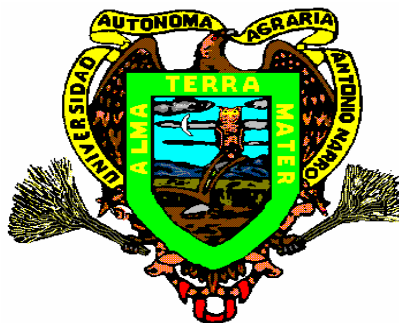


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**Efecto de Cuatro Fertilizantes Nitrogenados sobre la Calidad y
Rendimiento del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con
Acolchado Negro y Fertirrigación**

Por:

TERESO MOLINA ROCAMONTES

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio de 1999**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

*Efecto de Cuatro Fertilizantes Nitrogenados Sobre la Calidad y Rendimiento del Tomate
(Lycopersicon esculentum Mill.) con Acolchado Negro y Fertirrigación*

T E S I S

POR

TERESO MOLINA ROCAMONTES

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA

Dr. VALENTIN ROBLEDO TORRES
PRESIDENTE DEL JURADO

M.C. CESAR EFRAIN CHAVEZ ROBLES
ASESOR

M.C. Ma. Del ROSARIO QUEZADA MARTIN
ASESOR

M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO DE 1999

D E D I C A T O R I A

A DIOS:

Por darme la oportunidad de vivir, la capacidad para lograr lo que ahora soy y por estar siempre conmigo.

A MIS PADRES:

Francisco Molina de la Cruz

Olga Leticia Rocamontes Ramos

Gracias por haberme inculcado los valores que ahora poseo, por sus innumerables sacrificios para sacarme adelante, siempre alentándome para que nunca dejara de luchar en la vida, es un orgullo para mí el decirles que el sueño se ha cumplido, éste triunfo también es suyo, porque gracias a ustedes estoy aquí. Gracias por ser los mejores padres y que Dios los bendiga.

A MI HERMANA:

Karla Leticia Molina Rocamontes

Por tu apoyo, cariño y comprensión a lo largo de mi carrera y de mi vida.

A MI ABUELITA:

Sra. María Luisa Rocamontes Padilla

Por estar conmigo en las buenas y en las malas, por el amor recibido de su parte y por darme la mejor de las madres.

A G R A D E C I M I E N T O S

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, mi **ALMA MATER**, por recibirme en su seno y brindarme la oportunidad de ser un profesionalista.

Al Dr. **Valentín Robledo Torres**, por su valioso apoyo para la realización de éste trabajo.

Al M. C. **César Efraín Chávez Robles**, por brindarme su amistad, su tiempo y paciencia para la realización de ésta investigación.

A la Biol. **Ma. Del Rosario Quezada Martín**, por su apoyo y asesoría para la culminación de ésta investigación.

Al **Centro de Investigación en Química Aplicada**, por haberme permitido realizar el trabajo en sus instalaciones.

A mis tíos **Ma. Del Carmen Rocamontes y José Manuel Pérez**, por haberme facilitado su computadora para la elaboración del presente.

A mis amigos de la Narro, **Carlos, Ignacio, Arnoldo y Luis Lira**, por brindarme su sincera amistad y por los momentos alegres que pasamos durante toda la carrera.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
REVISION DE LITERATURA	3
La Nutrición Vegetal y la Fertilización	3
Formas del Nitrógeno en el Suelo y Atmósfera	5
Funciones del Nitrógeno en las Plantas	7
Características de los Fertilizantes Nitrogenados utilizados	8
Nitrato de Amonio	9
Urea	11
Sulfato de Amonio	12
Acido Nítrico	13
Efecto de los Fertilizantes en el Agua de Riego	15
Acolchado Plástico de Suelos	16
Ventajas	16
Desventajas	16
El Riego por Goteo	17
Ventajas	18
Desventajas	20
La Fertirrigación	21
Ventajas	22
Desventajas	23
MATERIALES Y METODOS	24
Características del Sitio Experimental	24
Localización Geográfica	24
Clima	24
Suelo	24
Materiales Utilizados	26
Material Vegetativo	26
Cinta de Riego	26
Plástico para Acolchado	26
Diseño Experimental	26
Manejo del Cultivo	27
Preparación del Terreno	27
Instalación del Sistema de Riego	27
Acolchado del Terreno	27
Transplante	28
Labores de Cultivo	28
Deshierbes	28
Aplicación de Agroquímicos	28
Variables Evaluadas	30
Rendimiento Total	30
Sólidos Solubles	30
Firmeza del Fruto	30
Porcentaje de Vitamina "C"	31

