rendimiento en peso de frutos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	42
3	Interacción de dosis de cal y dosis de metalosato en la variable rendimiento en numero de frutos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	44
4	Porcentaje de frutos con necrosis apical en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	46
A – 1	Plano de campo y distribución de tratamientos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	85
A – 2	Diseño de bloque y unidad experimental en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	86
A – 3	Ubicación de hoja en que se realizo el muestreo foliar en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.	87

1. INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum*), se cultiva en El Salvador en un área aproximada de 84 ha, no obstante representa un cultivo de importancia, ya que entre las hortalizas importadas esta ocupa el primer lugar (Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2002). La importación de tomate es creciente, para el año agrícola 2000 - 2001 fue de 41.41 millones de kg con valor de \$7,728,685.71 y para el siguiente año fue de 55.38 millones de kg valorada en \$10,807,178.40. Esta situación es debido al rendimiento de este cultivo que es de aproximadamente 24.11 millones de kg, en El Salvador; las causas de esta situación podrían ser atribuidas a aspectos como: altos costos de producción, alta incidencia de plagas y enfermedades y precios bajos en el mercado (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2002).

Para conocer la problemática que afrontan productores de tomate de la zona en ladera de Zapotitán, se realizó un diagnóstico considerando una muestra de 15 productores de los cantones: Zapotitán, El Conacaste, La Joyita, Las Delicias y El Tinteral, pertenecientes al departamento de La Libertad, esta información se obtuvo mediante una encuesta estructurada, en la que se evaluaron aspectos socioeconómicos y ambientales de productores de la zona.

Al analizar la información obtenida en la encuesta se determinó que en esa zona, el 60 por ciento de los productores de tomate presentan problemas de pudrición apical en el fruto, el otro 40 por ciento no tiene este problema porque realiza aplicación de calcio; un 20 por ciento lo hace vía foliar y otro 20 por ciento combina la aplicación de calcio al suelo a través de enclado y aplicación de calcio al follaje para reducir el porcentaje de frutos afectados por necrosis apical. Además, los productores afectados por esta situación pierden hasta el 25 por ciento de la producción, por lo que la necrosis apical es un problema que afecta el rendimiento del cultivo de tomate y los ingresos de los productores en esa zona.

Con el propósito de contribuir a solventar el problema que afrontan los pequeños productores de tomate en zona de ladera, se realizó el siguiente trabajo de investigación en el cual se evaluó la aplicación de calcio vía radical y foliar en el tomate híbrido Trinity Pride, en sistema de espaldera y riego por goteo.

2. MARCO TEORICO

2.1 Desarrollo sostenible

Para definir el concepto de desarrollo dentro del marco de sostenibilidad, es necesario reconciliar aspectos económicos y sociales con las dimensiones biofísicas concernientes a los recursos naturales y a la capacidad de los distintos ecosistemas de responder a las demandas a las que los someten las necesidades humanas. La mayoría de los conceptos propuestos vinculan la continuidad generacional en la satisfacción de necesidades presentes y futuras, como parte de un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y las transformaciones institucionales armonizados y dirigidos a alcanzar el mejoramiento de las capacidades requeridas para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas presentes y futuras (Trigo , 1991).

La FAO define desarrollo sostenible como: “la gestión y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico para asegurar el logro y la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sostenible, que incluye agricultura, explotación forestal y pesquera, conservación de los recursos genéticos, suelos y agua, no degrada el medio ambiente; es adecuado desde el punto de vista tecnológico a la vez que viable desde el punto de vista económico y socialmente aceptable” (www.eurosur.org/medio-ambiente/bif).

El desarrollo sostenible tiene como propósitos: a) dinamizar el crecimiento de la economía, elevar la rentabilidad de las actividades productivas y generar empleo e ingresos; b) asegurar que el crecimiento sea compatible con los valores éticos y culturales de la población nacional y con la satisfacción de las necesidades humanas; y c) vigilar que las actividades productivas no rebasen los límites biofísicos impuestos por la capacidad de regeneración y estabilidad de los ecosistemas y del medio ambiente (López, 1994)

2.1.1 Agricultura sostenible

La agricultura sostenible esta enmarcada dentro del desarrollo sostenible, existen varias definiciones de Agricultura Sostenible, pero, básicamente, ésta consiste en utilizar los recursos que aporta la Naturaleza para llevar a cabo una agricultura rentable económicamente para el agricultor, pero sin comprometer a las generaciones venideras; es decir, una agricultura duradera. Para conseguir esto se debe tener muy en cuenta la conservación de los recursos, la calidad medioambiental, la salud pública y el desarrollo socioeconómico equitativo (www.eurosur.org/medio-ambiente/bif).

La FAO entiende por agricultura sostenible el ordenamiento, el manejo y la conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, requeridos para asegurar la continua satisfacción de las necesidades humanas de las generaciones presentes y futuras. La agricultura sostenible así entendida, conserva la tierra, el aire, los bosques, los recursos pesqueros y genéticos vegetales y animales, no degrada los agroecosistemas, es técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable (López,1994).

Aunque la sostenibilidad tiene muchas definiciones y un amplio espectro de propósitos, los objetivos de la agricultura sostenible pueden agruparse según los siguientes enfoques: 1) Producción: un aumento sostenido en cuanto a la disponibilidad de bienes. 2) Conservación: mantenimiento de la calidad de los servicios proporcionados por los ecosistemas naturales y de su biodiversidad. 3) Social: logro de una distribución equitativa de beneficios. 4) Institucional: descentralización de los ámbitos de la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales en el plano de la región ecológica, la cuenca hidrográfica y la comunidad; el desafío para lograr una agricultura sostenible consiste en alcanzar estos objetivos en conjunto (IICA, 1991).

En resumen, la agricultura para que sea considerada con un nivel elevado de sostenibilidad debe ser económicamente rentable, socialmente aceptable y ambientalmente amigable. Para cada uno de los tres componentes se puede hablar de atributos que definen niveles o grados de sostenibilidad; estos atributos son: productividad, equidad, estabilidad y elasticidad (FAO, 1997).

2.1.2 Pobreza y medio ambiente rural

El sector agrícola ha experimentado con gran intensidad las transformaciones estructurales de la economía salvadoreña en las dos décadas anteriores. Esto se evidencia con la reducción de la participación del valor agregado de la agricultura en el producto interno bruto (PIB), y de la participación de la mano de obra en actividades agrícolas. En términos de contribución al crecimiento económico, entre 1992 y 2003, el sector agrícola ocupa el último lugar entre todos los sectores productivos. En contraste los sectores que más han contribuido al crecimiento del PIB fueron industria comercio, y transporte, almacenamiento y comunicaciones; los cuales son predominantemente urbanos (FUSADES, 2003).

Varios son los factores que han incidido en la transformación estructural de la economía salvadoreña. Entre ellos: la reforma agraria de los ochenta, la reducción arancelaria, la eliminación de restricciones de precios a principios de la década de los noventa, la privatización de la banca y la comercialización del café y la caña de azúcar, las reformas fiscales y la migración internacional aunada al flujo de remesas. Las remesas familiares han oscilado entre 10 por ciento y 14 por ciento del PIB en los últimos trece años y su consecuencia macroeconómica ha sido la apreciación real de la moneda salvadoreña, lo que ha deteriorado el precio relativo de los bienes sujetos al comercio internacional, particularmente de los bienes agropecuarios (FUSADES, 2003).

Las familias rurales no constituyen un todo homogéneo. Uno de los énfasis más importantes es la diversidad de características y comportamientos que manifiestan los hogares rurales. La volatilidad de sus ingresos que vuelve la pobreza dinámica, la recomposición de sus fuentes, que hace cada vez más determinante la importancia que cobran las actividades no agropecuarias, entre las que destacan las actividades micro empresarial, y las respuestas variadas ante los riesgos que enfrentan (Cuellar et al, 2002).

Los ingresos de los hogares dependen fuertemente de los salarios, en las zonas urbanas sobresale el empleo en el comercio y la industria, sectores cuyos salarios son mayores a los pagados en el sector agropecuario, pero muy por debajo de los salarios pagados en sectores como el financiero y electricidad. Los salarios reales disminuyen únicamente en el sector agropecuario, contrario a lo que ocurre al resto de sectores, de manera que los salarios no

constituyen una alternativa de salida de la pobreza de la población rural empleada en actividades agropecuarias (Cuellar et al, 2002).

2.2 Anatomía y fisiología del cultivo de tomate

El tomate es una planta que puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas (León, 2000).

La semilla de tomate tiene forma lenticular, está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula (Nuez, 1999).

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular. La epidermis está especializada en la absorción de agua y nutrientes, presentando generalmente pelos absorbentes (León, 2000).

La estructura de la planta es la de un simposio. El tallo principal forma de 6 a 12 hojas, que crecen lateralmente antes de que la yema principal se transforme en una inflorescencia. El aspecto es el de un tallo principal, que crece de forma continua con inflorescencias internodales laterales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se denominan indeterminados (Nuez, 1999).

Los cultivares determinados tienen un crecimiento limitado, los segmentos sucesivos del eje principal soportan, de forma progresiva, un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, esta norma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gene recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal (León, 2000).

El tallo en la base está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas. La capa cortical más interna es la endodermis. Existen capas de floema tanto interiores como exteriores a un tubo cilíndrico de fibras del xilema. A

medida que se desarrolla el floema secundario, el floema externo forma un cilindro más continuo. En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Nuez, 1999).

La forma de las hojas del tomate es muy variable y depende en gran parte de condiciones ambientales. La lámina esta dividida en dos a 12 pares de segmentos o foliolos de diferente tamaño; con frecuencia entre dos pares de foliolos grandes hay de uno a tres pares más pequeños, y en todos ellos los bordes son muy recortados. Las hojas de tomate son suaves y carnosas, debajo de la epidermis superior hay solo una capa de células de empalizada y luego numerosos estratos de parénquima, con abundantes espacios aéreos (León, 2000).

La inflorescencia más corriente en el tomate es una cima racemosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior . Las flores se abren sucesivamente, de modo que en la misma inflorescencia pueden haber tanto flores como frutos en diferentes etapas de desarrollo (León, 2000). La primera flor se forma en la yema apical y las demás flores se desarrollan lateralmente por debajo de la primera, alrededor de un eje principal (Nuez, 1999).

El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular, se origina de la pared del ovario y consta de un exocarpo o piel, un mesocarpo parenquimático con haces vasculares y el endocarpo constituido por una capa unicelular que rodea los lóculos. El fruto adulto del tomate está constituido, básicamente, por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El pericarpo lo componen la pared externa, las paredes radiales o septos que separan los lóculos y la pared interna o colmuela (www.laural.es/servagro/sta/publicaciones/tomate).

2.3 Acción de los principales elemento nutritivos en la producción del tomate.

El fósforo y el nitrógeno son los elementos que más limitan la producción de tomate. Las deficiencias de fósforo atrasan el desarrollo de las plantas y retardan la diferenciación de las yemas florales, resultando en una disminución del número de frutos por planta. Una carencia de nitrógeno reduce el crecimiento de la parte aérea de la planta, limita la producción de frutos, así también el número de brotes en los gajos disminuye y las flores se caen sin ser

fecundadas; cuando la deficiencia es muy severa, el crecimiento de la yema terminal se atrofia, la planta se endurece y se torna amarillo verdosa (FAO, 1992).

Cuando hay un exceso o deficiencia de nitrógeno se ve afectado el crecimiento vegetativo y la producción de frutos. Este nutriente promueve el cuaje de flores y frutos, pero tiende a retardar la madurez y a disminuir el tamaño del fruto, el exceso de nitrógeno sobre otros elementos podría disminuir la resistencia a muchas enfermedades. Niveles adecuados de este elemento mejoran el tamaño y calidad del fruto, pero su exceso desmejoran estas características. Además, el nitrógeno tiende a disminuir el porcentaje de sólidos totales en el jugo y a incrementar la acidez del mismo (Vilanova, s.f).

El potasio es esencial para un buen desarrollo del cultivo. La extracción puede alcanzar hasta 112 kilos por hectárea, asumiendo un rendimiento de 65 toneladas de frutos. Este elemento tiene importancia preponderante en la firmeza y la calidad organoléptica del fruto e interfiere en la uniformidad de la maduración. Los frutos producidos por plantas deficientes en potasio son menos rojos y firmes. Cuando los frutos están maduros presentan paredes más delgadas y loculos no totalmente llenos por el tejido placentario (FAO, 1992).

El calcio, magnesio, azufre y boro son igualmente importantes para el cultivo y exigen niveles suficientes para mantener un buen desarrollo de la planta y de los frutos. El calcio tiene importancia destacada y con frecuencia se observa deficiencia de este elemento en los frutos que presentan el síntoma conocido por pudrición apical. La pudrición apical se manifiesta en los frutos desde el inicio de su formación hasta los estadios de crecimiento máximo. Cuando hay deficiencias menos severas pueden producirse frutos vacíos o con pudrición interna, conocida como corazón negro (FAO,1992; Kingham, 1973).

Algunas condiciones favorecen la aparición de estas pudriciones apicales, tales como: aplicaciones excesivas y muy frecuentes de fertilizantes que contengan amonio; bajo contenido de agua en el suelo, lo que puede reducir la relación calcio/sales solubles; temperaturas elevadas y principalmente la susceptibilidad de los cultivares (FAO, 1992).

2.4 Absorción y traslocación del calcio en la planta de tomate

El calcio penetra en las plantas durante el transcurso de todo el período de crecimiento activo, es absorbido en forma cationica (Ca^{++}), la presencia de nitrógeno nítrico en la solución aumenta dicha penetración debido al sinergismo aniónico, por el contrario, la presencia de nitrógeno amoniacal la reduce, debido al antagonismo cationico (Salisbury, 1992).

Dentro de la planta existen dos tipos de tejidos de transporte: el xilema y el floema, los cuales actúan como un sistema de circulación que lleva minerales y azúcares para el crecimiento continuo de la planta. El calcio se transporta por el xilema y se dirige preferentemente a las partes de la planta donde más transpiración se produce. Si la humedad ambiental baja, aumenta la transpiración lo que hará que el calcio se acumule en las hojas, y si en esa misma situación, cuando el calcio esta acumulado en las hojas, se produce un aumento de temperatura se producirá el crecimiento de la planta y de los frutos, lo que hará que las deficiencias de calcio existentes originen la podredumbre apical (Salisbury, 1992).

Para algunas variedades, a los 65 días de emergencia de la planta, la absorción de calcio por el fruto se incrementa, y el de las hojas disminuye drásticamente. Además el porcentaje de calcio en el fruto puede llegar hasta un 20 por ciento; es importante el monitoreo de los niveles de calcio en las hojas durante los momentos de expansión del fruto. En el momento de llenado, las hojas deben tener más de tres por ciento, niveles menores al uno por ciento representan deficiencia y niveles entre 1.5 y tres por ciento indican respuesta a las fertilizaciones foliares con nitrato de calcio (www.ppi.far.org/ppiweb/iaecu.nsf/).

2.5 Función del calcio en la planta de tomate

El calcio en las plantas se encuentra como ion libre, o bien combinado con grupos de escasa movilidad en la planta (Oxalatos, fosfatos, Carboxilos, Hidroxifenolicos). Dada su inmovilidad dentro de la planta, el calcio no es reutilizable, por eso siempre se encuentra en mayor proporción en las hojas viejas, necesitándose su aplicación continua en varios estados de la planta para que se localice en las partes nuevas (Salisbury,1992). En un análisis de distribución en la planta, su mayor concentración se encuentra en la lámina media de las

paredes celulares. Al calcio se le asignan varias funciones: 1) Estabilización de la pared celular: en la lámina media el calcio se encuentra unido a los grupos $R-COO^-$ de los ácidos poligalacturónicos presentes en las pectinas, permitiendo la unión de varias cadenas formando la conocida estructura denominada “caja de huevos”. Además, el calcio inhibe la acción de poligalacturonidasas que degradan las pectinas (Konno H. y col., 1984); de hecho, en deficiencia de calcio la pared se desorganiza y desestabiliza, colapsándose los tejidos afectados. 2) Crecimiento celular: en ausencia de Calcio, toda actividad de crecimiento en la raíz cesa a las pocas horas. La causa se encuentra en el mecanismo de estimulación de crecimiento promovido por la acción de las auxinas.

3) Secreción: el proceso de secreción requiere calcio, así, la presencia de calcio promueve la formación de vesículas de secreción y su fusión con la membrana plasmática (Steer M.W., 1988). De este modo, la acumulación de calcio en determinadas zonas adyacentes a la membrana celular puede dirigir la actividad secretora a dichas regiones, estableciéndose una polaridad celular, necesaria para determinados procesos como el crecimiento del pelo radical o la formación del tubo polínico. 4) Estabilización de la membrana: el calcio estabiliza las membranas biológicas estableciendo puentes entre los grupos fosfato y carboxilo de los fosfolípidos y las proteínas de membrana. La deficiencia de calcio provoca un aumento en la tasa de respiración al producirse una filtración de metabolitos desde la vacuola hacia el citoplasma, en donde se encuentran las enzimas respiratorias. De igual modo, la deficiencia de calcio origina síntomas similares a los producidos en la senescencia, como la peroxidación de los lípidos de membrana. 5) Equilibrio iónico y osmoregulación: el calcio almacenado en vacuolas puede ser liberado para su uso como contraión frente aniones inorgánicos u orgánicos (Lauchli,1983).

La pared celular esta constituida por fibrillas de celulosa impregnadas por una matriz de sustancias pécticas, hemicelulosa y proteínas en la que el calcio desempeña un papel importante al estabilizar las cadenas de acido poligalacturónico. Durante la maduración los cambios en la pared celular se inician en la lámina media, que se hace más densa a los electrones y, casi de forma simultanea, comienza la solubilización de la pared celular por la acción de la poligalacturonasa y la acumulación de pectinas solubles en agua (Nuez, 1999).

2.6 Síntomas de deficiencias de calcio

El calcio una vez que es depositado en las hojas, es inmovilizado y los síntomas de deficiencias tienden a desarrollarse en hojas jóvenes tan pronto se agota el suministro. En plantas de tomate, los síntomas han sido descritos como hojas superiores verde oscuro, las cuales luego comienzan a amarillarse por los bordes. También se han descrito pigmentos naranjas y morados en el centro de folíolos terminales. Otro síntoma de la deficiencia de calcio es el amarillamiento intervenal, con hojas que son fuertemente dobladas hacia abajo y hacia adentro. En plantas de tomate, los racimos de frutos no llegan a cuajar y pueden caer. Ante la ausencia de calcio, las raíces no crecen bien y frecuentemente aparecen de color marrón y no desarrollan (Nuez, 1999).

En el cultivo de tomate, el calcio es especialmente necesario, esto se debe a que muchas variedades son susceptibles a la llamada “ pudrición estilar ” o “ culiprieto “, este disturbio fisiológico ocasionado por la deficiencia de calcio puede hacer que se pierda hasta el 30 por ciento de los frutos en algunas variedades (www.biofix.com/farmgrdn/spanish/tomatosp.pdf). La pudrición apical ha sido reportada desde todas las áreas de producción de tomate en el mundo. Este desorden es comúnmente atribuido a un número de factores tales como estrés hídrico, deficiencia de calcio, salinidad, desbalance de elementos en la solución, condiciones ambientales desfavorables, o una combinación de estos factores (Spurr, 1959, citado por Salisbury, 1992).

El estrés osmótico creado por la salinidad en la zona radicular dificulta la toma de agua por la planta y también la absorción de calcio, incrementando la podredumbre apical. Además la salinidad restringe el desarrollo xilemático en el fruto, dificultando por tanto la posible llegada de calcio a la zona distal del fruto. Allí es donde se produce deficiencia de calcio, sobre todo en el tejido que llena los lóculos y en ese tejido, internamente en el fruto, es donde se observan los primeros síntomas de pardeamiento que posteriormente se extienden a la placenta y pericarpio (Nuez, 1999).

