

ITSON

DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS
ALIMENTARIAS

**EVALUACIÓN DE MEZCLAS FERTILIZANTES A BASE
DE CALCIO NATURAL EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
BAJO EL SISTEMA DE FERTIRRIEGO EN EL VALLE
DEL YAQUI. CICLO 2005.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

INGENIERO BIOTECNOLÓGO

PRESENTA

NORMA ARELY RUIZ KOOTHRY

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS	v
RESUMEN	1
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Introducción	3
1.2. Definición del problema	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivo	6
1.5. Hipótesis	6
CAPITULO II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	7
2.1. El tomate	7
2.1.1. Importancia económica	7
2.1.2. Origen	8
2.1.3. Clasificación botánica	8
2.1.4. Requerimientos climáticos y edáficos	9
2.1.5. Recolección y cuidados posteriores	9
2.1.6. Requerimientos de fertilización	10
2.2. El calcio como fertilizante	11
2.3. El fertirriego	14
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Localización del experimento	15
3.2. Diseño experimental	16

3.3. Labores agronómicas	17
--------------------------------	----

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21

4.1. Agua de riego	21
--------------------------	----

4.2. Rendimiento de tomate comercial	23
--	----

4.2.1. Total	23
--------------------	----

4.2.2. Primer corte	25
---------------------------	----

4.2.3. Segundo corte	25
----------------------------	----

4.2.4. Tercer corte	28
---------------------------	----

4.3. Tamaño de frutos	30
-----------------------------	----

4.3.1. Diámetro Polar	30
-----------------------------	----

4.3.2. Diámetro ecuatorial	31
----------------------------------	----

4.4. Vida de anaquel de los frutos	33
--	----

V. CONCLUSIONES36

VI. BIBLIOGRAFÍA37

VII. ANEXOS40

ÍNDICE DE CUADROS

1. Extracción de nutrientes del suelo por la planta de tomate, relacionando rendimiento y órgano de la plata.....	10
2. Descripción de los tratamientos evaluados en tomate. Valle del Yaqui. Campo Experimental. ITSON – 910. Ciclo 2005 – 05.	17
3. Fertilización fraccionada con nitrógeno y la dosis de calcio probada en los tratamientos. Valle del Yaqui. C. E. ITSON – 910. Ciclo 2005 – 05.	18
4. Número de riegos, fecha de aplicación y duración de cada uno de ellos. Valle del Yaqui. C. E. ITSON – 910. Ciclo 2005 – 05.	19
5. Fechas de aplicación de productos insecticidas usados para el control de plagas. Valle del Yaqui. C. E. ITSON – 910. Ciclo 2005 – 05.	20
6. Número de cortes y .fechas. Valle. del .Yaqui. C.. E.. ITSON – 910. Ciclo 2005 – 05.	20
7. Resultados de análisis del agua potable de pozo ITSON – 910.	22
8. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial y su significancia estadística. Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	24
9. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial en el <u>primer corte</u> . Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	25
10. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial en el segundo corte. Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	27

11. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial en el <u>tercer corte</u> . Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	29
12. Comparación de medias del <u>diámetro polar</u> en tomate comercial. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	31
13. Comparación de medias del <u>diámetro ecuatorial</u> en tomate comercial en el 2do. Corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	32
14. Análisis de varianza para el rendimiento de tomate comercial.	40
15. Análisis de varianza para tomate comercial en el primer corte.	40
16. Análisis de varianza para tomate comercial en el segundo corte.	40
17. Análisis de varianza para tomate comercial en el tercer corte.	41
18. Análisis de varianza para diámetro polar.	41
19. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial.	41

ÍNDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS

Figura 1. Rendimiento de tomate comercial en cada uno de los cortes realizados semanalmente. Campo experimental ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	24
Figura 2. Rendimiento de tomate comercial en el primer corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	26
Figura 3. Rendimiento de tomate comercial en el segundo corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	28
Figura 4. Rendimiento de tomate comercial en el tercer corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	30
Figura 5. Diámetro polar en tomate comercial con los diferentes tratamientos evaluados. Campo experimental. ITSON- 910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	32
Figura 6. Diámetro ecuatorial en tomate comercial con los diferentes tratamientos evaluados. Campo experimental. ITSON- 910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	33
Figura 7. Peso de tomates cada tercer día después de cosechados. Campo experimental ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	34
Figura 8. Peso perdido en tomate en nueve días de almacenaje. Campo experimental ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.	35

RESUMEN

En terrenos del campo experimental ITSON – 910, se llevó a cabo el presente estudio el cual consistió en probar tres mezclas de fertilizantes a base de calcio natural, comparadas con un testigo regional y otro sin calcio, cuyo objetivo fue evaluar su efecto en el rendimiento y calidad de frutos del tomate bajo las condiciones agro climáticas del Valle del Yaqui. El diseño experimental usado fue de franjas con bloques al azar (anidado). Las franjas estuvieron formadas por dos camas de 1.60 m de ancho de 40 m de longitud. Los tratamientos evaluados fueron: 1. (mezcla YLIQ); 2. (Mezcla YAZ); 3. (Mezcla YGT); 4. SoluGYP; 5. Testigo regional (Ca NO₃) y 5. Testigo absoluto (sin calcio).

El terreno se preparó con arado de cincel, rastra, nivelación y el trazo de camas para la siembra. Sobre las camas se colocaron cintas de goteo (dos/cama), después se acolcharon con plástico plata-negro con el color plata hacia arriba, cubriendo 1.0 m de la cama. En la fertilización de fondo se aplicaron una parte del nitrógeno (125 kg/ha), el total del fósforo (100 kg/ha) y el total del potasio (100 kg/ha). Posteriormente se aplicó la otra parte del nitrógeno (190 kg/ha) y los tratamientos con calcio en forma fraccionada por el sistema de riego (fertirriego).

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de tomate comercial, calibre (diámetro polar y ecuatorial) y vida de almacenaje de frutos.

Se encontró que el tomate responde a la aplicación de calcio natural como fertilizante, ya que, en la presente investigación se determinó que con los tratamientos los cuales contienen este elemento en su composición, ya sea en mezcla o sin ella, se presentó un mayor rendimiento y mejor calidad de frutos comerciales, comparados con el tratamiento sin calcio. La aplicación de calcio mejora la producción del cultivo, debido supuestamente, a que la acción de este elemento ayuda a aumentar la absorción de los nutrientes primarios como el

Resumen

nitrógeno, el fósforo y el potasio, lo cual estimula la fotosíntesis y regula los procesos de maduración de frutos y aumenta el tamaño y vida de almacenamiento de éstos.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en nuestro país, esta considerado como la segunda especie hortícola mas importante por la superficie de siembra (90,000 has) que ocupa, y como la primera por el valor de la producción. Ocupa un lugar importante al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que requiere de 140 jornales por hectárea. El 33 % de la superficie (30,150 has) corresponde al estado de Sinaloa, en Sonora se reporta una superficie de 1,400 has con un rendimiento promedio de 20.9 toneladas por hectárea (Valadez, 1996). El área de siembra destinada al cultivo de tomate en el Valle del Yaqui es de alrededor de 800 hectáreas y la producción se destina principalmente al mercado nacional para consumo en fresco (Inifap-Cirno-Cevy. 2001).

En cuanto a fertilización para este cultivo en el Valle del Yaqui, se recomiendan de 200 a 250 Kg/ha de nitrógeno y de 60 a 100 kg/ha de fósforo. En lo que respecta al potasio, no se ha encontrado respuesta en el rendimiento debido a su aplicación; sin embargo, para mejorar la calidad del fruto se sugiere suplementar con 100 kg/ha de este elemento. En riego por goteo recomiendan aplicar el 40 % de la dosis como fertilización base, y el resto dosificarse de acuerdo a un calendario de aplicaciones durante el ciclo del cultivo (Inifap-Cirno-Cevy. 2001).

La extracción de calcio del suelo por la planta de tomate, es de poco más de 200 kg/ha, para un rendimiento de 33.6 toneladas de fruto y 4 toneladas de follaje (Valadez, 1996). Por otra parte se menciona que las necesidades nutritivas del cultivo son en promedio de: 2.95 kg de nitrógeno; 0.5 kg de fósforo; 5.7 kg de potasio y de 2.2 kg de calcio por cada tonelada de cosecha de fruto que se obtenga (Cárdenas y col., 2003).

Según Feagley y Fenn (1999), la investigación ha mostrado que la aplicación de calcio soluble con urea, un tipo amónico de nitrógeno, puede mejorar la producción de los cultivos. El calcio aumenta la absorción de amonio, potasio y fósforo, estimula la fotosíntesis y aumenta el tamaño de las partes comerciables de la planta. La aplicación de calcio soluble con urea también promueve un uso eficiente del nitrógeno, lo que mejora los aspectos económicos de la producción y reduce la contaminación del medio ambiente por nitrógeno.