Calidad Nacional y Exportación	31
Cosecha	32
Programa de Fertirrigación	32
RESULTADOS Y DISCUSIONES	35
Rendimiento Total	35
Firmeza del Fruto	37
Sólidos Solubles	39
Contenido de Vitamina "C"	41
Calidad Nacional y Exportación	42
Rendimiento/corte	45
CONCLUSIONES	45
RESUMEN	46
BIBLIOGRAFÍA	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1.	Análisis del suelo utilizado para el cultivo del tomate.....	25
2.	Descripción de los tratamientos.....	26
3.	Lista de los principales agroquímicos aplicados al cultivo del tomate.....	29
4.	Características en cuanto a diámetro para determinar la calidad de los tomates evaluados.....	31
5.	Número de corte y fechas de cosecha para el cultivo del tomate.....	32
6.	Programa de fertilización diaria para el cultivo del tomate por medio de fertirrigación.....	33
7.	Análisis de costos para los fertilizantes utilizados en el cultivo del tomate.....	36
8.	Medias de Rendimiento en ton/ha en cuanto a calidad Exportación, Nacional y No Comercial en el cultivo del tomate.....	44

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAG
1. Rendimiento Total en ton/ha para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate.....	36
2. Firmeza del Fruto en kg/cm ² para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate.....	38
3. Contenido de Sólidos Solubles para los 4 diferentes tratamientos en el cultivo del tomate.....	40
4. Contenido de Vitamina "C" en % para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate.....	42
5. Rendimiento en ton/ha en cuanto a calidad Exportación, Nacional y No Comercial para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate.....	44

INTRODUCCIÓN

En México, en los últimos años, las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la superficie sembrada, además, se han desarrollado extraordinariamente, ya que en nuestro país existe una geografía diversificada, en la cual se presentan condiciones climáticas, edáficas y bióticas favorables para un buen desarrollo de éstas, también son propicias para producir buena calidad que participe dentro del mercado de exportación.

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) está considerado como la hortaliza de mayor importancia económica en México, ya que se pueden obtener grandes ingresos por medio del mercado de exportación. Por otra parte, está considerado como uno de los más importantes cultivos hortícolas por la superficie sembrada y por su alto valor nutricional.

El tomate es la hortaliza de la cual su fruto se encuentra en los mercados durante todo el año y su consumo es tanto en fresco como en procesado.

Las regiones productoras de tomate con mayor superficie sembrada se localizan en los estados de Sinaloa, Baja California,

Morelos, Michoacán, Nayarit, Sonora, Puebla, Jalisco, entre otros, produciendo en su mayoría el tomate tipo bola para mercado fresco y en menor escala, el tomate tipo saladette.

Cuando se busca obtener buenos rendimientos en el cultivo, es indispensable considerar un factor de suma importancia como es el caso de la nutrición vegetal, para esto, se puede recurrir a la aplicación de fertilizantes químicos para evitar las deficiencias de algunos nutrientes en los cultivos.

Uno de los elementos que en mayor grado actúa como limitante en el desarrollo de los cultivos es el nitrógeno, debido a deficiencias o a baja disponibilidad de dicho elemento. Es por eso que se tiene el interés de hacer estudios acerca del comportamiento de dicho elemento sobre el rendimiento y la calidad de post-cosecha del tomate.

Objetivo

Evaluar los efectos de cuatro fertilizantes nitrogenados sobre la calidad y rendimiento del tomate tipo saladette.

Hipótesis

Las plantas de tomate fertilizadas con nitrato de amonio tendrán mayores incrementos tanto en rendimiento como en calidad.

REVISION DE LITERATURA

La Nutrición Vegetal y la Fertilización

Bonner (1970) menciona que son tres los objetivos principales que se propone el estudio de la nutrición mineral de las plantas: el primero, ya considerado por los primeros investigadores, es la determinación de los elementos que las plantas necesitan para su desarrollo; el segundo consiste en estudiar los síntomas de la desnutrición provocada en la planta por la ausencia de determinados elementos, y el tercero es la determinación de las condiciones nutritivas óptimas, de la concentración óptima de cada uno de los elementos esenciales y del equilibrio óptimo que ha de existir entre los diferentes elementos.

