

↓
DETERMINACION DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CALCIO SOBRE LA CALIDAD
Y EL RENDIMIENTO DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*, Mill)

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

CLARA INES BOADA GUALDRON

DIRECTOR

RODRIGO LORA SILVA, I. Q. M Sc

CODIRECTOR

JORGE GARCIA I. A. A. M Sc

CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS APLICADAS

AMBIENTALES "U.D.C.A."

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

SANTAFE DE BOGOTA

1998

ANALIZADO

DETERMINACION DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CALCIO SOBRE LA CALIDAD Y EL
RENDIMIENTO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill)

CLARA INES BOADA GUALDRÓN

CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS APLICADAS
AMBIENTALES "U.D.C.A."
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA
SANTAFE DE BOGOTA

1998


Aceptación, trabajo de grado presentado por Clara Inés Boada Gualdrón para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Director: Dr. RODRIGO LORA



Codirector: Dr. JORGE GARCIA

Jurado: Dra. AMPARO MEDINA.



Jurado: Dr. MARCO CABEZAS

A mis padres

Jorge y Mariela, con todo

mi amor a mis

hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Rodrigo Lora Silva, Ingeniero Químico, Master en suelos y Director de la investigación, por sus valiosas orientaciones y correcciones.

Jorge García, Ingeniero agrónomo, Agrólogo, Master en suelos Y Codirector de la investigación, por su persistente interés en el desarrollo de este trabajo.

José Luis Ghisays, Técnico Agrónomo, propietario del terreno donde se llevó a cabo la investigación, por apoyo económico y constante motivación en el trabajo.

Corporación universitaria de ciencias aplicadas ambientales, por la colaboración e interés del personal docente, en el desarrollo de esta investigación.

Hydro Agri Colombia Limitada, por la colaboración técnica y apoyo financiero en el trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	i
1. REVISION DE LITERATURA	3
1.1. GENERALIDADES	3
1.2. ORIGEN	3
1.3. CARACTERISTICAS BOTANICAS	4
1.4. VALOR NUTRITIVO	5
1.5. CLIMA	7
1.6. SUELOS	7
1.7. FERTILIZACION	7
1.8. RIEGO	8

1.9. SIEMBRA	9
1.9.1. Propagación	9
1.9.2. Transplante	9
1.9.3. Densidad de siembra	10
1.9.4. Labores culturales	10
1.10. COSECHA	10
1.11. NORMAS DE CALIDAD	11
1.11.1. Aspecto físico	11
1.11.2. Dimensiones	11
1.11.3. Empaque	12
2.12. VARIEDADES	12
2.13. DESORDENES FISIOLÓGICOS	13
2.14. EL CALCIO SU ACTIVIDAD Y UTILIZACIÓN	16
2.14.1. Importancia y absorción	16
2.14.2. Metabolismo del calcio en la planta	17
2.14.3. Funciones del calcio en la planta	18
2.14.4. Problemas existentes al presentarse deficiencia de calcio	18

2.14.5. Recomendaciones de calcio	19
2.14.6. Niveles críticos de calcio en el suelo	20
3. METODOLOGIA	22
3.1. DISEÑO METODOLOGICO	22
3.2. METODOLOGIA OPERACIONAL	23
3.3. ESTADISTICOS	25
4. RESULTADOS	26
4.1. DESCRIPCION FISICA DEL SUELO	26
4.2. ANALISIS DE SUELOS	28
4.3. ANALISIS FOLIAR	29
4.4. DESARROLLO VEGETATIVO DE EL TOMATE HASTA FLORACION	32
4.5. CRECIMIENTO DE LOS FRUTO DE TOMATE	33
4.6. NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA DE BUENA CALIDAD	34

4.7. RENDIMIENTO DE COSECHA POR HECTAREA	36
4.8. PORCENTAJE DE DAÑO EN COSECHA POR HECTAREA	37
4.9. NUMERO DE FRUTOS QUE PRESENTAN LA PUDRICION APICAL POR PLANTA	39
4.10.EFECTOS DE DIFERENTES APLICACIONES DE CALCIO SOBRE LOS GRADOS BRUX	40
4.11.EFECTOS DE DIFERENTES APLICACIONES DE CALCIO SOBRE EL pH	41
4.12.EVALUACION ECONOMICA PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS (relación: beneficio/costo)	42
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1. CONCLUSIONES	44
5.2. RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFIA:	46
ANEXOS	

BIBLIOTECA NACIONAL DE COLOMBIA

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción taxoxómica	4
Tabla 2. Composición nutritiva	6
Tabla 3. Niveles críticos de calcio en el suelo	21
Tabla 4. Tratamientos empleados.	22
Tabla 5. Contraste de ortogonales	25
Tabla 6. Contenido de macro y micronutrientes foliares para el cultivo del tomate	29
Tabla 7. Relación: Beneficio / Costo	43

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fotografía del perfil de suelo	27
Figura 2. Análisis foliar del tomate variedad Milano floradel bajo diferentes dosis de aplicaciones de calcio	30
Figura 3. Desarrollo vegetativo de el tomate hasta floración bajo diferentes dosis de calcio	32
Figura 4. Nitrato de calcio edáfico lineal para el desarrollo vegetativo de la planta hasta floración bajo diferentes dosis de nitrato de calcio	33
Figura 5. Crecimiento del frutos del tomate bajo diferentes dosis de calcio	34
Figura 6. Número de frutos por planta de buena calidad bajo diferentes dosis de calcio	35
Figura 7. Nitrato de calcio edáfico lineal para el número de frutos por planta de buena calidad bajo diferentes dosis de nitrato de calcio	35

Figura 8. Rendimiento de cosecha por hectárea en tomate bajo diferentes dosis de calcio	36
Figura 9. Nitrato de calcio edáfico lineal para el rendimiento de cosecha por hectárea bajo diferentes dosis de nitrato de calcio	37
Figura 10. Porcentaje de daño en cosecha por hectárea de tomate bajo diferentes dosis de calcio	38
Figura 11. Nitrato de calcio edáfico lineal para el porcentaje de daño en cosecha por hectárea bajo diferentes dosis de nitrato de calcio	38
Figura 12. Número de frutos por planta que presentan la pudrición ápical bajo diferentes dosis de calcio	39
Figura 13. Nitrato de calcio edáfico lineal para el número de frutos que presentan la pudrición ápical por planta bajo diferentes dosis de calcio	40
Figura 14. Grados brix según los tratamientos empleados	41
Figura 15. pH Según los tratamientos empleados	42

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelos para el inicio del cultivo

Anexo 2. Resultados del análisis foliar en prefloración

Anexo 3. Desarrollo de la planta hasta floración

Anexo 4. Crecimiento del fruto del tomate

Anexo 5. Número de frutos por planta de buena calidad

Anexo 6. Peso de cosecha por hectárea

Anexo 7. Porcentaje de frutos dañados por hectárea

Anexo 8. Frutos que presenten pudrición apical por planta

Anexo 9. Efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre los grados brix

Anexo 10. Efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre el pH

Anexo 11. Relación entre costo y rendimiento de cada tratamiento

Anexo 12. Anava para la variable desarrollo planta hasta floración

Anexo 13. Contraste de ortogonales para la variable desarrollo de la planta hasta floración

Anexo 14. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable desarrollo de la planta hasta floración

Anexo 15. Anava para la variable crecimiento del fruto

Anexo 16. Contraste de ortogonales para la variable crecimiento del fruto

Anexo 17. Anava para la variable numero de frutos por planta de buena calidad

Anexo 18. Contraste de ortogonales para la variable numero de frutos por planta de buena calidad

Anexo 19. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable numero de frutos por planta de buena calidad

Anexo 20. Anava para la variable peso de cosecha por hectárea

Anexo 21. Contraste de ortogonales para la variable peso de cosecha / ha

Anexo 22. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable peso de cosecha / ha

Anexo 23. Anava para la variable porcentaje de frutos enfermos por hectárea

Anexo 24. Contraste de ortogonales para la variable porcentaje de frutos enfermos por hectárea

Anexo 25. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable porcentaje de frutos enfermos por hectárea

Anexo 26. Anava para la variable de frutos que presenten pudrición apical por planta

Anexo 27. Contraste de ortogonales para la variable de frutos que presenten pudrición apical por planta

Anexo 28. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable de frutos que presenten pudrición apical por planta

Anexo 29. Anava para la variable efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre los grados brix

Anexo 30. Contraste de ortogonales para la variable efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre los grados brix

Anexo 31. Anava para la variable efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre el pH

Anexo 32. Contraste de ortogonales para la variable Efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre el pH

Anexo 33. Relación beneficio / costo de cada uno de los tratamientos

RESUMEN

El objetivo general de este trabajo investigativo fue determinar la respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum*), en rendimiento y calidad a la aplicación de calcio, teniendo como objetivos específicos; determinar el efecto de la aplicación de calcio en la pudrición apical del fruto del tomate, el efecto del calcio en algunos parámetros de calidad (pH y grados brix), cual es la mejor dosis que contrarreste la deficiencia, obteniendo además buenos rendimientos y evaluar económicamente la fertilización de cada tratamiento. El trabajo se llevó a cabo en la zona de Montería (Córdoba) en un área de 720 m², donde se instalaron 7 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, mas el testigo (con sus 3 repeticiones). Las fuentes de calcio utilizadas fueron; Cal dolomita y Nitrato de calcio, los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera; T1; 1ton/ha de cal dolomita, T2; 1ton/ha de cal dolomita + 5 kg./ha de nitrato de calcio, vía foliar, T3; 5 kg./ha de nitrato de calcio vía foliar, T4, T5, T6, T7; 100-200-300-400 kg/ha de Nitrato de calcio. Se evaluaron, características productivas, vegetativas y de calidad del tomate, así como su comportamiento ante la pudrición apical del fruto.

Finalmente Los resultados muestran que la aplicación de nitrato de calcio en una dosis de 100 kg/ha, tiene un efecto positivo ya que superó significativamente el resto de tratamientos en cuanto a calidad, baja incidencia de la deficiencia y altos rendimientos a bajos costos de fertilización.

CLARA INES BOADA GUALDRON

Trabajo investigativo presentado como tesis de grado para el título de Ingeniero Agrónomo

Carrera de Ingeniería Agronómica, Corporación universitaria de ciencias aplicadas ambientales (U.D.C.A), Santafé de Bogotá, Colombia.

INTRODUCCION

En el departamento de Córdoba se ha venido cultivando el tomate, *Lycopersicon esculentum*, Mill aproximadamente en 200 has, con rendimiento aproximado de 18 a 20 ton/ha y una producción alrededor de las 4000 toneladas. Históricamente, el mercado del tomate no ha presentado una estacionalidad a través del año en los volúmenes generados y por lo tanto en los precios. Esto se debe a que el cultivo está directamente restringido por los periodos de lluvias variando las épocas de mayor y menor oferta. Por lo tanto si un agricultor, puede disponer de riego y a su vez mantener el cultivo dentro de un manejo apropiado, este le sirve para generar empleos y diversificar sus ingresos, ya que éste se presta para intercalarse con cultivos de periodos largos, convirtiéndose de esta forma en una entrada económica a corto plazo. En Montería y Cereté el principal problema que se presenta, es la pudrición apical de los frutos, el cual es un daño fisiológico grave. Este problema se acentúa cuando los intervalos entre riego y riego son más largos, también con excesivas aplicaciones de nitrógeno, deficiencia de boro y sequías prolongadas. La deficiencia de calcio causa daño en la calidad del fruto ya que al comienzo este muestra una mancha de consistencia acuosa que luego se toma de color oscuro, al mismo tiempo que se va formando una depresión en el tejido necrosado. En estados avanzados se muestran los frutos achatados, su maduración es acelerada y el tejido interno muestra una continuación de la necrosis externa. Por lo tanto la deficiencia de calcio es un grave problema si se tiene en cuenta que además de causar daño en el fruto restringe el crecimiento aéreo de la planta, ya que el punto de crecimiento puede morir, presentando el tallo principal muerte descendente y por tanto reduciendo drásticamente los rendimientos (ARDELINI, 1986).

Por lo anterior se llevó a cabo el presente estudio cuyos objetivos son los siguientes :

Objetivo General

Determinar la respuesta del Tomate (*Lycopersicon esculentum*) en rendimiento y calidad a la aplicación de calcio.

Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de Calcio en la pudrición apical del fruto del Tomate (*Lycopersicon esculentum*).
- Determinar el efecto del calcio en algunos parámetros de calidad (pH, grados brix,).
- Determinar cuál es la mejor dosis de calcio para aplicar que contrarreste la deficiencia y además obtener buenos rendimientos.
- Evaluar económicamente la fertilización de cada tratamiento.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES

El Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), se conoce desde hace muchos años. En principio, se consideró como planta venenosa e inclusive se le atribuyeron propiedades afrodisíacas; de ahí que se le dio el nombre de "manzana del amor". Las primeras formas cultivadas poseían frutos de color amarillo (manzana de oro) y se sembraron con fines ornamentales. Fueron los Italianos en el siglo XVIII, quienes comenzaron a hacer uso extensivo de esta planta como alimento. Muchos siglos antes sin embargo, las poblaciones indígenas desde México hasta Chile lo utilizaban como condimento y en salsas (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994).