Para mejorar la llegada del calcio al fruto habría que disminuir la temperatura para así disminuir el crecimiento del fruto y su necesidad de calcio. Si, además, se aumentase la humedad ambiental, se conseguiría un equilibrado reparto del calcio en todos los órganos de la

planta, lo que tendría a evitar la aparición de la podredumbre apical. El calcio debe estar en el fruto por encima del 0.12 por ciento para evitar el riesgo de la aparición de la podredumbre apical. El 70 por ciento del calcio total de la planta es retenido por las hojas, mientras los frutos solo contienen un 5 por ciento y, a diferencia del potasio, una vez asimilado por las hojas, la traslocación del calcio al fruto es muy escasa. Entre las causas que pueden dar lugar a la deficiencia de calcio en el fruto se encuentran una nutrición inadecuada, el crecimiento rápido del fruto, salinidad elevada en la zona radicular, el abonado excesivo con nitrógeno amónico (Nuez, 1999).

La podredumbre apical corresponde al colapso de las láminas medias de las células de la pulpa, comienza a manifestarse en el polo opuesto al pedúnculo, mediante la formación de pequeñas y numerosas necrosis que al confluir dan lugar a una mancha casi circular, deprimida y con bordes bien marcados, capaz de cubrir la mitad del fruto. Posteriormente es común la invasión de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*. Esta pudrición primero aparece como una región húmeda alrededor de la cicatriz del estilo, que gradualmente se vuelve marrón oscuro y llega a hundirse a medida que los tejidos infectados pierden agua. Cada fruto afectado puede tener una o varias lesiones iniciales de tejido afectado. Este tejido muerto frecuentemente induce madurez prematura del fruto adyacente al área hundida. Bajo condiciones favorables al desarrollo de la pudrición apical, los primeros frutos que maduran en la planta tienden a ser aquellos afectados por este desorden, y como resultado, casi todos los frutos pequeños muestran color de maduración (Nuez, 1999)

2.7 Fertilización foliar

La fertilización foliar consiste en el suministro de nutrimentos a una planta a través del tejido foliar (hojas, tallo), especialmente a través de las hojas, dado que allí se centra la mayor actividad fisiológica de la planta. Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar, con mayor o menor velocidad, en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha vía foliar. Esto en la práctica no es posible, por el costo del elevado número de aplicaciones que sería necesario realizar para satisfacer el total de los requerimientos (Bertsch, 1995).

El propósito de la nutrición foliar no es el de reemplazar la fertilización al suelo. El abastecimiento de los principales nutrientes requeridos como el nitrógeno, fósforo y potasio es más efectivo y económico cuando se aplica al suelo. Sin embargo, la aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (calcio, magnesio y azufre) y los micronutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro y molibdeno) (www.corpmistic.co.pe/novedades/webfoliar).

La fertilización foliar es una práctica ampliamente desarrollada en la actualidad, aun cuando falta evolución en este sistema de nutrición. Sin embargo, es importante destacar que no deben tenerse como conceptos análogos al fertilizar foliarmente y el nutrir foliarmente. La nutrición foliar debe ser una práctica científica en la cual se incluya el conocimiento de los estados críticos en el desarrollo de la planta, las necesidades nutricionales en las distintas etapas fisiológicas del cultivo, conocimientos sobre el mecanismo de absorción nutricional, sobre características y condiciones de los suelos (Mora, 1997)

Es importante señalar que, a la hora de reforzar con la fertilización foliar la nutrición de la planta, además de tener en cuenta el momento de mayor consumo de un nutriente por la planta, se debe tener presente cuál o cuáles elementos participan de la mano durante el proceso metabólico. En muchos casos el papel de los elementos mayores (nitrógeno, fósforo, potasio) se ve bloqueado por la carencia de uno ó más micronutrientes, lo que distorsiona el normal desarrollo del proceso metabólico dirigido a la producción de nuevo tejido o a la acumulación en órganos de reserva (Mora, 1997)

Las plantas pueden absorber los nutrientes vía foliar a través de los estomas y de la cutícula, los estomas son aberturas que se encuentran en las hojas, a través de los cuales se produce el intercambio de oxígeno y CO₂, en los procesos de respiración y transpiración. Existen tres a cuatro veces más estomas en la cara inferior de las hojas en comparación con los existentes en la cara superior. Esto es importante tomar en cuenta al efectuar las aspersiones, tratando de mojar completamente el follaje por debajo. Los estomas se encuentran generalmente cerrados en la noche y durante los momentos más calurosos del día. Para un máximo ingreso por los estomas, las aplicaciones foliares deben ser realizadas cuando los estomas se encuentran

abiertos, es recomendable realizar las aplicaciones foliares temprano por la mañana (Salisbury, 1992).

La superficie de las hojas está constituida por cutícula y células epidermales. La cutícula es una capa no celular, poco permeable constituida por cutina, cera, celulosa y pectina, que recubre toda la superficie externa de la hoja, incluyendo las cavidades de los estomas, y cuya función es proteger a la hoja de la pérdida de agua por la excesiva transpiración. Aparentemente, esta capa representaría la principal barrera para la penetración de nutrimentos por vía foliar, sin embargo tiene zonas de organización menos densas llamadas ectodesmos que actúan como canales a través de los cuales se movilizan las sustancias aplicadas foliarmente hasta alcanzar las células epidermales que se encuentran debajo de la cutícula (Bertsch, 1995).

Luego de su absorción, el nutrimento se traslada al floema para ser distribuido. La movilidad dentro de la planta depende especialmente del elemento nutricional y su formulación, sin embargo también es posible que varíe con la especie y la variedad, para los nutrimentos inmóviles, la frecuencia de aplicación debe ser mayor (Bertsch, 1995)

Las áreas de mayor demanda para la movilización de nutrientes en orden de prioridad son: formación de frutos < flores < nuevo crecimiento y hojas < tallos < hojas viejas < raíces. Los elementos móviles son: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. Los elementos no móviles llegan a su destino final y no se mueven. Es por esta razón que su deficiencia se manifiesta primero en las hojas jóvenes y en crecimiento nuevo. Si se suple un elemento no móvil a la planta a niveles mayores del que necesita, estos nutrientes se acumulan en las hojas viejas y puede haber toxicidad. Elementos no móviles son: calcio, hierro, manganeso, cinc, cobre, boro y molibdeno (Stauder, 2001) .

En las dos últimas décadas se han reunido conocimientos en el campo de la fisiología y metabolismo vegetal. Por lo que dentro de las técnicas de los fertilizantes foliares se han dado cuatro etapas evolutivas: 1) Nitrogenados básicos (Urea, nitratos), 2) Complejos nitrogenados más sulfatos y óxidos, 3) Quelatos inorgánicos de EDTA – EDTHA, citratos y ferrocitratos,

4) Quelatos de aminoácidos con elementos menores; actualmente esta última es la técnica más empleada a nivel mundial por las características siguientes: la tecnología de los quelatos orgánicos de proteínas hidrolizadas consiste en incorporar en proteína hidrolizada, peptidos, polipéptidos, aminoácidos libres y conjugados con la adición de quelatos orgánicos de elementos menores tales como calcio, magnesio, hierro, cinc, cobre, manganeso. Estos minerales están suspendidos entre dos aminoácidos que constituyen los grupos donadores; uno de ellos generalmente es un grupo amino NH_2 que forma un enlace covalente complejo, mientras que el otro grupo carboxilo COOH forma un enlace iónico (Olivares, 1986).

2.8 Enmiendas en suelo

Fuentes Yague (1997), indica que la acidificación del suelo puede ser debida a causas naturales, lavado de calcio en regiones de climas muy lluviosos, o provocada por el hombre al incorporar fertilizantes ácidos, siendo la última la causa más frecuente de la acidificación del suelo. Los suelos ácidos no son favorables para el desarrollo de la mayoría de los cultivos, por lo que es preciso corregir la acidez, esta operación se le llama enmienda o encalado. Los materiales empleados son: óxido de calcio, hidróxido de calcio, carbonato de calcio y dolomita. Además los encalados pueden ser de dos clases: de corrección y de mantenimiento, para evaluar la conveniencia de encalado hay que conocer el pH y el contenido de calcio en el suelo; ya que si: 1) el pH es igual o superior a 6.5 no se necesita ningún tipo de encalado, 2) si el pH está comprendido entre 5.5 y 6.5 y el contenido de calcio activo es menor de 100 ppm, es necesario un encalado de corrección hasta elevar el pH a 6.5, 3) si el contenido de calcio activo es superior a 100 ppm, el encalado debe limitarse a conservar el estado calcico del suelo.

Parra, citado por Peraza López (1995), ha demostrado que al aplicar cal agrícola a los suelos siempre se mejoran sus rendimientos, pero cada suelo y cada especie requiere un análisis y un estudio propio para obtener los mejores resultados.

Fassbender (1984), resume los efectos benéficos del encalado de los suelos así: Mejora la agregación de las partículas o estructura, del suelo, provocando una mejor aireación y

movimiento de agua a través del mismo; aumento de iones hidroxilos (OH^-) y disminución de iones hidrógenos (H^+) en la solución del suelo, disminución de la toxicidad del aluminio, hierro y manganeso, regulación de la disponibilidad de fósforo y molibdeno, mayor disponibilidad de calcio y magnesio y aumento del porcentaje de saturación de bases, así mismo mejora las condiciones de desarrollo de microorganismos, aumento de la mineralización de la materia orgánica, mejora los procesos de amonificación, nitrificación y fijación de nitrógeno.

2.9 Métodos para estimar las necesidades de cal

El problema mayor al manejar los suelos ácidos es determinar la cantidad necesaria de cal para aumentar el pH hasta un determinado nivel. Varios métodos para determinar la cantidad de cal a aplicarse a un suelo han sido propuestos, la mayoría de ellos no consideran las necesidades de los cultivos y están basados en la variación del pH, estos métodos son: incubación con carbonato de calcio, método del aluminio intercambiable, método de la solución tamponada, método del porcentaje de saturación del aluminio, método del porcentaje de saturación de bases, método de acidez total (Peraza 1995).

Los más utilizados se describen a continuación: método del porcentaje de saturación de bases, considera la relación que existe entre el aluminio y el porcentaje de saturación de bases de los suelos considerándose ésta del 65 a 80 por ciento adecuada para la mayoría de cultivos. Para determinar las necesidades de cal se necesita determinar la sumatoria de bases cambiables (Ca, Mg, K), la acidez total ($\text{H}+\text{Al}$) y la capacidad de intercambio catiónico total (Valente 1987). Método del porcentaje de saturación del aluminio: en este método en lugar del aluminio intercambiable, se considera el porcentaje de saturación del aluminio; el cual consiste en calcular la cantidad de cal necesaria para neutralizar el aluminio y mantenerlo a un nivel no tóxico para las plantas (20 por ciento). Método del aluminio intercambiable, este método está basado en la idea de que es suficiente eliminar el aluminio intercambiable, principal componente en afectar el desarrollo de las plantas en los suelos ácidos. La cantidad de correctivo a aplicar, en toneladas de $\text{Ca CO}_3/\text{ha}$, es calculada multiplicando los meq. de Aluminio /100gr de suelo por 1.5. Este factor puede aumentar a dos cuando el contenido de materia orgánica del suelo es de siete a 14 por ciento y tres cuando el contenido de materia

orgánica es mayor del 14 por ciento. Método de la acidez total, a diferencia del método del aluminio intercambiable este considera la acidez total; y la necesidad de cal se determinan partiendo del supuesto teórico que 1 meq de Ca CO_3 neutraliza 1meq/100gr de suelo ácido (Valente 1987).

2.10 Experiencias para la corrección de necrosis apical del tomate

Franco, J. A/ Pérez Saura, P. J / Duran, A. (s/f). Realizaron una investigación para corregir la necrosis apical en tomate. Fue realizada en Mazarrón (Murcia), el objetivo planteado fue el de estudiar; en el cultivo de tomate en condiciones de salinidad, los efectos en la incidencia de necrosis apical con la utilización de distintas fuentes de calcio, tanto mediante aplicaciones foliares como vía radical. En los tratamiento EDTA – Ca vía foliar, Aminoquelant-Ca vía foliar y radical se presento un menor porcentaje de frutos afectados por necrosis apical. Los tratamientos en que se aplico nitrato calcico vía foliar y radical los resultados fueron similares a los del testigo.

Murcia A. en 1991, realizo investigación sobre el efecto de varios niveles de fertilización en la producción y calidad de tomate de proceso variedad Zenith, se llevo a cabo en la parcela experimental de FUSADES-DIVAGRO, departamento de Santa Ana, durante la época seca, con riego por goteo y sin espalderas. Se evaluaron tres niveles de nitrógeno: 100, 150 y 200 y tres de fósforo: 50, 100 y 150; 2 niveles de potasio: 0 y 100 kg por manzana respectivamente, se adicionaron dos tratamientos con 2.5 toneladas por manzana de calcio. Al finalizar la investigación se llego a concluir: para la variedad Zenith, la aplicación de los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio se comportaron de igual forma no ejerciendo cambios significativos en la producción. La adición de cal agrícola combinada con los niveles altos de nitrógeno y fósforo con nivel alto y bajo de potasio no produjo cambios significativos en la producción. Sin embargo la calidad industrial del tomate se considero aceptable para el proceso por poseer buen porcentaje de grados Brix

Bernal Chávez en 1991, investigo la "Influencia del encalado del suelo en la producción comercial de tomate de proceso", en el Centro Experimental de DIVAGRO en Chalchuapa en

terrenos con problemas de pH ácido y bajos niveles de fertilización, el cultivar utilizado fue el híbrido Zenith. Se estudiaron dos factores, dosis de cal en cinco niveles 0, 2, 4, 6, 8 toneladas por manzana; y dos niveles de fertilización: 178 – 50 – 40 y 270 – 160 - 110 kg por manzana de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, encontrando que: todos los niveles de cal agrícola aplicados al suelo y niveles de N-P-K empleados producen similares rendimientos en el número de frutos y peso de tomate de proceso variedad Zenith. Además demostró que la calidad industrial del fruto es aceptable y que no esta influenciada por los niveles de cal aplicados. Sin embargo los niveles de cal ejercieron un efecto positivo en el incremento de pH del suelo, además la producción obtenida fue alta obteniéndose resultados hasta de 50 tonelada por manzana, superando los resultados obtenidos en años anteriores.

Quintanilla Rivera en 1988 investigo el “Encalado y fertilización nitro potásica en tomate (*Lycopersicon esculentum*), realizada en el Distrito de riego de Zapotitan, la Libertad, en suelo fuertemente ácido, utilizando como planta indicadora en la evaluación el tomate híbrido Sheriff. Se aplico cal dolomita en dosis de 0, 2.0 y 4.0 t/ha. Como fuentes nitrogenadas se utilizaron nitrato de amonio y sulfato de amonio; y los niveles de potasio fueron 250 y 375 kg/ha de K_2O . Se cuantifico en suelo: pH, fósforo soluble, potasio intercambiable, calcio, magnesio, aluminio, acidez total y porcentaje de saturación de bases; y en planta: nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, materia seca, número y peso de frutos categorizados. Los resultados demostraron que: la aplicación de 4.0 t/ha de cal dolomita neutraliza la acidez total, aumenta el pH y recupera la fertilidad natural del suelo, además, los contenidos de potasio del suelo en nivel alto deben ser suplementados para tomate con 250 kg/ha de K_2O . Además, que el nitrato de amonio, es eficiente para las plantas de tomate y genera menos acidez por unidad de nitrógeno aplicado. También la aplicación combinada de 4.0 t/ha de cal dolomita, 250 kg/ha de K_2O y 150 kg/ha de Nitrógeno en forma de nitrato de amonio mejora la fertilidad de la solución del suelo y optimiza la cosecha del cultivo de tomate.

La Fundación Salvadoreña para las investigaciones del café (PROCAFE), en 1994-1996 realizo investigación en la cooperativa el Chorro, cantón Pitichorro, municipio de San Juan Opico, departamento de la Libertad, sobre la respuesta de la acidez de un suelo del orden

Alfisol a la aplicación de niveles de cal y yeso y su efecto en la producción de cafeto. Los niveles de nitrógeno y potasio aplicados al suelo fueron: 157.5 libras de N y 157.7 libras de K_2O por manzana por año. Para los tratamientos se utilizaron como fuentes de enmienda la cal dolomita y el sulfato de calcio; evaluando las siguientes dosis 32, 42, 52, 62 onzas/planta de cal dolomita, 60 onzas/planta de sulfato de calcio, 21 onzas/planta de cal dolomita + 30 onzas/planta de yeso, y 28 onzas/planta de cal dolomita + 20 onzas/planta de yeso; estos materiales se distribuyeron e incorporaron en la banda de abonamiento, de una sola vez en el mes de julio, utilizándose un testigo sin cal. El análisis de varianza, y la prueba de duncan mostraron que existe diferencia significativa entre los tratamientos. La mayor producción correspondió al tratamiento de 42 onzas de cal dolomita por planta con 82.92 quintales de café oro-uva /Mz superando en 77 por ciento al testigo; a través del análisis económico se determino que dicha dosis presento mayor ingreso neto (\$5,773/Mz), una tasa marginal de retorno alta (425.61 por ciento) y una relación beneficio costo de 13.6. El segundo tratamiento de importancia agronómica y económica es el de 32 onzas/planta cal dolomita. Con respecto a los tratamientos donde se aplico la mezcla de ambas enmiendas (dolomita y yeso en un 50 por ciento) fue el que reportó mejores resultados agronómicos y económicos; con producción superior al testigo en 59 por ciento (PROCAFE, 2000).

La Fundación Salvadoreña para las investigaciones del café (PROCAFE), en 1990-1995 realizó un estudio sobre la respuesta de la acidez de un suelo inceptisol a la aplicación de cal dolomita en la producción del cafeto, se llevo a cabo en la finca Tepozuntes, cantón el Canelo, municipio de Nahuizalco, departamento de Sonsonate. Las características del suelo eran las siguientes: pH 4.3, aluminio intercambiable de 1.44 Meq, calcio 1.65 Meq, magnesio 0.43 Meq, potasio 0.21 Meq/100 cc de suelo y materia orgánica 3.0 por ciento. Al suelo se le aplico urea empleando 345 libras de Nitrógeno por manzana, fraccionado en tres épocas. La fuente de enmienda fue cal dolomita en dosis de 0, 4, 8, 12 y 16 onzas de cal/planta. El análisis estadístico de varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos; la mayor producción la presento la dosis de 16 onzas /planta con 24.32 qq/oro por manzana superando al testigo en 32 por ciento. La evaluación económica mostró dos tratamientos dominantes: el tratamiento de 16 onzas de cal/planta y el de 8 onzas de cal/planta, siendo el primero el que presento mayor ingreso neto, el cual fue de \$1,688.22 (PROCAFE, 2000)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Caracterización socioeconómica y ambiental de productores de tomate en ladera de la zona de Zapotitán.

Con el propósito de conocer aspectos socioeconómicos y ambientales de productores de tomate en la zona de Zapotitán, se encuestaron productores de los cantones: Zapotitán, El Conacaste, La Joyita, Las Delicias y El Tinteral. Esta información se obtuvo mediante una encuesta estructurada (A – 1), para determinar la problemática de los sistemas de producción del cultivo de tomate, y de los productores en esa zona. La información fue analizada haciendo uso del programa estadístico Statistical Product and Service Solutions (SPSS), con base en los resultados de este estudio se realizó un experimento de investigación para evaluar la aplicación de calcio en el cultivo de tomate.