De la Peña (1957) menciona que las plantas pueden absorber cualquiera de los 92 elementos naturales de la tabla periódica, siempre y cuando estén en la solución del suelo. Se ha comprobado experimentalmente que los siguientes doce elementos: N, P, S, B, Ca, K, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, deben estar presentes en la solución del suelo, algunos de ellos en mayor proporción que otros, para obtener un desarrollo normal y un buen rendimiento de cosechas. La falta de alguno se traduce en trastornos fisiológicos que afectan el rendimiento de cosechas.

Bidwell (1979) dice que en 1939, los fisiólogos norteamericanos D.I. Arnon y P.R. Stout propusieron los siguientes criterios de esencialidad para juzgar el estado exacto de un mineral en la nutrición de una planta:

- a) El elemento debe ser esencial para el crecimiento o reproducción normales, los que no pueden proseguir sin él.
- b) El elemento no puede ser reemplazado por otro elemento.
- c) El requerimiento debe ser directo, es decir, que no sea el resultado de algún efecto indirecto como toxicidad relevante, causada por alguna otra sustancia.

Rodríguez (1996) dice que los fertilizantes son elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo. También, dice que la concentración de un fertilizante es la cantidad del elemento nutritivo en su respectiva unidad realmente asimilable para la planta.

Nuez (1995) recomienda que se tienen que considerar los conceptos básicos de la fertilidad y de la química del suelo para poder razonar una fertilización. El papel de los coloides del suelo, las características de la disolución del suelo, los conceptos de pH y potencial redox y la dinámica de nutrientes se deben utilizar en cada paso para dar una buena recomendación de fertilización al productor. Así mismo, dice que la posible contaminación en el sistema suelo-planta con la aplicación de fertilizantes puede deberse a los metales pesados que contengan los materiales fertilizantes, o bien, a una mala dosificación. La primera causa de

contaminación citada puede eliminarse con una adecuada selección de materias primas, pero la segunda es más difícil de evitar si no se emplean adecuadamente los materiales fertilizantes. Por un lado, es necesario utilizar recursos naturales, tales como la fijación biológica de nitrógeno, aprovechamiento de residuos de cosechas, etcétera. Por otra parte, se debe hacer la dosificación de fertilizantes orgánicos y minerales, que completen los recursos naturales, basándose en un adecuado diagnóstico de suelos, plantas y aguas de riego y a la utilización de nuevas tecnologías para la aplicación fraccionada de fertilizantes.

Formas del Nitrógeno en el Suelo y Atmósfera

Rodríguez (1996) menciona que el nitrógeno se encuentra en la atmósfera con una cantidad aproximada del 80% en forma de gas. También, menciona que el nitrógeno orgánico constituye más del 85% del nitrógeno total existente en el suelo. La totalidad del nitrógeno está determinada por:

- a) Los residuos orgánicos (85%).
- b) El nitrógeno de origen atmosférico fijado por los **Rhizobium**.
- c) Aportes del agua de lluvia en forma generalmente de pequeñas porciones de amoníaco.
- d) Aportes de fertilización.

Burgueño (1995) dice que el nitrógeno amoniacal queda retenido por los coloides del suelo, si las dosis de aplicación no son altas, consecuentemente su desplazamiento no es grande, por lo que su

concentración en las proximidades del gotero suele ser elevada. A medida que aumenta la dosis, queda superada la capacidad de intercambio iónico de los coloides y, en consecuencia su desplazamiento es mayor.

En lo que respecta al nitrógeno en forma de nitrato, Burgueño (1995) nos dice que ésta forma se mueve con toda facilidad en el suelo por extraordinaria solubilidad en el agua, es decir, del bulbo. En el riego localizado se obtiene una mayor concentración de nitrato en la zona de las raíces que en los casos de riego superficial o mediante aspersión.

Rodríguez (1996) menciona que el anión nitrato (NO_3), pertenece a la parte aniónica del ácido nítrico (NO_3H), así como, a la constitución de las distintas sales:

NO_3Na (Nitrato de Sodio)

$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$ (Nitrato de Calcio)

$(\text{NO}_3)_2\text{Mg}$ (Nitrato de Magnesio)

NO_3K (Nitrato de Potasio), etcétera.

La forma de nitrato o nítrica es la más utilizada por las plantas.