1.2 Definición del Problema.

Los problemas que normalmente se presentan en la producción de tomate son: la recolección de frutos, su manipulación para la clasificación y el envasado y transporte, siendo el fin último la aceptación en el mercado o del consumidor de un fruto que se ajuste a normas de calidad. Otro problema es la pudrición apical del fruto asociada con la deficiencia de calcio, se produce por un desorden en la planta

que ocurre aún con concentraciones suficientes de calcio en la solución externa, pero debido a que el calcio se mueve por el xilema y no por el floema, hay mucha demanda de agua para la transpiración de las hojas. Lo anterior provoca la acumulación del calcio en las hojas, pero puede al mismo tiempo ocasionar deficiencia de éste en el fruto, debido a que su movilidad dentro de la planta es baja y el crecimiento del fruto es muy intenso. De esta forma, la cantidad de calcio que llega al fruto no es suficiente para cubrir la demanda nutricional de las actuales variedades de alto rendimiento. La forma de prevenir la deficiencia de calcio en tomate es manteniendo un buen nivel de este elemento en la solución del suelo. En este sentido una de las interrogantes a las que se pretende dar respuesta con esta investigación es la siguiente: ¿cuál es el efecto en el rendimiento y calidad de frutos del tomate que puede tener la fertilización con mezclas elaboradas a base de calcio natural?

1.3 Justificación.

Entre los 16 elementos esenciales para los cultivos vegetales, el calcio, el magnesio y el azufre son considerados como nutrientes secundarios, pero éstos son tan importantes para la nutrición de las plantas como los nutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio) al formar parte de las proteínas, aminoácidos, enzimas y vitaminas necesarias para llevar a cabo la fotosíntesis, aunque las plantas normalmente no requieran tanto de ellos, sus deficiencias afectan el crecimiento de las mismas. El calcio es fundamental en la planta desde la germinación hasta la madurez, interviene en el crecimiento de las raíces y la absorción de los demás elementos nutritivos, participa en la actividad de las enzimas, en el transporte de carbohidratos y proteínas y proporciona una mayor consistencia a los tejidos y por lo tanto un mayor peso de frutos, además de que, se le asocia grandemente con la regulación de los procesos de maduración de frutos y vida de almacenamiento post-cosecha.

1.4. Objetivo.

El objetivo de esta investigación fue: evaluar mezclas de fertilizantes elaboradas a base de calcio natural comparadas con testigo regional (nitrato de calcio) y un testigo absoluto (sin calcio) en el rendimiento y calidad del tomate en suelos de barrial compactado, bajo el sistema de fertiriego y acolchado plástico.

1.5 Hipótesis.

La aplicación de calcio como fertilizante mejora la producción del cultivo al aumentar la absorción de los nutrientes primarios como el nitrógeno, fósforo y el potasio, estimula la fotosíntesis y regula los procesos de maduración de frutos del tomate, aumenta el tamaño de los frutos y vida de almacenamiento de éstos.

CAPITULO II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1 El Tomate.

2.1.1 Importancia económica.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en nuestro país, esta considerado como la segunda especie hortícola mas importante por la superficie de siembra que ocupa (90,000 has), y como la primera por el valor de la producción. Ocupa un lugar importante en el desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que requiere de 140 jornales por hectárea. El 33 % de la superficie (30,150 has) corresponde al estado de Sinaloa, en Sonora se reporta una superficie de aproximadamente 1,400 has con un rendimiento promedio de 20.9 toneladas por hectárea (Valadez, 1996). El área de siembra destinada al cultivo de tomate en el

Valle del Yaqui es de alrededor de 800 hectáreas y la producción se destina principalmente al mercado nacional para consumo en fresco (Inifap-Cirno-Cevy, 2001).

2.1.2 Origen.

El tomate es una planta nativa de América Tropical, cuyo origen se localiza en la región Andina-Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia, Perú-, (Vavilov, citado por Valadez, 1996). México esta considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. La palabra tomate proviene de la voz Náhuatl “tomatl” (Chávez, citado por Valadez, 1996).

2.1.3 Clasificación Botánica.

Botánicamente, se clasifica el tomate como *Lycopersicon esculentum*. Pertenece a la familia de las Solanáceas. Esta familia abarca varias especies de importancia económica. Los géneros más importantes de la familia de las Solanáceas son: el tomate, la berenjena, el pimentón, los ajíes y el tomate de cáscara o tomatillo.

2.1.4 Requerimientos climáticos y edáficos.

Radiación. El tomate es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en época lluviosa cuando la radiación es más limitada.

Altitud. El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido.

Temperatura. Las temperaturas óptimas de cultivo son 30°C para el día y 16°C durante la noche. La temperatura influye en la distribución de los productos de la fotosíntesis.

Humedad del aire. En el cultivo de tomate, es conveniente que la humedad relativa del aire sea entre 70 y 80%, los valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades del follaje (Pérez y col. 2004).

Suelos. De acuerdo con Richards (1982), el tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH de 6.8 a 5.0, es medianamente tolerante a la salinidad teniendo valores máximos de 6400 ppm (10 mmhos).

Valadez, (1996) menciona que con respecto a la textura del suelo, el tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo los mejores los limo- arenosos (aluvión) con buen drenaje.

2.1.5 Recolección y cuidados posteriores.

La recolección del tomate para consumo en fresco es manual y se hace con sumo cuidado para no producir daños mecánicos al fruto. Actualmente se ha conseguido en un alto porcentaje de explotaciones que la recolección se haga directamente desde la mata a la caja de campo con la ayuda de los carros de recolección.

La presencia del cáliz en el fruto suele ser preferencia de los mercados como garantía de reciente recolección. Las operaciones de selección (color y calibre por tamaño) y envasado, manual o mecánicamente, se realizarán de manera que los frutos no sufran alteraciones en la calidad comercial (Valadez, 1996).

2.1.6 Requerimientos de fertilización.

El requerimiento nutricional de los cultivos esta definido por la especie y difiere entre variedades de una misma especie, de acuerdo a su nivel de producción, adaptación a las condiciones climáticas, propiedades físicas, químicas y fertilidad de los suelos, características del agua de riego, incidencia de organismos dañinos y manejo cultural (Chávez y col., 2002).

Para el Valle del Yaqui, inifap-cirno-cevy (2001) recomienda de 200 a 250 Kg/ha de nitrógeno y de 60 a 100 Kg/ha de fósforo. En lo que respecta al potasio, en ésta región no se ha encontrado respuesta en el rendimiento de fruto debido a su aplicación; sin embargo, para mejorar la calidad del fruto se sugiere suplementar con 100 Kg/ha de este elemento. En riego por goteo recomiendan aplicar el 40 % de la dosis como fertilización base, y el resto dosificarse de acuerdo a un calendario de aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

Según Hester y Sheldon, citados por Valadez (1996), la extracción de nutrientes del suelo por la planta de tomate, relacionando rendimiento y órgano de la planta es la que se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Extracción de nutrientes del suelo por la planta de tomate, relacionando rendimiento y órgano de la planta.

Parte de la planta	Rendimiento (ton/ha)	Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)	Calcio (kg/ha)	Magnesio (kg/ha)
Frutos	33.6	104.1	26.8	145.6	8.9	11.2
Follaje	4.0	76.1	30.2	185.9	203.8	31.3

Por otra parte, Cárdenas y col. (2003) mencionan que las necesidades nutritivas del cultivo por cada tonelada de cosecha son las siguientes: nitrógeno de 2.1 a 3.8 Kg; fósforo de 0.3 a 0.7 Kg; potasio de 4.4 a 7.0 Kg; Calcio de 1.2 a 3.2 Kg; y magnesio de 0.3 a 1.1 Kg.

2.2. El calcio como fertilizante.

En relación al elemento calcio como fertilizante, Fuentes (1994) señala que el calcio es fundamental en la planta desde la germinación hasta la madurez, interviene en el crecimiento de las raíces y la absorción de los demás elementos nutritivos, participa en la actividad de las enzimas, en el transporte de carbohidratos y proteínas y proporciona una mayor consistencia a los tejidos.

Se asienta que la función primordial del calcio es la de dar firmeza y estabilidad a la pared celular a través de los pectatos de calcio, con lo que influye básicamente en la tolerancia o susceptibilidad de los tejidos y por supuesto de la planta, físicamente, al ataque de plagas y enfermedades. El calcio está definido como un elemento esencial en la nutrición de las plantas ya que su deficiencia produce varios desordenes fisiológicos que no se corrigen, sino con la aplicación, únicamente de este elemento. El aporte de calcio como fertilizante se hace para suplir de manera rápida la deficiencia del elemento en el proceso de nutrición, sin cambiar las condiciones químicas del suelo (Tecni – Fenalce, 2000).

De acuerdo con Sánchez del Castillo (2000), el calcio es absorbido por las raíces en forma catiónica Ca^{++} . En el interior de la planta es poco móvil, ya que sólo circula en el xilema movido por la fuerza transpiratoria. Entra fácilmente en el apoplasto y es absorbido en forma intercambiable por las paredes celulares. El contenido de calcio en los vegetales varía entre 0.1% y 5% del peso seco, dependiendo de las condiciones de crecimiento, la especie y el órgano de la planta de que se trate. Aún en altas concentraciones, el calcio no es tóxico y es muy efectivo como detoxificante de otros elementos minerales presentes en altas concentraciones en las plantas. Por otra parte, este mismo autor indica que se produce por un desorden que se presenta aún con concentraciones de calcio suficientes en la solución externa, pero debido a que se mueve por el xilema y no por el floema, hay mucha demanda de agua para la

transpiración de las hojas, se disminuye el flujo de agua por el xilema hacia los frutos provocando la deficiencia de calcio en ellos.