2.2. ORIGEN

El tomate (*L. esculentum* Mill), es una planta originaria de América posiblemente en el área existente desde el Sur del Ecuador hasta el Norte de Chile y de las islas Galápagos (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994).

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta herbácea con muchas ramificaciones, es perenne pero se cultiva como anual. Tiene raíces bien desarrolladas que pueden alcanzar hasta 1.50m. de profundidad. La absorción de nutrimentos se hace en los 60cm. superiores y la absorción del agua a todo lo largo de la raíz (Anderlini, 1986).

2.3. CARACTERISTICAS BOTANICAS

Taxonómicamente los tomates cultivados se agrupan dentro del subgénero *Eulycopersicon*, o sea aquellos donde los frutos cambian de color cuando se maduran. Las otras especies relacionadas están incluidas dentro del subgénero *Eriopersicon*, en el cual los frutos permanecen verdes cuando maduros. Las especies de este subgénero tienen valor desde el punto de vista de formación de nuevas variedades, ya que se les ha utilizado como fuente de resistencia a muchas enfermedades causadas por patógenos y agentes fisiológicos (Maroto, 1995).

TABLA 1. DESCRIPCION TAXONOMICA (Según el sistema de Cronquist)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (Angiosperma)
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledonea)
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	Lycopersicon
Especie	Lycopersicon esculentum
Variedad	Milano Floradel

Raíz: El tipo de raíz depende de los sistemas de cultivo; así, los tomates sembrados en forma directa tienen un sistema radicular pivotante, profundo y poco ramificado, en tanto que los sembrados por transplante poseen raíces profusamente superficiales y ramificadas. La mayor parte de las raíces absorbentes se encuentra en los primeros 20 a 30 cm de profundidad (Caja Agraria, 1996).

Tallos: Los tallos y ramas son de consistencia herbácea, por lo cual la planta no se sostiene por sí sola, siendo necesario el empleo de tutores para su cultivo, particularmente en las variedades indeterminadas. El tallo principal posee protuberancias en la zona próxima al cuello de la raíz, que pueden originar raíces adventicias cuando se aporca la planta o en condiciones adversas (Caja Agraria, 1996).

Hojas: Las hojas son compuestas, imparipinadas y usualmente recubiertas de una fina vellosidad. Los bordes de las hojas son lobados, excepto en el tipo "hoja de papa" que los tiene enteros. Las hojas se encuentran en forma alterna con una fitotaxia 2/5 (Caja Agraria, 1996).

Flores: La floración se produce en forma de racimos simples o ramificados en diferentes estratos, siendo lo normal que en cada inflorescencia pueda haber entre 3 y 10 flores (Caja Agraria, 1996).

Fruto: El fruto es una baya de forma y tamaño variable, dependiendo del número de lóculos que van desde 1 a 10; se considera el fruto dividido en 5 partes a saber: pared externa e interna, tejido locular, pulpa gelatinosa, piel y semillas. El color del fruto depende de la presencia y balance de pigmentos carotenoides (Caja Agraria, 1996).

2.4. VALOR NUTRITIVO

Como lo demuestra la tabla 1, la composición nutritiva del tomate tiene gran importancia debido a su alto valor vitamínico, principalmente en vitamina C debido a que su fruto se consume en fresco como otras frutas, a manera de ensalada, licuada su pulpa como bebida refrescante, y en salsas (Ibar y Juscafresca, 1987).

TABLA 2. COMPOSICION NUTRITIVA. (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994)

De acuerdo con el Instituto Nacional de Nutrición, 100 gramos de Tomate presentan el siguiente contenido:

Valor calórico	17	en 100 gramos de tomate
Agua	94.3 g	en 100 gramos de tomate
Proteína	0.9 g	en 100 gramos de tomate
Grasa	0.1 g	en 100 gramos de tomate
Carbohidratos	3.3 g	en 100 gramos de tomate
Fibra	0.8 g	en 100 gramos de tomate
Ceniza	0.6 g	en 100 gramos de tomate
Calcio	7.0 mg	en 100 gramos de tomate
Fósforo	19 mg	en 100 gramos de tomate
Hierro	0.7 mg	en 100 gramos de tomate
Tiamina	0.05 mg	en 100 gramos de tomate
Riboflavina	0.02 mg	en 100 gramos de tomate
Niacina	0.6 mg	en 100 gramos de tomate
Acido ascórbico	2.0 mg	en 100 gramos de tomate
Vitamina A	1.000 U.I.	en 100 gramos de tomate

2.5. CLIMA

El cultivo de esta hortaliza se lleva a cabo en las zonas templadas y cálidas entre los 0 - 1800m.s.n.m. en campo. Es adaptable a diversos tipos de suelos y se puede sembrar en asociación con cultivos de tardío rendimiento. La buena luminosidad es importante para obtener colores intensos, pared delgada y altos contenidos de sólidos solubles (Ministerio de Agricultura, 1980).

2.6. SUELOS

El Tomate se adapta a casi todos los tipos de suelos mientras que exista un buen drenaje. Para una producción temprana de fruta de buena calidad, los suelos livianos son los más apropiados. Para una época de producción prolongada y alto rendimiento por área, los suelos francos y franco-arcillosos son los más indicados ya que poseen una mayor capacidad de retención de humedad. Las mejores producciones se obtienen en suelos con buen contenido de materia orgánica y minerales. La acidez que la planta puede resistir aumenta cuando la materia orgánica es abundante. El pH óptimo es de 5.5 a 7.0.

Las pendientes óptimas para el cultivo del tomate son del orden del 25% para que permitan un buen drenaje y el riego; la máxima pendiente sería del 50%. El nivel freático no debe estar a menos de 80 cm de profundidad (Ministerio de agricultura, 1980).

2.7. FERTILIZACION

En cuanto a las necesidades de fertilización, dependen de la fertilidad del suelo, el contenido de materia orgánica, la humedad, la época del año, la variedad y la producción esperada del cultivo.

Por esto las aplicaciones estarán sujetas al resultado del análisis de suelos y las experiencias locales.

Es una planta exigente en nutrientes. Requiere de una alta disponibilidad de potasio y fósforo. Aunque las exigencias de nitrógeno son altas, un exceso de este elemento puede llevar a un exagerado desarrollo vegetativo con bajo porcentaje de formación de fruta. La extracción de nutrientes de una hectárea de tomate con rendimiento de 26 toneladas de fruta, es la siguiente:

72 kg. de N

23 kg. de P₂ O₅

120 kg. de K₂ O

11 kg. de Ca

59 kg. de Mg

(Instituto Colombiano Agropecuario, 1994).

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DEL COLOMBIANO

2.8. RIEGO

Es un cultivo con necesidades elevadas de agua (el uso consuntivo se ha calculado entre 5 y 7 mm/día planta adulta dependiendo de la temperatura). En nuestras condiciones el agricultor debe regar de acuerdo al suelo, clima de la región, estado de desarrollo de la planta y apariencia de la misma.

Dependiendo del número de riegos, el cultivo debe estar sometida a un régimen específico de humedad; cuando la fluctuación en la humedad-sequía del suelo es alta, se dice que tiene un régimen seco y si es baja (muchas frecuencias de riegos), el régimen es húmedo. Las frecuencias de riego influyen en la distribución de las raíces, desarrollo vegetativo y calidad de los frutos. Un régimen húmedo produce un sistema radicular mucho más profundo y escaso, lo que significa que una vez adoptado uno de los sistemas no debe cambiarse por el efecto adverso que se produciría sobre el desarrollo de la planta. En relación al estado de desarrollo, se consideran periodos críticos del cultivo: el trasplante, la floración y el llenado de los primeros frutos.

En periodos secos se debe evitar cambios bruscos de humedad en el suelo durante la época de cosecha, ya que si esto ocurre, se presentan rajaduras en los frutos, en especial en las variedades susceptibles a este problema, frutos redondos y grandes (Ramos y Peinemann, 1980).

2.9. SIEMBRA

2.9.1. Propagación:

Si se quiere obtener plantas sanas y vigorosas para el mercado fresco el método más recomendable es la germinación de la semilla en semilleros o almácigos. Para la siembra de una hectárea se necesitan 250 gr. de semilla en 20 - 25 metros cuadrados de semilleros; es decir, 2 - 4 semilleros de 10 x 12 mts, teniendo en cuenta que una menor cantidad de plantas por semillero tendrá como consecuencia plantas más vigorosas, pues crecen sin mayor competencia por luz agua y nutrientes. (Federación nacional de cafeteros, 1993).

2.9.2. Trasplante:

Se debe efectuar generalmente en días nublados o en las últimas horas del día, ya que de esta forma durante la noche, tiempo en el cual las plantas tienen los estomas cerrados, hay recuperación del sistema radicular, evitando así que al día siguiente la mayoría de las plántulas lleguen al punto de marchitez permanente, por consiguiente muerte del material. Las plántulas están listas para trasplantar entre 25 y 30 días contados a partir de la siembra (Federación nacional de cafeteros, 1993).

2.9.3. Densidad de Siembra:

Estas dependen del tipo variedad, del arreglo surco doble o sencillo. Como regla general altas densidades de

siembra producen cosechas abundantes pero frutos más pequeños. Para variedad de crecimiento indeterminado como el Milano Floradel, las densidades de siembra varían entre 20.000 y 25.000 plantas por hectárea (Caja Agraria, 1996).

2.9.4. Labores culturales:

En general consisten en:

Control de malezas: se realizan cada vez que aparezcan malezas que puedan significar una competencia para el tomate, principalmente en las primeras etapas del cultivo.

Tutorado: el primero se realiza cuando las plantas tienen 30 cm de altura. En promedio se hacen de 6 a 8 amarres para variedades indeterminadas.

Aporque: esta práctica es conveniente hacerla con el fin de favorecer y aprovechar la aparición de raíces adventicias que se forman en la parte cubierta del aporque; de esa manera la planta quedará con una mayor capacidad de absorción y tendrá un mejor anclaje.

Poda: Esta práctica altera el equilibrio vegetativo-reproductivo de la planta a favor de este último y consiste en eliminar partes de la planta como; ramas, hojas, flores o frutos con el fin de mejorar ciertas características del fruto (tamaño y coloración), regularizar la producción, obtener cosechas más tempranas, facilitar la aireación, la iluminación, el control de plagas de enfermedades y la cosecha. (Caja Agraria, 1996).

2.10. COSECHA

Dependiendo de la variedad y de las condiciones de cultivo, la cosecha puede durar desde un mes y medio hasta cuatro meses, efectuándose 2 recolecciones promedio semanales. Los frutos para mesa (Chonto y

gruesos) se deben recolectar en estado verde pintón o un poco antes, es decir, aquella etapa en que el fruto adquiere su máximo tamaño, pero el color es aún verde.

La cosecha de tomate aún verde, se justifica desde el punto de vista de transporte, ya que son más duros y permiten alargar el período de almacenamiento por el mayor tiempo que transcurre hasta la maduración.

La duración de la cosecha depende de que en un momento dado, el proceso sea rentable o no haría según indique el mercado, ya que después de cierto tiempo, el número de frutos disminuye y aumenta la proporción de frutos pequeños, en comparación con los frutos grandes (Ministerio de agricultura, 1988).

Según la variedad, la cosecha empieza entre los 65 y 100 días después del trasplante y puede durar de 80 a 90 días (Federación nacional de cafeteros, 1993).

2.11. NORMAS DE CALIDAD

2.11. 1. Aspecto físico

El producto debe presentarse fresco, sano y limpio con su desarrollo normal y maduración entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ "pintón", bien conformado, superficie lisa, textura consistente y firme al tacto, buena presentación y conformación. No debe presentar; humedad exterior, ataques de insectos o enfermedades, magulladuras, cicatrices, grietas, lesiones, impurezas, residuos de insecticidas o fungicidas (Wills et al, 1992).

2.11. 2. Dimensiones:

Las dimensiones para el tomate Grande-milano es de 6.5 cm de largo por 7.5 cm de ancho.

Sobre los grados brix se habla de que el óptimo para variedades de consumo en fresco se encuentra entre 7.5 y 9 grados, en cuanto al pH el rango es de 4.0 a 5.0 (Berlijn, 1989).

2.11.3. Empaque:

Se recomienda cajas de madera u otro material adecuado y resistente con capacidad máxima de 12 kg, a fin de garantizar la calidad física del producto hasta su destino final (Federación nacional de cafeteros, 1993).

2.12. VARIEDADES

Las variedades de Tomate se pueden clasificar por diferentes características:

- **Por el tiempo a producción:** Las variedades se clasifican en tres categorías de acuerdo al número de días que toman las plantas desde la siembra a la primera cosecha así: precoces, intermedias y tardías. Es de anotar que los límites de estas 3 clases no están perfectamente definidos; para Colombia las variedades pueden clasificarse en:

Precoces: cosecha de 80 a 85 días (generalmente variedades enanas y arbustivas para procesamiento).