El anión amónico (NH_4) es otra forma importante de absorción. Cuando el amoníaco está disuelto en agua recibe un protón (H^+), cargándose positivamente. Además, el anión NH_4 forma parte de todas las sales amoniacaes como:

NO_3NH_4 (Nitrato de Amonio)

$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ (Sulfato de Amonio)

El arroz, por ejemplo, absorbe el nitrógeno principalmente en ésta forma amoniacal.

Funciones del Nitrógeno en las Plantas

Tisdale y Nelson (1985) reportan que el nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de la planta y su suministro puede ser controlado por el hombre. Este elemento, para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto leguminosas), debe estar en forma diferente que la del nitrógeno elemental y las formas como la planta lo asimila son: ión nitrato (NO_3), ión amonio (NH_4), ión amídico y urea (NH_2). La forma más rápida que la planta lo asimila es en forma de nitrato.

Ray (1985) menciona que se requiere nitrógeno para la síntesis de la clorofila y una deficiencia de éste elemento en forma invariable se muestra como un fuerte amarillamiento o clorosis, lo cual ocurre en las hojas más viejas, ya que en condiciones de escasez de nitrógeno, éste elemento es movido de las partes más viejas a las partes en crecimiento.

La SEP (1998) dice que el nitrógeno agiliza el crecimiento y permite que las hojas en abundancia protejan los frutos de la exposición directa del sol. Esto evita quemaduras fisiológicas. El nitrógeno aumenta también el tamaño, lo que influye en el número de frutos. Un exceso de nitrógeno es

contraproducente, ya que da como resultado una deficiente floración. La mayor demanda de nitrógeno ocurre durante el período de fructificación.

También, el NPFI (1996) menciona algunas de las principales funciones del nitrógeno, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Imparte un color verde intenso a las plantas.
- Fomenta el crecimiento rápido.
- Aumenta la producción en hojas.
- Alimenta a los microorganismos del suelo durante su descomposición de los materiales orgánicos con escaso nitrógeno.

Reiners (1995) menciona que éste nutriente es el más importante para la planta del tomate. Si lo hay en exceso, la planta produce muchas hojas y pocas frutas. Si falta el nitrógeno, la cosecha será pobre. Puesto que el tomate consume altas cantidades de nitrógeno, se necesitarán aplicaciones adicionales cuando los frutos alcancen el tamaño de un chícharo.

Características de los Fertilizantes Nitrogenados utilizados

Rodríguez (1996) menciona que en la actualidad se utilizan extensivamente los siguientes fertilizantes nitrogenados sintéticos:

Nitrato sódico--- NO_3Na

Sulfato amónico--- $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$

Nitrato cálcico--- $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$

Nitrato amónico--- NO_3NH_4

Nitrato potásico--- NO_3K

Amoníaco anhidro--- NH_3

Cianamida cálcica--- CN_2Ca

Urea--- $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Nitrosulfato amónico--- $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2 + \text{NO}_3\text{NH}_4$

Fosfato monoamónico--- $\text{PO}_4\text{H}_2\text{NH}_4$

Fosfato biamónico--- $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$

Nitrato de Amonio

Rodríguez (1996) menciona las siguientes características generales del nitrato de amonio:

OBTENCIÓN: a partir del amoníaco y el ácido nítrico (obtenidos industrialmente del nitrógeno atmosférico).

CONTENIDO: el nitrógeno total oscila entre un 33.5 y un 34% del peso total.

Las formas del nitrógeno son nítrica y amoniacal.

CARACTERÍSTICAS: es una sal soluble en agua, superando ampliamente a los demás nitrogenados; comparando la solubilidad de distintos fertilizantes en gramos de fertilizante/litros de agua, a una temperatura de 20°C se tiene:

Sulfato de amonio	754 g/l
Nitrato de sodio	876 g/l
Urea	1,033 g/l
Nitrato de amonio	1,874 g/l

Se observa que la solubilidad de éste fertilizante es altísima, siendo por lo tanto fuertemente higroscópico. En estado puro posee características altamente oxidantes, utilizándose en la fabricación de explosivos. Presenta una reacción de tipo acidificante, siendo su índice aproximadamente 60.

La sal posee un anión (NO_3) y un catión (NH_4), indicando su gran ventaja frente a los demás abonos. El ión nitrato es de rápida asimilación y el amonio más lento; ambos suministran a la planta el nitrógeno necesario de una forma dosificada y continua.