3.2 Localización del experimento de investigación

La investigación se realizó en cantón Zapotitán, jurisdicción de Ciudad Arce, departamento de La Libertad, a seis kilómetros de la carretera que de San Salvador conduce a Santa Ana; se llevó a cabo durante los meses febrero a julio de 2004.

El lugar se encuentra a una elevación de 450 m s n m, pendiente promedio de 10 por ciento, en suelo de textura arcillo - arenoso con pH de 5.1 moderadamente ácido, contenido de calcio alto con 9.33 cmol/L, y pertenece al Gran Grupo de los Latosoles arcillo rojizo. Las características climáticas predominantes del lugar son: temperatura promedio anual de 23.8° C, precipitación promedio anual de 1,701 mm, humedad relativa de 76 por ciento y velocidad media del viento de 5.5 km/h. Se utilizó como planta indicadora el híbrido de tomate Trinity Pride tipo pasta, este material es de crecimiento indeterminado, su producción inició a los 32 días después del segundo transplante.

3.3 Metodología de campo

3.3.1 Área utilizada para la de investigación

Para el experimento se ocupó un área total de 576 m² (30 m de largo y 19.2 m de ancho), el cual se delimitó y estacó haciendo uso del método tres, cuatro, cinco, formando un total de cuatro bloques y seis parcelas por bloque (Figura A - 1), cada bloque fue dividido en dos áreas de tres parcelas cada uno, en total se tuvieron 24 unidades experimentales. La unidad experimental tuvo dimensiones de cinco metros de largo y 4.8 metros de ancho totalizando un área de 24 m², el área útil o unidad de muestreo fue de 7.20 m² conformada por 12 plantas (Figura A - 2).

3.3.2 Muestreo y análisis químico de suelos

El primer muestreo fue en recorrido de zig – zag donde se tomaron 15 submuestras en toda el área a profundidad de 0-15 cm, el segundo muestreo se realizó antes del transplante (21 días después de encalado), en esta oportunidad se tomaron dos muestras una en el área donde se aplicó cal y otra en el área sin cal, y el último se hizo al final del ciclo del cultivo (122 días después de encalado), realizándose por unidad experimental, haciendo un total de 24 muestras; las determinaciones que se hicieron son: textura, pH, acidez total, calcio, magnesio, fósforo, potasio, aluminio y materia orgánica. Los análisis se hicieron en el laboratorio de suelos del CENTA (A - 2).

3.3.3 Preparación del terreno

La preparación del suelo consistió en dos pasos de rastra y luego con el azadón se destruyeron los terrones más grandes, luego se aplicó la cal (hidróxido de calcio magnesio), esta fue incorporada con azadón a una profundidad de 10 cm, se realizó con 21 días de anticipación al transplante. La cantidad de cal que se aplicó fue de seis kilogramos por 72 m²; fue determinada por el método de saturación de bases y considerando el porcentaje de calcio que contenía el hidróxido según viñeta (60 por ciento de calcio y 40 por ciento de magnesio). Al obtener los resultados de pH y acidez total en suelo, se observó que los cambios en estas

variables no eran estadísticamente significativos, por lo que se hicieron nuevamente los análisis de pH y acidez total (A - 3), así como también se determinó a través de análisis químico el porcentaje de calcio y de magnesio de la cal empleada (A - 4), estos análisis se hicieron en el laboratorio de suelos de PROCAFE.

3.3.4 Semillero y formación de plántulas

La siembra se realizó en bandejas de 200 cavidades utilizando como sustrato mix crowing ® número tres a base de turba fibrosa, vermiculita, cal dolomítica, sulfato de calcio y sun gro como agente de humedecimiento. La formación de plántulas fue mediante la técnica del doble trasplante que consiste en que los primeros 21 días están en bandejas y luego se realizó el primer trasplante a bolsas de polietileno negro de seis por siete pulgadas hasta los 50 días de edad; durante todo este periodo las plantas permanecieron en invernadero.

3.3.5 Riego y establecimiento del cultivo

Antes de realizar el segundo trasplante fueron ubicados los tutores a un distanciamiento de 2.5 metros en los surcos, estos fueron de bambú y tenían aproximadamente 1.80 metros de largo. El sistema de riego fue instalado en el área antes del trasplante, se utilizó un sistema artesanal por goteo, utilizando manguera regante tipo no auto compensables de 1/2 pulgada con emisores a un distanciamiento de 0.50 m, con descarga de 1.5 L/h, regando 1 hora diaria durante la primera semana de establecido el cultivo, y dos horas diarias durante la floración, fructificación y cosecha, el agua utilizada para el riego fue de pozo. Es importante mencionar que el riego no fue uniforme en toda el área ya que los tratamientos que quedaron en un extremo no recibían la misma cantidad de agua, y algunos ubicados en la parte central también se vieron afectados por deficiente circulación del agua en la manguera.

Se procedió al segundo trasplante cuando las plantas tenían 50 días de edad, algunas de ellas estaban en floración, fueron trasladadas a orificios de 0.15 m de diámetro y de profundidad respectivamente, a un distanciamiento de 1.20 m entre surco y 0.50 m entre planta. Una semana después del trasplante se ubicó en los tutores cordel plástico para sostener las plantas.

3.3.6 Programa de fertilización

La fertilización se inicio desde que las plantas estaban en las bandejas en etapa de semillero, a los 12 días de edad se fertilizaron con blaukor (12 – 12 – 17) aplicando 0.07 g/planta, tres días después con blaukor en forma liquida sobre el sustrato a razón de 5.47 g/L Al primer transplante se fertilizaron con 0.7 g de blaukor/planta. Una vez transplantadas en el terreno se fertilizaron vía suelo y foliar. Al suelo se le aplico nitrógeno, fósforo, potasio, al follaje se aplico metalosato de calcio y metalosato tropical. La fertilización vía suelo se realizo de la siguiente forma: al momento del transplante se aplico fósforo en dosis de 70.5 kg de P_2O_5 /ha y nitrógeno en dosis de 56 kg/ha, utilizando la formula 16 – 20 - 0, el potasio se aplico 15 días después del transplante en dosis de 135 kg de K_2O /ha usando la formula 0 – 0 - 60; posteriormente se hicieron seis aplicaciones de urea en forma inyectada cada 8 días en dosis de 37 kg de N/ha. La fertilización foliar se inicio cinco días después de establecido el cultivo haciendo un total de ocho aplicaciones de metalosato de calcio (en dos dosis 0.58 L/ha y 1.17 L/ha) y metalosato tropical (en dosis de 0.75 L/ha) realizándolas cada ocho días. La fertilización foliar se realizo con agua de pozo utilizando una bomba de mochila convencional de 4 galones, boquilla tipo cónico con descarga de 1.42 L/18 m², volumen de agua utilizado por hectárea 349.18 litros. Las cantidades de fertilizantes y dosis se detallan en el cuadro A - 5.

3.3.7 Control fitopatológico preventivo

Las aplicaciones se hicieron basándose en la dinámica de población de los insectos, haciendo rotaciones de insecticidas. Aún así, hubo tratamientos que fueron fuertemente afectados por la virosis. El control de insectos se inicio desde la formación de plántulas en el invernadero (Cuadro A – 6).

3.3.8 Cosecha

Antes de iniciar la cosecha se evaluó el porcentaje de daño ocasionado por la virosis para identificar las plantas que prometían futuro en cuanto a producción y se identificaron 12

plantas por unidad experimental, estas fueron identificadas y se utilizaron para tomar los datos de rendimiento en peso y número de frutos. La cosecha inicio a los 92 días de edad de la planta.

3.4 Metodología Estadística

3.4.1 Diseño y modelo estadístico.

El diseño estadístico que se utilizó fue el de parcelas divididas en bloques al azar con arreglo factorial dos por tres, dando como resultado seis tratamientos y cuatro repeticiones, formando un total de 24 unidades experimentales.

El modelo estadístico que se utilizó para separar las fuentes de variación es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + P_j + (R \times P)_{ij} + S_k + (P \times S)_{jk} + (R \times S)_{jk} + (R \times P \times S)_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Cualquier observación de la unidad experimental

μ = Promedio sobre el cual gira cualquier valor del experimento

R_i = Efecto de la i -ésima repetición

P_j = Efecto de la j -ésima parcela experimental principal

$(R \times P)_{ij}$ = Error (a) entre parcelas principales

S_k = Efecto de la k -ésima subparcela

$(P \times S)_{jk}$ = Efecto de la interacción de la parcela principal “ j ” por subparcela “ k ”

$(R \times S)_{jk} + (R \times P \times S)_{ijk}$ = Error (b) entre subparcelas

3.4.2 Análisis estadístico

El análisis estadístico de las variables se realizó mediante el empleo del sistema de análisis estadístico (SAS, 1998) versión 6.12 para windows, específicamente análisis de varianza (ANVA) y prueba de contrastes ortogonales.

3.4.3 Factores y tratamientos en estudio

Los factores de estudio fueron dos: 1) dosis por ha de cal aplicadas al suelo: 0 kg y 833 kg y 2) dosis de metalosato de calcio aplicadas vía foliar, en niveles por ha de: 0 L, 0.58 L. y 1.17 L, resultando seis tratamientos.

Cuadro 1: Descripción de factores en estudio y sus correspondientes niveles en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Factor de estudio (dosis)	Niveles del factor (unidad/ha)	Especificación
A Cal	0 kg	Aplicadas al suelo
	833 kg	
B metalosato de calcio	0 L	Aplicadas vía foliar
	0.58 L	
	1.17 L	

Fuente: hidróxido de calcio magnesio, 60 por ciento de calcio y 40 por ciento de magnesio

Cuadro 2: Descripción de los tratamientos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamiento	Combinación	Especificación (unidad/ha) (Nivel de cal y de metalosato de calcio)
T ₁	A ₁ B ₁	0 kg, 0 L
T ₂	A ₁ B ₂	0 kg, 0.58 L
T ₃	A ₁ B ₃	0 kg 1.17 L
T ₄	A ₂ B ₁	833 kg, 0 L
T ₅	A ₂ B ₂	833 kg, 0.58 L
T ₆	A ₂ B ₃	833 kg, 1.17 L

3.4.4 Descripción de las variables evaluadas

Las variables cuantificables para conocer el efecto de los factores en estudio fueron en suelo: pH, acidez total y contenido de nutrimentos. En el follaje de la planta: contenido de calcio, magnesio, fósforo y clorofila y en el fruto: rendimiento en peso y número de frutos, número de frutos con necrosis apical, pH, grados brix y perecibilidad.

3.4.4.1 pH, acidez total y contenido de nutrimentos en el suelo

El contenido de nutrimentos se evaluó en tres momentos: 1) Antes del tratamiento con cal 2) 21 días después de encalado y 3) Al final del ciclo de cultivo de tomate. Se hicieron las siguientes determinaciones: calcio y magnesio en cmol/L, potasio en mg/kg por el método de absorción atómica; fósforo en mg/kg por colorimetría, pH en cloruro de potasio y acidez total por el método potenciométrico.

3.4.4.2 Contenido de calcio, magnesio, fósforo y clorofila en hojas

El contenido de calcio, magnesio, fósforo y clorofila se hizo en dos épocas, la primera determinación se hizo a los 70 días después de la siembra (en etapa de fructificación), la segunda se hizo a los 95 días después de la siembra (en etapa de cosecha), en las dos determinaciones se seleccionaron 5 plantas por unidad experimental, utilizando para el análisis la quinta hoja basipetal (Figura A - 3). El muestreo para medir la concentración inicial de calcio antes de la primera aplicación de metalosato de calcio se realizó 3 días después del trasplante, para esto se seleccionaron cinco plantas al azar de toda la plantación. La concentración de calcio y magnesio expresada en porcentaje se evaluó por el método de absorción atómica en base seca, fósforo por método colorimétrico; los análisis fueron realizados en el laboratorio de química agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas (A - 7) y (A - 8).

La clorofila se determino con el Chlorophyll Meter (SPAD 502, minolta C. Ld, Japan) se hizo por unidad experimental a cuatro plantas identificadas tomando para el análisis la quinta hoja basipetal según se observa en la figura A1.

3.4.4.3 Rendimiento en peso y número de frutos

Se hicieron nueve cosechas a lo largo de la investigación, realizándose cada ocho días. La cosecha de los frutos se hizo por unidad experimental, se categorizaron de acuerdo a su peso en dos grupos; en el grupo uno se ubicaron los frutos con peso entre 50 - 70 g, y en el grupo dos los frutos con peso entre 30 - 49 g; el peso de los frutos se realizo en balanza semianalitica; así también se registraba el número de ellos. Además se llevaba el registro del número de frutos con necrosis apical y averías.

3.4.4.4 pH y grados Brix

Esta determinación se hizo para frutos de la tercera cosecha, se realizo la medición del pH por el método potenciométrico, para ello se tomo una muestra de dos frutos por unidad experimental, estos frutos fueron licuados y a ese jugo se le determino el pH.

Los grados Brix fueron medidos con un brixometro, para este análisis se tomo una muestra de 2 frutos por unidad experimental; estos frutos fueron perforados en la parte media para extraer jugo, del cual se tomaron tres gotas y se colocaron en el brixometro, estas determinaciones se hicieron en el laboratorio de alimentos del CENTA.

3.4.4.5 Perecibilidad de frutos

Esta evaluación se hizo para frutos de la tercera cosecha, se tomo una muestra de dos dos frutos por unidad experimental y se depositaron en bolsas de papel kraf a temperatura ambiente, hasta que los frutos presentaron el 75 por ciento de flaccidez.

3.5 Análisis económico

Para realizar el análisis económico se utilizó los siguientes indicadores:

3.5.1 Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se realizó de la siguiente forma: se calculó el rendimiento promedio por tratamiento, luego estos promedios fueron ajustados al 12 por ciento, considerando que los rendimientos que los agricultores hubiesen logrado con las mismas tecnologías habrían sido un 12 por ciento inferiores, además se calcularon los costos variables para cada tratamiento; considerando para los tratamientos a los que se les aplicó cal, los siguientes costos variables: costo de cal, riego y mano de obra por aplicación e incorporación de cal, y para los tratamientos a los que se les aplicó metalosato se consideraron los costos variables siguientes: costo de metalosato de calcio y mano de obra por su aplicación.

El rendimiento promedio por tratamiento ajustado con el 12 por ciento se multiplica por el precio de venta para obtener el valor bruto de campo; a este valor se le resta el total de costos variables obteniendo así el ingreso neto.

3.5.2 Análisis de dominancia

El análisis de dominancia se realizó para determinar los tratamientos dominados, se hizo de la siguiente forma: se ordenaron los tratamientos de menor a mayor con respecto al total de costos variables y se determinaron los tratamientos dominados que fueron los que presentaban beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos variables más bajos.

3.5.3 Tasa de retorno marginal (TRM)

La tasa de retorno marginal se efectuó para conocer si se recupera la inversión y determinar un beneficio adicional, y se calculó dividiendo el beneficio neto marginal (aumento en beneficios netos) entre el costo marginal (aumento en los costos variables) expresados en porcentajes.

$$\text{TRM} = \frac{\text{BN}}{\text{CV}} \times 100$$

Donde: BN = Beneficios netos por tratamientos

CV = Costos variables por tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Caracterización socioeconómica y ambiental de productores de tomate en ladera de la zona de Zapotitán.

4.1.1 Aspectos sociales

Basándose en las encuestas sobre aspectos sociales de productores de tomate de la zona de Zapotitán, en la cual se consideraron: acceso a centros de salud, escuela, banco, mercado, agro servicio, transporte publico y tenencia de la tierra (Figura 1), se determino lo siguiente; en relación con la tenencia de la tierra el 60 por ciento de los productores posee tierra propia y el 40 por ciento en calidad de alquiler, esto refleja la situación de la tenencia de la tierra en el departamento de La Libertad para los productores de tomate basándose en la muestra estudiada, ya que en entrevista personal con el Jefe del departamento de asignación de tierras del ISTA, en el departamento de La Libertad el 60 por ciento de productores son propietarios y el 40 por ciento están en proceso de escrituración o en alquiler.

Otro aspecto importante de mencionar es que el 60 por ciento de las propiedades están comprendidas en un rango de 0.07.- 1.39 ha, este valor es comparativo con datos reportados por la encuesta nacional de propiedad sobre uso y tenencia de la tierra en el sector Agropecuario para los años 1989, en la que reporta que el 87.49 por ciento poseen propiedades menores a 7.0 ha (Marroquin, 2004). La situación de tenencia de tierra de los productores de tomate de la muestra estudiada, reporta que el 40 por ciento posee este inmueble en calidad de alquiler, lo cual trae como consecuencia inestabilidad económica y social, además el hecho de poseer propiedades entre 0.07.- 1.39 ha, refleja que ellos trabajan en forma individual y no organizados, aumentando con esto los costos de producción, además estos productores tienen que cubrir el costo por uso de la tierra disminuyendo de esta forma sus ingresos, también esta es una de las razones por las que no hacen mejoras en el recurso suelo con prácticas como el encalado que trae beneficios en años futuros.

En relación con la educación, el 100 por ciento de los productores tiene acceso a escuela, sin embargo el 80 por ciento sabe leer y escribir, confirmando la tasa de alfabetismo mencionada

por los indicadores de desarrollo humano (2001) para el departamento de La Libertad que es de 83.1 por ciento; así mismo, el 73.3 por ciento poseen los centros educativos cerca ya que sus hijos requieren de un tiempo de 10 minutos para tener acceso a ellos, esto es importante ya que la educación es un medio privilegiado de intervención sobre la realidad social por que de ella depende, en gran medida la capacidad de los miembros de la sociedad para integrarse a los procesos económicos, políticos, sociales y culturales (Viana 2000, citado por Pleitez, 2001).

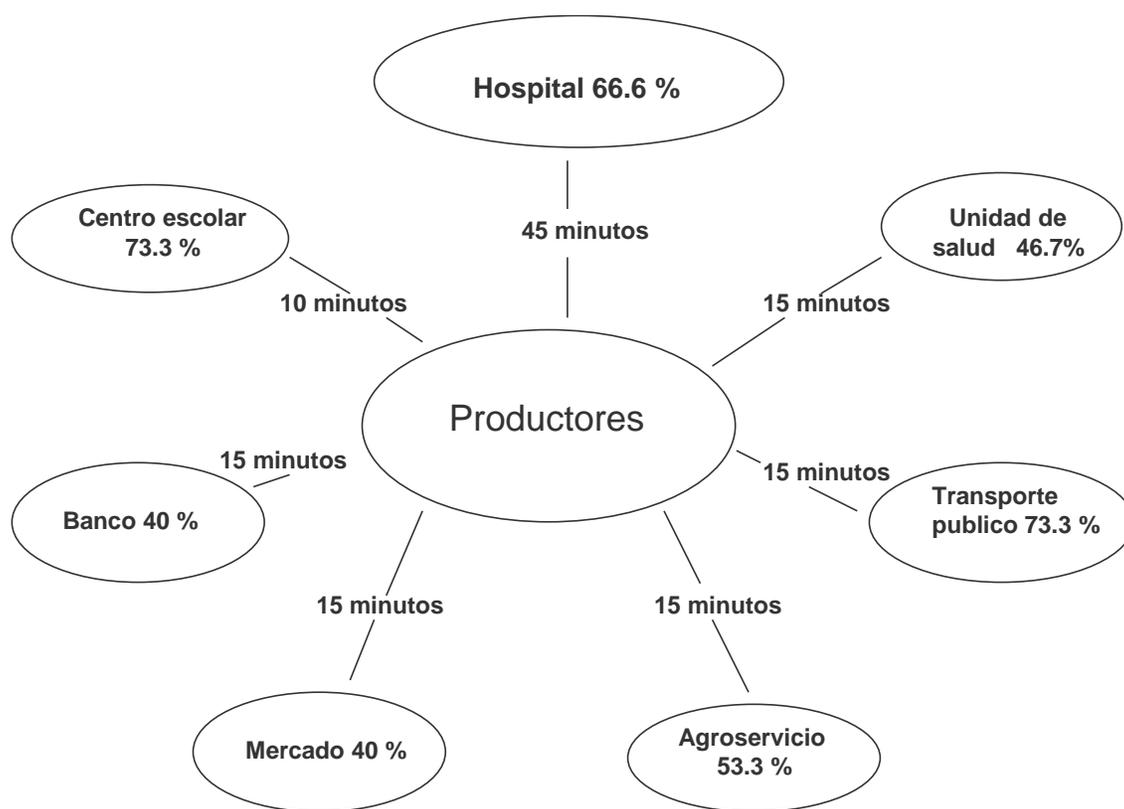


Figura 1. Mapa de servicios en la caracterización de productores de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Con relación al servicio de salud el 100 por ciento tiene acceso a hospital y unidad de salud; esto es importante para los productores de la zona ya que según Pleitez (2001) en la medida que la población obtiene mejores condiciones de salud, también mejora su aporte al desarrollo del país. Si nos referimos a los servicios de vivienda el 80 por ciento de ellos poseen vivienda tipo mixto, este valor es superior al reportado por los indicadores de desarrollo de El Salvador donde reportan para 1999 que el 62.5 por ciento de la población rural poseía vivienda tipo

mixto. Además el 40 por ciento de los productores posee agua potable y el 60 por ciento carece de este servicio, este valor es inferior al que reporta los indicadores de desarrollo humano para 1999 en la zona rural donde indican que más del 70 por ciento de la población no contaban con servicio de agua por cañería. De igual manera en 1999, el 43.8 por ciento de las viviendas rurales no disponían de energía eléctrica, esto para los productores de tomate de esta zona no es su realidad ya que ahí el 95 por ciento posee este servicio.