Intermedias: cosecha a los 85 - 90 días (variedades de fruto grueso y chontos)

Tardías: cosecha más de 90 días (algunos tipos indeterminados y chontos).

- **Por el hábito de crecimiento:** Variedades de crecimiento indeterminado y de crecimiento determinado.
- **Según el tipo de maduración de los frutos;** hay 2 tipos; maduración de los frutos "uniforme" y "estándar". En el primer caso toda la superficie al madurar el tomate cambia de color al mismo tiempo, de verde a roja; en el segundo caso la zona alrededor del pedicelo es la última en cambiar de color.

- **De acuerdo con la utilización de los frutos:** Los de mesa que por lo general son medianos o grandes, llamados comúnmente en Colombia "grueso o milano" y los que sirven para industria, son más pequeños de forma alargada, redonda o piriforme y un color rojo intenso, etc.,. (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994).

2.13. DESORDENES FISIOLÓGICOS

- **Pudrición apical del fruto:** Esta es una enfermedad común en los suelos con deficiencias de calcio. Este problema se acentúa cuando los intervalos entre riego y riego son distanciados. Las aplicaciones excesivas de nitrógeno, o la deficiencia de boro cuando los frutos se están formando, pueden incidir en el incremento de la pudrición terminal del fruto, así como sequías prolongadas, que no permiten que las plantas tomen el calcio por retención de este en el suelo

Síntomas: Los frutos en un principio muestran en la punta una mancha de consistencia acuosa, que luego se torna de color oscuro, al mismo tiempo que se va formando una depresión en el tejido necrosado. En lesiones avanzadas, los frutos aparecen achatados y su maduración es acelerada. Además el tejido interno muestra una continuación de la necrosis externa. Los frutos pueden mostrar síntomas de la pudrición apical en cualquier estado de desarrollo.

En la mayoría de los casos, en las lesiones externas se establecen hongos posteriormente como *Fusarium* sp. (de color rosado), *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. y *Helminthosporium* sp. (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994)

Pared gris o manchado interno: Este desorden se presenta en forma de paredes con coloraciones pardas o amarillas en el interior del fruto (pulpa) de forma similar al que se presenta en el caso de algunos virus que producen pardeado intenso del fruto. La textura de estas áreas es más porosa y granular que las de las áreas

no afectadas. Este daño no está aún bien aclarado, pero se observa cierta relación entre su aparición y condiciones extremas de humedad, temperaturas bajas, deficiencias de potasio, suelos compactados y variedad utilizada. (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994)

- **Fruto hueco:** Este problema se observa en todos los climas y en variedades, aunque con ciertas diferencias entre ellas. Los espacios loculares se encuentran vacíos, por lo que ocurre una cierta depresión de las paredes, dando una apariencia angulosa a los frutos, especialmente a los multiloculares. En cuanto a la causa los principales agentes son las condiciones de fertilización, clima, que de alguna manera afectan el proceso de polinización y de fertilización, con lo que la producción de semilla se restringe y así la cantidad de mucilago y jugo.

El exceso de nitrógeno, temperaturas frías y baja intensidad luminosa, parecen favorecer la aparición de este daño. Se ha observado también que las podas fuertes favorecen su aparición y que existen diferencias varietales a fruto hueco, aunque las condiciones de manejo pueden reducir en cierta proporción esta anomalía (Ministerio de agricultura, 1988).

- **Grietas del fruto:** Algunas veces la superficie de los frutos se agrieta en la pared cercana al pedúnculo. Estos agrietamientos pueden tomar forma radiada, concéntrica. Las heridas varían en profundidad, pero generalmente se extienden hasta la pulpa, dándole mal aspecto al fruto. También pueden constituir puerta de entrada para el establecimiento de otros patógenos.

Esta anomalía se presenta cuando después de épocas de sequía intensa, siguen períodos de abundante lluvia y altas temperaturas que favorecen un rápido crecimiento con lo que la epidermis más rígida que la pulpa, se rompe.

Existe diferencia varietal en ambos tipos de anomalías, las variedades de frutos redondos, grandes y algunos tipos de chonto son más susceptibles que las variedades alargadas en forma de pera, como es el caso de las

variedades para industria, la poda favorece la aparición de este problema. El manejo equilibrado del riego evita la aparición de estas grietas (Ministerio de agricultura, 1988).

Cara de gato: Los frutos de Tomate afectados muestran mala formación y arrugamiento con cicatrices estilares en el ápice del fruto. Este problema se debe a cualquier factor que afecta el desarrollo normal del ovario. Se sabe que existe diferencia varietal en cuanto a la presencia de esta anomalía, algunos factores como exceso de frío o cambios bruscos de temperatura y aún las podas fuertes, están relacionados con este problema. La cara de gato también puede producirse por efecto del herbicida: 2,4 D. (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994).

- **Hojas enrolladas:** Durante tiempo húmedo, las plantas de tomate muestran frecuentemente un enrollamiento hacia arriba de las hojas más viejas. Al principio de este enrollamiento le da a la hoja forma de cartucho, y luego se ponen en contacto márgenes de una misma hoja o se enrolla totalmente. Estas hojas son coriáceas. El crecimiento de la planta no se afecta y la formación de fruto es normal.

Esta anomalía ocurre frecuentemente cuando las plantas se podan excesivamente y en épocas de abundantes lluvias o riegos. No hay que confundirlas con el daño ocasionado por el virus del enrollado de las hojas, en la cual son todas las hojas de las plantas afectadas. La deficiencia de cobre produce también el enrollamiento de todas las hojas (Instituto Colombiano Agropecuario, 1994)

- **Plantas "Macho" o "Pata de rana":** Es común observar en semilleros la aparición de plántulas que exhiben una sola hoja sin meristemo de crecimiento, estas plantas no se desarrollan y compiten con las normales, cuando por error pasan al acampo en pequeño porcentaje.

Son varios los factores que inciden en este daño, que al parecer está ocasionado por daños al embrión durante la fase de semilla o por condiciones adversas (altas temperaturas del suelo), durante el periodo de semillero (Verderal, 1980).

2.14. EL CALCIO SU ACTIVIDAD Y UTILIZACION

2.14.1. Importancia y absorción

El Calcio es importante en la síntesis de pectina de la lámina media de la pared celular. También está involucrado en el metabolismo o formación del núcleo y las mitocondrias. Así pues, es un elemento de extraordinaria importancia para la mayoría de las plantas por lo que una reducción severa determina el deterioro y muerte de éstas (Bidwell, 1993).

En cuanto a su absorción, el mecanismo por el que entran los iones a la planta ha sido muy evaluado, ya que estos no pueden entrar por difusión simple ni arrastrados por agua en el proceso de absorción. La entrada se basa en un proceso de Intercambio iónico. Se ha observado correlación entre la absorción Intensa de sales y el incremento en la respiración esto crea una dependencia entre ambos fenómenos; por esto se considera que la acumulación de iones se une con la transferencia de electrones en la respiración. (Bush, 1995).

El calcio se absorbe y se transporta en forma iónica, su movilidad es mucho mayor en el apoplasto que en el simplasto, de tal modo que en aquellos órganos que reciben la mayor parte del agua, por el floema no es infrecuente que reciban un suministro inadecuado de este elemento mineral. La movilidad del Calcio de célula a célula y en el floema es muy baja. La mayoría de su actividad se relaciona con su capacidad de coordinación para lo cual forma enlaces intermoleculares estables pero reversibles en las paredes celulares y en la membrana. Estos enlaces responden a cambios locales en condiciones ambientales y son parte de los mecanismos de control para los procesos de desarrollo y crecimiento (Clavijo, 1994).

Por lo tanto este elemento es imprescindible para un desarrollo normal y sano de los tejidos jóvenes (tallos, hojas, raíces) y da un mejor color y calidad a los frutos. Un crecimiento rápido requiere una provisión

abundante de calcio ya que este juega un papel clave en la formación y mantenimiento de las paredes celulares y membranas al ser parte integral de éstas. Se han identificado bastantes trastornos fisiológicos en plantas y frutos por la carencia de calcio en la planta, o por una falta en el transporte interno de calcio hacia los tejidos en desarrollo de la planta (Wallace, 1993).

2.14.2. Metabolismo del Calcio en la planta

Guardiola y García, (1987) anotan que el ion calcio, activa algunas enzimas como α -amilasa y algunas ATPasas. A pesar de que el calcio es absorbido en grandes cantidades y sus contenidos en los tejidos vegetales oscila entre el 0,1 y el 7% de la materia seca, la concentración de Ca^{+2} libre en el citoplasma y los cloroplastos es muy baja, del orden de $1\mu\text{m}$. La membrana plasmática es una barrera efectiva a la penetración de calcio, elemento que además se une reversiblemente en el citoplasma a una proteína reguladora, la calmodulina, la cual activa la acumulación de Ca^{+2} en la fracción microsomal y su extracción al espacio extracelular. La mayor parte de calcio celular se acumula en las mitocondrias y vacuolas; en ésta puede estar en forma soluble o precipitado en forma de oxalato o fosfato. También el calcio puede actuar como un agente protector de iones H^+ , como protector de concentraciones elevadas de sales y como protector de elementos tóxicos para la planta. Los iones de fosfatos y calcio serían tóxicos si sus concentraciones fueran elevadas; la vacuola se encarga de regular las concentraciones altas de sales dentro de la célula; de esta manera se establece un equilibrio iónico en el citosol (Bush, 1995).

Gil, (1987) dice, que dada la acumulación de Calcio en las paredes celulares donde se inmoviliza debido a los grupos carboxílicos de los ácidos urónicos su captura a través de la membrana resulta particularmente disminuida. Sin embargo, se está generalmente de acuerdo que en plantas superiores la concentración de Ca^{+2} libre en el citosol es muy baja, dado que, en su mayor parte, es bombeado al apoplasto o enviado a la vacuola, lo que requiere la implicación de plasmalema y del tonoplasto en el fenómeno.

2.14.3. Funciones del calcio en la planta

La mayor parte del calcio se localiza extracelularmente donde afecta procesos básicos en la pared celular y en la membrana. El pectato cálcico es un componente de la pared celular a la que estabiliza y hace resistente a la degradación por pectinogalacturonasas. El crecimiento de la raíz depende de la presencia de Ca^{+2} extracelular que afecta fundamentalmente el alargamiento celular. El mismo efecto se encuentra en el desarrollo del tubo polínico que no solo depende de la presencia de calcio en el medio, si no de que además es orientado quimiotrópicamente por el calcio extracelular. (Gil, 1987).

El calcio es importante también en la formación y mantenimiento de las membranas celulares y de las estructuras lipídicas por su facilidad en establecer enlaces reversibles. Por ejemplo, las sales cálcicas de lecitinas están involucradas en la formación de estructuras membranosas; las sales cálcicas de los ácidos fosfatídicos son esenciales para mantener las estructuras y las propiedades de las membranas. Pequeñas cantidades de Ca son necesarias para la mitosis, habiéndose observado diferentes anomalías cromosómicas y del aparato mitótico en células deficientes en Ca, de modo que ha sugerido que las nucleoproteínas se mantienen unidas entre sí mediante puentes cálcicos. También exhibe funciones como activador enzimático en algunas actividades como en las amilasas, fosfolipasas, argininaquinasa, adenosintrifosfatasa, adenilatoquinasa, etc., pudiendo así mismo activar otras enzimas que requieren magnesio como algunas ATPasas (Salisbury y Ross, 1994).

2.14.4. Problemas existentes al presentarse deficiencia de Calcio

La deficiencia de Ca activa la liberación de substratos respiratorios a partir de las vacuolas; el tratamiento subsiguiente con calcio decremento la tasa respiratoria y aumenta la síntesis de proteínas. Sin embargo su

concentración en el citoplasma y los cloroplastos es muy baja, sobre todo para impedir la competencia con el magnesio y la precipitación de los fosfatos.

Se ha encontrado que el número de mitocondrias en las raíces se reduce por la deficiencia de Ca, con un aumento de la concentración de glúcidos en las hojas y descenso en el aparato radical, lo que se interpreta como un efecto de decremento de la translocación de azúcares en el sentido brote-raíz, efecto similar al provocado por la deficiencia de boro.

Una vez depositado en las hojas por las corrientes de transpiración, el calcio queda inmovilizado, por lo que toda esta sintomatología afecta antes a las hojas jóvenes tan pronto decrece su aporte. Por lo tanto la importancia del Ca^{+2} en la estabilidad de la membrana e integridad de la célula se refleja de varias formas y se demuestra fácilmente por el aumento en la salida de las células en solutos de bajo peso molecular en tejidos deficientes de Ca^{+2} ; si la deficiencia es severa, se puede llegar a la desintegración de las membranas y pérdida de compartimentalización (Gil, 1987).