Sánchez y Escalante (1988) mencionan que el nitrato de amonio contiene iones tanto de nitrato como de amonio, pero, como la proporción de éste último es elevada, no se recomienda su uso como fuente exclusiva de nitrógeno, así como, el sulfato de amonio contribuye a acidificar la solución del suelo y proporciona azufre necesario.

El CIQA (1997) menciona algunas ventajas del nitrato de amonio 33.5%:

- Muy soluble.
- Eleva poco la CE a las concentraciones adecuadas.
- No presenta elementos tóxicos.
- Baja el pH del agua de riego, facilitando la limpieza.

Urea

En lo que respecta a la urea, Rodríguez (1996) habla de sus características generales:

OBTENCIÓN: la urea o carbamida es un compuesto nitrogenado de origen animal. Actualmente también se le obtiene de la síntesis química, básicamente haciendo reaccionar el amoníaco con el bióxido de carbono o anhídrido carbónico. En el proceso de industrialización se produce un porcentaje de “biuret”, que es un compuesto nitrogenado con características tóxicas para los vegetales. La urea, además, se emplea en la industria plástica y en la alimentación de rumiantes.

CONTENIDO: la urea es el fertilizante sólido de mayor concentración de nitrógeno total, alcanzando un 45 a 46% del peso del fertilizante.

CARACTERÍSTICAS: es un sólido muy higroscópico y soluble en agua, se le utiliza en fertilizaciones foliares. Una vez incorporado al suelo se transforma en carbonato amónico, induciendo a una cierta alcalinidad; luego las bacterias lo nitrifican, pasando al estado de nitrato y produciendo una reacción ácida, llegando a un índice de acidez de 80.

Bundy (1993) menciona que el problema de la urea no está en el cambio del pH del agua, sino que el problema es, más bien, económico, ya que el nitrógeno se pierde una vez aplicado al suelo, debido a la hidrólisis y la subsecuente volatilización del amoníaco.

García (1982) dice que la urea no es absorbida por los vegetales como molécula, ocurriéndole que disuelta en la solución del suelo no se ioniza, conservando su estado molecular sin que sea absorbida en ésta forma. Sin embargo, mediante una hidrólisis (absorción de agua), la urea se convierte en el suelo en carbonato amónico, éste carbonato disuelto en la solución del suelo, se ioniza, formándose un catión amonio (NH_4^+) que es absorbido por las raíces.

La hidrólisis de la urea ocurre siempre y cuando el suelo presente una temperatura mayor a 17°C .

También, García (1982) afirma que una de las ventajas de éste fertilizante nitrogenado es que puede aplicarse a los cultivos cuando existan en el suelo más de 17°C , sin ser necesaria una labor de incorporado, por penetrar a profundidad con la lluvia o el rocío.

Sulfato de amonio

García (1982) dice que es de los tres abonos sólidos estudiados el de menor concentración, solo contiene el 21% de nitrógeno y es el menos soluble. Para su obtención industrial hay varios procedimientos de fabricación, pero que se pueden reducir a dos, el de "síntesis" y el llamado de "recuperación". Por el primer método se obtiene una sal cristalina y blanca totalmente soluble. Con el segundo obtenemos un producto

ligeramente coloreado, un poco oscuro, presentando, además, algunos residuos, que pueden eliminarse con tratamiento adecuado.

Además, García (1982) menciona que es un abono acidificante, baja el pH a todo tipo de concentración, con lo que se evitan obstrucciones a los goteros. Sin embargo, no es recomendable su utilización con aguas algo salinas, ya que una dosis de tan solo 1 g/l eleva la CE más de 1 mmho/cm. El sulfato amónico se nos disocia en la solución del suelo en sulfatos (SO_4) y amonio (NH_4). En tierras con carencias de azufre es adecuado, pero donde se utilizan aguas algo salinas, éstas ya suelen llevar bastante sulfato, por lo que si utilizáramos éste abono, agravaríamos éste problema. En resumen, sus propiedades son:

- Es acidificante y, por tanto, no produce precipitaciones.
- Es interesante en tierras con carencias de azufre.
- Presenta una baja concentración de nitrógeno y no es muy soluble.
- Saliniza el agua, y en ciertas tierras puede agravar la toxicidad por sulfatos.