De acuerdo con Lazcano (2001), esta condición se presenta cuando existe baja humedad relativa, en combinación con altas temperaturas en el aire y del suelo, incrementando la evapotranspiración y promoviendo un vigoroso crecimiento de la planta y el fruto y una mayor demanda de nutrientes. Lo anterior provoca la acumulación del calcio en las hojas, pero puede al mismo tiempo ocasionar deficiencia de este en el fruto, debido a que la movilidad del calcio dentro de la planta es baja y el crecimiento del fruto es muy intenso. De esta forma, la cantidad de calcio que llega al fruto no es suficiente para cubrir la demanda nutricional de las actuales variedades de alto rendimiento.

Cuando existe carencia de calcio, Cárdenas y col. (2003) indican que se pueden presentar síntomas como un blanqueamiento de las hojas jóvenes en las plantas del tomate, siendo la "pesetilla" o podredumbre apical, la manifestación en el fruto. Al ser este nutriente poco móvil en condiciones de elevada transpiración de la planta (temperatura y radiación elevadas y humedad ambiental baja), este tiende a desplazarse hacia la hoja produciéndose carencia en fruto, problema que se acentúa si la conductividad eléctrica (CE) del extracto del suelo o del sustrato están elevadas y si la relación $\text{Ca} / \text{Na} + \text{K} + \text{Mg}$ está baja. Se puede paliar estas circunstancias con un blanqueo y/o con bajadas de la CE en la fertirrigación (lavado de sales) y aumentando la dosis de calcio.

Según Feagley y Fenn (1999), la investigación ha mostrado que la aplicación de calcio soluble con urea, un tipo amónico de nitrógeno, puede mejorar la producción de los cultivos. El calcio aumenta la absorción de amonio, potasio y fósforo, estimula la fotosíntesis y aumenta el tamaño de las partes comerciables de la planta. La aplicación de calcio soluble con urea también promueve un uso eficiente del nitrógeno, lo que mejora los aspectos económicos de la producción y reduce la contaminación del medio ambiente por nitrógeno.

Gutiérrez (2000), en el Valle del Yaqui evaluó la influencia de calcio y potasio aplicado al suelo, en la productividad y calidad del tomate, reportando que las diferentes combinaciones de potasio y calcio tuvieron un efecto positivo en la productividad del cultivo y en ningún caso propiciaron desbalances nutrimentales en la planta.

Valdez y Aguilar (2002) en una evaluación técnica del efecto del calcio natural comparado con nitrato de calcio en la producción de tomate en suelos de barrial compactado del Valle del Yaqui, utilizando el sistema de fertirriego y acolchados plásticos, reporta que el calcio a dosis de 80 kg/ha tuvo un efecto significativo en el rendimiento de frutos comparado con un testigo sin calcio, sin embargo, no encontró diferencias estadísticas entre las dos fuentes de calcio probadas.

Vázquez (1991), trabajando en condiciones de invernadero reporta que el yeso es muy eficaz al aumentar la concentración de calcio y magnesio en la solución del suelo. Por otro lado, el mismo autor encontró que el yeso aplicado al suelo, tiene una enorme influencia en la conductividad hidráulica de éste, es decir que los cultivos se desarrollan con una mayor disponibilidad de oxígeno, así como también de otros nutrimentos como sucede con el caso de los metales pesados.

2.3. El fertirriego.

El método de fertirriego combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad de la cosecha, con una mínima contaminación del medio ambiente.

Con el fertirriego, los nutrientes son aplicados en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. El control preciso de la tasa de aplicación de los nutrientes optimiza la fertilización,

reduciendo el potencial de contaminación del agua subterránea causado por el lixiviado de fertilizantes.

La absorción de nutrientes y, por lo tanto las recomendaciones, son completamente diferentes según el destino del cultivo (tomate para industria o tomate de mesa) y según el sistema de cultivo (a campo abierto o protegido). Por ejemplo el tomate cultivado en invernadero alcanza un rendimiento de 200-250 ton/ha versus 60-80 ton/ha cuando es cultivado a campo abierto; conforme a esto, la absorción de nutrientes en invernadero se duplica o triplica en comparación con el tomate cultivado a campo abierto (Imas, 1999).

CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento.

El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental ITSON-910, localizado en la manzana 910 del Valle del Yaqui.

De acuerdo con Jiménez (1999), el Valle del Yaqui se encuentra ubicado entre los paralelos 27°00' y 27°45' de latitud norte y los meridianos 109°30' y 110°20' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, su altura sobre el nivel del mar varia desde 10 m hasta 50 m con una media de 40 m. El clima presenta varios tipos de acuerdo a la clasificación de Köppen y modificada por Enriqueta García: tipos BW (h') hw (seco cálido) y Bso (seco muy cálido y semicálido) que predominan el 80% de la superficie (área costera y central), mientras que los tipos BS1 (semiseco muy

cálido y semicalido), A (Co) (templado semicalido-semihumedo) y C (W) templado subhumedo), ocurren en el 20% restante de la superficie correspondiente a las áreas de mayor altitud sobre el nivel del mar. Los parámetros climáticos (promedio de 50 años), según datos de la Comisión Nacional del Agua en el Valle del Yaqui, son como sigue: la temperatura mínima extrema oscila de $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el mes de diciembre a $19.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en agosto; la temperatura media mínima es de $12.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en enero a $28.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en julio y agosto; la temperatura media máxima es de $23.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ en enero y $36.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en junio y julio, la temperatura máxima extrema de $34.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en febrero a $44.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en agosto. La precipitación oscila de 0.6 mm en mayo a 745 mm en agosto; la evaporación de 76.4 mm en enero a 267.63 mm en junio y la humedad relativa de 54.0% en mayo a 77.9% en agosto. La precipitación anual es de 280 mm y la evaporación de 2004.6 mm.

3.2 Diseño experimental.

Se utilizó el diseño experimental con arreglo en franjas en bloques al azar (anidado) y seis repeticiones dentro de las franjas. Las franjas consistieron de dos camas de 1.60 m de ancho por 40 m de longitud para cada uno de los tratamientos evaluados. Los tratamientos se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados en tomate. Valle del Yaqui. Campo Experimental. ITSON-910. Ciclo 2005-05.

Tratamientos*	Composición (%)			Dosis (kg/ha)		
	MO ¹	Ca	S	MC ²	Ca	S
1 Mezcla 1 (YLIQ)	0.12	33	41	900	297	369
2 Mezcla 2 (YAZ)	0.20	35	39	900	324	360
3 SoluGYP (Yeso agrícola)	0.0	20	17	900	180	153
4 Mezcla 3 (YGT)	1.23	32	39	900	288	351
5 Nitrato de Ca (test. reg.)	0.0	19	0	950	180	0
6 Testigo absoluto (s/Ca)	0.0	0	0	0	0	0

*Mezclas (YLIQ = SoluGYP + azufre líquido; YAZ = SoluGYP + azufre sólido; YGT = SoluGYP + Green turb) elaboradas por la Empresa Yeso Industrial de Navojoa, S. A de C.V.

¹M O = Materia orgánica; ²M C = Material comercial

Nota. En todos los tratamientos se fertilizó también con la formula: 305-100-100 (N – P – K). N (Urea- 46 % y UAN-32); P (Fosfato monoamónico- 11-52-00); K (Nitrato de potasio- 12-00-45).

3.3 Labores agronómicas.

Preparación del terreno. Esta consistió de dos pasos de rastra, nivelación con tablón y el trazo de camas para la siembra. Sobre las camas se colocaron las cintas de goteo (dos/cama), para después colocar el acolchado plástico cubriendo aproximadamente 1.0 m de cama. El plástico utilizado fue el plata-negro con el color plata hacia arriba. Se hicieron las perforaciones al plástico cada 30 cm y se proporcionó un riego para formar el bulbo de humedad para el trasplante. El trasplante se llevo acabo del 4 al 8 de febrero de 2005.

Fertilización. Al terreno se le proporcionó una fertilización de fondo, la cual consistió en aplicar una parte del nitrógeno (125 kg/ha), el total del fósforo (100 kg/ha) y el

total del potasio (100 kg/ha), depositando el fertilizante en el centro de las camas antes del riego de trasplante. Posteriormente se aplicó la otra parte del nitrógeno (190 kg/ha) y las dosis del calcio a evaluar en forma fraccionada (1/3 en cada uno de tres riegos de auxilio) por el sistema de riego (fertiriego) en las fechas y dosis que aparecen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Fertilización fraccionada con nitrógeno y la dosis de calcio probada en los tratamientos. Valle del Yaqui. C. E. ITSON-910. Ciclo 2005-05.

Riego	Fecha	Nitrógeno (Kg/ha)	Calcio
1er auxilio	17- Mar-05	36	1/3
2do auxilio	8- Abr- 05	36	1/3
3er auxilio*	19- May-05	82	0
4to auxilio	23 –May-05	36	1/3

*En este riego se aplicó únicamente Nitrógeno usando como fuente el fertilizante líquido UAN-32.

Riegos. La cantidad, fechas y duración de los riegos proporcionados al experimento se presentan en el cuadro 3.

Podas. Se dio la primera poda el día 1 de marzo de 2005 dejando una sola rama y posteriormente se realizaron varias podas eliminando las ramas fuera de la rama principal dejando la hoja junto a las ramas podadas.

Espalderas. La vara o espaldera se colocó el día 28 de marzo de 2005, después de esto, se fueron levantando los tallos principales de las plantas amarrándolos con hilos de rafia hasta una altura de aproximadamente 1.50 m.