4.1.2 Aspectos económicos

En relación con los aspectos económicos evaluados a los productores encuestados se dice lo siguiente: el 100 por ciento de los productores encuestados además de cultivar tomate tienen sus propiedades diversificadas con otros cultivos, es así como el 46.66 por ciento cultiva maíz y frijón, el 53.33 por ciento cultivan chile dulce, el 33.3 por ciento cultiva pepino, el 13.3 por ciento cultiva ejote y loroco y el 6.66 por ciento cultiva yuca, pipian, arroz y café. Los rendimientos obtenidos por estos productores, comparados con los rendimientos reportados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería se muestran en cuadro tres. En este cuadro se observan los rendimientos de los cultivos de los productores encuestados, tanto para el tomate como para otros cultivos y se observa que son similares a los que reporta el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Es importante mencionar que el 53.33 por ciento de los productores tienen beneficios netos promedios superior a los \$1,000 y 46.67 por ciento beneficios inferiores a los \$1,000 en el año agrícola y que a medida que ellos diversifican su propiedad tienen mayor oportunidad de obtener mayores beneficios netos como le muestra el cuadro A - 9, haciendo de esta forma mas rentable y sostenible la actividad agrícola que realizan.

Cuadro 3: Cuadro comparativo de rendimientos de 15 productores de tomate y los rendimientos nacionales reportados por el MAG, en la caracterización de productores de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Cultivos	Frecuencia %	Rendimiento promedio de productores	Rendimientos reportados por el MAG	Beneficios netos \$
Tomate	100	19.90 t/ha	23.83 t/ha	750.84
Maíz	46.66	3.42 t/ha	3.15 t/ha	-116.17
Fríjol	46.66	1.30 t/ha	1.19 t/ha	-3.61
Chile dulce	53.33	1,399.6 cts	2,048.80 cts	1,211.17
Pepino	33.3	651.2 cts	583.70 cts	965.42
Ejote	13.3	5.20 t/ha	5.45 t/ha	-50.38
Yuca	6.66	20.78 t/ha	14.49 t/ha	483.84
Pipián	6.66	320 cts	215.46 cts	-356.78
Loroco	13.3	2.98 t/ha	2.83 t/ha	1,938.82
Café	6.66	0.45 t/ha	0.88 t/ha	-344.55
Arroz	6.66	8.44 t/ha	6.45 t/ha	763.4

Fuente: Anuario de estadísticas agropecuarias de MAG y encuesta a productores de tomate.

Otros aspectos importantes de mencionar son: el 93.3 por ciento de los productores encuestados manifestaron que los mayores problemas que enfrentan son: altos costos de producción, muchas plagas y precios bajos y no estables. Además, el 46.7 por ciento de los productores cultiva tomate en época lluviosa, el 46.7 por ciento todo el año y únicamente el 6.7 por ciento en época seca. Es importante mencionar que los productores prefieren cultivar el tomate en época lluviosa ya que no incurren en costo de riego, aún así en esta época aumentan los costos de producción por uso de plaguicidas, ya que existe mayor proliferación de plagas y enfermedades.

Además de los aspectos antes mencionados, la información obtenida a través de las encuestas reflejó que uno de los problemas que afecta a los productores de tomate en esa zona es la pudrición apical, ya que de la muestra estudiada el 60 por ciento presentan problemas de pudrición apical en el fruto, el otro 40 por ciento no tiene este problema porque realiza aplicación de calcio; un 20 por ciento lo hace vía foliar y otro 20 por ciento combina la

aplicación de calcio al suelo a través de encalado y aplicación de calcio al follaje para reducir el porcentaje de frutos afectados por necrosis apical. Además, los productores afectados por esta situación pierden hasta el 25 por ciento de la producción, por lo que la necrosis apical es un problema que afecta el rendimiento del cultivo de tomate y los ingresos de los productores en esa zona.

4.1.3 Aspectos ambientales

Dentro de los aspectos ambientales que se les dio prioridad conocer de los productores encuestados, están los relacionados con el manejo de rastrojos. El 86.7 por ciento realizan la practica de incorporación de rastrojos al suelo, 6.7 por ciento los quema y el 6.7 por ciento los utiliza para alimento del ganado y también los incorpora al suelo, esto desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, es de mucha importancia ya que el 86.7 por ciento de los productores realizan la incorporación de rastrojo, y estudios realizados por la FAO en El Salvador (Viera,1999) hacen referencia en relación a los rastrojos de fríjol y maíz que estos contienen el 70 por ciento y 81 por ciento de potasio respectivamente, lo cual no es devuelto al suelo cuando no se realiza esta práctica.

El 86.7 por ciento realiza control de plagas en el suelo y follaje haciendo uso del método químico; el control de malezas el 33.3 por ciento lo realiza en forma química, el 33.3 por ciento en forma manual y el 33.3 por ciento combina los dos métodos anteriores. El 100 por ciento de los productores hacen uso de fertilizantes sintéticos como urea, sulfato de amonio, formula 16 – 20 – 0; 15 –15 – 15, fertilizantes foliares y orgánicos, desde el punto de vista ambiental esta tecnología tiene su costo, ya que el uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes solubles tienen diversos efectos negativos sobre los recursos naturales, el medio ambiente y la salud de quienes, por un lado, deben manipular estos productos o trabajan en estos ambientes contaminados y, por otro, de quienes consumen productos con residuos tóxicos. Así mismo, se menciona que los plaguicidas, al eliminar por igual a las plagas y a otros organismos, entre ellos a sus controladores naturales, han destruido la diversidad biológica y el equilibrio natural, lo que se ha traducido en un desarrollo descontrolado de plagas y enfermedades. Esto obliga a un mayor uso de plaguicidas, lo que a su vez aumenta los trastornos de los ecosistemas vegetales. Los fertilizantes sintéticos contaminan el medio ambiente,

particularmente el suelo, ya que alteran fuertemente los microorganismos que movilizan los nutrientes del suelo, reduciendo la fertilidad natural. Además, al percolar los fertilizantes y restos de plaguicidas, por efecto del riego o las precipitaciones, contaminan las capas subsuperficiales de agua que alimentan los pozos desde donde se extrae la mayor parte del agua de consumo en la zona rural.

En relación con el uso de fertilizantes, por lo general, entre el 30 y 60 por ciento del nitrógeno aplicado es directamente absorbido en los tejidos del cultivo, el resto queda en el suelo o se volatiliza a la atmósfera donde son causa de contaminación nítrica. Los fertilizantes nitrogenados no absorbidos quedan en el suelo destruyendo las bacterias con la consiguiente reducción de fertilidad. El nitrógeno no absorbido por las plantas se convierte en nitratos por acción de los microorganismos del suelo. Los nitratos pueden ser arrastrados por las aguas, o transformados en óxido de nitrógeno por la acción bacterial. En el primer caso, al incorporarse al agua, pueden ser causa de metahemoglobinemia y, en último término, originar casos fatales tanto en animales como en seres humanos. Si los óxidos de nitrógeno escapan del suelo y se incorporan a la atmósfera pueden alcanzar la estratosfera, donde a través de una serie de reacciones químicas contribuyen a la destrucción de la capa de ozono. Con la destrucción de la capa de ozono, aumenta la radiación ultravioleta que ejerce efectos negativos sobre las plantas y sobre el hombre, al ser las radiaciones causa del cáncer de la piel. No sólo el nitrógeno es absorbido en cantidades limitadas por las plantas, los otros fertilizantes tienen problemas similares, así es sabido que las plantas sólo absorben 20 por ciento del fósforo que se aplica en los cultivos y el resto queda fijado, en formas insolubles, en el suelo (www.sodem.cl/proyecto-sag-cial.htm).

Los fertilizantes arrastrados por las aguas superficiales dan origen a eutroficación, es decir, a un enriquecimiento excesivo de nutrientes, que provoca una explosión en la reproducción de algas y otras plantas acuáticas, con un aumento sustancial de la biomasa vegetal, que causa, a su vez, el incremento de la evapotranspiración; por tanto, reduce la cantidad de agua dulce disponible, así como la cantidad de oxígeno de las aguas, reduciendo la vida animal del ecosistema acuático. Finalmente, el uso excesivo de fertilizantes, en particular nitrógeno, y su acumulación en el suelo tiende a inhibir la capacidad de fijación natural de nitrógeno de las plantas que tienen esa capacidad, disminuyendo de esta forma la capacidad natural de los

suelos para fijar nitrógeno, esto se debe a que el nitrógeno que se provee con el fertilizante representa una fuente de nitrógeno disponible, para las bacterias fijadoras de nitrógeno, que satisface sus requerimientos con un gasto energético menor que los que tendría que realizar para fijar el nitrógeno atmosférico. Así, paradójicamente, la aplicación de fertilizante artificial impide, o inhibe, el proceso natural de fijación de nitrógeno (www.eurosur.org/medio-ambiente).

El manejo del cultivo de tomate es muy complejo ya que requiere de semillero, es un cultivo bastante afectado por plagas y enfermedades por lo que los productores hacen uso intensivo de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, esta situación trae como consecuencia el elevado costo de producción del cultivo de tomate, además el valor del producto en el mercado es muy variable. Las ventajas que poseen los agricultores que utilizan pocos insumos químicos son: conservan en mejor estado su suelo, no contribuyen a contaminar el ambiente y reducen los costos de producción.

4.2 pH, acidez total y contenido de nutrimentos en el suelo

Como se observa en el cuadro cuatro, el pH inicial del suelo (antes de encalado) fue de 5.10, al transplante (21 días de encalado) se mantuvo el mismo valor en el área donde no se aplicó cal, no así en el área de encalado donde aumentó a 5.20, al final de la investigación (122 días después de encalado) el valor del pH aumentó a 5.3 en las áreas encaladas y el tratamiento testigo conservó el valor.

Según ANVA (Cuadro A - 10) para los valores de pH al final del experimento, hubo diferencia significativa al 0.05 por ciento de probabilidad para el factor dosis de cal con un coeficiente de variación de 1.45 por ciento, se realizó la comparación de medias para conocer cuál de las dosis fue la que tuvo efecto en el aumento del pH determinándose que la media correspondiente a la dosis de 833 kg de cal fue de 5.25 y donde no se aplica cal la media fue de 5.03.

Cuadro 4: Resultado de análisis de pH y acidez total en suelo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamiento	Componentes					
	Lecturas de pH			Acidez total cmol (H+Al)/L		
	1	2	3	1	2	3
T ₁	5.10	5.10	5.1	2.3	2.3	2.6
T ₂	5.10	5.10	5.0	2.3	2.3	2.9
T ₃	5.10	5.10	5.1	2.3	2.3	2.7
T ₄	5.10	5.20	5.3	2.3	2.1	2.2
T ₅	5.10	5.20	5.3	2.3	2.1	2.2
T ₆	5.10	5.20	5.3	2.3	2.1	2.2

- 1) Antes de encalado
- 2) 21 días después de encalado
- 3) 122 días después de encalado

Con relación a la acidez total, el valor inicial fue de 2.3 cmol/L, (Cuadro 4) disminuyendo al transplante a 2.1 cmol/L en el área donde se aplicó cal, esto es debido al efecto del calcio sobre el pH, confirmando lo que indica (Fassbender, 1987) que al realizar encalado al suelo aumenta el pH y disminuye la acidez total, según ANVA (Cuadro A - 11) para valores al final del experimento (122 días después de encalado), hubo diferencia significativa al 0.05 por ciento de probabilidad para el factor dosis de cal, con un coeficiente de variación de 8.25 por ciento, se realizó la comparación de medias para conocer cuál de las dosis de cal fue la que ejerció efecto disminuyendo la acidez total, y de acuerdo al resultado es la dosis de 833 kg con una media de 2.20 cmol/L ya que donde no se aplicó cal el valor de la media fue de 2.74 cmol/L, lo anterior demuestra que el encalado aumenta estadísticamente el valor de pH del suelo y como consecuencia disminuye la acidez total, esto es de importancia para las plantas ya que se ha constatado que niveles muy bajos de pH reducen la absorción de calcio, magnesio, cinc y cobre, lo cual influye en la reducción de las cosechas, con la aplicación de calcio al suelo aumenta la disponibilidad de las bases como el calcio, magnesio y favorece un

equilibrio en la disponibilidad de microelementos; estas condiciones conducen a un aumento en la cosecha de los cultivos. Un aumento en el pH también favorece la población y las actividades de microorganismos en el suelo, esto, a su vez, regula el grado de mineralización de la materia orgánica y, de este modo, la disponibilidad de nitrógeno, azufre, fósforo y de microelementos, además con pH inferiores 5.5 la actividad de algunas bacterias actinomicetales disminuye (Fassbender,1987).

Con relación al calcio, la cantidad inicial fue de 9.33 cmol/L, esta aumento a 10.7 cmol/L en el área donde se encalo y permaneció igual en las áreas donde no se aplico cal; al final del ensayo se obtuvieron valores de 10 cmol/L y 11.6 cmol/L en áreas no encaladas y encaladas respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5: Resultado de análisis de Ca, Mg, P y K en suelo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Componentes												
Tratamiento	Ca cmol/L			Mg cmol/L			P mg/kg			K mg/kg		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T ₁	9.33	9.33	7.8	3.7	3.7	3.6	28	28	18.0	411	411	354.5
T ₂	9.33	9.33	10.0	3.7	3.7	3.4	28	28	20.5	411	411	320.3
T ₃	9.33	9.33	10.0	3.7	3.7	3.5	28	28	17.8	411	411	355.5
T ₄	9.33	10.7	11.4	3.7	3.9	3.7	28	29.0	28.3	411	336.0	327.3
T ₅	9.33	10.7	11.6	3.7	3.9	3.8	28	29.0	25.5	411	336.0	357.8
T ₆	9.33	10.7	12.6	3.7	3.9	4.0	28	29.0	23.5	411	336.0	377.8

- 1) Antes de encalado
- 2) 21 días después de encalado
- 3) 122 días después de encalado

Según ANVA (Cuadro A - 12) para los valores finales de calcio en suelo, hubo diferencia estadística significativa al 0.05 por ciento de probabilidad para el factor dosis de cal por lo que las cantidades de calcio en el suelo al final de la investigación son estadísticamente diferentes,

se realizó la comparación de medias con la finalidad de conocer cual de las dosis ejerció influencia en el contenido de calcio en el suelo, determinándose que fue la dosis de 833 kg de cal la que aumento el contenido de calcio en el suelo presentando una media de 11.87 cmol/L y donde no se encalo la media fue de 9.87 cmol/L.

El contenido de magnesio aumento en las áreas con cal en 0.2 cmol/L (Cuadro 5), esto es debido a que el hidróxido de calcio apporto este nutrimento; según ANVA (Cuadro A - 13) para los valores al final del experimento, hubo diferencia estadística significativa al 0.05 por ciento de probabilidad para el factor dosis de cal por lo que las cantidades de magnesio en el suelo al final de la investigación son estadísticamente diferentes, se realizó la comparación de medias para conocer cual de las dosis influyo en el aumento del contenido de magnesio en el suelo, determinando que fue la dosis de 833 kg de cal ya que presento una media de 3.85 cmol/L y en las áreas donde no se encalo la media fue de 3.48 cmol/L Este comportamiento del magnesio en las áreas donde se aplico cal es debido a que esta aplicación permitió un aumento en el pH y este va asociado con un aumento de las cantidades de calcio y magnesio en la solución del suelo; ya que el calcio y el magnesio son las bases intercambiables dominantes (Foth, 1986). Además, en el suelo existe mucha similitud en el comportamiento del calcio y el magnesio ya que los dos nutrimentos están disponibles como cationes y de esta forma son absorbidos por las plantas (Foth,1986).

El hecho que el calcio aumente la concentración de magnesio en el suelo es de mucha importancia para el cultivo de tomate, esto es debido a que el magnesio forma parte de la molécula de clorofila, por lo tanto es determinante sobre la fotosíntesis, además participa en gran medida en el balance electrolítico dentro de la planta, especialmente en reacciones de fosforilación del ATP en el metabolismo de los azúcares y en la síntesis de ácidos nucleicos, y por lo tanto también en la síntesis de proteínas; además ayuda en la absorción del fósforo (Bertsch, 1995).

Los cambios encontrados en los valores de pH, contenido de calcio y magnesio fueron relativamente bajos debido a las cantidades reales de calcio y magnesio que contenía el hidróxido, ya que según análisis químico del contenido de calcio y magnesio realizado en PROCAFE, este material tiene 23.02 por ciento de calcio y 7.92 por ciento de magnesio, por

lo que los cambios en estas variables fueron mínimos, no alcanzando el valor óptimo de pH para el cultivo de tomate que es de 6.5.

El contenido de fósforo en el suelo aumenta en las áreas donde se aplicó cal (Cuadro 5), aún así, al realizar el ANVA (Cuadro A - 14) para los valores al final de la investigación, no hubo diferencia significativa al 0.05 por ciento de probabilidad, por lo que los valores de fósforo son estadísticamente iguales. La aplicación de cal al suelo permite mayor disponibilidad de fósforo para las plantas debido a que el calcio aumenta el pH en el suelo y los iones de fósforo que se encuentran en la solución del suelo son función del pH, ya que a medida que el pH baja a menos de 5.5, el hierro y el aluminio solubles aumentan, lo cual ocasiona la fijación del fósforo como fosfatos de hierro y aluminio; es por eso que la aplicación de cal al suelo es muy importante para que el fósforo fijado sea soluble y disponible para las plantas (Foth,1986)

El comportamiento del potasio fue diferente al del magnesio y fósforo (Cuadro 5) ya que este nutrimento disminuye de 411 mg/kg a 336.0 mg/kg en las áreas encaladas y permaneció igual en las áreas donde no se había aplicada cal, este comportamiento contradice a Foth (1986) quien indica que al aplicar cal al suelo existe mayor disponibilidad de potasio; este comportamiento es debido a que el contenido de calcio en el suelo estaba alto al momento de aplicar cal al suelo, lo cual ocasionó una competencia en la absorción de este elemento (Viera,1999). Aun así al realizar el análisis de varianza para los valores de potasio al final de la investigación no presentó diferencia significativa (Cuadro A - 15).