Así pues, es un elemento de extraordinaria importancia para la mayoría de las plantas por lo que una reducción de calcio impide la formación de nuevas paredes celulares, con lo que se imposibilita la división de las células. La división celular incompleta o mitosis, sin formación de nuevas paredes se traduce en la producción de células plurinucleadas, lo que es típica de la deficiencia de calcio. Existen paredes celulares, particularmente en estructuras de soporte como tallos y pecíolos, que se tornan quebradizas o rígidas; ello obstaculiza la expansión de las células. La clorosis de las márgenes de las hojas jóvenes, el "encorvamiento" de puntas foliares (la enfermedad punta marchita) y la formación de raíces atrofiadas e incoloras son síntomas característicos de deficiencia de calcio (Salisbury y Ross, 1994)

2.14.5. Recomendaciones de Calcio

Según la Sociedad colombiana de la ciencia del suelo, (1990), la fertilización se puede dividir en dos clases: la correctiva y la de mantenimiento. Las dosis a usar se basan en ensayos de campo y se calculan en función

de los resultados de los análisis de suelos y a veces foliares. Sin embargo algunos criterios que se pueden emplear son los siguientes:

- Tipo de planta a cultivar. Hay plantas muy exigentes en el nivel de calcio como las dicotiledóneas, y bajo requerimiento en la monocotiledóneas. Los cálculos se hacen en relación al porcentaje de saturación que se necesita y a la densidad aparente de los suelos a fertilizar. Según Gerrero, (1984), dice que se debe tener en cuenta que la baja movilidad dentro de la planta hace que la fertilización foliar sea casi imposible.
- De acuerdo con Estrada G, (1994), se ha dicho que la fertilización con Calcio aplicado por las hojas no se mueve hacia el fruto; por lo tanto parece que hay buenos resultados cuando este se aplica directamente al fruto. De todas formas la adición más importante está en los materiales encalantes, cantidades menores se agregan a través de otros fertilizantes minerales u orgánicos. Cualquier sistema de cultivo que involucre reciclamiento de nutrientes al suelo desde adiciones de materia orgánica asegura un mínimo en contenido de elementos nutritivos a disposición de las plantas. Se debe tener especial cuidado con este elemento, ya que en el suelo es fácil que se pierda por lixiviación, erosión y la absorción por las cosechas y por ende se debe tener los parámetros mínimos requeridos en el suelo para disposición y de la planta para su utilización (Melo, et al, 1987).

2.14.6. Niveles críticos de calcio en el suelo

A pesar de la poca información existente, se han establecido valores de niveles críticos para los índices de disponibilidad del calcio más aceptados: Ca-intercambiable y porcentaje de saturación. En la tabla 3 se citan los niveles críticos de calcio disponibles en el suelo (Guerrero, 1984).

TABLA 3. NIVELES CRITICOS DE CALCIO EN EL SUELO

PARAMETRO	UNIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
Ca – int	Meq / 100	<3	3 - 6	>6
Sat Ca	%	<30	30 - 50	>50
ICA				
Ca – int	Meq / 100	<3	3 - 6	>6
*Sat – Ca	%	<15	15 - 40	>40

3. METODOLOGIA

3.1. DISEÑO ESTADISTICO

El trabajo se realizó en la finca Ucrania, ubicada en la vereda Buenos aires a 30 km. de Montería Córdoba donde las condiciones climáticas son: precipitación de 1500mm anual, temperatura máxima de 34° C y mínima de 22° C, la humedad relativa es en verano del 76 % y en invierno del 85 %. El trabajo se realizó en un área de 720 metros cuadrados, donde las condiciones de homogeneidad del terreno se prestaban para realizar un diseño estadístico completamente al azar, donde se instalaron 7 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, más el testigo (con sus 3 repeticiones). El total de las unidades experimentales es de 24. El tamaño de las parcelas es de 90 mts cuadrados, para un total de 3 surcos, con una distancia de 1.00 mt entre surcos y 30 metros de largo. En el cuadro 4 aparecen los tratamientos empleados en el estudio y la cantidad de fertilizante que llevaba cada uno de ellos.

TABLA 4. TRATAMIENTOS EMPLEADOS

TRATAMIENTO 3 R.*	ESPECIFICACION
1	Cal Dolomita equivalente. 1 ton/ha
2	Cal Dolomita Equival 1 ton /ha + Nitrato de Calcio Foliar equival 5kg/ha
3	Foliar (Nitrato de Calcio) equival 5kg/ha
4	Equivalente a 100 kg de Nitrato de Ca/ha
5	Equivalente a 200 kg de Nitrato de Ca/ha
6	Equivalente a 300 kg de Nitrato de Ca/ha
7	Equivalente a 400 kg de Nitrato de Ca/ha
Testigo	Sin Calcio

Cada tratamiento incluido el testigo con sus 3 repeticiones

3. 3. METODOLOGIA

En primer lugar se hizo el análisis de suelos para saber en que estado de fertilidad se encontraba el suelo. Luego se hizo el semillero, se fertilizó con DAP, Nitrato de amonio y Cloruro de Potasio, equivalente a aplicar de 50 gr de N, 100 gr de P y 100 gr de K, en semilleros de 1 mt de ancho por 10 mt de largo. A los 25 días de desarrollo de la plántula, se realizó el trasplante. La distancia de siembra fue de 40 cms entre planta y planta. Con el trasplante se acompañó la primera fertilización de acuerdo a los tratamientos. A todos tratamientos incluyendo el testigo se les aplicó fraccionadamente en transplante, floración y producción. Nitrato de Amonio el equivalente a 200 kg/ha, DAP el equivalente a 100 kg/ha y Cloruro de Potasio el equivalente a 150 kg/ha, acompañado de la fertilización con calcio. Posteriormente a esta labor vino el resto de labores culturales que encierra este cultivo. (tutorado de espaldera , amarre, desyerbas, aporque, podas, riegos y control de problemas fitosanitarios, si se presentan). En los tratamientos que tenían cal dolomita esta se aplicó 15 días antes de realizar el trasplante. Los tratamientos 2 y 3 donde el nitrato de calcio se aplicó vía foliar, éste fue directamente aplicado al fruto en las primeras horas de la mañana durante el primer estado de desarrollo, (el diámetro que éste debe presentar es de 2mm), y de ahí en adelante una vez por semana hasta el momento de cosecharlo.

Para la toma de datos (variables), se cogieron 10 plantas de cada surco al azar y se evaluaron así:

- Se observó el desarrollo vegetativo de la planta hasta prefloración, de la siguiente manera; visualmente se hizo una evaluación de las plantas que tenían mejor desarrollo vegetativo, haciéndose una escala de 1 a 10 donde 1 eran las plantas que se encontraban en peor estado y 10 las mejor desarrolladas.
- Se hizo un análisis de calidad al fruto donde se tuvo en cuenta el pH, medido con el pHmetro, los grados Brix que se midieron con la ayuda del refractómetro finalmente el estado o presentación final del fruto, donde se tuvo en cuenta otra variable la cual fue contar el número de frutos por planta en buena calidad, o sea que no tuviesen ningún tipo de daño, ni por grietas, ni por deficiencia o cualquier otro tipo de daño.

- Se midió la incidencia de la pudrición apical en el fruto, contando el número de frutos por planta que presentaban el daño por la deficiencia, además de esta variable se determinó otra donde se midió el porcentaje de daño en rendimiento por hectárea, donde se tenían en cuenta todo tipo de daños que presentara el cultivo, no solamente el de la deficiencia.
- Se sacó el rendimiento por hectárea de cada uno de los tratamientos en las primeras 7 cosechas, se paro hasta aquí la producción ya que después de marzo en esta zona llega la cosecha del Atlántico y la oferta es demasiado alta razón por la cual en esta zona cae el precio del producto.
- Se realizó un análisis foliar en el momento de prefloración para cada uno de los tratamientos; las hojas se cogieron de la parte media de la planta. El análisis fue para determinar N -P- K-Ca- Mg- B
- Se midió la duración del desarrollo de los frutos en cada tratamiento. Ésto se hace midiendo semanalmente el crecimiento del fruto con ayuda del nonio y se comienza a partir de que el fruto tiene 2 ml de diámetro.
- Se hizo la evaluación económica en base a la relación beneficio costo de la siguiente manera:

En primer lugar se saco el rendimiento por hectárea de cada tratamiento, después el costo de la fertilización de cada uno de los tratamientos.

Ejemplo para el tratamiento 1:

Rendimiento = Peso en cosecha/ ha - Daño en cosecha / ha

Rendimiento para tratamiento 1= 17231 kg. - 4711 kg. = 12520 kg.

Rendimiento para el testigo = 9733 kg. - 4136 kg. = 5570 kg.

Incremento en producción = Rendimiento del tratamiento 1 - Rendimiento del testigo

Incremento en producción = 12520 kg. - 5570 kg. = 6950 kg.

Valor cosecha = Precio al cual se pago el kilo de tomate x Incremento en producción

Valor cosecha = \$ 850 x 6950 kg. = \$ 5' 907.500

Relación: Beneficio / costo = Valor cosecha / Costo de la fertilización del tratamiento.

Relación Beneficio / Costo = \$ 5' 907.500 / \$ 261.300 = 22.60

Lo que quiere decir que por cada peso que invierto en fertilizante gano \$ 21.60

3. 4. ESTADÍSTICOS

Se hizo un modelo estadístico completamente al azar donde a los resultados de las variables se les realizó los análisis de varianza y contraste de ortogonales, correspondientes en cada caso. Se eligió este modelo, ya que las condiciones de homogeneidad del terreno se prestaban para realizarlo, el contraste de ortogonales se hizo hayan realizado.

TABLA 5 CONTRASTES DE ORTOGONALES

CONTRASTES
Testigo Vs Todos los tratamientos
Nitrato de calcio (3 4 5 6 7) Vs Cal dolomita
Cal dolomita Vs Cal dolomita más Nitrato de calcio
Nitrato de calcio foliar Vs Nitrato de calcio edáfico
Nitrato de calcio edáfico lineal

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. DESCRIPCION FISICA DEL SUELO

Los suelos donde se realizó el ensayo se clasifican taxonómicamente como Typic-Ustissamen por tener un horizonte A sobre un C es decir, no han generado un horizonte B ; la textura es arenosa en todo el perfil y el régimen de humedad es ústico.

Según la descripción que realizó el doctor Jorge Garcia*, se tiene la siguiente caracterización:

Posición Geográfica : Finca Ukrania, vereda Buenos aires, municipio Montería (Córdoba).

Posición Geomorfológica : Planicie fluvio-lacustre.

Material de Partida : sedimentos medios y gruesos.

Drenaje externo : moderado

Drenaje interno : rápido

Drenaje natural : Bien drenado

Rasgos de erosión : Moderada laminar

Vegetación natural : malezas de hoja ancha y hoja angosta

* Agrólogo, Ingeniero Agrónomo con master en suelos

AH2 30 - 50

Color : 10 YR 5/3 en un 60 % y 10 YR 5/5 en un 40 %

Textura : arenoso - franco

Estructura : bloques, medios, débilmente desarrollados

Consistencia : débilmente, no plástico, no pegajoso.

Tiene moderada presencia de raíces y una actividad biológica moderada.

C 50 - 100

Color : 10 YR 5/5

Textura : arenoso

Estructura : sin estructura.

Consistencia : débilmente, no plástico, no pegajoso.

Tiene muy baja presencia de raíces y una muy baja actividad biológica.

4.2. ANALISIS DE SUELOS

En el anexo 1 se pueden ver los resultados del análisis de suelos, donde los métodos de extracción que se utilizaron para cada elemento fueron los siguientes: en el caso de la materia orgánica se hizo por titulación (oxireducción), para el fósforo por medio de Bray II, para el potasio con NaCl 1N, La extracción de calcio, magnesio y sodio con una solución de acetato de amonio 1N, en el azufre se utilizó una solución de acetato de amonio 1N y finalmente la solución para los microelementos; con DTPA para cobre magnesio y zinc, para el boro soluble en agua caliente y valorado por colorimetría. Según el análisis realizado el suelo mostraba las siguientes características; un pH de 5.5 lo que indica que es moderadamente ácido, sin problemas serios aparentemente.

El contenido de materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio está en un rango muy bajo con respecto a las necesidades del cultivo lo que llevó a realizar con; para que el suelo se encontrara en condiciones aptas y

de esta forma, ofrecerle a la planta un medio apropiado para un buen desarrollo. En cuanto al contenido de elementos menores se encontraban en un nivel bajo excepto el boro que se encontraba en un nivel adecuado y el hierro que su contenido es alto en el suelo.

4.3 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS FOLIAR

Según Malavolta, (1994), para que la planta tenga una producción adecuada y pueda expresar plenamente su potencial de producción es necesario que todos los elementos estén presentes en los tejidos, representados por la hoja, no solamente en concentraciones determinadas si no que también, entre uno y otro hayan relaciones adecuadas. Con respecto a los contenidos adecuados de macro y micronutrientes que en la hojas de tomate debe existir, se encuentran descritos en la tabla 5 (Malavolta, 1994).

TABLA 5. CONTENIDO DE MACRO Y MICRONUTRIENTES PARA EL CULTIVO DEL TOMATE

Macronutriente	Contenido en %
Nitrógeno	3
Fosforo	0.35
Potasio	4
Calcio	1.4 - 1.8
Magnesio	0.4
Azufre	0.3
Microelementos	Contenido en ppm
Boro	50 - 70
Cobre	10 - 15
Hierro	500 - 700
Manganeso	250 - 400
Zinc	60 - 70

Los análisis foliares muestran un balance nutricional dependiendo de los tratamientos escogidos según Figura 2, anexo 2.