Acido Nítrico

Sánchez (1988) menciona que el ácido nítrico es usado en fertirrigación como desincrustante de los precipitados de calcio en las instalaciones de riego por goteo, o como preventivo para evitar tales precipitados.

Es un líquido incoloro, fuertemente agresivo y que debe almacenarse exclusivamente en tanques de acero inoxidable. Suele comercializarse para pequeñas partidas en envases de polietileno, que es el envase normalmente utilizado en el campo. Para su manipulación deben seguirse las precauciones propias de éste tipo de producto y que se recogen en las normas oficiales (guantes de goma, gafas, etc.).

Como tratamiento preventivo para evitar el riesgo de precipitaciones calcáreas se utiliza, en casos de aguas muy duras, en todos los riegos para fertirrigar con abonos no ácidos a dosis que oscilan entre los 75 y 300 cc/m³ de agua, con objeto de situar el pH del agua en un valor próximo a 6.5. Como limpieza de tuberías, suele aplicarse semanal o mensualmente en función del contenido de bicarbonato y calcio del agua, a dosis comprendidas entre 0.5 y 1%, requiriéndose para que la acción limpiante sea eficaz, a tal grado que el agua que sale del gotero tenga un pH entre 2 y 3.

En todos los casos y especialmente en el caso de tratamientos continuados con ácido nítrico, debemos tener en cuenta la cantidad de nitrógeno que aportamos, para evitar posibles desequilibrios nutritivos.

También se utiliza el ácido nítrico como corrector del pH de la solución madre, ésta se prepara en finca, variando la dosis en función del volumen de solución y el pH a que se desea llegar.

Efecto de los Fertilizantes en el Agua de Riego

Cuando la gota cae al suelo y forma el bulbo, lleva incorporados los elementos nutrientes procedentes de los abonos. Al disolverse pues, los fertilizantes en el agua, las características químicas de ésta se ven alteradas. Estas alteraciones influyen en dos aspectos principalmente:

- 1) Modifican la Conductividad Eléctrica (CE)**, ya que la adición de las distintas sales fertilizantes aumentan el contenido salino de agua, y por lo tanto, modifican la CE. Es decir, que los abonos a las concentraciones que los incorporamos en la gota, salinizan el agua, empeorando su calidad desde el punto de vista del efecto osmótico, pudiendo repercutir incluso negativamente en el cultivo. Lo ideal es que los abonos no aumenten más allá de 1 mmho/cm la CE del agua de riego, y es por ello que se recomienda fraccionar lo más posible la fertilización, llegando a ser diaria si fuera preciso. De ésta forma, la CE del agua, más la del abono debería de estar entre 2 y 3 mmho/cm.
- 2) Modificación del pH**, ya que al ser los abonos sales altamente dissociables, es claro que ello influye en las propiedades químicas y en particular el pH, con las consecuencias que ello presenta. Así, si aumentamos el pH tendremos riesgos de precipitaciones de calcio, ya que a pH alcalino, menor poder de solubilidad presenta éste catión. Por el contrario, si el abono que introducimos baja el pH, no solo nos evitará obstrucciones, sino que, además, puede limpiarnos la instalación.

Acolchado Plástico de Suelos

Vuelvas (1995) menciona las siguientes **ventajas** de utilizar éste sistema:

- Reduce la evaporación del agua del suelo.
 - Aumento en la temperatura del suelo.
 - Control de malas hierbas o malezas.
 - Mejoramiento de la estructura del suelo.
 - Conservación de la fertilidad del suelo.
 - Mayor calidad de los frutos.
 - Adelanto de cosecha.
-
- Herramienta de investigación. Se puede utilizar el acolchado para estudiar el efecto de diferentes factores ambientales sobre la aireación del suelo, su contenido de humedad y fertilidad y las respectivas correlaciones.

Así como, también, nos menciona algunas de sus **desventajas**:

- Cuando ésta operación se hace en forma manual es bastante laboriosa y requiere abundante mano de obra.
- Costo del material de plástico utilizado para el acolchado, lo que condiciona que sólo pueda efectuarse en aquellos cultivos que sean altamente remunerativos.
- Necesidad de conocimientos técnicos para aplicación de ésta práctica, ya que si no se maneja adecuadamente se pueden originar problemas

serios, como exceso de humedad que se traduce en enfermedades y aumento en la población de insectos, así como, propiciar la salinización del suelo.