4.3 Contenido de calcio, magnesio, fósforo y clorofila en hojas

Para conocer el contenido de calcio, magnesio y fósforo en hojas se realizó análisis foliar, en dos épocas, el primero se hizo a los 70 días después de la siembra (en etapa de fructificación), el segundo en a los 95 días después de la siembra (etapa de cosecha) (Cuadro 6). Solamente el contenido de calcio se midió antes de la primera aplicación de metalosato de calcio, este valor fue de 1.7 por ciento en promedio general. En relación con el contenido de calcio en hojas en el primer y segundo, según ANVA (Cuadro A - 16) y (Cuadro A - 17) no hubo diferencia significativa en el factor dosis de metalosato, por lo que los valores son estadísticamente

iguales, aun así es evidente la mayor concentración que había a los 70 días en comparación con la concentración a los 95 días; ya que a los 70 días el cultivo demanda mayor cantidad de calcio debido a que el fruto esta en expansión y es necesario formar nuevas células, a esta edad (70 días) el valor promedio fue de 1.84 por ciento, es evidente que en todos los tratamientos los niveles estuvieron por debajo de nivel adecuado que es de 3.09 por ciento a los 70 días, situación similar a los 95 días con un valor promedio de 1.03 por ciento y un valor adecuado de 4.22 por ciento (Bennett William, 1993).

Cuadro 6: Concentración porcentual de calcio, magnesio, fósforo y clorofila en hoja de tomate a los 70 y 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamientos	Contenido porcentual							
	Calcio		Magnesio		Fósforo		Clorofila	
	1 ^{er}	2 ^{do}	1 ^{er}	2 ^{do}	1 ^{er}	2 ^{do}	1 ^{er}	2 ^{do}
0 calcio (T ₁)	1.98	1.04	0.14	0.08	0.34	0.43	54.8	58.8
Calcio al follaje (dm) (T ₂)	1.74	1.11	0.12	0.07	0.38	0.54	55.8	58.7
Calcio al follaje (da) (T ₃)	1.81	0.81	0.13	0.07	0.33	0.45	54.5	59.8
Calcio al suelo (T ₄)	1.54	1.15	0.11	0.06	0.44	0.51	57.5	61.6
Calcio al suelo y follaje (dm) (T ₅)	2.17	1.05	0.12	0.06	0.70	0.45	56.6	58.9
Calcio al suelo y follaje (da) (T ₆)	1.81	1.03	0.12	0.06	0.46	0.48	56.1	59.8

1^{er} muestreo a los 70 días de edad (etapa de fructificación)

2^{do} muestreo a los 95 días de edad (etapa de cosecha)

dm = dosis media de metalosato de calcio (0.58 L/ha)

da = dosis alta de metalosato de calcio (1.17 L/ha)

Los bajos niveles de calcio en las hojas indican la deficiencia que hubo de este elemento a pesar que en el suelo estaba en un nivel alto, requiriendo por lo tanto ser adicionado, a diferencia de cuando esta en nivel muy alto en el cual no se debe aplicar. Esta situación de baja disponibilidad del calcio en el suelo se refleja en el pH ya que en los tratamientos donde se aplico cal el pH aumento de 5.10 a 5.20 (Cuadro 4) y no-al optimo para el cultivo que es de 6.5.

En cuanto a magnesio hubo diferencias de concentración en las dos etapas, según el ANVA para ambos muestreos no hubo diferencia significativa al 0.05 por ciento de probabilidad (Cuadro A - 18) y (Cuadro A - 19), aún así, se observa en el (Cuadro 6) que a los 70 días hubo mayor concentración de este elemento en las hojas, en ambas fechas los niveles permanecieron bajos ya que el nivel adecuado a los 70 días es de 0.92 por ciento y a los 95 es de 0.57 por ciento (Bennett William, 1993).

El comportamiento del fósforo fue diferente con relación a la concentración a los 70 y 95 días, ya que los valores son mayores a los 95 días (Cuadro 6), sin embargo en las dos épocas los valores estuvieron por encima del nivel adecuado que es de 0.31 por ciento a los 70 días y 0.22 por ciento a los 95 días Bennett William (1993). En el cuadro seis se observa que en el primer muestreo los tratamientos a los que se les aplicó cal al suelo presentaron valores superiores a los que no se les aplicó, esto se debe a que la aplicación de cal permitió mayor disponibilidad de fósforo a la planta lo cual se ve reflejado en el análisis foliar ya que estos tratamientos tienen un promedio de fósforo de 0.53 por ciento comparado con los que no se les aplicó cal con un promedio de 0.35 por ciento; aun así al realizar el ANVA (Cuadro A - 20) y (Cuadro A - 21) los valores son no significativos para los dos muestreos, por lo que estadísticamente los tratamientos son iguales.

La concentración de clorofila en hojas es un método utilizado para estimar el estado nutrimental del cultivo en lo que se refiere a nitrógeno, magnesio y hierro principalmente. Los valores de clorofila a los 70 y 95 días fueron mayores al 50 por ciento, lo que indica que las condiciones nutrimentales de la planta con relación al contenido de nitrógeno fueron adecuadas, ya que estudios realizados por Rodríguez (1998), quien determina clorofila y nitrógeno en plantas de tomate, encontrando valores de 56.11 por ciento de clorofila y nitrógeno de 3.64, este nivel de nitrógeno se considera según Bennett William (1993) adecuado. Según ANVA para valores de clorofila en cada una de las épocas, no hubo diferencia estadística significativa (Cuadro A - 22) y (Cuadro A - 23); esto se deba a que los niveles de magnesio en la plantas fueron bajos, indicando que los valores de clorofila en las hojas son estadísticamente iguales y que las dosis de calcio aplicadas no ejercieron efecto significativo en la concentración de clorofila.

4.4 Rendimiento en peso de frutos

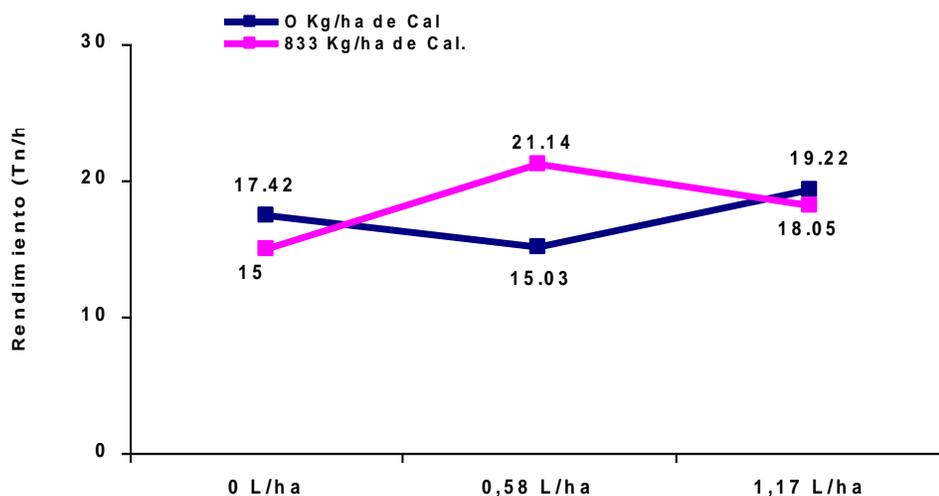
En cada cosecha el rendimiento fue categorizado en dos grupos basándose en su peso; en el grupo uno se ubicaron los frutos con peso entre 50 - 70 g, y en el grupo dos los frutos con peso entre 30 - 49 g (Cuadro 7).

Cuadro 7: Rendimiento de frutos en t/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamiento	Grupo 1	Grupo 2	Total
0 calcio (T ₁)	6.70	10.72	17.42
Calcio al follaje (dm) (T ₂)	5.36	9.67	15.03
Calcio al follaje (da) (T ₃)	9.08	10.84	19.92
Calcio al suelo (T ₄)	5.66	9.35	15.01
Calcio al suelo y follaje (dm) (T ₅)	9.78	11.36	21.14
Calcio al suelo y follaje (da) (T ₆)	7.89	10.16	18.05
Total de promedio	7.41	10.35	17.76

Según ANVA para rendimiento en peso (Cuadro A - 24) no hubo diferencia significativa para los factores dosis de cal y dosis de metalosato en forma independiente, no así al analizar la interacción de los factores donde si es significativo al 0.05 por ciento de probabilidad, con un coeficiente de variación de 16.64 por ciento, por lo que la aplicación de calcio al suelo y al follaje en forma independiente no ejerce efecto significativo en el peso de frutos de tomate ya que todos los tratamientos son estadísticamente similares, la interacción de los factores se observa en la figura 2, en ella se observa el comportamiento de las dosis 0 kg/ha y 833 kg/ha de cal en interacción con las dosis de metalosato de calcio (0 L/ha, 0.58 L/ha y 1.17 L/ha), para la dosis 0 kg/ha de cal el mayor rendimiento fue de 19.92 t/ha, este rendimiento se obtuvo con 1.17 L/ha de metalosato de calcio; con la dosis de 0.58 L/ha el rendimiento fue menor que el del tratamiento testigo (0 L/ha de metalosato de calcio); este comportamiento se deba a que en dos unidades experimentales de este tratamiento hubo problemas con el riego, además una unidad experimental fue severamente afectada por la virosis, razones por las cuales probablemente este rendimiento sea bajo (15.03 t/ha), comparado con el rendimiento del tratamiento testigo que es de 17.42 t/ha. En relación con la dosis de cal de 833 kg/ha, el

rendimiento mayor fue de 21.14 t/ha; este rendimiento se obtuvo con la dosis de 0.58 L/ha de metalosato de calcio, con la dosis de 1.17 L/ha de metalosato el rendimiento disminuyó a 18.05 t/ha, este comportamiento en el rendimiento del tratamiento seis (833 kg/ha de cal y 1.17 L/ha de metalosato de calcio) se debe a que el riego no fue uniforme y al daño causado por la virosis que afectó la producción de este tratamiento.



Dosis de metalosato de calcio

Figura 2. Interacción de dosis de cal y dosis de metalosato en la variable rendimiento en peso de frutos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

4.5 Rendimiento en número de frutos

El rendimiento en número de frutos se evaluó para cada cosecha, después de separarlos por su peso eran contados en su categoría, obteniendo del total un 29.60 por ciento de frutos del grupo uno y 70.40 por ciento de frutos del grupo dos, los resultados se presentan en el cuadro ocho. Según ANVA (Cuadro A – 25) no hubo diferencia significativa para los factores dosis de cal y dosis de metalosato en forma independiente, por lo que la aplicación de calcio al suelo y al follaje en forma independiente no ejerce efecto significativo en el número de frutos de tomate ya que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, no así en la interacción de los factores donde si hay diferencia significativa al 0.05 por ciento de probabilidad, con un

coeficiente de variación de 16.67 por ciento. La interacción de los factores dosis de cal y dosis de metalosato se observa en la Figura 3.

Cuadro 8: Rendimiento en número de frutos /ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamiento	Grupo 1 (Frutos/ha)	Grupo 2 (Frutos/ha)	Total (Frutos/ha)
0 calcio (T ₁)	126,200	341,300	464,800
Calcio al follaje (dm) (T ₂)	107,700	326,700	434,400
Calcio al follaje (da) (T ₃)	169,400	358,600	528,100
Calcio al suelo (T ₄)	112,300	304,800	417,100
Calcio al suelo y follaje (dm) (T ₅)	186,500	358,800	545,300
Calcio al suelo y follaje (da) (T ₆)	152,200	335,500	487,620
Total	854,300	2 1025,700	2 1877,300

Para la dosis 0 kg/ha de cal el rendimiento mayor en número de frutos fue de 528,100 frutos el cual se obtuvo con la dosis 1.17 L/ha de metalosato de calcio, no así para la dosis de 0.58 L/ha donde el rendimiento disminuye, probablemente debido a que repeticiones de este tratamiento tuvieron dificultad con el riego y una de ellas fue severamente afectado por la virosis. Para la dosis de 833 kg/ha el mayor rendimiento es de 543,300 frutos obtenido con la dosis de 0.58 L/ha de metalosato de calcio, con la dosis de 1.17 L/ha el rendimiento disminuyó a 487,620 frutos, probablemente se deba a que el riego no fue uniforme en toda el área del experimento y afectó la producción del tratamiento seis (833 kg/ha de cal y 1.17 L/ha de metalosato de calcio).

En la Figura 3 se observa que la aplicación de cal al suelo y metalosato de calcio al follaje aumentan la producción de tomate en cuanto al número de frutos, esto es debido a que el calcio en la planta desempeña funciones importantes como es el de aumentar la absorción de amonio, potasio y fósforo; fomentando con esto el desarrollo de raíces, y permitiendo de esta forma mayor absorción de nutrimentos. Así, mismo el calcio favorece el cuaje de las flores, ya que este nutriente participa en la formación de pectato de calcio como un tipo de agente

cementante en paredes celulares. El pectato de calcio es una sal de ácido péctico, el cual es como una goma que pega paredes celulares adyacentes; por estas razones el calcio tiene incidencia directa en el rendimiento en número y en la reducción de frutos con necrosis apical (Bertsch, 1995).

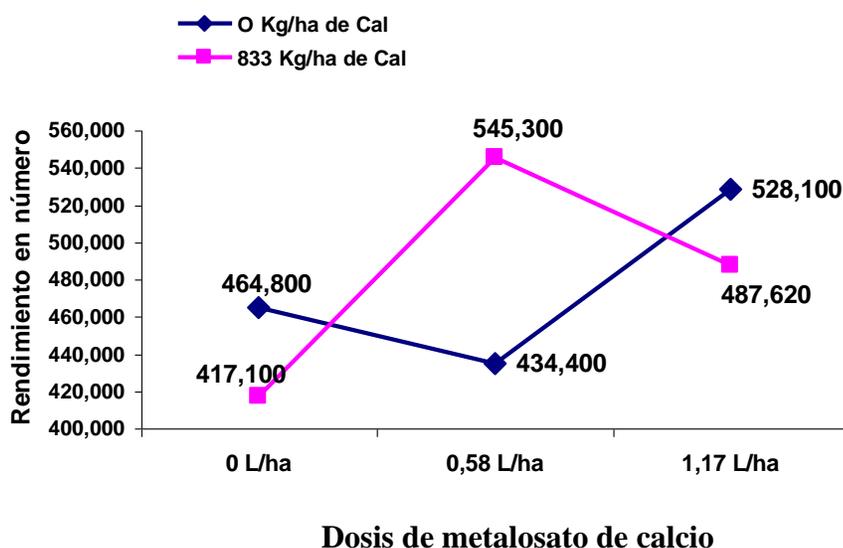


Figura 3. Interacción de dosis de cal y dosis de metalosato de calcio en la variable rendimiento en número de frutos/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

4.6 Número de frutos con necrosis apical/ha

De cada corte realizado se contó el número de frutos afectados por necrosis apical, los resultados se presentan en el cuadro nueve.

Cuadro 9: Número de frutos con necrosis apical/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamiento	Numero de frutos con necrosis apical
0 calcio (T ₁)	15,600
Calcio al follaje (dm) (T ₂)	9,000
Calcio al follaje (da) (T ₃)	8,400
Calcio al suelo (T ₄)	14,000
Calcio al suelo y follaje (dm) (T ₅)	6,100
Calcio al suelo y follaje (da) (T ₆)	7,000
Promedio	10,016

Según ANVA (Cuadro A - 26), hubo diferencia significativa para el factor dosis de metalosato con una probabilidad de 0.05 por ciento y con un coeficiente de variación de 52.69 por ciento, el valor del coeficiente de variación es alto debido a que esta observación no la realizaba la misma persona en todas las cosechas.

Para conocer la dosis de metalosato que ejerció mejor efecto en reducir el número de frutos con necrosis apical, se realizó la prueba estadística de contrastes ortogonales. Obteniendo, al comparar la no aplicación con la adición de 0.58 L/ha, que al aplicar esta dosis, en promedio el número de frutos por planta afectados por necrosis apical disminuye en 11.41 frutos; por tanto, este contraste se considera significativo, al comparar las dosis 0.58 L/ha con 1.17 L/ha el número de frutos por planta afectados por necrosis apical disminuye en 0.09 frutos, por lo que este contraste se considera no significativo; por lo expuesto anteriormente se puede decir que es razonable que la aplicación de metalosato de calcio en los productores de tomate es una buena práctica agrícola para disminuir el problema de necrosis, esto fue confirmado a través de encuestas a productores de tomate en la zona donde se realizó la investigación en la que se verificó que el 40 por ciento de los encuestados realizan aplicación de calcio, el 20 por ciento lo hace vía foliar y el otro 20 por ciento combinan la práctica de encalado y aplicación de calcio al follaje para disminuir esta situación, ya que una de las principales funciones del calcio en la planta es la de darle estabilidad a la pared celular, cuando no está presente en cantidades adecuadas en el fruto, la pared de este se desorganiza y se rompe fácilmente y se

forma una lesión en la cual posteriormente entran microorganismos patógenos, formando una mancha necrótica alrededor de la cicatriz del estilo, que gradualmente se vuelve marrón oscuro y llega a hundirse a medida que los tejidos infectados pierden agua, desarrollándose así la necrosis apical. Cuando la planta de tomate tiene a su disposición calcio del cual puede hacer uso rápidamente como es el caso de los tratamientos dos y tres que son a los que se les aplicó 0.58 L/ha y 1.17 L/ha de metalosato de calcio respectivamente, el porcentaje de frutos afectados por necrosis apical disminuye como se muestra en la figura 4, además se observa, que al aplicar cal al suelo y metalosato de calcio vía foliar disminuye este porcentaje hasta un valor de 10.14 y 11.6 por ciento respectivamente.

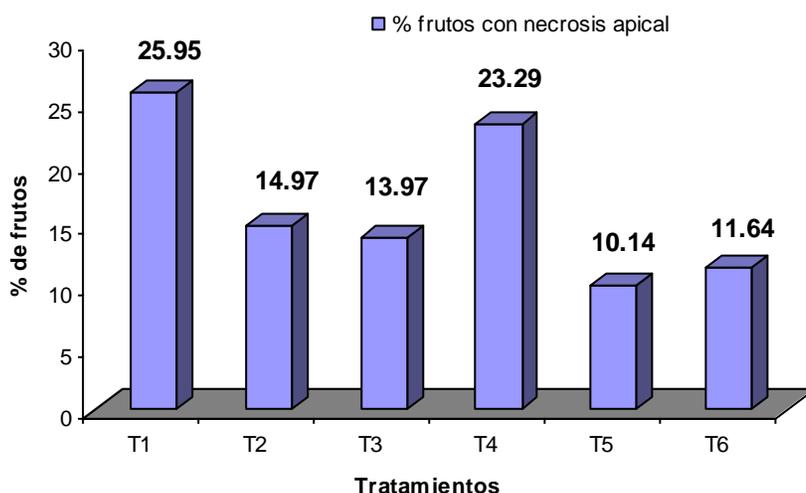


Figura 4. Porcentaje de frutos con necrosis apical en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

4.7 pH, Grados brix y perecibilidad en frutos

Se realizó la medición de parámetros de calidad para frutos de tercera cosecha, los resultados se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10: Resultado de análisis de pH, grados brix y perecibilidad en frutos de tercera cosecha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamiento	pH.	Grados Brix	Perecibilidad (ddc)
-------------	-----	-------------	---------------------

0 calcio (T ₁)	3.99	5.00	11
Calcio al follaje (dm) (T ₂)	4.00	4.81	11
Calcio al follaje (da) (T ₃)	4.00	4.69	8
Calcio al suelo (T ₄)	3.96	4.56	11
Calcio al suelo y follaje (dm) (T ₅)	3.95	4.81	8
Calcio al suelo y follaje (da) (T ₆)	3.98	4.72	10

ddc = días después de la cosecha

Según ANVA (Cuadro A - 27) para la variable pH en frutos no hubo diferencia significativa para ninguno de los factores evaluados, por lo que los tratamientos son estadísticamente iguales. Según (Nuez, 1999), el pH del jugo de tomate se sitúa normalmente entre 4.2 - 4.4, siendo muy raro que se superen estos valores, esto es evidente en los resultados obtenidos en esta investigación ya que los valores están entre 3.95 - 4.0, valores similares de pH (3.90 – 4.07) fueron encontrados por Argueta (2004) para el mismo híbrido; también Díaz (2003) realizó evaluaciones de pH en los híbridos Merlín, Big beef, Tropicboy y Grandéur encontrando valores entre 4.1 - 4.3.