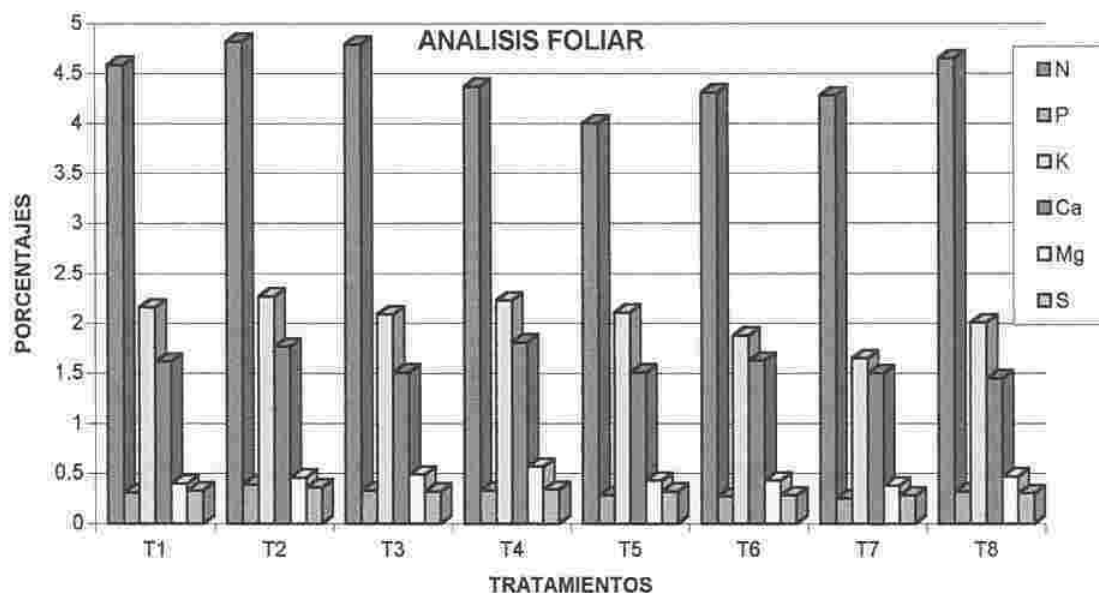


FIGURA 2. Análisis foliar del tomate variedad Milano floradel bajo diferentes dosis de aplicaciones de calcio.

En el tratamiento 4 (100 kg de Nitrato de Calcio /ha), se observa que la planta se encontraba con los contenidos adecuados de macro y micronutrientes exceptuando el boro y el zinc. Se muestra una buena relación en Ca y Mg, condición ésta la cual fue responsable de la producción. Igualmente es el que reporta más alta absorción de Ca, sin ser el que más se le aplicó. También se observa en los tratamientos 1, 2 y 3 (Cal dolomita 1ton/ha, Cal dolomita 1ton/ha + 5 kg de Nitrato de calcio vía foliar y 5 kg de Nitrato de calcio v.f.), un altísimo contenido de N lo que le dio a la planta más succulencia por lo tanto mayor predisposición al desarrollo de la deficiencia, los contenidos de zinc y boro se encontraban bajos con respecto al nivel adecuado de estos en la planta y por el contrario un alto contenido de cobre.

Es importante tener en cuenta que ya anteriormente se había enunciado que un alto contenido de nitrógeno en la planta acentúa más el problema de la deficiencia.

Cabe resaltar que según Malavolta, (1994), dice que cuando el nitrógeno sube a su vez también lo hace el azufre, como se dio en este caso y esto es por que los 2 elementos son formadores de proteínas, esta característica se observa principalmente en los tratamientos 1, 2 y 3, donde el nitrógeno esta más alto y a su vez el azufre.

Para comparar el balance nutricional de las plantas se basa en la relación K, Ca, Mg y observamos que el tratamiento mejor balanceado fue el 4 (100 kg de Nitrato de Calcio /ha), seguido de el tratamiento 1 (Cal dolomita 1 ton/ha), donde las producciones fueron más altas, teniendo en cuenta que esta relación se sale de los niveles adecuados para la planta con respecto al potasio ya que este fue bajo en todos los tratamientos exceptuando un poco el tratamiento 4 (100 kg de Nitrato de Calcio /ha), por el contrario en los tratamientos 6, 7 y 8 (300 - 400 kg/ha de nitrato de calcio y el testigo) se observa que el desbalance nutricional con respecto al potasio es alto y esto se da en la baja producción. según (Ramos Y Pinemann, N. 1981), la baja presencia de potasio en la planta se debe a que a medida que la planta crece este nutriente pasa de la hoja al fruto por su gran movilidad.

En base a la deficiencia fisiológica nos damos cuenta que los tratamientos que mejor tuvieron absorción de calcio y acumulación en las hojas fue el 4 y 5 (100 y 200 kg. de Nitrato de Ca / ha), hecho este que no se refleja tanto en los otros tratamientos, esto posiblemente se debe a la solubilidad del calcio y la facilidad de ser absorbido por la planta.

A cerca del hierro que es el único elemento que se registra excesivamente alto en todos los tratamientos está bastante excesivo principalmente en el 5, 6, 7 (200, 300, 400 kg/ha de Nitrato de calcio) y como consecuencia a esto se puede observar que los que tienen mayor contenido de hierro registran menor contenido de fósforo esto se da por una mayor movilidad del hierro al no ser inmovilizado por el fósforo.

Finalmente cabe anotar que en los tratamientos 5, 6, 7 (200, 300, 400 kg/ha de Nitrato de calcio) s se observa que todos los macro y micronutrientes se encuentran en niveles medios y bajos con respecto al resto de los

tratamientos; esto se debe posiblemente a la excesiva aplicación de calcio que no permitió que la planta absorbiera el resto de nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo.

4.4. DESARROLLO VEGETATIVO DE EL TOMATE HASTA FLORACION

Como se puede ver en la figura 3, anexo 3, el resultado que muestra es la respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo; esto lo comprueba los resultados del análisis foliar, donde reporta que el mayor contenido de nitrógeno se encuentra en el tratamiento 1 y 2 (Cal dolomita 1ton/ha, Cal dolomita 1ton/ha + 5 kg de Nitrato de calcio vía foliar), esto se observa por la buena succulencia que presentaron estas plantas. La explicación se debe a la mayor absorción de nitrógeno debido a que las aplicaciones de cal no liberan rápidamente el calcio y la planta se vio forzada a absorber mas nitrógeno. En los tratamientos donde se aplico nitrato de calcio el comportamiento que presento fue diferente debido a la mayor solubilidad del Ca.

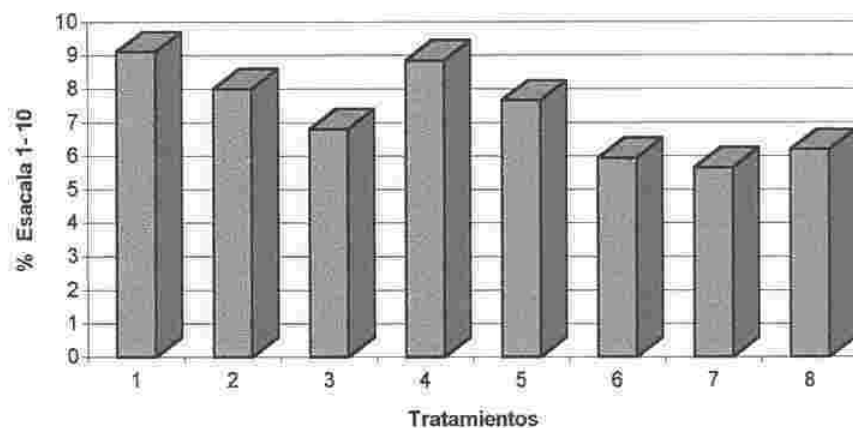


FIGURA 3. Desarrollo vegetativo del tomate hasta floración bajo diferentes dosis de calcio

Estadísticamente el análisis de varianza muestra que hubo niveles de significancia, en cuanto a los tratamientos que tenían cal vs los tratamientos con Nitrato de Calcio, siendo mejor este desarrollo vegetativo en los tratamientos con Cal, respecto al promedio de los otros tratamientos.

En la figura 4 , anexo 12, 13 y 14 se observa que el nitrato de calcio edáfico lineal, da una alta significancia lo cual se aplica al hecho de que a mayor cantidad de nitrato de calcio se aplique la planta va desmejorando su desarrollo vegetativo, esto posiblemente se de por el desbalance que se da en la relación potasio, calcio y magnesio del suelo.

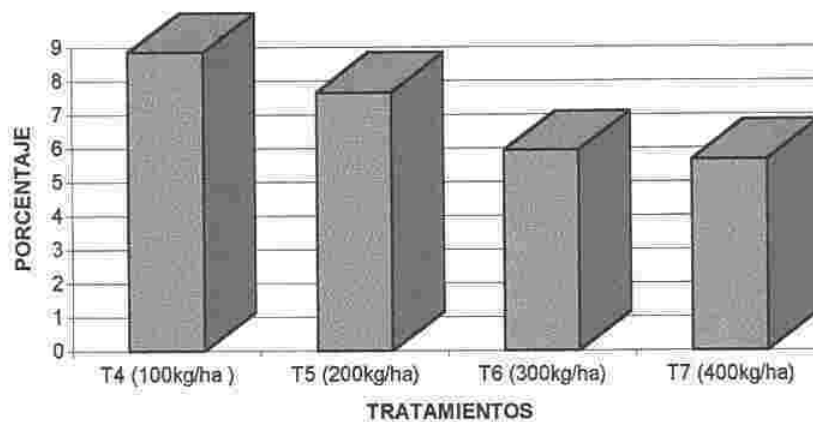


FIGURA 4. Nitrato de calcio edáfico lineal del desarrollo vegetativo del tomate hasta floración, bajo diferentes dosis de calcio

4.5. CRECIMIENTO DE LOS FRUTOS DE TOMATE

Como lo indica la figura 5, anexo 4 el desarrollo de los frutos se dio mas rápidamente en los tratamientos 2 y 4 (Cal dolomita 1ton/ha + Nitrato de calcio 5kg/ha, vía foliar. Nitrato de Calcio 100kg/ha); esto es debido a la

aplicación de nitrato de calcio balanceado edáfico y foliar.

Este balance es muy importante porque cuando no hay un suministro adecuado de calcio se afecta el crecimiento de órganos y tejidos, debido a que no hay incorporación de calcio a las paredes celulares.

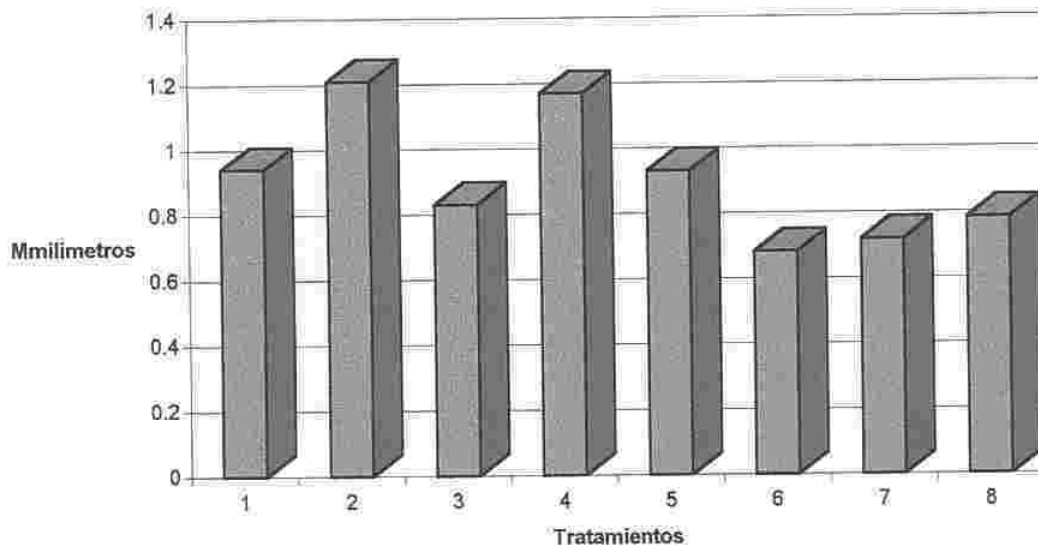


FIGURA 5. Crecimiento de los frutos de tomate bajo diferentes dosis de calcio.

Estadísticamente según anexo 15 y 16 no se registran niveles de significancia en ningún contraste y el análisis de varianza muestra un coeficiente de variación de 22 % por lo tanto esto muestra una gran homogeneidad en los tratamientos.