El Riego por Goteo

La SEP (1996) menciona que la aplicación de agua a los cultivos a través de pequeños orificios se conoce como riego por goteo. Estos orificios pequeños deben estar calculados para una emisión de agua entre 1 y 8 lt/seg/ha. En el riego por goteo, el agua humedece el área cercana a la planta o árboles. El agua que se utiliza en éste sistema de riego debe estar libre de impurezas, tales como sales químicas y bicarbonatos, porque éstos pueden bloquear el flujo. Menciona también, que el sistema de riego por goteo se puede aplicar en terrenos con pendientes, ya que en ésta forma, el agua gotea directamente al pie de la planta. Este sistema de riego es adecuado para suelos con textura media ligeramente estratificados. En suelos con textura gruesa y con grava, el agua puede penetrar hasta un metro de profundidad. Si el suelo es de arcilla pesada con bajo índice de absorción, el agua puede formar charcos y dañar las raíces. Este sistema de riego no se aconseja para suelos ligeros.

Rojas y Briones (1994) definen al riego por goteo como la aplicación artificial de agua y nutrientes al suelo en forma lenta pero frecuente y en pequeñas cantidades dirigidas directamente a la zona radicular de las plantas a donde llega a través de emisores o goteros de 2 a 10 lph con flujo

gradual y uniforme. De ésta forma, la planta dispone continuamente de nutrientes y humedad suficiente para que la asimilación se realice con el mínimo consumo de energía. Al utilizar la planta agua y abonos en la zona de influencia de las raíces se incrementa la rentabilidad del cultivo, reduciendo, así mismo las cantidades de fertilizantes y de agua necesarias.

Burgueño (1997) menciona que en campos de producción de Holanda, Francia, España e Israel, así como, también en el Valle de Culiacán, los horticultores registran actualmente los mayores rendimientos de la producción de tomates, pimientos y melones utilizando combinaciones de acolchados que están siempre establecidos con riego por goteo.

García y Briones (1986) citan que en un sistema de riego por goteo, el agua puede ser suministrada al cultivo, en base a una baja tensión y una alta frecuencia, con lo que crea un medio ambiente óptimo de humedad en el suelo debido a la alta frecuencia de los riegos; investigaciones realizadas indican que la eficiencia en el uso del agua puede ser aumentada en un 50% o más, usando riego por goteo en lugar de riego por superficie.

Ventajas

Israelsen y Hansen (1979) mencionan algunas ventajas del sistema de riego por goteo:

- Uso eficiente del agua, debido a la aplicación de una cantidad suficiente de agua y la humedad parcial de la superficie del suelo provoca una evaporación mínima, se evita un derrame de agua, se determina

correctamente la necesidad diaria de agua de acuerdo a los requerimientos de las plantas, la humedad llega a la zona donde se desarrollan las raíces y se encuentra disponible.

- Bajo consumo de energía, debido a la baja presión que se utiliza no se hace necesario la utilización de maquinaria costosa.
- Es posible automatizar el sistema para su autofuncionamiento.
- Se tiene un mejor control de plagas y enfermedades.
- Existe una mejor respuesta de la planta al tener el agua disponible en el lugar exacto.
- Mantiene la salinidad del suelo dentro de los niveles aceptables.
- Se puede aplicar el fertilizante a través del sistema de riego.
- Trae beneficios económicos muy significativos.
- Distribuye uniformemente la cantidad de agua por todo el terreno deseado.

Singh (1992), citado por Quevedo, dice que respecto al avance del riego por goteo para producción de cosechas en áreas donde el agua es escasa y basándose en estudios que él ha realizado, concluye que con éste tipo de riego por goteo existe:

- Un incremento en el rendimiento y eficiencia en el uso de agua en cultivos de calabaza y sandía.
- Una economía en el agua y posibilidades en el uso de aguas salinas para tomates y papas.
- Economía en fertilizante en tomate.

- Minimización en costos de instalación de éste sistema, el cual puede ser tan versátil como el arreglo de la plantación de la especie que lo requiera.

Desventajas

El CIQA (1997) menciona que éste método, como cualquier otro, presenta problemas que en algunas ocasiones hace imposible su establecimiento, tales como:

- Alto costo de inversión inicial.
- El material utilizado en tuberías, goteros, debe ser resistente a altas presiones, así como, a factores ambientales.
- Las sustancias químicas y fertilizantes que se apliquen deben ser solubles y no reaccionar con el material de la tubería.
- No se utiliza en cultivos sembrados al voleo.
- Dificulta el uso de maquinaria por sus líneas.
- Se tienen taponamientos frecuentes con los goteros.
- Se requiere de personal capacitado para manejar el sistema.