Control de plagas. Durante el desarrollo del experimento se presentaron plagas como la mosquita blanca y gusanos del fruto, para lo cual se realizaron las aplicaciones de insecticidas que se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Número de riegos, fecha de aplicación y duración de cada uno de ellos. Valle del Yaqui. C. E. ITSON-910. Ciclo 2005 – 2005.

No.	Fecha	Tiempo (Hrs)
1	02- Feb-05	12
2	04- Feb-05	12
3	02- Mar-05	10
4	17- Mar-05	10
5	28- Mar-05	10
6	08- Abr-05	10
7	13- Abr-05	10
8	18- Abr-05	12
9	22- Abr-05	10
10	30- Abr-05	10
11	06- May-05	12
12	16- May-05	12
13	19- May-05	12
14	23- May-05	10
15	27- May-05	10
16	03- Jun-05	12
17	10- Jun-05	12
18	13- Jun-05	10

Cosecha. La cosecha de tomates se llevo a cabo en forma manual, efectuándose ocho cortes con intervalos de una semana entre cada uno de ellos. Las fechas se presentan en el cuadro 5.

VARIABLES EVALUADAS. Se evaluaron las variables siguientes: rendimiento de tomate comercial, calibre (diámetro polar y ecuatorial) y vida de almacenaje de frutos. El rendimiento se evaluó pesando en una balanza granataría los kilos de tomate obtenidos de cada tratamiento por cada cosecha y convirtiendo estos Kg/m² a Kg/ha. El calibre se determinó midiendo el diámetro polar de los tomates grandes, medianos

y chicos de cada tratamiento, la medición fue realizada con un vernier y para evaluar la vida de anaquel se tomaron diez tomates grandes y medianos de cada tratamiento, se guardaron en bolsas de papel y se pesaron al momento de ser cosechados, se siguieron pesando cada pesando cada tercer día por un periodo de nueve días.

Cuadro 5. Fechas de aplicación de productos insecticidas usados para el control de las plagas. Valle del Yaqui. C. E. ITSON-910. Ciclo 2005-05.

Fecha	Productos y dosis de material comercial
18- Mar- 05	Lambola-cyhalotalonil (400 g/ha) + Clorpirifos (1.0 lts/ha)
11- Abr- 05	Basillus thurigiensis (1.0 lt/ha) + Clorotalonil 720 (1.0 lt/ha)
15- Abr- 05	Neem con chile (130 ml/bomba de 10 lts de agua)
20- Abr- 05	Clorpirifos (1.0 lt/ha)+ Clorotalonil 720 (1.0 lt/ha)
13- May-05	Clorotalonil 720 (1.0 lt/ha) + Lambola-cyhalotalonil (0.5 lt/ha)
20- May-05	Clorotalonil 720 (1.0 lt/ha) + Lambola-cyhalotalonil (0.5 lt/ha)

Cuadro 6. Número de cortes y fechas. Valle del Yaqui. C. E. ITSON-910. Ciclo 2005-05.

Corte	Fecha
1	05- May-05
2	12- May-05
3	19- May-05
4	26- May-05
5	02- Jun-05
6	09- Jun-05
7	16- Jun-05
8	23- Jun-05

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Agua de riego.

Debido a la escasez de agua en la presa del Río Yaqui, para realizar el presente estudio se recurrió a utilizar agua de pozo (noria) la cual se analizó previamente para determinar sus características químicas, dicho análisis se encuentra en el cuadro 5. De acuerdo con la interpretación y clasificación de esta agua, puede ser considerada como agua de salinidad alta, según el laboratorio de salinidad de USA (Richard, 1982), ya que se encuentran en un rango de 750 a 2250 micromhos/cm, pueden utilizarse para riego en suelos con buen drenaje y en cultivos tolerantes a la salinidad. En cuanto al efecto probable de sodio (RAS) sobre las características del suelo, el agua del pozo 910 se considera con contenido medio de este elemento, por lo tanto con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo. En lo que respecta al PSP, para este parámetro se considera que valores arriba del 60% son aguas

peligrosas, pero algunos investigadores incrementan la peligrosidad de este índice cuando se rebasa el 80 %. Debido a que se encontraron valores negativos de CSR, se considera que el agua de este pozo si es recomendable para su uso en el riego en cualquier tipo de suelos. El coeficiente alcalinimétrico valora la calidad agronómica del agua en función de las concentraciones entre los iones cloruros, sulfatos y sodio; es decir evalúa la toxicidad que pueden producir las concentraciones de estos iones aportadas por el agua de riego y que permanecen en el suelo tras formar cloruro y sulfato de sodio respectivamente.

Cuadro 7. Resultados de análisis del agua de pozo itson- 910*.

Parámetro	Unidad de medida	Muestra
Potencial Hidrógeno	unidades de pH	6.99
Conductividad eléctrica	micromhos/cm	1978
Calcio	meq/l	2.00
Magnesio	meq/l	5.42
Sodio	meq/l	15.00
Potasio	meq/L	0.10
Carbonatos	meq/l	0.00
Bicarbonatos	meq/l	6.36
Sulfatos	meq/l	7.80
Cloruros	meq/l	8.60
Salinidad efectiva**	meq/l	16.36
Salinidad potencial**	meq/l	12.50
RAS ^{1**}	meq/l	7.81
RAS ajustada**	meq/l	15.15
PSP ^{2**}	meq/l	66.67
CSR ^{3**}	meq/l	-1.04
Coef. alcalinimetrico **	mg/l	5.82

¹RAS = Relación de adsorción de sodio.

²PSP = Porciento de sodio posible

³CSR = Carbonato de sodio residual

*Análisis realizado en los laboratorios de agua-suelo-planta de la DES de recursos naturales del ITSON.

** Estos datos fueron calculados por el M.C. Rafael Bórquez O. Prof.- inv. Auxiliar del Dpto. de Ciencias agronómicas y veterinarias- ITSON

Nota. La interpretación que se da de estos resultados se debe también al Mtro. Rafael Bórquez.

4. 2. Rendimiento de tomate comercial.

4.2.1. Total

En el cuadro 8 se presentan los resultados de la comparación estadística de las medias del rendimiento de tomate comercial (grandes + medianos) obtenidos en los ocho cortes efectuados en el experimento. Como se puede observar, estadísticamente fueron iguales los tratamientos: mezcla 1(YLIQ), SoluGYP y la mezcla 2 (YAZ), con rendimientos de 30,987 kg/ha, 30,203 kg/ha y 27,387 kg/ha respectivamente, siendo estos los mejores tratamientos. Los tratamientos mezcla 3 (YGT), 5 (Nitrato de Calcio) y el 6 (testigo sin calcio), fueron los que se presentan con más bajos rendimientos de tomate en esta categoría. Estos mismos resultados los puede observar en forma gráfica en la figura 1. Como se puede observar en el cuadro 6 en todos los tratamientos que recibieron una fuente extra de calcio, los rendimientos siempre fueron mayores con respecto al testigo con un incremento mínimo de 3,796 kg/ha para el caso del testigo regional a base de nitrato de calcio. Para los tratamientos que contienen azufre además de calcio, los rendimientos son mas significativos lográndose tener diferencia de rendimiento hasta de 5,286 kg/ha, llegándose a obtener hasta 13,717 kg/ha mas. Analizando estos resultados, se observa que hay un efecto más positivo, cuando el calcio se aplica acompañado del ión SO_4^- con respecto al ión NO_3^- . Por otro lado, también es de esperarse que cuando disminuye la reacción del suelo se tenga una mayor disponibilidad de metales pesados como son el fierro, el zinc y el manganeso.

Cuadro 8. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial y su significancia estadística. Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

Tratamientos	Kg/Ha	S. E. (0.05)*
1. Mezcla 1 (YLIQ)	30,988	A
3. SoluGYP (yeso agrícola)	30,203	A
2. Mezcla 2 (YAZ)	27,391	A B
4. Mezcla 3 (YGT)	22,957	B C
5. Test. Regional (Nitrato de Ca)	21,467	C
6. Testigo S/Ca	17,671	C