4.6. NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA DE BUENA CALIDAD

De acuerdo a lo expresado en la figura 6, anexo 5 el mejor tratamiento en promedio fue el 4 (Nitrato de Calcio (100 kg/ha), seguido por el tratamiento 1 y 2 (Cal dolomita 1 ton/ha - Cal dolomita 1 ton/ha + Nitrato de calcio 5 kg/ha, vía foliar); esto indica que hubo una respuesta positiva de la planta a condiciones de acidez en el tratamiento 4, además de esto el calcio asimilable, provoco un mejor balance nutricional.

En los demás tratamientos el número de frutos decreció debido al exceso en las aplicaciones de Nitrato de Calcio que posiblemente creo un desbalance el Mg y K. Con respecto a la aplicación foliar, aun cuando es benéfica para la planta, no la alimenta lo suficientemente para un proceso de producción eficiente.

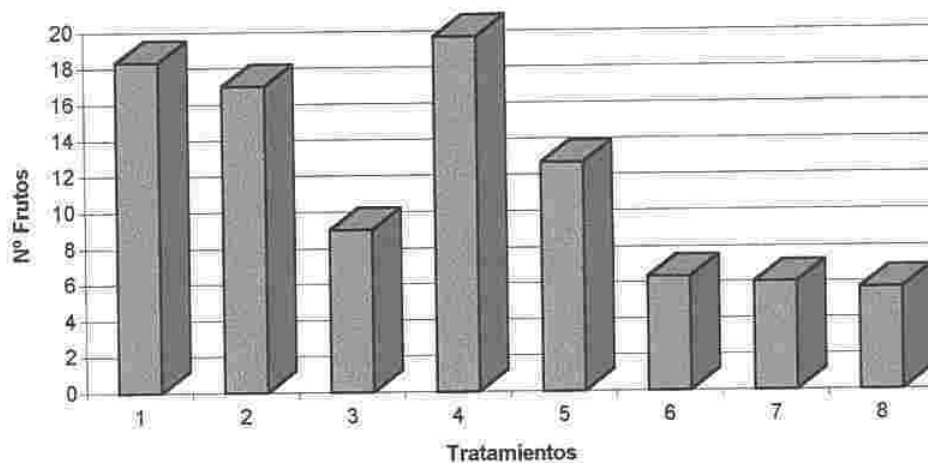


FIGURA 6. Número de frutos por planta de buena calidad bajo diferentes dosis de calcio

Estadísticamente según el anexo 17, 18 y 19, figura 7 hay diferencias altamente significativas en el contraste de todos los tratamientos vs el testigo. También se encuentra alta significancia en los dos tratamientos con cal vs el promedio de los que tienen Nitrato de Calcio foliar y edáfico y finalmente la última significancia se presenta en el Nitrato de Calcio edáfico, ya que muestra que a mayor cantidad de nitrato de calcio se aplique a la planta esta va reduciendo el número de frutos y por ende su productividad.

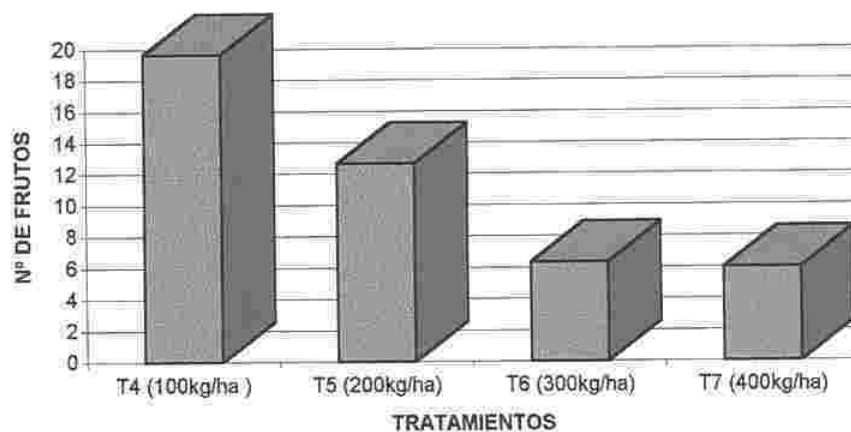


FIGURA 7. Nitrato de calcio edáfico lineal para número de frutos de buena calidad por planta bajo diferentes dosis de nitrato de calcio

4.7. RENDIMIENTO DE COSECHA POR HECTAREA

Este es uno de los puntos importantes de este trabajo de tesis, ya que mostró según la figura 8 anexo 6, que el tratamiento 4 (100 kg/ha de Nitrato de calcio) fue en el que mayor rendimiento / ha se obtuvo. Esto se debe a que nutricionalmente este tratamiento estaba bien balanceado, ya que todas las relaciones de elementos son adecuadas y corresponden al rango de extracción que necesita el tomate para lograr una alta producción y buen desarrollo de fruto. Además contribuyo a esta causa el hecho de que la incidencia de la deficiencia fue muy baja y esto con lleva a que no hubiese tanto fruto en malas condiciones de calidad, como por el contrario ocurrió en el resto de tratamientos.

Nutricionalmente tanto el calcio como el resto de elementos estaban asimilables para que la planta los tomara, ya que la dosis de Calcio no fue tan alta, por lo tanto este no anulo la acción de los otros elementos, y esto se dio para que se realizara bien el conjunto de procesos fisiológicos que se deben tener para una buena respuesta del cultivo a la fertilización

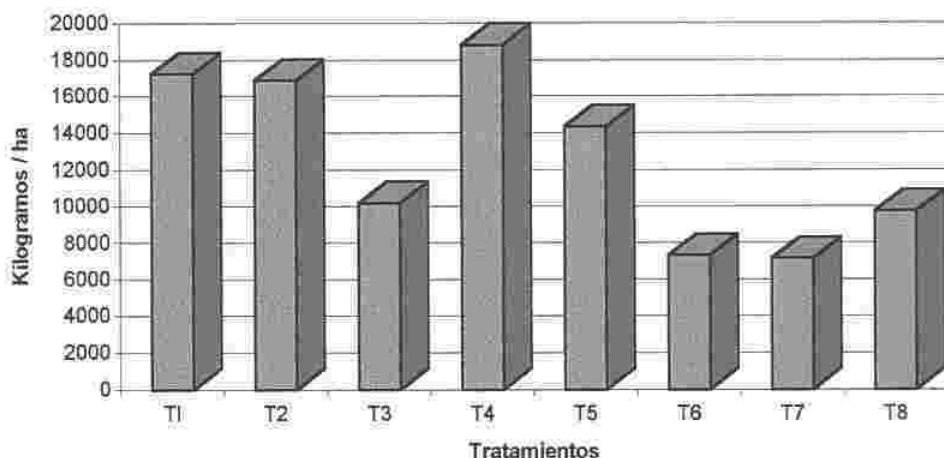


FIGURA 8. Rendimiento de cosecha por hectárea en tomate bajo diferentes dosis de calcio

Estadísticamente según los anexos 20 y 21 se presentaron niveles de significancia en los contrastes de Nitrato de calcio (3 4 5 6 y 7) vs Cal (1 y 2) y una alta significancia en el NCa edáfico lineal según el anexo 22, la figura 9 esto indica que a mayor cantidad de producto se aplique disminuye el rendimiento de la cosecha.

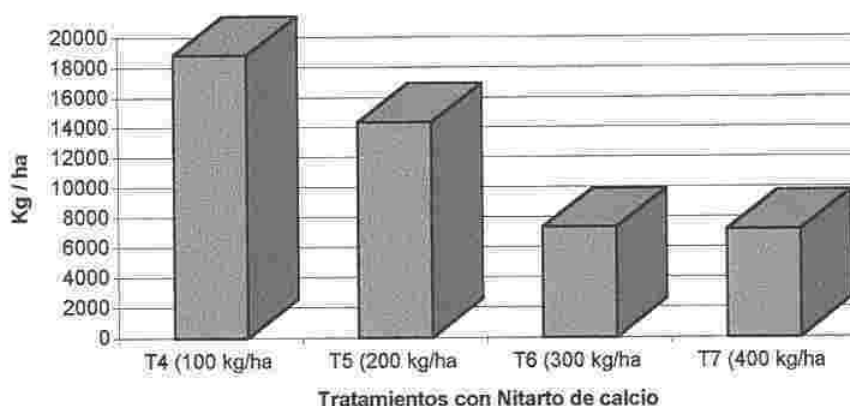


FIGURA 9. Nitrato de calcio edáfico lineal para rendimiento de cosecha por hectárea bajo diferentes dosis de nitrato de calcio

4.8. PORCENTAJE DE DAÑO EN COSECHA POR HECTAREA:

Este parámetro se tomo como objetivo principal de la tesis obteniéndose los siguientes resultados como se muestra en la figura 10, anexo 7.

El tratamiento 8 (testigo) fue el de mayor porcentaje de daño debido a una altísima deficiencia de calcio. Le siguieron los tratamientos 1, 2 y 3 (Cal dolomita 1,ton /ha y Cal dolomita 1 ton/ha + Nitrato de calcio 5 kg/ha via foliar y Nitrato de calcio 5 kg/ha via foliar) donde no hubo aplicación de Nitrato de Calcio edáfico, pero si en forma de cal dolomita y Nitrato de calcio foliar, este comportamiento se explica por la insolubilidad del producto (dolomita) y lo poco eficiente que para el control de la enfermedad resulta la aplicación foliar.

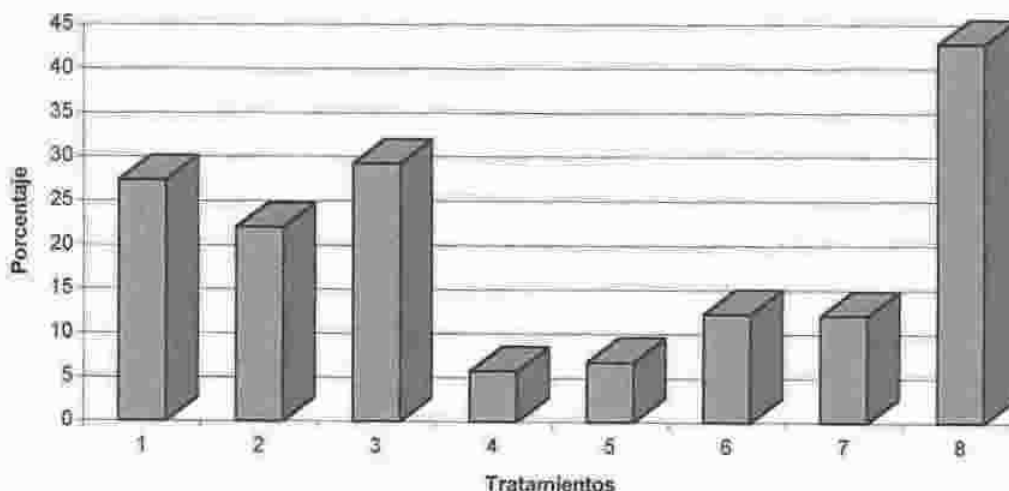


FIGURA 10. Porcentaje de daño en cosecha por hectárea del tomate bajo diferentes dosis de calcio.

Los tratamientos 4, 5, 6 y 7 (100, 200, 300 y 400 kg/ha de Nitrato de Calcio) mostraron los porcentajes menores de daño, contrastando con la aplicación de Nitrato de calcio al suelo en diferentes dosis.

Es de notar que el tratamiento 4 (100 kg/ha de Nitrato de calcio) a pesar de tener la dosis mas baja de producto, resulta el de menor daño y este se puede tomar como una dosis óptima, para estos cultivos en estos suelos y con unas mismas condiciones climáticas.

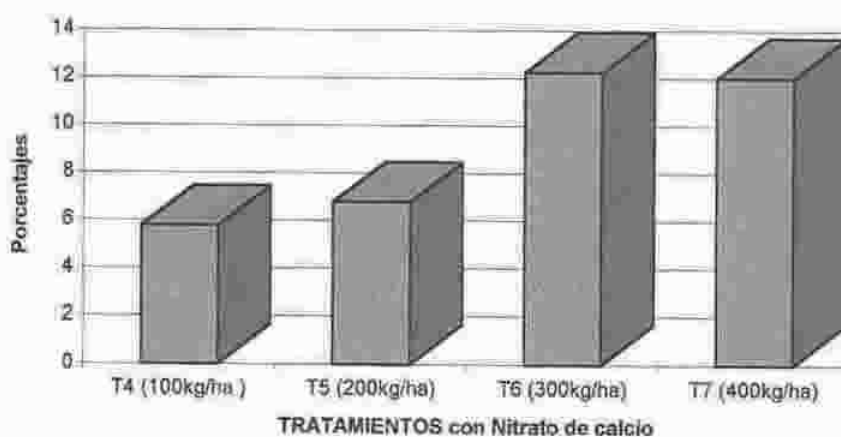


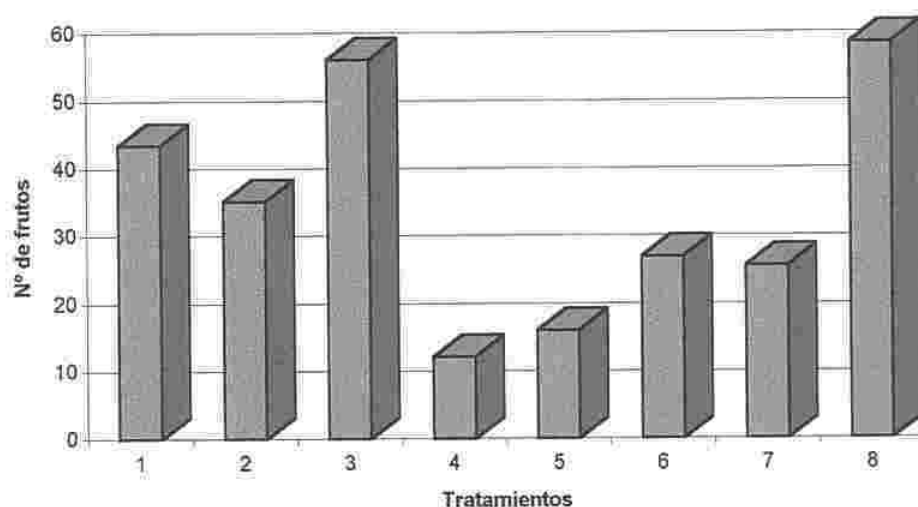
FIGURA 11. Nitrato de calcio edáfico lineal para el porcentaje de daño en cosecha por hectárea bajo diferentes dosis de nitrato de calcio.