El valor de grados brix expresa la concentración de sacarosa en el jugo del fruto, con relación a esta variable, según ANVA (Cuadro A - 28) no hubo diferencia estadística significativa para los factores evaluados, por lo que los tratamientos son estadísticamente iguales. Según (Nuez, 1999), en la mayor parte de las variedades los valores de grados brix se sitúa entre 4.5 y 5.5 brix, ya que más que el carácter varietal influye sobre el contenido en sólidos solubles el clima durante el periodo de maduración y el riego que pueden hacer variar los grados brix para frutos de una misma variedad entre 4 y 7. Los valores de grados brix encontrados en esta investigación para el Trinity Pride están entre 4.69 - 5.0, Argueta (2004) encontró valores de 4.5 - 5.3 para el mismo híbrido; así mismo Díaz (2003) realizó mediciones de grados brix en los híbridos Merlín, Big beef, Tropicboy y Grandéur encontrando valores de 3.95 - 4.35, confirmando de esta forma lo expresado por Chávez (1991) quien indica que el pH y los grados brix en frutos de tomate no son influenciados por los niveles de calcio aplicados.

La perecibilidad de frutos fue medida basándose en los días que estos permanecían sin presentar el 75 por ciento de flaccidez. Según ANVA (Cuadro A - 29), no hubo diferencia

estadística significativa para ninguno de los factores evaluados y el valor promedio fue de 10 días, que permanecieron los frutos sin presentar el 75 por ciento de flaccidez, coincidiendo con resultados de investigación realizada por Argueta (2004), quien realizó evaluaciones de perecibilidad en frutos del mismo híbrido descartando los frutos en un promedio de 12 días, indicando que la vida comercial de los frutos no fue influenciada por las dosis de calcio aplicadas en esta investigación.

4.8 Evaluación económica

4.8.1 Presupuesto parcial

En el cuadro 11 se presenta el presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos evaluados en este estudio. En él se observa que el mayor beneficio bruto se produjo en el tratamiento cinco (T₅) el cual corresponde a la aplicación de 833 kg/ha de cal y 0.58 L/ha de metalosato de calcio; dicho valor fue de \$5,918.64/ha; esto es debido a que este tratamiento es el que presentó mayor rendimiento, el menor beneficio bruto lo presentó el tratamiento cuatro (T₄) donde solo se aplicó 833 kg/ha de cal, este fue de \$4,201.68/ha ya que fue el tratamiento en el cual se obtuvo menor rendimiento.

Con relación a los costos variables, en los tratamientos donde no se aplicó cal al suelo ni metalosato de calcio al follaje que corresponde al tratamiento testigo (T₁) no presenta costos variables, el tratamiento dos (T₂) donde no se aplicó cal al suelo si no solamente 0.58 L/ha de metalosato de calcio, sus costos variables fueron de \$203.12/ha, esto como resultado de la fertilización con metalosato de calcio; en el tratamiento tres (T₃) los costos variables aumentaron a \$298.24 ya que se fertilizó con 1.17 litros de metalosato de calcio. En el tratamiento cuatro (T₄) los costos variables incrementaron a \$1,235.98 debido a que el costo por encalado es alto, el tratamiento cinco (T₅) sus costos variables son de \$1,439.10 debido al costo por encalado y fertilización foliar y el tratamiento seis (T₆) que presentó el valor más alto de costos variables ya que se toma en cuenta el costo por encalado y se aumenta la dosis de metalosato de calcio a 1.17 litros.

Cuadro 11: Presupuesto parcial/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Concepto	(T 1)	(T 2)	(T 3)	(T 4)	(T 5)	(T 6)
Rendimiento promedio en kg/ha	17,419	15,029	19,921	15,006	21,138	18,052
Rendimiento promedio en kg/ha ajustado al 12%	15,328.72	13,225.52	17,530.48	13,205.28	18,601.44	15,885.72
Rendimiento promedio en cajillas	696.76	601.16	796.84	600.24	845.52	722.07
Precio de venta de cajilla \$	7	7	7	7	7	7
Beneficios brutos de campo	4,877.32	4,208.12	5,577.88	4,201.68	5,918.64	5,054.54
Costos variables por encalado	0	0	0	1,235.98	1,235.98	1,235.98
Costos variables por metalosatos	0	203.12	298.24	0.00	203.12	298.24
Σde costos variables	0	203.12	298.24	1,235.98	1,439.10	1,534.22
Ingresos Netos (\$)	4,877.32	4,005.00	5,279.64	2,966	4,479.54	3,520.32

Moneda en dólares americanos

Una cajilla = 22 kg

El comportamiento de los ingresos netos fue el siguiente: en el tratamiento testigo (T₁) fue de \$4,877.32 por no presentar costos variables, en el tratamiento dos (T₂) disminuyeron a \$4,005.00 ya que aquí si se consideraron los costo variables por fertilización foliar, en el tratamiento tres (T₃) fue de \$5,279.64 siendo este el valor más alto de ingresos netos debido a que en este tratamiento solo se incurre en costo variable por fertilización foliar, en el tratamiento cuatro (T₄) los ingresos netos son de \$2,966 debido a que este tratamiento fue el que presento los beneficios brutos más bajos de todo el experimento y se incurre en costos variables por encalado; en los tratamientos cinco (T₅) y seis (T₆) los ingresos netos son \$4,479.54 y \$3520.32 respectivamente debido a que aumentaron los costos variables por la aplicación de cal al suelo y fertilización foliar.

4.8.2 Análisis de dominancia

Al realizar el análisis de dominancia (Cuadro 12) se observa que el tratamiento tres (T₃) al que no se le aplicó cal y 1.17 L/ha de metalosato de calcio fue el que tuvo mayor ingreso neto el cual fue de \$5,279.64/ha, le sigue el tratamiento testigo (T₁) al que no se le aplicó cal ni metalosato de calcio al follaje, con valor de \$4,877.32/ha.

Cuadro 12: Análisis de dominancia/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamiento	Costos variables	Ingreso Neto
O calcio (T1)	0	4,877.32
Calcio al follaje(dm) (T2)	203.12	4,005.0 D
Calcio al follaje(da) (T3)	298.24	5,279.64
Calcio al suelo (T4)	1,235.98	2,965.70 D
Calcio al suelo y follaje(dm)(T5)	1,439.1	4,479.54 D
Calcio al suelo y follaje(da)(T6)	1,534.22	3,520.32 D

Los otros tratamientos siguen el orden siguiente: tratamiento cinco (T₅) al que se le aplicó 833 kg/ha de cal y 0.58 L/ha de metalosato de calcio, con valor de \$4,479.54/ha, tratamiento dos (T₂) al que se le aplicó 0 kg/ha de cal y 0.58 L/ha de metalosato de calcio, con valor de \$4,005.00/ha, tratamiento seis (T₆) al que se le aplicó 833 kg/ha de cal y 1.17 L/ha de metalosato de calcio, con valor de \$3,520.32/ha, y el tratamiento cuatro (T₄) al que se le aplicó 833 kg/ha de cal y no se le adicionó metalosato de calcio con, con valor de \$2,966. Por lo que los tratamientos dominantes son el tres (T₃) y el testigo (T₁), los demás son tratamientos dominados (D) (Cuadro 12).

4.8.3 Tasa de retorno marginal (TRM)

En el cuadro 13 se presentan la tasa de retorno marginal, indicando que el tratamiento tres (T₃) al que no se le aplicó cal, si no solamente 1.17 L/ha de metalosato de calcio fue el más rentable con una TRM de 134 por ciento.

Cuadro 13: Tasa de retorno marginal en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Tratamientos	Costos Variables	Costos variables marginales	Beneficios netos	Beneficios Netos marginales	Tasa de Retorno marginal
T ₁	0		4,877.32		
		298.24		402.32	134%
T ₃	298.24		5,279.64		

Las tecnologías evaluadas en la presente investigación son las siguientes:

1. No aplicación de calcio (T₁)
2. Aplicación de cal al suelo (T₄)
3. Aplicación de calcio al follaje en diferentes dosis (T₂ y T₃)
4. Aplicación de cal al suelo y calcio al follaje en diferentes dosis (T₅ y T₆)

Al comparar los ingresos netos de los tratamientos uno (0 kg/ha de cal, 0 L/ha de metalosato de calcio) y cuatro (833 kg/ha de cal, 0 L/ha de metalosato de calcio), se observa en el cuadro 11 que los ingresos netos no aumentaron al aplicar cal al suelo, esto probablemente se deba a que en el tratamiento cuatro se ha considerado el costo por encalado el que incluye costo de cal, mano de obra por su aplicación y costo por riego; este comportamiento contradice valores obtenidos en otros cultivos como el café en el cual con la aplicación de cal se aumento el ingreso neto hasta un valor de \$8,247/ha; igualmente en el cultivo del maní al aplicar cal se incremento el ingreso neto hasta \$2,518/ha, esto se deba a que tanto el cultivo del café como del maní se evaluaron en invierno por lo que no se han considerado costos de riego como en el caso del cultivo de tomate el cual se evaluó en época seca.

En relación con la dominancia de los tratamientos se observa que los tratamiento dominantes son el uno (0 kg/ha de cal, 0 L/ha de metalosato de calcio) y el tratamiento tres (0 kg/ha de cal, 1.17 L/ha de metalosato de calcio), esto se deba a que el tratamiento uno no presenta costos variables y en el tratamiento tres solo se consideran los costos de metalosato y mano de obra

por su aplicación, aún así este tratamiento es dominante debido a que es el que tuvo mayor rendimiento.

La TRM obtenida en esta investigación es de 134 por ciento indicando que la aplicación de calcio vía foliar en dosis de 1.17 L/ha aumento el rendimiento en el cultivo de tomate, corroborando de esta forma resultados obtenidos por otros investigadores en cultivos como en el café donde con aplicaciones de calcio se obtuvo una TRM de 425 por ciento y en maní una TRM de 292 por ciento por aumento en el rendimiento de los cultivos al aplicar calcio.

Por lo que, con relación a las tecnologías evaluadas puede decirse que el productor puede producir tomate sin aplicar cal al suelo ni metalosato de calcio vía foliar y obtener un ingreso neto de \$4,877.32/ha dejando sin importancia la técnica de aplicación de calcio; pero al decidir usar una fuente de calcio para aumentar el rendimiento, disminuyendo la incidencia de necrosis apical, es más rentable aplicarlo vía foliar utilizando metalosato de calcio y obtener un ingreso neto de \$5,279.64/ha; ya que según análisis económico en esta investigación el productor al utilizar esta tecnología puede esperar recobrar el dólar invertido y obtener 1.34 dólares adicionales.

5. CONCLUSIONES

De conformidad al desarrollo del presente experimento, los resultados reflejan las conclusiones siguientes:

1. El 100 por ciento de los productores encuestados tienen acceso a servicios básicos como hospital, unidad de salud, centro escolar, transporte público y agroservicio.
2. El 60 por ciento de los productores de tomate de la muestra estudiada presentan el problema de necrosis apical, el otro 40 por ciento no tiene este problema porque realiza aplicación de calcio.
3. Los productores afectados por la pudrición apical en el fruto de tomate, pierden hasta el 25 por ciento de la producción, por lo que la necrosis apical es un problema que afecta el rendimiento del cultivo de tomate y los ingresos de los productores en esa zona.
4. La práctica de encalado hace aumentar el valor del pH (5.10 – 5.30) y disminuye la acidez total (2.3 cmol/L – 2.2 cmol/L), mejorando así la fertilidad del suelo.
5. La fertilización del cultivo de tomate con calcio foliar en dosis de 0.58 L/ha y 1.17 L/ha no incrementa estadísticamente el rendimiento en número y peso de frutos.
6. Las dosis 0.58 y 1.17 L/ha respectivamente de metalosato de calcio disminuyen la necrosis apical en frutos de tomate, y son estadísticamente diferentes.
7. La interacción de 833 kg de cal más 0.58 litros de metalosato de calcio aumentan estadísticamente el rendimiento en peso y número de frutos de tomate.
8. La aplicación vía foliar de 1.17 L/ha de metalosato de calcio es más rentable, obteniéndose una tasa de retorno marginal de 134 por ciento.

6. RECOMENDACIONES

Con base a la experiencia obtenida en la realización del presente trabajo de investigación se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Realizar esta investigación en época lluviosa, ya que en esta época es mayor el número de productores que cultivan tomate.
2. Evaluar más frecuencias de aplicación de metalosato de calcio en el cultivo del tomate para determinar el momento ideal para su desempeño fisiológico.
3. Evaluar el efecto del metalosato de calcio en el rendimiento del tomate en condiciones hidropónicas para corregir la necrosis apical.
4. Estudiar el efecto en el rendimiento del tomate de las diferentes fuentes de cal que se aplican al suelo.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1 Anatomía y fisiología de la planta de tomate. Disponible en <http://www.laural.es/servagro/sta/publicaciones/tomate>
- 2 Argueta, Q. et al. 2004. Respuesta de diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) a curvas de enclado
- 3 Bennett W. F. 1993. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. College of agricuLural Sciences and Natural Resources. Texas Tech University. The Americam phytopathological Society. Minnesota, USA. Pag.142
- 4 Bernal Chávez, R.E. 1991. Influencia del enclado del suelo en la producción comercial de tomate de proceso. Fundación Salvadoreña para el desarrollo económico y social, El Salvador. 35 p
- 5 Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. 1ª ed. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del suelo. 157p.
- 6 CYMMYT. 1990. Manual metodológico de evaluación económica. Programa de economía. 75 p
- 7 Cuellar, N; Rosa, H; Larios, S. 2002. Cambio económico, empleo y pobreza rural en EL Salvador. PRISMA.
- 8 Díaz, L, A. 2003. Comparación de cuatro híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa en invernadero.
- 9 El calcio en la Nutrición mineral de las plantas. Disponible en <http://www.uam.es/personal.pdi/ciencias/bolarios/investigación/boro.htm>
- 10 FAO. 1992. Producción, post-cosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. Santiago de Chile. P 44 - 45
- 11 Fassbender, WH. 1984. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, 4º reimpresión, San José Costa Rica. 422 p
- 12 Foth, H. D. 1986 Fundamentos de la ciencia del suelo. 2ª reimpresión. Marino, A. Trad. D.F., México. 433 p.
- 13 Franco, J.A; Pérez, P.J; Duran, A. s/f. Calcio para corregir necrosis apical en tomate. Disponible en <http://www.Ediho.es/horticom/tem-aut/nutric/tomate.htm>

- 14 Fuentes Yague, J. L. 1997. Manual Práctico sobre utilización de suelo y Fertilizantes. Madrid, España. Mundi Prensa. 159 p.
- 15 FUSADES. 2003. El desafío rural, pobreza, vulnerabilidad y oportunidades.
- 16 Kingham, H. 1973. The U.K. Tomato Manual. First published. Printed in England. Grower books. 223 p.
- 17 Lauchi, A; Bieleski, R. L. 1983. Inorganic Plant Nutritión.
- 18 Lazcano, I. s/f. Deficiencia de calcio en tomate. Disponible en <http://www.ppi.far.org/ppiweb/iaecu.nsf/>
- 19 León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3ª ed. San José, Costa Rica. Agronómica del IICA. 522 p.
- 20 López Cordovez, L. 1994. Marco Normativo de la política de desarrollo agrícola y rural sostenible de El Salvador. Proyecto FAO/ ELS/ 2251 A “ Formulación de una política Nacional de desarrollo agrícola y rural sostenible”. San Salvador, El Salvador. 50 p.
- 21 Marroquín, E. 2004. Política y estructura agraria.
- 22 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 2002. Anuario de estadísticas agropecuarias. Dirección General de economía Agropecuaria. 45 p
- 23 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 2003. Costos de producción 2002-2003. Dirección General de economía Agropecuaria. 45.p
- 24 Mora Acuña, L. 1997. Fertilización foliar. Nutrición Vegetal. N° 1
- 25 Morgan, L. s/f. El calcio: su importancia en hidroponía. Disponible en <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin.6htm>
- 26 Murcia, A. 1991. Efecto de varios niveles de fertilización en la producción y calidad de tomate de proceso. Fundación Salvadoreña para el desarrollo económico y social, El Salvador. 21p
- 27 Nuez, F; Esquinas, J. 1999. El cultivo de tomate. España–Bilbao. Ed. Mundi Prensa. 763 p
- 28 Nuila, J.A. ; Mejía, M. A. 1990. Manual de diseños experimentales. San Salvador, El Salvador. 267p

- 29 Olivares, R. A. 1986. Los quelatos en la agricultura . BIO-AGRO Latinoamérica. Agro-informatica. 52 p.
- 30 Peraza López, F. J. 1995. Estudio para corrección de pH en suelos ácidos arcillosos de una zona cafetalera de El Salvador, utilizando carbonato de calcio. Tesis Ing. Agr. El Salvador, UEES. 75 p
- 31 Pleitez, W. 2001. Informe sobre desarrollo humano. El Salvador. PNUD. Pag. 34,128,129,141 y 142.
- 32 PROCAFE. 2000. Respuesta de la acidez de un suelo del orden alfisol a la aplicación de niveles de cal y yeso y su efecto en la producción de café.
- 33 PROCAFE. 2000. Respuesta de la acidez de un suelo del orden inceptisol a la aplicación de cal dolomita en la producción del café.
- 34 Proyecto: "Agricultura Limpia y Calidad de Vida" Para la Pequeña y Mediana Agricultura en Regiones V y Metropolitana. Disponible en <http://www.sodem.cl/proyecto-sag-cial.htm>
- 35 Quintanilla Rivera, RA. 1998 . Encalado y fertilización nitropotásica en tomate. 6p
- 36 Ramírez, F. La fertilización foliar. Disponible en <http://www.corpmistic.co.pe/novedades/webfoliar>
- 37 Rodríguez, M. et al. 1998. Estimación de la concentración de clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila.
- 38 Salgado, J. M. et al. 2005. Empaque en la conservación poscosecha en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)
- 39 Salisbury, F. B; Ross, C. 1991. Fisiología Vegetal. D.F. México.
- 40 Stauder de Romero, N. 2001. EL análisis foliar y su interpretación. Producción de hortalizas para Centroamérica. Año3. N° 3.
- 41 Subsidio de nutrientes: Los fertilizantes. Disponible en www.eurosur.org/medio-ambiente/bif61
- 42 Tisdale N. 1991. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1ª ed. Limusa. D. F. México. 760 p.
- 43 Tomato-Fix. Disponible en <http://www.biofix.com/farmgrdn/spanish/tomatosp.pdf>
- 44 Torres, F. 1991. Agricultura Sostenible en las laderas Centroamericanas. Coronado, Costa Rica. p. 1-5

- 45 Trigo, E. J. 1991. Hacia una estrategia para un desarrollo agropecuario Sostenible. Programa II: Generación y transferencia de tecnología. p. 8, 9
- 46 Un enfoque sectorial: Agricultura y desarrollo Sostenible. Disponible en www.eurosur.org/medio-ambiente/bif
- 47 Valente Morales, J. F. 1987. Encalado. Proyecto CENTA – BID/TECNOSAN-EMBRAPA EL SALVADOR.
- 48 Viera, M. J; Ochoa, B. et al. 1999. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera. Impresos Urgentes. San Salvador, El Salvador. 135 p.
- 49 Vilanova, J. R.s/f. Fisiología del tomate. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, departamento de Fitotecnia.