* Significancia estadística. DMS =5,360

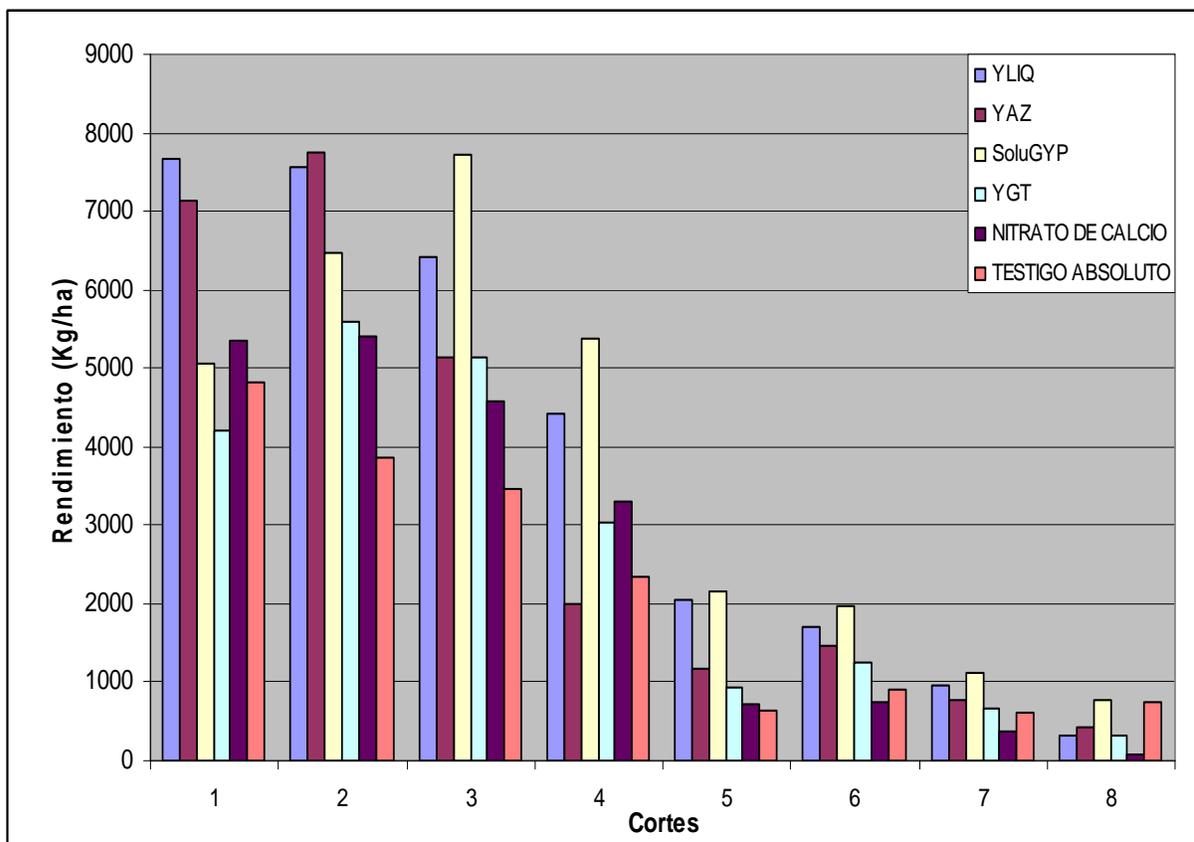


Figura 1. Rendimiento de tomate comercial en cada uno de los cortes realizados semanalmente. Campo experimental ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

4.2.2. Primer corte.

En el cuadro 9 aparecen los resultados del rendimiento de tomate comercial cosechado en el primer corte. Como puede observarse, la comparación de medias del análisis estadístico indica que los tratamientos 1 y 2, los cuales contienen la mezcla 1 (YLIQ) Y mezcla 2 (YAZ), fueron los que arrojaron el mayor rendimiento de tomates en la categoría comercial (calibre grande y mediano), siendo éstos estadísticamente iguales entre si y diferentes a los demás tratamientos evaluados, los cuales se comportaron estadísticamente iguales con el testigo sin calcio. Gráficamente estos mismos resultados los puede ver en la figura 2.

Cuadro 9. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial en el primer corte. Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

Tratamientos	Kg/Ha	S. E. (0.05)*
1. Mezcla 1 (YLIQ)	7,667	A
2. Mezcla 2 (YAZ)	7,144	A
5. Test. Regional (Nitrato de Ca)	5,361	B
3. SoluGYP(yeso agrícola)	5,053	B
6. Testigo S/Ca	4,831	B
4. Mezcla 3 (YGT)	4,213	B
* Significancia estadística	DMS= 1,499	

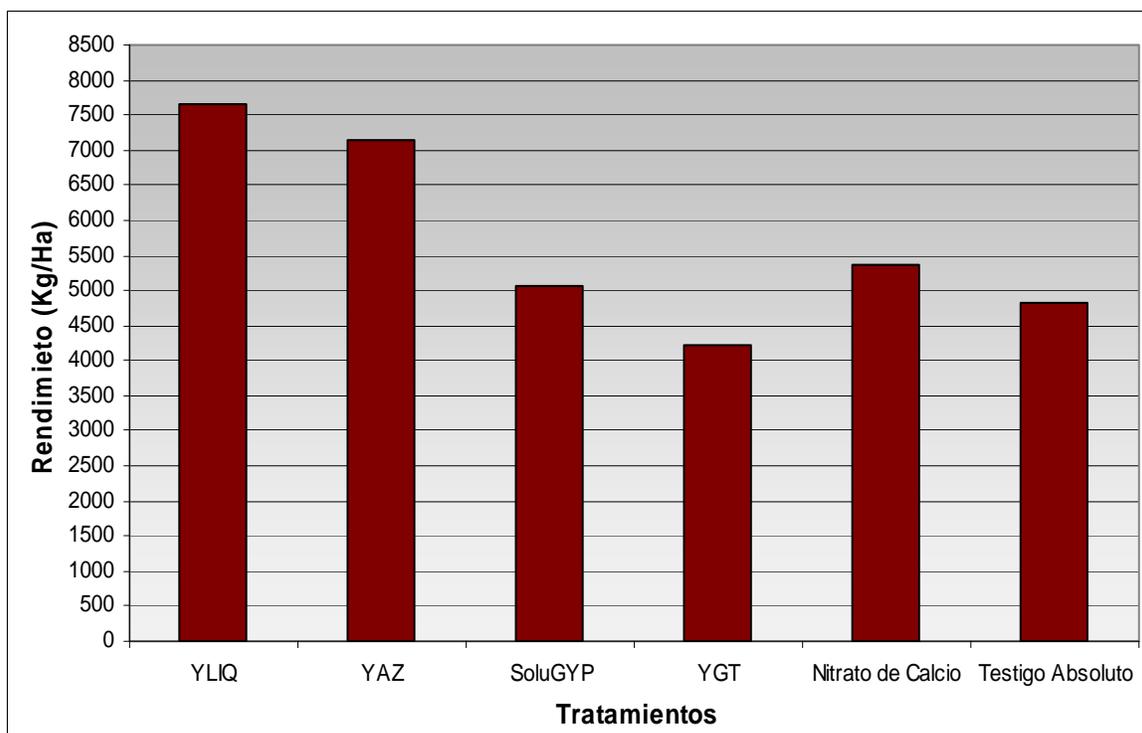


Figura 2. Rendimiento de tomate comercial en el primer corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

4.2.3. Segundo corte.

En el cuadro 10 se presentan los resultados de la comparación de medias de rendimiento al segundo corte efectuado una semana después del primero, pudiéndose observar que en este corte, además de los dos tratamientos que resultaron con mayor rendimiento en el primer corte, se une el tratamiento 3 (SoluGYP) el cual se refiere a calcio natural (yeso agrícola) sin mezcla, pero este último también presenta comportamiento estadísticamente similar con los tratamientos 4 (mezcla 3 YGT) y 5 (Nitrato de calcio) y el peor fue el tratamiento 6 (testigo sin calcio), el cual se separa estadísticamente de los demás tratamientos. Para el caso del segundo corte, se observa un comportamiento muy similar que para los rendimientos totales con excepción del tratamiento de la mezcla 2, que resulto superior a todos, se tiene una diferencia de más de 3,800 kg con respecto al testigo y

2,347 kg/ha con respecto al nitrato de calcio. En este segundo corte, todos los tratamientos contienen yeso o aportaciones de calcio y azufre (SO_4^-). Como lo menciona Feagley y Fenn (1999), según investigaciones han mostrado que la aplicación de calcio soluble con urea, un tipo amónico de nitrógeno, puede mejorar la producción de los cultivos, ya que el calcio aumenta la absorción de amonio, potasio y fósforo y promueve el uso eficiente del nitrógeno. Por lo que es de esperarse que este yeso aplicado haya causado reducciones significativas en la reacción pH del suelo y quizás, también aumenta una mayor disponibilidad del nitrógeno, fósforo y potasio contenidos en el suelo. Ahora bien es de esperarse que el yeso aplicado haya tenido un efecto positivo sobre el sodio del suelo, mejorando con esto también las características físicas del suelo. De forma gráfica estos mismos resultados los puede observar en la figura 3.

Cuadro 10. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial en el segundo corte. Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

Tratamientos	Kg/Ha	S. E. (0.05)*
2. Mezcla 2 (YAZ)	7,749	A
1. Mezcla 1 (YLIQ)	7,550	A
3. SoluGYP(yeso agrícola)	6,466	A B
4. Mezcla 3 (YGT)	5,587	B
5. Test. Regional (Nitrato de Ca)	5,402	B
6. Testigo S/Ca	3,861	C

* Significancia estadística.