Estadísticamente se observa según la figura 11 y los anexos 23, 24 y 25 una significancia alta en los contrastes donde esta el testigo vs todos los tratamientos, NCa (3 4 5 6 7) VS Cal (1 y 2) y finalmente en el de Cal vs Cal + NCa.

En el análisis de varianza se da un coeficiente de variación de 32.24 %, lo que implica menor grado de homogeneidad y mayor significancia en Calcio.

4.8. NUMERO DE FRUTOS QUE PRESENTAN PUDRICION APICAL POR PLANTA:

Según la figura 12, anexo 8 los tratamientos 4 y 5 (Nitrato de Calcio 100 kg/ha y 200 kg/ha), donde hubo menor daño de fruto por planta indica que hay buena disponibilidad de Calcio para la planta, lo que ayuda a que los tejidos del fruto sean mas fuertes y por ende sean menos susceptibles a la deficiencia.



GRÁFICA 12. Número de frutos que presentan pudrición apical por planta de tomate bajo diferentes dosis de calcio.

Estadísticamente según los anexos 26 y 27 hay niveles de significancia altos en el contraste de todos los tratamientos vs el testigo. También se observa alta significancia en los tratamientos 1 y 2 vs 3 4 5 6 7, (Cal

dolomita 1,ton /ha y Cal dolomita 1 ton/ha + Nitrato de calcio 5 kg/ha vía foliar) lo que indica que el Nitrato de calcio aporta mas calcio disponible para la planta y mucho mas si es en condiciones edáficas. Aunque esto también implica como lo muestra la figura 13, anexo 28 del nitrato de calcio edáfico lineal que a mayor cantidad de nitrato de calcio se aplique mas aumenta la susceptibilidad de la planta a la enfermedad, esto se da porque las alta dosis de calcio no deja actuar los otros elementos necesarios para el desarrollo de la planta.

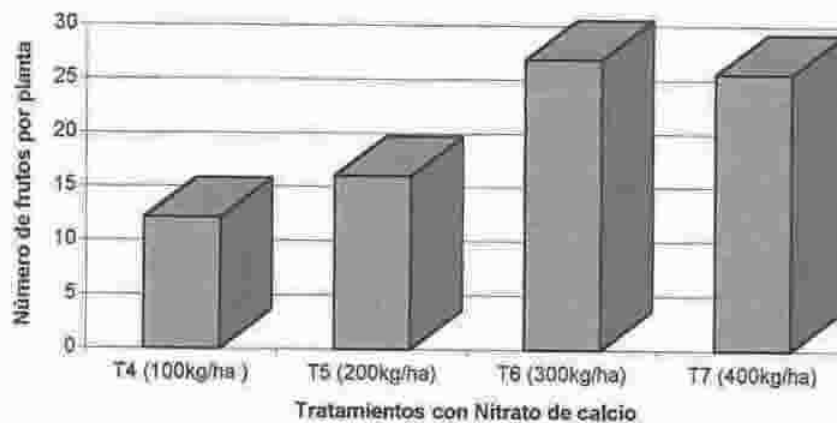


FIGURA 13. Nitrato de calcio edáfico lineal para el número de frutos que presentan pudrición ápical por planta e bajo diferentes dosis de nitrato de calcio.

Según el análisis de varianza se da un coeficiente de variación de 22.42% lo cual indica un grado menor de homogeneidad y una significancia para el calcio.

4.10. EFECTO DE DIFERENTES APLICACIONES DE CALCIO SOBRE LOS GRADOS BRIX :

Para el contenido de azúcar se midió directamente los sólidos solubles totales en el jugo extraído, con ayuda la del refractómetro. Según Berljin, (1989) Los grados Brix óptimos para el tomate de consumo en fresco deben oscilar entre los 7.5 y 9 grados, ya que se presenta mejor su sabor. De 10 a 36 grados se considera

que el fruto sirve para utilizarse como concentrados de pulpa. En los resultados se puede observar en la figura 14, anexo 9 que los tratamientos 1 (1ton/ha de cal dolomita) y 4 (100 kg/ha de Nitrato de Calcio), se encuentran dentro del rango de aceptación, posiblemente esto se deba a el balance nutricional de estos tratamientos.

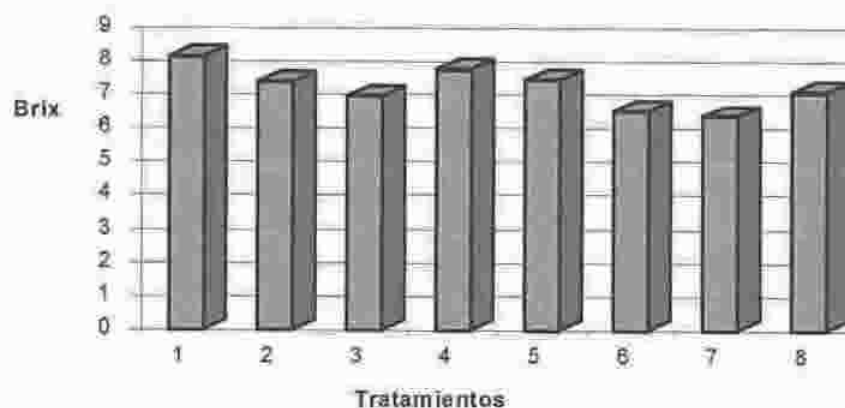


FIGURA 14. Grados brix según los tratamientos empleados

Estadísticamente no hubo efecto de los tratamientos, como se observa en los anexos 29 y 30.

4.11. EFECTO DE DIFERENTES APLICACIONES DE CALCIO SOBRE EL pH :

El pH este depende de la concentración de hidrogeniones libres y de la capacidad tampón del jugo extraído, sin embargo el pH constituye una medida útil, de obtención fácil con la ayuda del pH metro (Wills y T.H. Lee).

Según BERLIJN, (1989), los rangos de pH óptimos para el tomate de consumo directo varían mucho según la variedad, por lo tanto no hay un rango preestablecido para este producto, mas sin embargo se tiene cuenta

que si es un Tomate de mesa para ensaladas lo mejor es que tenga acidez ya que esto es lo que se busca en una buena ensalada cuando se utiliza el tomate.

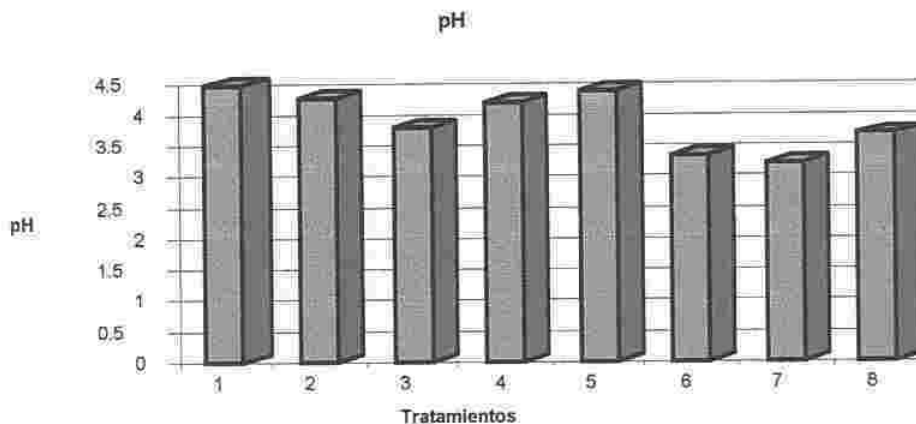


FIGURA 15. pH según los tratamientos empleados.

Como lo muestra la figura 15, anexo 10 en nuestros resultados no hubo diferencias significativas en los rangos del pH del tomate, según los anexos 31 y 32 no hubo efectos de los tratamientos sobre esta variable.

4.12 . EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS (Relación: Beneficio / costo)

Como se observa en la figura 16 tabla 6 , la fertilización más económica y rentable en cuanto a la relación: beneficio / costo fue la realizada con Nitrato de calcio, en el tratamiento 4 (100 kg de Nitrato de calcio/ha), ya que como se observa en los resultados por cada peso invertido se gana; \$ 44.15, esto se debe a que este tratamiento presenta una alta producción y las pérdidas por daño en cosecha fueron en contraste con el resto de tratamientos bajas sumándosele a esto los bajos costos de fertilización que en comparación con otros tratamientos, que tienen Nitrato de calcio edáfico, el costo aumenta demasiado y sus rendimientos no son los

óptimos para una inversión alta, por el contrario la producción se disminuye a medida que se aplica más fertilizante, en cuanto a los tratamientos con cal dolomita no dejan de ser un poco improductivos con respecto al 4 ya que estos tienen grandes pérdidas por el problema de daños y por esto reduce la relación beneficio/costo en un 50 % con respecto al tratamiento 4

En cuanto a el Nitrato de calcio foliar se observa que el costo también es mayor, comparado con el tratamiento 4 (100 kg de Nitrato de calcio/ha), ya que se realizan 16 aplicaciones de este producto en el desarrollo de la tomatera y además la producción es mucho más eficiente en el tratamiento 4,

Costos de cada uno de los fertilizantes utilizados, presentación en bultos de 50 kg.

Fosfato diamonico: \$ 23.400 =

Nitrato de calcio: \$ 26.300 =

Nitrato de amonio: \$ 22.000 =

Cloruro de potasio: \$ 15.500 =

Cal dolomita: \$ 4.000

TABLA 6. RELACION: BENEFICIO / COSTO

TRATAMIENT	Incremento en producción kg	Valor cosecha	Relación:beneficio/costo
T 1	6950	5'907.500	22.60
T 2	7596.53	6'457.050	22.09
T 3	1636.91	1'391.373	6.54
T 4	12150.9	10'328.265	44.15
T 5	7790.7	6'622.112	23.11
T 6	854.03	725.925	2.14
T 7	715.56	608.226	1.55

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Para los suelos, condiciones climáticas y el cultivo se debe pensar que es más apropiado tener un balance nutricional con rápida absorción en lugar de enmiendas con lenta liberación.
- La aplicación edáfica de Nitrato de Calcio, debido a su alto grado de solubilidad se convierte en la mejor opción para disminuir o impedir, la presencia de la deficiencia de calcio en tomate.
- La aplicación foliar Nitrato de Calcio, no produjo los efectos esperados debido a la poca movilidad de este, una vez haya entrado en el fruto, aunque no cabe resaltar la posibilidad de que este no haya entrado al fruto.
- Estadísticamente con la dosis de 100 kg./ha de Nitrato de calcio se encontró el mejor rendimiento, calidad y menor incidencia de la enfermedad.
- En cuanto al análisis económico se observa que presenta mejor ganancia el tratamiento 4 (100 kg/ha de nitrato de calcio) que a pesar un poco más de costo en el fertilizante es el de mejores rendimientos y en el que hubo menor problema en el fruto por deficiencia de calcio.

5.2. RECOMENDACIONES

- El tomate es un cultivo que se puede sembrar de manera directa o indirecta, con la utilización de semilleros; el riego en todas las etapas del cultivo es muy importante, así como también, todas las labores culturales llevadas a cabo correctamente inciden en una buena producción de este cultivo y por ende en buenos rendimientos económicos
- Una de las primeras recomendaciones que se puede dar a partir de este trabajo de investigación es la de utilizar la dosis de 100 kg/ha de nitrato de calcio, ya que si se trata de contrarrestar la deficiencia que ocasiona la pudrición apical del tomate esta dosis fue la que mejor se comportó frente a este problema. Dado el precio del nitrato de calcio sería conveniente investigar en dosis inferiores a 100 kg/ha
- En próximas investigaciones se recomienda realizar análisis de suelos al final del ensayo y además, probar con aplicaciones de boro para corroborar con datos obtenidos. Igualmente se recomienda determinar el nivel crítico en suelos y foliar para calcio en tratamientos.