8. ANEXOS

A – 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA Y AMBIENTALES DE
PRODUCTORES DE TOMATE DE ZAPOTITAN

N° DE ENCUESTA _____

Fecha: _____

Nombre del productor encuestado: _____

Indicación: Marque con una “X” la respuesta que crea mas conveniente.

AGRADECIMIENTOS.

I. INFORMACIÓN GENERAL

Objetivo: Desarrollar una base de datos con información mínima general del productor

1.1 Cantón: _____

1.2 Municipio: _____

1.3 Nombre de Finca: _____

1.4 Área de la finca: _____

1.5 Relieve: Plano Inclinado Ondulado Quebrado Mixto

1.6 Distancia a carretera más cercana (tiempo.) _____

1.7 Tenencia de la tierra: propia Alquilada Medianero

Otra _____

II. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

Objetivo: Conocer aspectos sociales de productores de tomate.

2.1 N° de miembros en el hogar _____

2.2 Sabe leer y escribir (el productor) _____

2.3 Acceso a escuela SI NO _____ (tiempo)

2.4 Acceso a clínica SI NO _____

2.5 Acceso a hospital SI NO _____

- 2.6 Acceso a alcaldía SI NO _____
- 2.7 Acceso a bus SI NO _____
- 2.8 Acceso a Banco SI NO _____
- 2.9 Acceso a Mercado SI NO _____
- 2.10 Acceso a agro servicio SI NO _____
- 2.11 Visita de extencionista agrícola SI NO
- 2.12 Visita de promotor de salud SI NO
- 2.13 Visita de agente de crédito rural SI NO
- 2.14 Posee energía eléctrica SI NO
- 2.15 Posee teléfono SI NO
- 2.16 Posee agua potable SI NO
- 2.17 Posee transporte
- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Tipo: Animal <input type="checkbox"/> | Vehículo <input type="checkbox"/> |
| Moto <input type="checkbox"/> | Otro <input type="checkbox"/> |
- Tipo de vivienda
- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Adobe <input type="checkbox"/> | Bahareque <input type="checkbox"/> |
| Mixta <input type="checkbox"/> | Otra <input type="checkbox"/> |

III. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DEL TERRENO

Objetivo: Evaluar las características biofísicas del área utilizada por productores de tomate

- 3.1 Período de inicio la lluvia: normalmente _____
- Período en que termina la lluvia _____
- 3.2 Período de canícula (Mes, días): Normalmente _____
- 3.3 Textura del suelo:

3.4 pedregosidad: abundante pocas nula

3.5 Erosión: Leve Severa Muy severa

3.6 Drenaje Externo: Libre Impedido

IV. MANEJO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Objetivo: Conocer el manejo del sistema de producción

4.1 Realiza análisis de suelo: SI

NO

4.2 Uso de fertilizante: SI

NO

4.3 Tipo de fertilizantes utilizados: Urea Formula Sulfato orgánico

(puede marcar todos los que utilice)

Foliar Cal agrícola

4.4 Manejo de rastrojos: Incorpora Quema Carrilea

Alimento para el ganado

4.5 Preparación del suelo: Quemado Chapoda

Arado Otro

4.6 Fuente de agua para riego de cultivos: Superficial Subterránea NO

4.7 Posee sistema de riego: SI NO

4.8 Control de malezas: Químico Mecánico Manual

4.9 Control de plagas: No control MIP

Químico Orgánico

Suelos Follaje

4.10 Presenta problemas de pudrición apical del fruto: SI NO

4.11 Cuanto pierde de la producción por este problema: 75% 50% 25%

Menos del 25%

4.12 Que medidas realiza para corregirlo:

Encalado

Aplicación de calcio al follaje

Otro _____

5.0 Información de producción

5.1 Siembra tomate: Invierno
Verano
Todo el año

5.2 Años de ser productor de tomate _____

5.3 Principales problemas del cultivo de tomate
(puede seleccionar más de uno)

Altos costos de producción

Plagas (insectos, enfermedades o malezas)

Precios bajos

Altos riesgos financiero

Poca disponibilidad de mano de obra

Otro _____

V. ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y PECUARIA

Objetivo: Evaluar los resultados de la actividad agrícola y pecuaria de los productores.

Rubro agrícola	Variedad	Área	Rendimiento	Precio de venta	Consumo familiar	Principal plaga	Principal enfermedad



A-2

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL
LABORATORIO DE SUELOS**



RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS DE ENSAYO EFECTO DEL CALCIO EN EL CULTIVO DE TOMATE ING. ANGELA PAVON.

No.	No. DE LABORATORIO	TRATAMIENTO	TEXTURA	PHEN KCI IN	FOSFORO ppm	POTASIO ppm	Mat. Org. %	CALCIO INTERCAMBIABLE Meq/100g	MAGNESIO INTERCAMBIABLE Meq/100g	ACIDEZ INTERCAMBIABLE Meq/100 g
1	10116	T1R1	FCA	4.8	20	424	2.40	9.60	4.22	0.32
2	10117	T1R2	FCA	4.8	14	427	2.54	5.9	3.59	0.11
3	10118	T1R3	FCA	4.6	21	253	2.26	7.81	3.05	0.18
4	10119	T1R4	FCA	4.9	17	314	2.54	8.04	3.47	0.1
5	10120	T2R1	FCA	4.6	15	374	2.12	12.62	3.63	0.15
6	10121	T2R2	FCA	4.6	17	323	2.26	8.62	3.29	0.13
7	10122	T2R3	FCA	4.6	36	245	2.69	10.96	2.97	0.09
8	10123	T2R4	FCA	4.8	14	339	2.83	10.81	3.53	0.06
9	10124	T3R1	FCA	4.6	14	390	2.83	12.26	4.37	0.12
10	10125	T3R2	FCA	4.7	11	356	2.69	11.06	3.15	0.07
11	10126	T3R3	FCA	4.7	22	331	2.26	10.51	3.11	0.07
12	10127	T3R4	FCA	4.8	24	345	2.40	10.28	3.42	0.07
13	10128	T4R1	FCA	5.0	12	405	2.40	11.46	4.38	0.02
14	10129	T4R2	FCA	4.7	19	252	2.40	11.14	4.19	0.02
15	10130	T4R3	FCA	5.0	17	322	2.54	10.37	3.37	0.02
16	10131	T4R4	FCA	5.0	65	330	2.40	12.54	2.87	0.02
17	10132	T5R1	FCA	5.1	12	482	2.97	11.79	3.61	0
18	10133	T5R2	FCA	4.8	20	317	2.54	12.05	4.30	0.03
19	10134	T5R3	FCA	4.9	24	326	2.83	11.10	3.79	0.04
20	10135	T5R4	FCA	5.0	46	306	2.54	11.59	3.60	0.02
21	10136	SIN CAL	FCA	4.7	28	411	2.40	9.33	3.69	0.07
22	10137	T6R1	FCA	5.1	33	391	156	17.34	5.21	0
23	10138	T6R2	FCA	4.7	16	359	2.40	10.14	4.33	0.06
24	10139	T6R3	FCA	5.0	14	390	2.69	11.54	3.63	0.02
25	10140	T6R4	FCA	4.9	31	371	2.26	11.44	2.97	0.02
26	10141	CON CAL	FCA	4.9	29	336	2.07	10.74	3.87	0.07

A-3

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS

SUELOS INVESTIGACIÓN
REPORTES DE RESULTADOS DE ANÁLISIS ESPECIALES

No. Informe: 29
Subproyecto: CALCIO EN EL CULTIVO DE TOMATE
Técnico Responsable. MIGUEL ANGEL RODRÍGUEZ ARIAS
Departamento. OFICINA SANTA TECLA

FECHAS:
Recepción: 20/09/2004
Análisis: 07/10/2004
Emisión: 07/10/2004

Identificación	Profundidad Cms	Sitio muestreo	# correlativo	pH	Acidez Total (Meq)
T-1 R-1	0-20	Banda	104	5.10	2.58
T-1 R-2	0-20	Banda	105	5.10	2.58
T-1 R-3	0-20	Banda	106	4.95	2.87
T-1 R-4	0-20	Banda	107	5.10	2.44
T-2 R-1	0-20	Banda	108	5.00	2.87
T-2 R-2	0-20	Banda	109	4.90	3.19
T-2 R-3	0-20	Banda	110	4.90	3.19
T-2 R-4	0-20	Banda	111	5.20	2.32
T-3 R-1	0-20	Banda	112	5.00	2.87
T-3 R-2	0-20	Banda	113	5.10	2.58
T-3 R-3	0-20	Banda	114	5.00	2.87
T-3 R-4	0-20	Banda	115	5.10	2.58
T-4 R-1	0-20	Banda	116	5.30	2.32
T-4 R-2	0-20	Banda	117	5.10	2.32
T-4 R-3	0-20	Banda	118	5.35	1.87
T-4 R-4	0-20	Banda	119	5.30	2.32
T-5 R-1	0-20	Banda	120	5.40	1.87
T-5 R-2	0-20	Banda	121	5.20	2.32
T-5 R-3	0-20	Banda	122	5.20	2.32
T-5 R-4	0-20	Banda	123	5.20	2.44
T-6 R-1	0-20	Banda	124	5.40	2.08
T-6 R-2	0-20	Banda	125	5.10	2.44
T-6 R-3	0-20	Banda	126	5.30	1.87
T-6 R-4	0-20	Banda	127	5.20	2.32
SIN CAL	0-20	Banda	128	5.10	2.32
CON CAL	0-20	Banda	129	5.20	2.08



Coordinador Laboratorio de Servicios Analíticos



NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted(es) a este laboratorio. El muestreo es Responsabilidad del usuario. La metodología utilizada es exclusiva para fines agrícolas. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

VER METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AL REVERSO

A - 4

FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS

Sección Agroquímicos y Foliares



INFORME No.: EI-10

PROPIETARIO: Angela Pabón Flores (Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas)
DEPARTAMENTO SOLICITANTE: -----
TÉCNICO RESP.: Ing. Miguel Angel Rodriguez
PROYECTO: Manejo del Calcio en el Cultivo de Tomate
LOCALIZACIÓN: -----

FECHAS	
RECEPCIÓN:	28/09/04
ANÁLISIS:	06/10/04
EMISIÓN:	07/10/04

RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS ESPECIALES INVESTIGACIÓN

TIPO DE ANÁLISIS	EI- 13
	TIPO DE MUESTRA
	Hidróxido de Calcio
Calcio	23.02 %
Magnesio	7.92 %

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.



[Signature]
Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz
Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos

[Signature]
Lic. Mayra Galdamez.
Técnico Analista

Oficina Central
Avenida Manuel Gallardo, frente a Residencial Monte Sión,
Nueva San Salvador, La Libertad, El Salvador, C.A.
PBX: (503) 288-3088, FAX: (503) 228-0669.

E-mail: info@procafe.com.sv • www.procafe.com.sv



Cuadro A-5: Programa de fertilización edáfica foliar en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Fertilizante	Dosis del producto comercial/ha	Dosis por unidad experimental (24m ²)	Cantidad en kg/ ha de:				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca vía radical (en una aplicación)	Ca vía foliar (8 aplicaciones)
Hidróxido de calcio	—	—	—	—	—	500	—
Formula 16-20-0	352 kg	0.84 kg	56	70	—	—	—
Formula 0-0-60	135 kg	0.32 kg	—	—	81	—	—
Urea	226 kg	0.54 kg	104	—	—	—	—
Metalosato de calcio 6% de Ca P/P	0.58 L (d b) 1.17 L (d a)	0.0001 L 0.0022 L	—	—	—	—	0.32 0.65
Metalosato tropical Composición P/P Manganeso 0.50% Hierro 0.66% Zinc 2.00% Boro 1.00% Molibdeno 0.10%	0.75 L	0.0018 L	—	—	—	—	—

(d b) = dosis baja ; (d a) = dosis alta

Cuadro A-6: Control fitopatológico preventivo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Problema	Producto	Nombre Comercial	Nombre Técnico	Dosis	Lugar de aplicación	Edad de la planta
HONGOS						
Fusarium sp	Funguicida	Derosal 50 cs	<i>Carbendazim</i>	0.43 L/ha	Al tronco	23 días
Fusarium sp	Funguicida	Ridomil Gold Mz 68WP	Metalaxyl-m- mancozeb		Al tronco	51 días
Fusarium sp	Funguicida	Amistar 50WG	<i>Azoxistrobina</i>	0.43 L/ha	Al follaje	60 días
Phytophthora infestans	Funguicida	Amistar 50WG	<i>Azoxistrobina</i>	0.43 L/ha	Al follaje	68 días
BACTERIAS						
Alternaria solana	bactericida	Agrimicin	<i>Sulfato y oxitetraciclina</i>	0.43 L/ha	Al follaje	60 días

Cuadro A-6: Control fitopatológico preventivo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. (continuación)

Problema	Producto	Nombre Comercial	Nombre Técnico	Dosis	Lugar de aplicación	Edad de la planta
INSECTOS						
Bemisia Tabaci Myzus persicae SuLzer	Insecticida	Monarca	Thiacloprid Beta cyflutrina 11.25%	0.43 L/ha	Al follaje	36 días
Bemisia Tabaci	Insecticida	Confidor	Imidacloprid 70 WG	0.43 L/ha	Al tronco	50 días
Bemisia Tabaci Myzus persicae SuLzer	Insecticida	Thiodan	Endosulfan 35%	0.43 L/ha	Al follaje	51 días
Bemisia Tabaci	Insecticida	Actara	Tiametoxan	0.23 Kg/ha	Al tronco	53 días
Bemisia Tabaci Myzus persicae SuLzer	Insecticida	Monarca	Thiacloprid Beta cyflutrina 11.25%	0.43 L/ha	Al follaje	53 días
Bemisia Tabaci	Insecticida	Pegassus	Diafentiuuron	0.43 L/ha	Al follaje	68 días

Cuadro A-6: Control fitopatológico preventivo en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004. (continuación)

Problema	Producto	Nombre Comercial	Nombre Técnico	Dosis	Lugar de aplicación	Edad de la planta
INSECTOS						
Minador de la hoja (Liriomyza sp)	Insecticida	Karate Zeon 2,5CS	<i>Lamda-Cihalotrina</i>	0.43 L/ha	Al follaje	75 días
Bemisia Tabaci Myzus persicae SuLzer	Insecticida	Monarca	Thiacloprid Beta cyflutrina 11.25%	0.43 L/ha	Al follaje	80 días
Bemisia Tabaci Myzus persicae SuLzer	Insecticida	Vertimec	Abamectina	0.10 L/ha	Al follaje	85 días
Heliothis zea	Insecticida	Mach 5EC	<i>Lufenuron</i>		Al follaje	90 días



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA
Ciudad Universitaria, Tel. 225-6903; 225-1500 Ext. 4619
Apartados Postales 773 y 747
San Salvador, El Salvador, C.A.

72

A-7

Ciudad Universitaria, 22 de Julio de 2004.

Ing. Agr.
Ángela Pavón
Presente

Por este medio le estoy reportando los resultados de Muestras de Plantas de Tomate; con números de ingreso al laboratorio desde 24 al 47, de fecha 18 de marzo del corriente año.

Muestra N°.	Tipo de Tratamiento	% Calcio	% Magnesio	% Fósforo
24	Hoja tomate T1-I	2.14	0.16	0.098
25	Hoja tomate T2-I	1.54	0.099	0.137
26	Hoja tomate T3-I	1.75	0.15	0.147
27	Hoja tomate T4-I	1.36	0.10	0.189
28	Hoja tomate T5-I	1.58	0.15	0.172
29	Hoja tomate T6-I	1.68	0.10	0.089
30	Hoja tomate T1-II	1.69	0.10	0.125
31	Hoja tomate T2-II	1.54	0.15	0.182
32	Hoja tomate T3-II	1.46	0.15	0.276
33	Hoja tomate T4-II	1.69	0.10	0.535
34	Hoja tomate T5-II	1.64	0.10	0.577
35	Hoja tomate T6-II	1.49	0.15	0.584
36	Hoja tomate T1-III	2.08	0.20	0.455
37	Hoja tomate T2-III	2.05	0.15	0.659
38	Hoja tomate T3-III	1.99	0.10	0.437
39	Hoja tomate T4-III	2.03	0.10	0.514
40	Hoja tomate T5-III	3.38	0.04	1.605
41	Hoja tomate T6-III	1.86	0.15	0.638
42	Hoja tomate T1-IV	1.99	0.08	0.704
43	Hoja tomate T2-IV	1.84	0.10	0.515
44	Hoja tomate T3-IV	2.03	0.10	0.463
45	Hoja tomate T4-IV	1.08	0.15	0.518
46	Hoja tomate T5-IV	2.06	0.20	0.438
47	Hoja tomate T6-IV	2.02	0.20	0.750

Sin más por el momento, me suscribo de Usted,

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Dra. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO
JEFE DEL DEPARTAMENTO



*ddea.

c.c.: Archivo.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA
Ciudad Universitaria, Tel. 225-6903; 225-1500 Ext. 4619
Apartados Postales 773 y 747
San Salvador, El Salvador, C.A.

73

A - 8

Ciudad Universitaria, 22 de Julio de 2004.

Ing. Agr.
Ángela Pavón
Presente

Por este medio le estoy reportando los resultados de Muestras de Plantas de Tomate; con números de ingreso al laboratorio desde 49 al 72, de fecha 19 de abril del corriente año.

Muestra Nº.	Tipo de Tratamiento	% Calcio	% Magnesio	% Fósforo
49	Hoja tomate T1-I	1.29	0.07	0.354
50	Hoja tomate T2-I	0.94	0.08	0.477
51	Hoja tomate T3-I	0.73	0.06	0.391
52	Hoja tomate T4-I	1.19	0.07	0.434
53	Hoja tomate T5-I	0.94	0.08	0.482
54	Hoja tomate T6-I	0.89	0.08	0.599
55	Hoja tomate T1-II	0.74	0.10	0.374
56	Hoja tomate T2-II	1.14	0.08	0.474
57	Hoja tomate T3-II	0.78	0.06	0.202
58	Hoja tomate T4-II	0.93	0.02	0.346
59	Hoja tomate T5-II	1.12	0.02	0.143
60	Hoja tomate T6-II	0.98	0.10	0.369
61	Hoja tomate T1-III	1.18	0.08	0.385
62	Hoja tomate T2-III	1.17	0.06	0.537
63	Hoja tomate T3-III	0.69	0.04	0.552
64	Hoja tomate T4-III	1.25	0.09	0.680
65	Hoja tomate T5-III	0.94	0.10	0.497
66	Hoja tomate T6-III	1.12	0.06	0.599
67	Hoja tomate T1-IV	0.94	0.08	0.590
68	Hoja tomate T2-IV	1.19	0.04	0.675
69	Hoja tomate T3-IV	1.03	0.10	0.640
70	Hoja tomate T4-IV	1.24	0.04	0.563
71	Hoja tomate T5-IV	1.19	0.04	0.662
72	Hoja tomate T6-IV	1.14	0.06	0.614

Sin más por el momento, me suscribo de Usted,

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Dra. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO
JEFE DEL DEPARTAMENTO



*ddea.
c.c.: Archivo.