DMS = 1,534

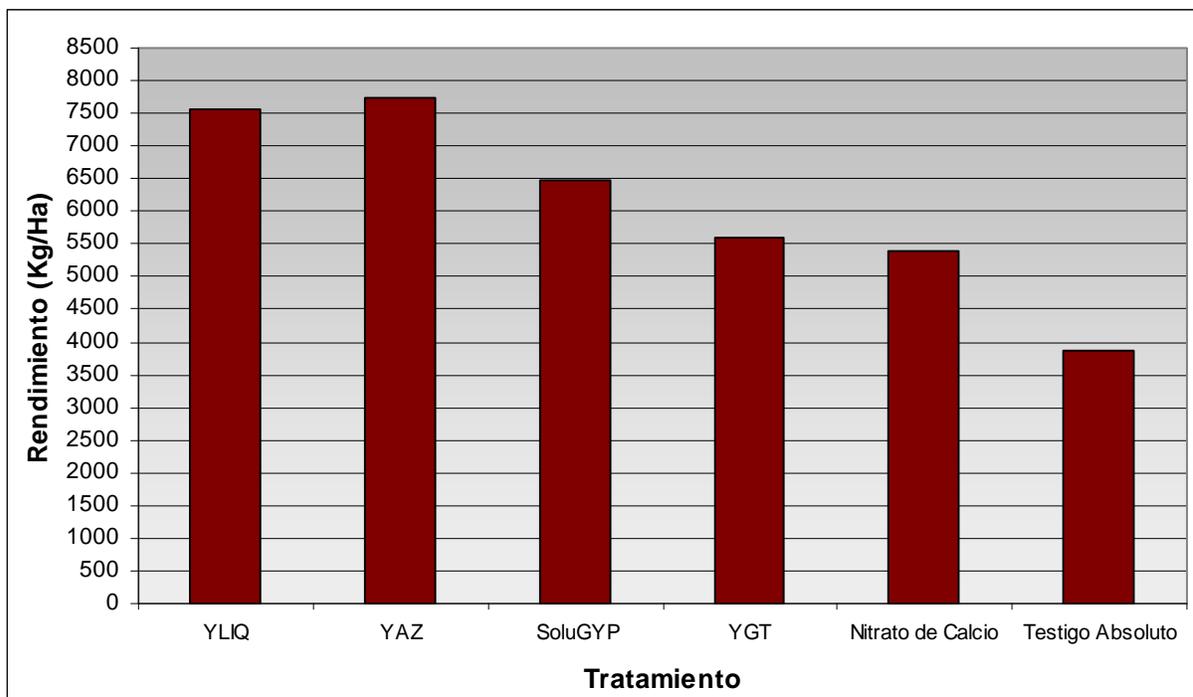


Figura 3. Rendimiento de tomate comercial en el segundo corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

4.2.4. Tercer corte.

En el cuadro 11 y figura 4 aparecen los resultados del rendimiento obtenido en el tercer corte. Como puede observarse, para este corte el tratamiento 3 (SoluGYP) aparece con el mayor rendimiento junto con el tratamiento 1 (YLIQ) siendo ambos estadísticamente iguales, sin embargo este último tratamiento aparece en el segundo grupo junto con la mezcla 3 (YGT), mezcla 2 (YAZ) el testigo regional (nitrato de calcio) y en un tercer grupo se encuentran estos últimos junto con el testigo sin calcio, indicando con estos resultados que para este corte, el tratamiento 3 (SoluGYP) fue el mejor en rendimiento de tomate comercial. Después de este corte los rendimientos de tomate en esta categoría empezaron a disminuir, como puede verse en la figura 1, por tal razón, los resultados ya no se sometieron a análisis estadísticos.

En la figura 4, se observa un comportamiento similar donde siempre los tratamientos con calcio y azufre son superiores a los testigos. En esta figura se observa que el tratamiento 3 tiene un rendimiento de aproximadamente 4,250 kg/ha y 3,100 kg/ha con respecto al testigo sin calcio y al tratamiento con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ respectivamente. Vázquez (1991), trabajando en condiciones de invernadero en un suelo similar al que se llevo a cabo esta investigación, encontró que el yeso es muy eficaz al aumentar las concentración de calcio y magnesio en la solución del suelo y el cultivo de tomate es una gran demanda de estos dos nutrientes. Por otro lado, el mismo autor encontró que el yeso aplicado, tiene una enorme influencia en la conductividad hidráulica del suelo, es decir que el cultivo se haya desarrollado con una mayor disponibilidad de oxígeno así como también de otros nutrientes como sucede con el caso de los metales pesados.

Cuadro 11. Comparación de medias de rendimiento de tomate comercial en el tercer corte. Campo Experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

Tratamientos	Kg/Ha	S. E. (0.05)*
3. SoluGYP(yeso agrícola)	7,726	A
1. Mezcla 1 (YLIQ)	6,430	A B
4. Mezcla 3 (YGT)	5,151	B C
2. Mezcla 2 (YAZ)	5,137	B C
5. Test. Regional (Nitrato de Ca)	4,577	B C
6. Testigo S/Ca	3,451	C
*Significancia estadística	DM S = 1,879	

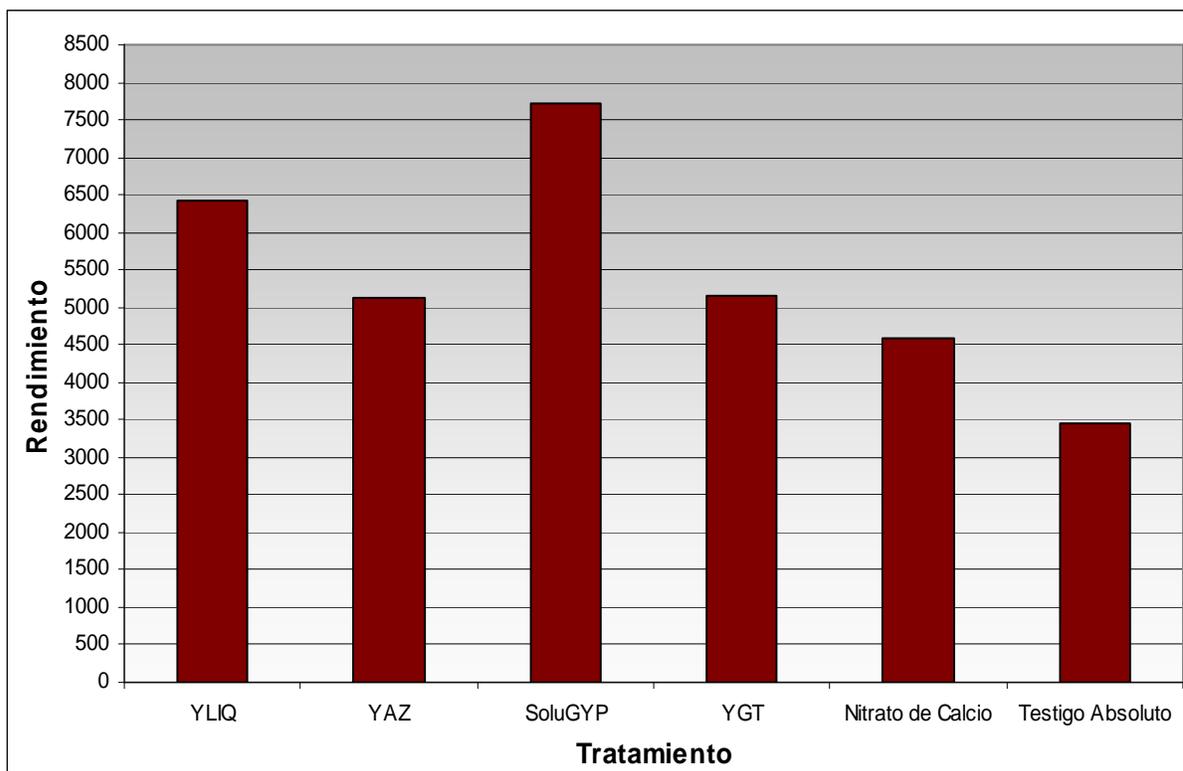


Figura 4. Rendimiento de tomate comercial en el tercer corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

4.3. Tamaño de frutos.

4. 3. 1. Diámetro polar

En el cuadro 12 y figuras 5 se muestran los resultados para esta variable. La comparación estadística de medias indica que la mezcla 3 (YGT), aparece en primer lugar con el mayor diámetro, seguida por SoluGYP, Nitrato de Ca y la mezcla 1 (YLIQ). El siguiente grupo lo forman los tratamientos 3 (YGT), 5 (Nitrato de Ca), 1 (YLIQ) y 2 (YAZ), y con el menor diámetro aparece el testigo sin calcio, estadísticamente diferente a todos los tratamientos con calcio, lo cual indica que hay un efecto positivo del calcio en esta variable.

Es importante señalar, que algunos investigadores (Lazcano, 2001., Cárdenas y col. 2003) reportan que el calcio es relativamente inmóvil dentro de la planta, de ahí que en la solución del suelo, el calcio debe estar en excesos en una cierta relación respecto a los demás nutrientes. El calcio influye sobre el balance hídrico de las plantas. Junto a otras funciones participa en la activación de enzimas del metabolismo vegetal. Para la planta, su significación no es tanto la directa participación en la formación de la sustancia vegetal, sino mucho más en la manutención del grado de hinchamiento del protoplasma.

Cuadro 12. Comparación de medias del diámetro polar en tomate comercial. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

TRATAMIENTO	Diámetro (cm)	S. E. (0.05)*
4. Mezcla 3 (YGT)	6.328	A
3. SoluGYP(yeso agrícola)	6.308	A B
5. Test. Regional (Nitrato de Ca)	6.142	A B
1. Mezcla 1 (YLIQ)	6.133	A B
2. Mezcla 2 (YAZ)	6.117	B
6. Testigo S/Ca	5.860	C

*Significancia estadística.

DMS = 0.198

4.3.2. Diámetro ecuatorial.

En el cuadro 13 y figura 6 aparecen los resultados de esta variable. La comparación de medias indica que estadísticamente iguales con el mayor diámetro del tomate se obtuvo con las tres mezclas fertilizantes evaluadas y el tratamiento con SoluGYP solo, cuyo comportamiento fue diferente con el testigo regional (nitrato de Ca), que

aparece solo en penúltimo lugar y con el testigo sin calcio que es el que presenta el menor diámetro ecuatorial.