BIBLIOGRAFIA

ANDERLINI, R. 1988. El cultivo del tomate. 7a. de. Madrid, Mundi - prensa.

BALDY, B; GOMEZ, O; HERNANDEZ, J. 1981. Ensayo de cultivares de tomate. Colección Ciencia, tecnología agrícola. Vol, 4. pag 60 - 77.

BERLIJN, J. 1989. Taller de frutas y hortalizas. Editorial Trillas, México. Areas rurales. Pag 232-

BIDWELL, R.G.S. 1993. Fisiología vegetal. Segunda reimpresión. AGT, Editor S.A. México. Pag 278 - 278.

BUSH DOUGLAS. 1995. Calcium regulation in plant cell and its role in signaling. En: Ann. Rev. Plant Physiol. Plant mol. Biol. Vol. 46. Pag 97 - 118.

CAJA AGRARIA. 1996. Granja integral clima calido. Bogotá , Colombia. Folleto.

DE LA RIVA, F. 1982. Comportamiento productivo de diferentes cultivares de tomate. Colección Idesia (Chile), Vol. 6. Pag 22 - 30.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. 1993 El cultivo del tomate. Editoláser. Octava edición. Bogotá.

FINK, A. 1988. Fertilizantes y fertilización. Editorial Reverté.

GUERRERO, citado por Estrada. 1990. (Sociedad Colombiana del Suelo). Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Bogotá.

GIL, F. Elementos de fisiología vegetal. Pag 261 - 265.

GUARDIOLA, J; GARCIA, A. Fisiología vegetal nutrición y transporte. Editorial síntesis, ciencias de la vida.

IBAR, L; JUSCAFRESA, B. 1987. Tomates, pimientos, berenjenas. Editorial Aedos, Barcelona. Pag 7-39.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.1994. Manual de hortalizas. (Colombia). Informe anual de progreso. Pag 34 -107.

MALAVOLTA & MALAVOLTA . 1990. (Sociedad Colombiana del Suelo). Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Bogotá. Pag 197 - 201.

MAROTO, J. 1995. Horticultura herbacea especial. España. Cuarta edición. Pag 355 - 399.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. BOGOTA (COLOMBIA). 1980. Cultivo de hortalizas. Evaluación y programación. Bogotá. Folleto.

MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A. 1991. Fertilización de cultivos en clima calido. Segunda edición. Barranquilla, Colombia, S.A. pag 37 - 40.

RAMOS, E; Peinemann, N. 1980. Nutrición mineral del tomate bajo riego. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Buenos aires. Vol.16. pag 33 - 41.

SALYSBURY, F; ROSS, C. 1994. Fisiología vegetal. México. Grupo editorial iberoamericana, S.A.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO 1.994. Fertilidad de suelos diagnostico y control. Porras, J. Bogotá. Nueva edición. Pag 21-22. 57-99.

VERDERAL, A. 1980. Enfermedades de las hortalizas. Salvad editores, S.A. Barcelona, Madrid. Pag 516—517.

VOLOSKY , E. 1983. Cultivo de hortalizas. Chile agricola. Pag 284 - 285 - 287 -288

WALLACE, T. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. New York, Chemical Publishing Co.

WILLS, R; LEE, T; McGLASSON, W; HALL, E; GRAHAM, D. 1992. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post – recolección. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España). Pag 108 - 110.

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de suelos para el inicio del cultivo

Ph	MO	S	P	Ca	Mg	K	Na	Al	CIC	Cu	Fe	Zn	Mn	B
1:1	%	Ppm		meq/100g					Ppm					
5.55	059	4.0	8.02	075	05	0.05	0.021	-	5.5	1.44	290	1.76	13.6	55

ANEXO 2. Resultados del análisis foliar en prefloración

Element	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8
N %	4.59	4.82	4.79	4.37	4.00	4.31	4.28	4.65
P %	.31	.39	.33	.33	.28	.27	.25	.32
K %	2.16	2.27	2.09	2.23	2.11	1.88	1.65	2.01
Ca %	1.62	1.77	1.51	1.81	1.51	1.63	1.50	1.45
Mg %	.40	.46	.49	.57	.43	.43	.38	.47
S %	.33	.36	.32	.34	.32	.28	.28	.30
Fe ppm	573	613	643	750	860	775	788	643
Mn ppm	445	400	340	448	528	378	350	339
Cu ppm	26	22	13	17	20	13	11	13
Zn ppm	44	57	30	37	42	30	32	28
B ppm	22	22	19	21	25	22	21	19
Na ppm	700	655	730	773	855	680	655	765

ANEXO 3. Desarrollo de la planta hasta floración

(Los datos aparecen con la media de las 3 repeticiones)

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
9.11	8.00	6.80	8.85	7.66	5.94	5.66	6.19

ANEXO 4. Crecimiento del fruto del tomate

(Los datos aparecen con la media de las 3 repeticiones)

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
.94	1.21	.83	1.17	.93	.683	.719	.783

ANEXO 5. Número de frutos por planta de buena calidad

(Los datos aparecen con la media de las 3 repeticiones)

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
18.33	17	9	19.66	12.66	6.33	6	5.66

ANEXO 6. Peso de cosecha por hectárea

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
17231	16878	10185	18808	14334	7320	7150	9733

ANEXO 7. Porcentaje de frutos dañados por hectárea

(Los datos aparecen con la media de las 3 repeticiones)

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
27.34	21.99	29.24	5.78	6.79	12.24	12.09	42.78

ANEXO 8. Frutos que presentan pudrición apical por planta

(Los datos aparecen con la media de las 3 repeticiones)

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
43.52	35.19	56.08	12.13	16.03	26.85	25.51	58.46

ANEXO 9. Efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre los grados brix

(Los datos aparecen con la media de las 3 repeticiones)

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
8.13	7.36	6.96	7.76	7.43	6.53	6.36	7.06

ANEXO 10. Efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre el ph

(Los datos aparecen con la media de las 3 repeticiones)

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	Testigo
4.47	4.26	3.80	4.18	4.37	3.32	3.2	3.68

ANEXO 11. Relación entre costo y rendimiento de cada tratamiento

T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
22.60	22.09	6.54	44.15	23.11	2.14	1.55

ANEXO 12. Anava para la variable desarrollo planta hasta floración

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	36.89743	5.271062	%4686067.50	0.0000
Error	16	1.799E-5	1.124E-06		
Total	23	36.89745			

ANEXO 13. Contraste de ortogonales para la variable desarrollo de la planta hasta floracion

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	3.895	NS
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	11.058	**
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	1.848	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edafico	0.082	NS
Nitrato de calcio edafico lineal	20.850	**

ANEXO 14. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable desarrollo de la planta hasta floracion

DOSIS	100 kg/ha	200 kg/ha	300 kg/ha	400 kg/ha
Nitrato de Calcio				
Medias	8.85	7.66	5.94	5.66

ANEXO 15. Anava para la variable crecimiento del fruto

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	.8078547	.1154078	27697.93	0.0000
Error	16	6.666E- 05	4.166E-06		
Total	23	.8079214			

ANEXO 16. Contraste de ortogonales para la variable crecimiento del fruto

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	0.053	NS
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	0.18	NS
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	0.109	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edafico	0.00416	NS
Nitrato de calcio edafico lineal	0.6242	NS

ANEXO 17. Anava para la variable numero de frutos por planta de buena calidad

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	724.0001	103.4286	28.86	0.0000
Error	16	57.33334	3.583334		
Total	23	781.3334			

ANEXO 18. Contraste de ortogonales para la variable numero de frutos por planta de buena calidad

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	36.3	**
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	57.2	**
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	0.707	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edafico	3.14	NS
Nitrato de calcio edafico lineal	93.78	**

ANEXO 19. Nitrato de calcio edafico lineal para la variable numero de frutos por planta de buena calidad

DOSIS	100 kg/ha	200 kg/ha	300 kg/ha	400 kg/ha
Nitrato de Calcio				
Medias	19.666	12.666	6.333	6

ANEXO 20. Anava para la variable peso de cosecha por hectárea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	3.8194E07	5456407	2.67	0.0495
Error	16	3.2752E07	2047038		
Total	23	7.0947E07			

ANEXO 21. Contraste de ortogonales para la variable peso de cosecha / ha

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	2.054	NS
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	5.6614	*
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	0.010	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edafico	0.763	NS
Nitrato de calcio edafico lineal	11.134	**

ANEXO 22. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable peso de cosecha / ha

DOSIS	100 kg/ha	200 kg/ha	300 kg/ha	400 kg/ha
Nitrato de Calcio				
Medias	4936	3778.333	2010.333	1749.667

ANEXO 23. Anava para la variable porcentaje de frutos enfermos por hectárea

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	3484.67	497.81	12.15	0.0000
Error	16	655.2844	40.95527		
Total	23	4139.954			

ANEXO 24. Contraste de ortogonales para la variable porcentaje de frutos enfermos por hectárea

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	44.29	**
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	13.69	**
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	1.046	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edáfico	23.476	**
Nitrato de calcio edáfico lineal	2.177	NS

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DEL COLOMBIANO

ANEXO 25. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable porcentaje de frutos enfermos por hectárea

DOSIS	100 kg/ha	200 kg/ha	300 kg/ha	400 kg/ha
Nitrato de Calcio				
Medias	5.78	6.79	12.24	12.09

ANEXO 26. Anava para la variable de frutos que presenten pudrición apical por planta

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	6305.357	900.7653	15.29	0.0000
Error	16	942.3306	58.89566		
Total	23	7247.688			

ANEXO 27. Contraste de ortogonales para la variable de frutos que presenten pudrición apical por planta

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	34.21	**
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	10.54	**
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	1.76	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edafico	52.65	**
Nitrato de calcio edafico lineal	6.617	*

ANEXO 28. Nitrato de calcio edáfico lineal para la variable de frutos que presenten pudrición apical por planta

DOSIS	100 kg/ha	200 kg/ha	300 kg/ha	400 kg/ha
Nitrato de Calcio				
Medias	12.1333	16.03667	26.85	25.51

ANEXO 29. Anava para la variable efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre los grados brix

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	7.4562	1.065179	26.91	0.000
Error	16	.63333	3.958E-02		
Total	23	8.0895			

ANEXO 30. Contraste de ortogonales para la variable efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre los grados brix.

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	1.51	NS
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	5.8987	NS
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	2.2300	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edafico	.194	NS
Nitrato de calcio edafico lineal	9.831	NS

ANEXO 31. Anava para la variable efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre el ph

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F- Ratio	Pob > F
A	7	4.95685	.7081215	320.66	0.0000
Error	16	3.533E-02	2.208E-03		
Total	23	4.992184			

ANEXO 32. Contraste de ortogonales para la variable efecto de diferentes aplicaciones de calcio en tomate sobre el ph

Contrastes	F C	F T
Testigo vs Tratamientos	0.081	NS
Nitrato de Ca (34567) vs Cal	0.0681	NS
Cal vs Cal + Nitrato de Ca	0.029	NS
Nitrato de Ca foliar vs Nitrato de Ca Edafico	1.461	NS
Nitrato de calcio edafico lineal	0.010	NS

ANEXO 33. Relación beneficio / costo de cada uno de los tratamientos

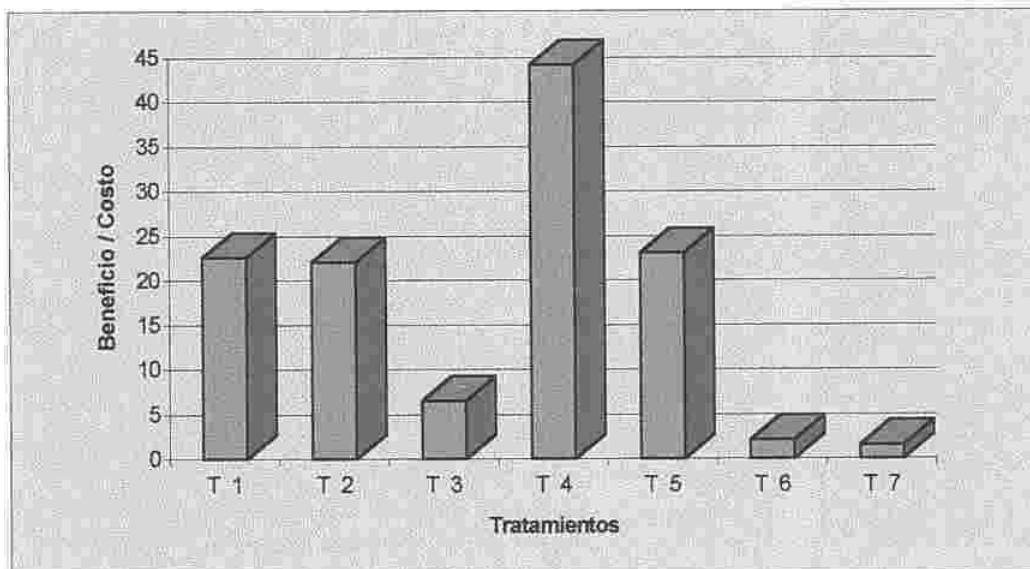


FIGURA 16. Relación beneficio / costo y de cada uno de los tratamientos