Cuadro A-9: Ingreso neto promedio en la caracterización de 15 productores de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

	PRODUCTORES														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cultivos															
Tomate	750.8	750.84	750.84	750.84	750.8	750.84	750.84	750.84		750.8	750.84	750.84	750.84	750.84	750.84
Maíz	-116.2							-116.17	-116.17		-116.17		-116.17	-116.2	-116.2
Frijol	-3.61							-3.61	-3.61		-3.61		-3.61	-3.61	-3.61
Chile dulce		1,211.17	1,211.17	1,211.17		1,211.17			1,211.17		1,211.17	1,211.17	1,211.17		
Pepino			965.42			965.42		965.42			965.42				
Ejote					-50.38		-50.38								
Yuca							483.84								
Pipían							-356.78								
Loroco							1,938.8 2	1,938.8 2							
Café							965.42			-345					
Arroz											763.4				
Ingreso neto/ Productor	631.1	1962.01	2927.43	1962.01	700.5	2927.43	3731.76	3535.3	1091.39	406.3	3571.05	1962.01	1842.23	631.06	631.06

Cuadro A-10: ANVA para pH en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.0545	0.0181	3.23	0.06
Cal	1	0.281	0.281	50.07*	0.0001
Bloque*cal(error A)	3	0.081	0.027	4.84	0.0197
Dmet	2	0.0058	0.0029	0.52 N.S	0.6082
Cal*dmet	2	0.0033	0.0016	0.3 N.S	0.7489
Error B	12	0.067	0.005	6.9	0.0012
Total	23	0.494			

Cuadro A-11: ANVA para acidez total en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.1013	0.033	0.81	0.5127
Cal	1	1.733	1.733	41.52*	0.0001
Bloque*cal(error A)	3	0.619	0.206	4.95	0.0184
Dmet	2	0.1	0.05	1.2 N.S	0.33
Cal*dmet	2	0.06	0.03	0.72 N.S	0.5055
Error B	12	0.501	0.041	5.7	0.0028
Total	23	3.11			

Cuadro A-12: ANVA para calcio en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	GI	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	24.281	8.09	3.8	0.0398
Cal	1	24.06	24.06	11.3*	0.0057
Bloque*cal(error A)	3	1.4034	0.46	0.22	0.8808
Dmet	2	20.82	10.41	4.89 N.S	0.028
Cal*dmet	2	7.59	3.79	1.78 N.S	0.2099
Error B	12	25.54	2.1288	3.34	0.0246
Total	23	103.7			

Cuadro A-13: ANVA para magnesio en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	GI	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	3.554	1.1846	7.97	0.0034
Cal	1	0.8251	0.8251	5.55 *	0.0363
Bloque*cal(error A)	3	1.2516	0.4172	2.81	0.0848
Dmet	2	0.1433	0.0716	0.48 N.S	0.6288
Cal*dmet	2	0.1915	0.0957	0.64 N.S	0.5422
Error B	12	1.7828	0.1485	3.65	0.0176
Total	23	7.7484			

Cuadro A-14: ANVA para fósforo en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	GI	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	1020.16	340.055	3.7	0.043
Cal	1	294	294	3.2 N.S	0.0991
Bloque*cal(error A)	3	1102.33	367.44	3.99	0.0347
Dmet	2	31.75	15.87	0.17 N.S	0.8436
Cal*dmet	2	32.25	16.12	0.18 N.S	0.8413
Error B	12	1104	92	2.45	0.0694
Total	23	3584.5			

Cuadro A-15: ANVA para potasio en suelo al final del experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	GI	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	33571.66	11190.55	6.95	0.0057
Cal	1	704.16	704.16	0.44 N.S	0.5207
Bloque*cal(error A)	3	13220.16	4406.72	2.74	0.0896
Dmet	2	3812.58	1906.29	1.19 N.S	0.339
Cal*dmet	2	4583.58	2291.79	1.43 N.S	0.2784
Error B	12	19299.16	1608.26	3.16	0.0299
Total	23	75191.33			

Cuadro A-16: ANVA para concentración porcentual de calcio en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	1.4724	0.4908	4.22	0.0298
Cal	1	0.0022	0.0022	0.02 N.S	0.8928
Bloque*cal(error A)	3	0.412	0.1373	1.18	0.3583
Dmet	2	0.1806	0.0903	0.78 N.S	0.482
Cal*dmet	2	0.7373	0.3686	3.17 N.S	0.0786
Error B	12	1.39	0.11	2.19	0.0968
Total	23	4.2			

Cuadro A-17: ANVA para concentración porcentual de calcio en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.1018	0.0339	1.21	0.3482
Cal	1	0.0513	0.0513	1.83 N.S	0.2012
Bloque*cal(error A)	3	0.0122	0.004	0.15	0.9306
Dmet	2	0.1495	0.0747	2.66 N.S	0.1103
Cal*dmet	2	0.0841	0.042	1.5 N.S	0.2623
Error B	12	0.3368	0.028	1.29	0.3319
Total	23	0.736			

Cuadro A-18: ANVA para concentración porcentual de magnesio en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.00087	0.00029	0.2	0.8937
Cal	1	0	0	0 N.S	0.9583
Bloque*cal(error A)	3	0.01724	0.0057	3.94	0.036
Dmet	2	0.0011	0.00055	0.38 N.S	0.6918
Cal*dmet	2	0.0022	0.0011	0.77 N.S	0.4828
Error B	12	0.0175	0.0014	1.34	0.3107
Total	23	0.0389			

Cuadro A-19: ANVA para concentración porcentual de magnesio en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.00074	0.00024	0.4	0.7552
Cal	1	0.00033	0.00033	0.54 N.S	0.4751
Bloque*cal(error A)	3	0.0032	0.001	1.76	0.2081
Dmet	2	0.0002	0.00012	0.21 N.S	0.815
Cal*dmet	2	0.0014	0.00071	1.15 N.S	0.3499
Error B	12	0.0074	0.0006	0.89	0.5765
Total	23	0.0134			

Cuadro A-20: ANVA para concentración porcentual de fósforo en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	1.1289	0.3763	6.36	0.0079
Cal	1	0.244	0.244	4.13 N.S	0.065
Bloque*cal(error A)	3	0.206	0.0686	1.16	0.3649
Dmet	2	0.0943	0.0471	0.8 N.S	0.4729
Cal*dmet	2	0.0528	0.0264	0.45 N.S	0.6499
Error B	12	1.7262	0.059	2.65	0.054
Total	23	2.4359			

Cuadro A-21: ANVA para concentración porcentual de fósforo en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.3134	0.1044	15.03	0.0002
Cal	1	0.0042	0.0042	0.61 N.S	0.4486
Bloque*cal(error A)	3	0.0315	0.0105	1.51	0.262
Dmet	2	0.0042	0.0021	0.3 N.S	0.7435
Cal*dmet	2	0.0467	0.0233	3.36 N.S	0.0692
Error B	12	0.0834	0.006	5.23	0.0041
Total	23	0.4836			

Cuadro A-22: ANVA para concentración porcentual de clorofila en hoja de tomate a los 70 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	4.08	1.36	0.19	0.8998
Cal	1	16.33	16.33	2.31 N.S	0.1548
Bloque*cal(error A)	3	6.72	2.24	0.32	0.8183
Dmet	2	4.21	2.1	0.3 N.S	0.7482
Cal*dmet	2	3.3	1.65	0.23 N.S	0.7953
Error B	12	84.99	7.08	0.44	0.9098
Total	23	119.65			

Cuadro A-23: ANVA para concentración porcentual de clorofila en hoja de tomate a los 95 días de edad de la planta en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	158.1	52.7	11.67	0.0007
Cal	1	4.08	4.08	0.9 N.S	0.3604
Bloque*cal(error A)	3	32.88	10.96	2.43	0.116
Dmet	2	7.42	3.71	0.82 N.S	0.4228
Cal*dmet	2	12.98	6.49	1.44 N.S	0.2757
Error B	12	54.19	4.54	4.34	0.0089
Total	23	269.66			

Cuadro A-24: ANVA para rendimiento en peso de frutos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	GI	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	135.13	45.04	5.16	0.0161
Cal	1	2.23	2.23	0.26 N.S	0.6224
Bloque*cal(error A)	3	119.54	39.84	4.56	0.0236
Dmet	2	31.98	15.99	1.83 N.S	0.2024
Cal*dmet	2	91.04	45.52	5.21*	0.0235
Error B	12	104.84	8.74	3.95	0.013
Total	23	484.78			

Cuadro A-25: ANVA para rendimiento en numero de frutos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	GI	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	645.11	215.03	2.18	0.1435
Cal	1	0.22	0.22	0 N.S	0.9629
Bloque*cal(error A)	3	1157.52	385.84	3.91	0.0367
Dmet	2	172.79	86.39	0.88 N.S	0.4412
Cal*dmet	2	921.69	460.84	4.68*	0.0315
Error B	12	1182.75	98.56	2.67	0.0528
Total	23	4080.1			

Cuadro A-26: ANVA para numero de frutos con necrosis apical/ha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*).

Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.189	0.06	0.23	0.8765
Cal	1	0.238	0.23	0.85 N.S	0.3738
Bloque*cal(error A)	3	3.17	1.05	3.79	0.0401
Dmet	2	2.69	1.34	4.84*	0.0288
Cal*dmet	2	0.02	0.01	0.04 N.S	0.9566
Error B	12	3.3462	0.2788	2.06	0.1149
Total	23	9.66			

Cuadro A-27: ANVA para pH en frutos de tercera cosecha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*).

Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.0032	0.001	0.35	0.7865
Cal	1	0.008	0.008	2.66 N.S	0.1291
Bloque*cal(error A)	3	0.0162	0.0054	1.78	0.204
Dmet	2	0.0006	0.0003	0.11 N.S	0.8981
Cal*dmet	2	0.0011	0.0005	0.18 N.S	0.8354
Error B	12	0.0364	0.0003	0.88	0.5824
Total	23	0.0657			

Cuadro A-28: ANVA para grados brix en frutos de tercera cosecha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	0.0703	0.0234	0.55	0.657
Cal	1	0.0651	0.0651	1.53 N.S	0.2397
Bloque*cal(error A)	3	1.5286	0.5095	11.98	0.0006
Dmet	2	0.0156	0.0078	0.18 N.S	0.8345
Cal*dmet	2	0.3489	0.1744	4.1 *	0.0439
Error B	12	0.5104	0.042	4.39	0.009
Total	23	2.539			

Cuadro A-29: ANVA para perecibilidad de frutos de tercera cosecha en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

F. de V	gl	SC	CM	F	Pr>F
Bloque	3	4.5	1.5	0.18	0.9103
Cal	1	1.5	1.5	0.18 N.S	0.6818
Bloque*cal(error A)	3	28.5	9.5	1.12	0.3804
Dmet	2	21	10.5	1.24 N.S	0.3252
Cal*dmet	2	21	10.5	1.24 N.S	0.3252
Error B	12	102	8.5	0.82	0.6267
Total	23	178.5			

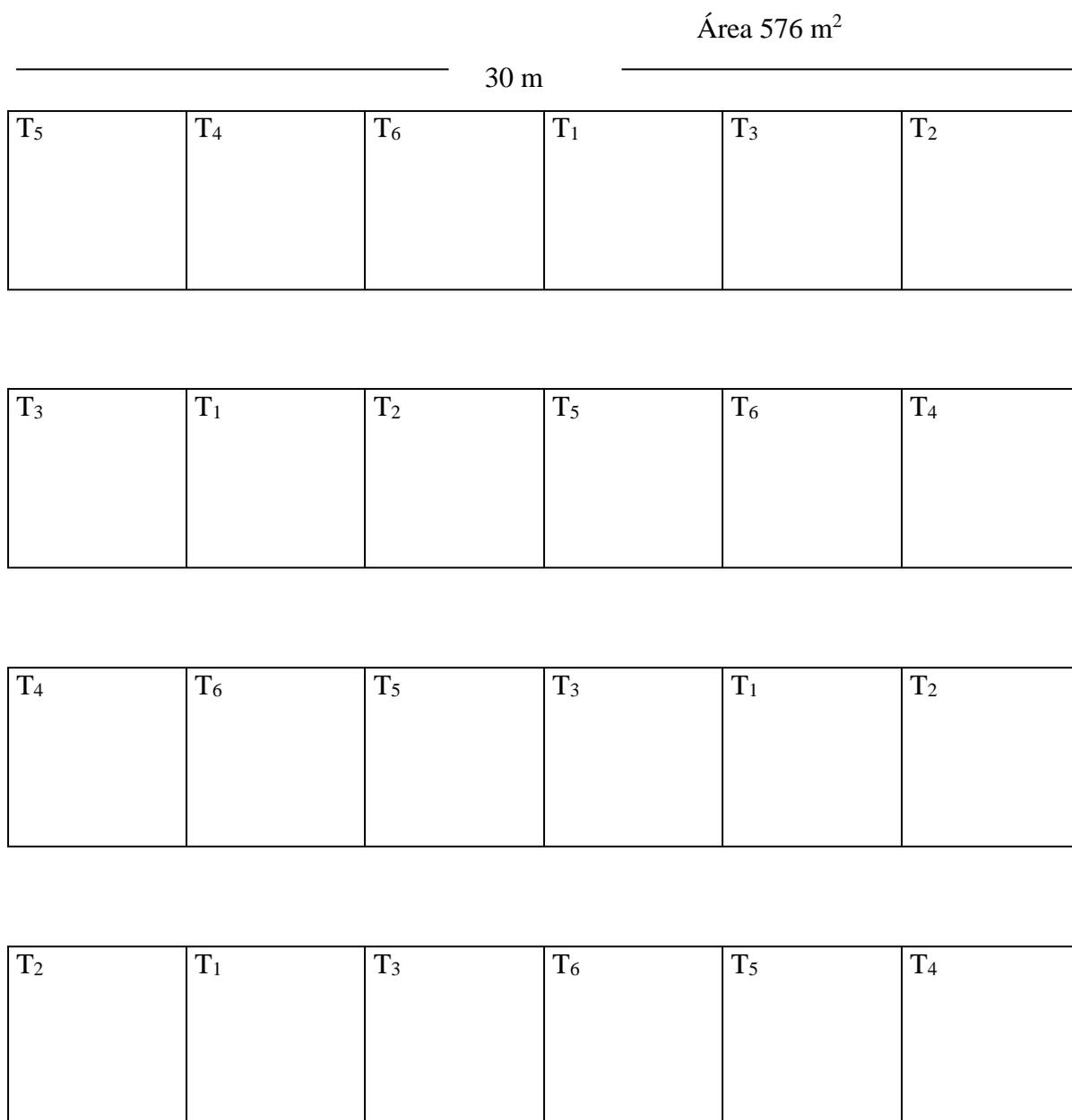
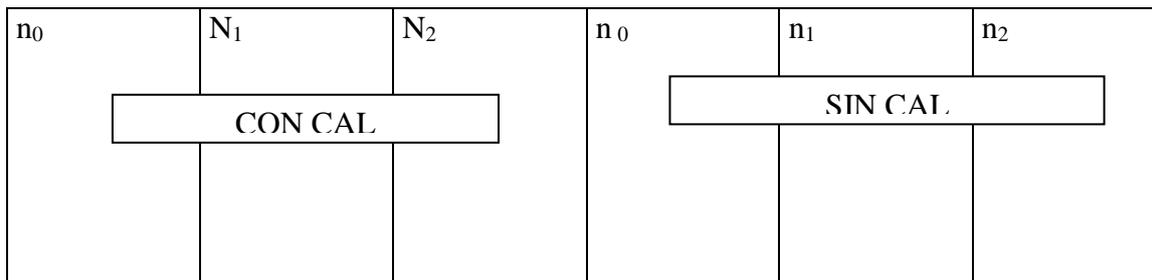


FIGURA A1. Plano de campo y distribución de tratamientos en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

DISEÑO DE BLOQUE



UNIDAD EXPERIMENTAL: ÁREA 24 M²

ÁREA ÚTIL 7.20 M²

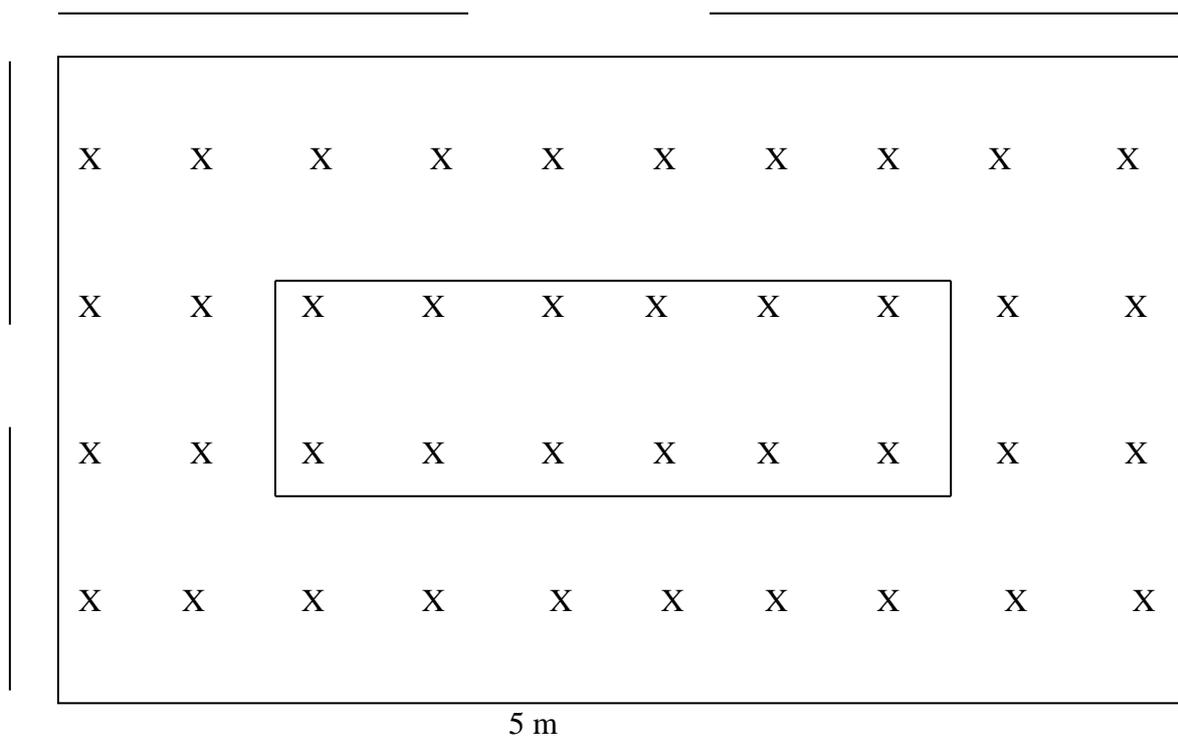


FIGURA A2. Diseño de bloque y unidad experimental en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.

Quinta hoja basipetal

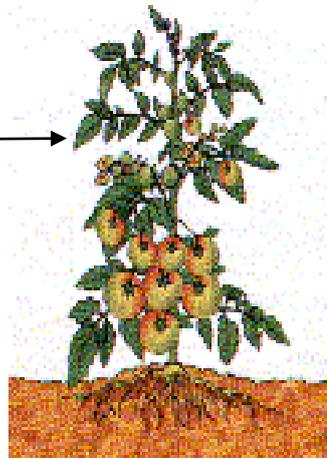


Figura A3. Ubicación de hoja en que se realizo muestreo foliar en el experimento manejo del calcio para necrosis apical en tomate (*Lycopersicon esculentum*). Zapotitán, La Libertad. Facultad de Agronomía, UES. 2004.