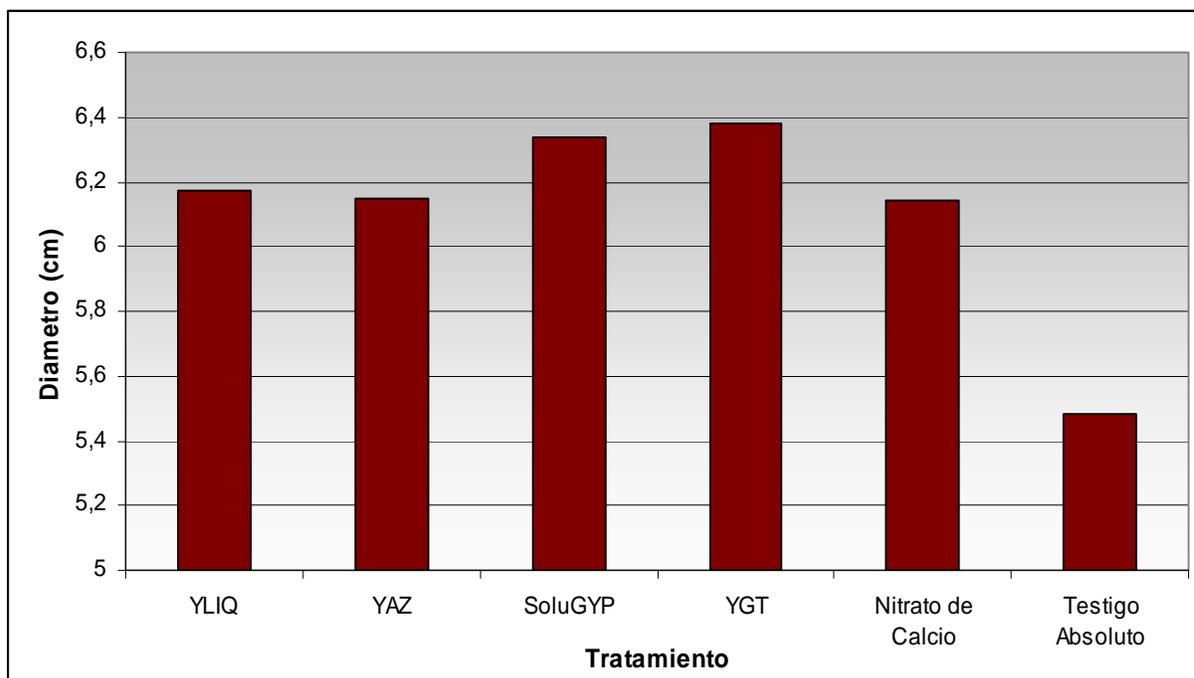


Figura 5. Diámetro polar en tomate comercial con los diferentes tratamientos evaluados. Campo experimental. ITSON- 910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

Cuadro 13. Comparación de medias del diámetro ecuatorial en tomate comercial en el 2do. Corte. Campo experimental. ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

Tratamientos	Diámetro (cm)	S. E. (0.05)*
2. Mezcla 2 (YAZ)	4.980	A
4. Mezcla 3 (YGT)	4.963	A
3. SoluGYP(yeso agrícola)	4.952	A B
1. Mezcla 1 (YLIQ)	4.925	A B
5. Test. Regional (Nitrato de Ca)	4.683	C
6. Testigo S/Ca	4.540	D

*Significancia estadística

DMS = 0.112

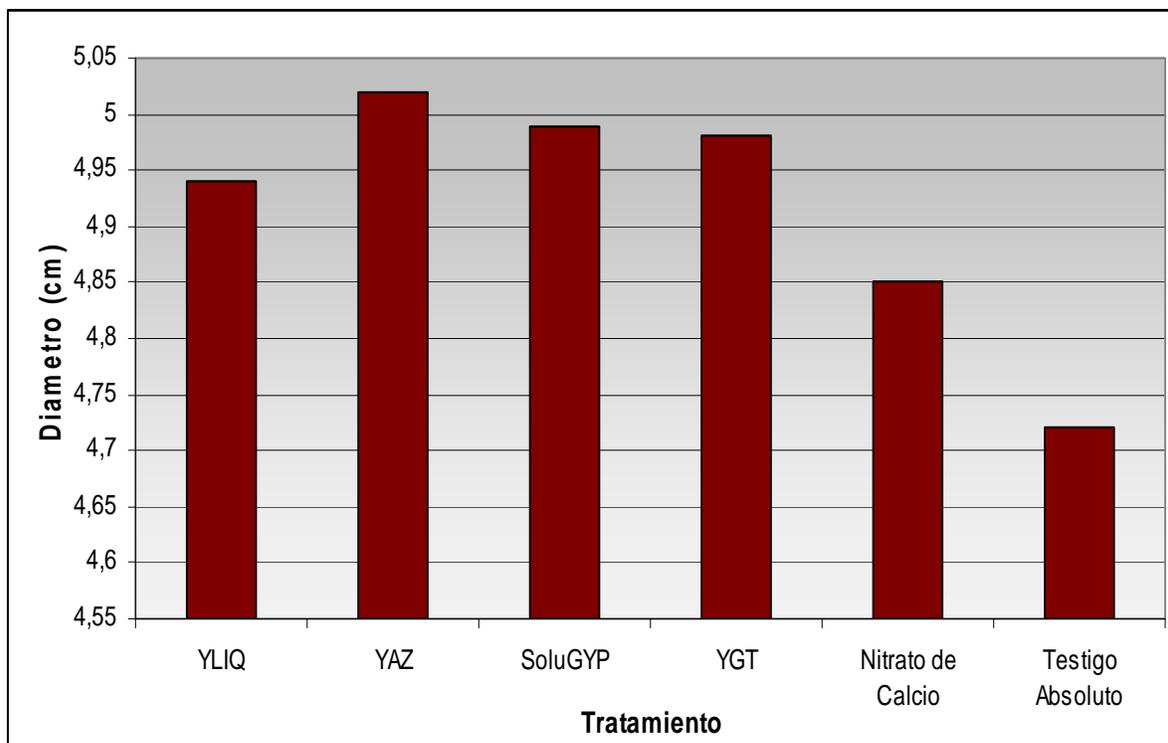


Figura 6. Diámetro ecuatorial en tomate comercial con los diferentes tratamientos evaluados. Campo experimental. ITSON- 910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

4. 4. Vida de almacenaje de frutos.

En la figura 7 se presentan los resultados del peso de tomates cada tercer día después del corte, y en la figura 8 aparece la pérdida en peso registrada a los nueve días después de cosechados. Como puede observarse, los tratamientos que registraron la menor pérdida en peso al estar almacenados fueron: 1, 2 y 5 los cuales corresponden a la mezcla 1 (YLIQ), mezcla 2 (YAZ) y testigo regional (nitrato de Ca), respectivamente, lo cual indica la influencia de estos productos fertilizantes en la vida de almacenaje de los frutos del tomate, comparado con los pesos perdidos en los tratamientos 3, 4 y 6, los cuales registran pérdidas de casi el doble que los primeros.

Los resultados arrojados por esta evaluación indican que el cultivo de tomate responde a la aplicación de calcio natural como fertilizante, ya que se determinó que todos los tratamientos evaluados, que contienen este elemento, ya sea en mezcla con los otros productos orgánicos, o sin mezclas, siempre presentaron mayor rendimiento que el testigo sin calcio. Se comprobó la hipótesis en relación a que la aplicación de calcio como fertilizante mejora la producción de los cultivos al aumentar la absorción de los nutrientes primarios como el amonio, fósforo y el potasio, estimula la fotosíntesis y regula los procesos de maduración de frutos del tomate, aumenta el tamaño de los frutos y vida de almacenamiento de éstos. Resultados que concuerdan con lo que asientan Feagley y Fenn (1999) ., Fuentes (1994) y Valdez (2001) en relación a que la aplicación de calcio soluble, puede mejorar la producción de los cultivos, ya que el calcio aumenta la absorción de amonio, potasio y fósforo, estimula la fotosíntesis y aumenta el tamaño de la partes comerciables de la planta. Este elemento es fundamental en la planta desde la germinación hasta la madurez, interviene en el crecimiento de las raíces y la absorción de los demás elementos nutritivos, participa en la actividad de las enzimas, en el transporte de carbohidratos y proteínas y proporciona una mayor consistencia a los tejidos.

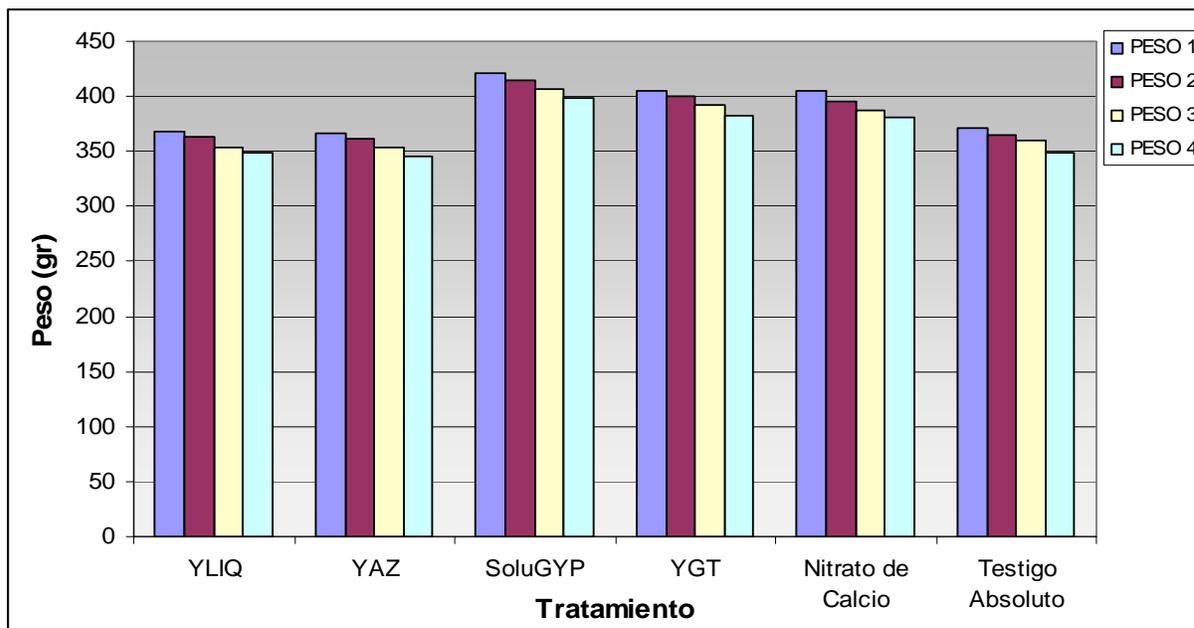


Figura 7. Peso de tomates cada tercer día después de cosechados. Campo experimental ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

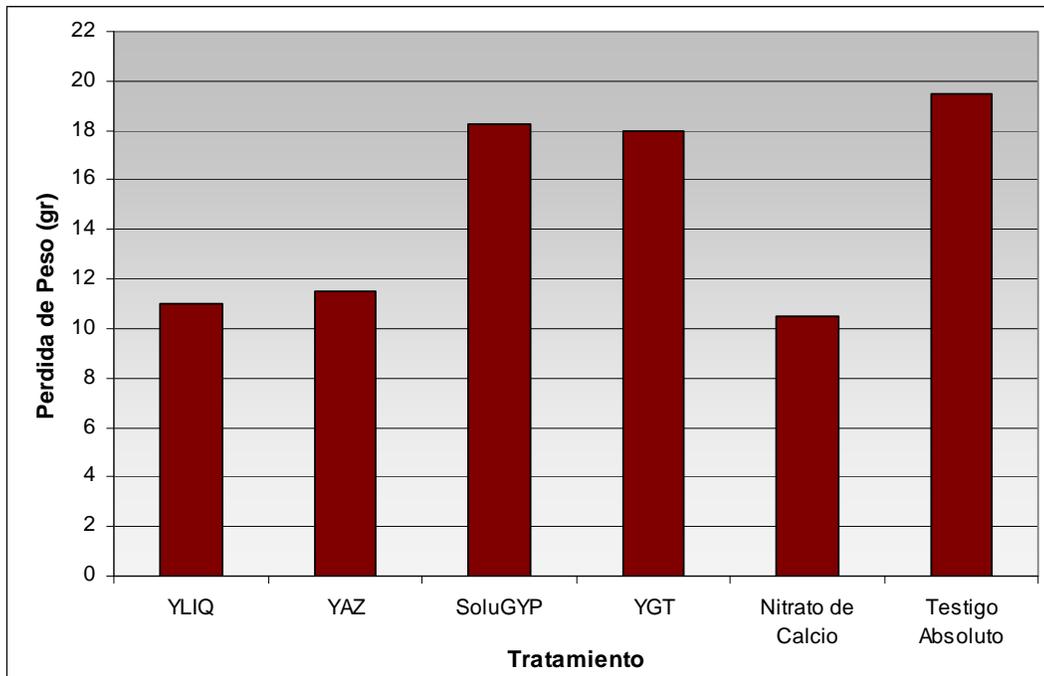


Figura 8. Peso perdido en tomate en nueve días de almacenaje. Campo experimental ITSON-910. Valle del Yaqui. Ciclo 2005-05.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

El cultivo de tomate responde a la aplicación de calcio natural como fertilizante, ya que, en la presente investigación se determinó que con los tratamientos los cuales contienen este elemento en su composición, ya sea en mezcla o sin ella, se presentó un mayor rendimiento y mejor calidad de frutos comerciales, comparados con el tratamiento sin calcio.

Se comprueba la hipótesis planteada en relación a que la aplicación de calcio mejora la producción del cultivo, debido supuestamente, a que la acción de este elemento ayuda a aumentar la absorción de los nutrientes primarios como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, lo cual estimula la fotosíntesis y regula los procesos de maduración de frutos y aumenta el tamaño y vida de almacenamiento de éstos.

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA

Cárdenas, T. F; González, V. J. y Hernández, J. M. 2003. El cultivo protegido del tomate. (EN) Técnicas de producción de cultivos protegidos, tomo 2. Caja Rural Intermediterránea, CAJAMAR. Plaza de Barcelona, Almería, España. Pp. 482 – 537.

Chávez, S. N., M. Berzuza. Y J.A. Cueto.2002. Requerimientos nutricionales y programación de la fertirrigación en hortalizas. Campo Experimental Delicias – Inifap-Cenid. Saltillo, Coahuila, México.

Feagley, S. E. y L. B. Fenn (1999). El uso del calcio soluble para estimular el crecimiento vegetal. El servicio Universitario Texas A & M. Servicio de Extensión Agrícola de Texas. <http://www.azufrar.com.ar/ferertilizacion4.htm>.

Fuentes, Y. J. 1994. El suelo y los fertilizantes. Mundi-Prensa, Madrid, España. 327 p.

Gutiérrez, C. M. A. 2000. Potasio y calcio aplicado al suelo y su influencia en la productividad y calidad en hortalizas. <http://vaaan.mx/academic/horticultura/Mem.hort02/Ponencia 02.pdf>

Imas, P. 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistema frutihortícolas. Presentado en XXII Congreso Argentino de horticultura.

www.fertilizando.com/articulos/buscadorArticulosFertilizantes.asp-43k

Inifap-Cirno-Cevy. 2001. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del Campo Experimental Valle del Yaqui. Talleres gráficos del CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. Pp- 90-94.

Jiménez, G. E. 1999. El campo experimental Valle del Yaqui: su importancia en la producción agrícola del sur de sonora. INIFAP- CIRNO – CEVY. Folleto informativo num. 1. Talleres gráficos del CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. Pp -15-18.

Lazcano, I. 2001. Deficiencia de calcio en tomate (*Lycopersicon esculentum*) [http://www.ppifar.org/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/1fedd99571a87b2105256a15005a3d39/\\$file/deficiencia+ca+en+tomate.pdf](http://www.ppifar.org/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/1fedd99571a87b2105256a15005a3d39/$file/deficiencia+ca+en+tomate.pdf).

Pérez J., G. Hurtado., V. Aparicio., Q. Argueta. y M. Malvin. 2004. Guía Técnica: Cultivo de Tomate. <http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/tomate.pdf>.

Richards, L. A. (Ed.) 1982. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Edit. Limusa, México. Pp 75-88.

Sánchez del Castillo, F. 2000. Fisiología y nutrición vegetal. Memorias del VI Congreso Internacional de sistemas de riego. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Irrigación. Chapingo México.

Tecni – Fenalce. 2000. Importancia del calcio en la nutrición de las plantas. Boletín Informativo de la Subgerencia Técnica. No. 7; Año 2.

Valadez, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. Edit. Limusa, México, D. F. Pp- 197-211.

Valdez, T. L. y M. G. Aguilar, A. 2002. Evaluación técnica de calcio natural en la producción de hortalizas en el Valle del Yaqui. Informe técnico (mimeografiado). ITSON – DIEP. Cd. Obregón, Sonora, México.

Vázquez, V. C. 1991. Evaluación de ocho mejoradores químicos aplicados en un suelo arcilloso del Valle del Yaqui, bajo condiciones de invernadero. Ciclo 1990-90. Tesis licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, Sonora, México.

VII. ANEXOS

Cuadro 14. Análisis de varianza para el rendimiento de tomate comercial

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	833601536	166720304	8.209	0.000
Bloques	5	378890240	75778048	3.731	0.012
Error	25	507748352	20309934		
Total	35	1720240128			

C.V. = 17.95 %

Cuadro 15. Análisis de varianza para tomate comercial en el primer corte.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	56718080	11343616	7.141	0.000
Bloques	5	15642880	3128576	1.970	0.018
Error	25	39711616	1588464		
Total	35	112072576			

C.V. = 22.07%

Cuadro 16. Análisis de varianza para tomate comercial en el segundo corte.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	64320000	12864000	7.738	0.000
Bloques	5	21148288	4229657	2.544	0.054
Error	25	41562752	1662510		
Total	35	127031040			

C.V. = 21.13%

Cuadro 17. Análisis de varianza para tomate comercial en el tercer corte.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	66481280	13296256	5.327	0.002
Bloques	5	26742656	5248531	2.143	0.093
Error	25	62402432	2496097		
Total	35	155626368.			

C.V. = 29.19%

Cuadro 18. Análisis de varianza para diámetro polar

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	0.854370	0.170874	6.164	0.001
Bloques	5	0.329102	0.068520	2.375	0.068
Error	25	0.692993	0.027720		
Total	35	1.876465			

C.V. = 2.71%

Cuadro 19. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	0.382629	0.076526	8.678	0.000
Bloques	5	0.160461	0.032092	3.639	0.013
Error	25	0.220459	0.008818		
Total	35	0.763550			

C.V. = 1.92%