Por otra parte, García y Briones (1986) mencionan las siguientes desventajas de éste sistema de riego:

- Sensibilidad a taparse. Las pequeñas aberturas de los emisores o goteros los hacen sensibles a taparse.
- Problemas con la distribución de la humedad. Existe la evidencia de que no todos los cultivos responden bien a solo una localización de región de humedad.

- Suelo seco y formación de polvo durante las operaciones mecánicas, esto se debe a que solo una parte del total de campo del cultivo recibe agua durante el riego y la otra parte permanece seca, creando los problemas antes mencionados.

La Fertirrigación

Medina (1979) dice que la aplicación de fertilizantes a través del riego por goteo es más eficaz que con cualquier otro sistema. Las prácticas clásicas de abonado determinaban una eficiencia de aplicación entre el 20 y 30%, dado que su distribución no era en absoluto uniforme, y se aplicaba sobre todo el terreno, con el riego por goteo, el abono se disuelve en el agua, con lo que su aplicación en la planta es uniforme y, además, solo una parte del terreno es fertilizada, por lo que las cantidades a usar son menores. Se estima que las cantidades de abono que se emplean en el riego por goteo suponen entre un tercio y la mitad de los que se emplean en los métodos tradicionales.

Cadahía (1991) menciona que el sistema de fertirrigación es, hoy por hoy, el método más racional de que disponemos para realizar una fertilización optimizada. Por lo tanto, la proyección económica de la nueva tecnología de fertirrigación es enorme. Se trata de un método de fertilización muy distinto al tradicional.

Rodríguez (1996) menciona que la fertilización a través del agua de riego es un método que se caracteriza por su practicidad y su economía. Los fertilizantes sólidos y líquidos deben ser lo suficientemente solubles. La forma de aplicación es con el riego por aspersión o mediante el riego por goteo. En éste último, los suministros de micronutrientes son más efectivos que en el otro sistema porque las cantidades necesarias a aplicar de éstos elementos son, generalmente, muy bajas y es difícil calcularlas con grandes caudales de agua y en forma fragmentaria, de allí la importancia del riego por goteo con el cual se disminuyen las dosis, llegándose a emplear hasta un 20% de los quelatos que se utilizarían con el sistema por aspersión, además, de lograrse una distribución más homogénea de la cantidad estipulada.

Ventajas

Arellano (1996) dice que la aplicación de nutrientes mediante el sistema de riego por goteo tendrá los siguientes efectos:

- Ahorro de los fertilizantes al hacer las aplicaciones dirigidas y fraccionadas de acuerdo a las necesidades del cultivo.
- Aumento de rendimiento al incrementar las eficiencias en el uso del agua y los fertilizantes.

Por otra parte, el CIQA (1997) menciona algunas de las ventajas de la fertirrigación:

- Ahorro de agua.
- Concentración de raíces en el bulbo húmedo.

- Aplicación dirigida de fertilizantes.
- Fraccionamiento de los fertilizantes y por ende, mayor producción y eficiencia en el uso del fertilizante.

Desventajas

El CIQA (1997) menciona también las desventajas que se tienen con éste método:

- Mayor inversión inicial por unidad de superficie que con otros sistemas de riego.
- Requisitos administrativos mayores, ya que el retraso en las decisiones de operación pueden causar daños irreversibles al cultivo.
- El daño de roedores, insectos y humanos a tubos de goteo causan fugas y reparaciones.
- Las pequeñas aberturas del goteo se pueden taponar y requieren filtración cuidadosa del agua y mantenimiento adecuado del equipo.

MATERIALES Y METODOS

Características del Sitio Experimental

Localización Geográfica

El presente trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano del año de 1998 en la ciudad de Saltillo, Coahuila, México; en las instalaciones del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), ubicado al noreste de la ciudad, a 25°27' latitud norte y 101°02' longitud oeste, con una altitud de 1610 msnm.

Clima

El clima de Saltillo se define como seco estepario. La temperatura y precipitación anual media son de 18°C y 345 mm, respectivamente, siendo los meses más lluviosos de junio a septiembre. La evaporación promedio mensual es de 178 mm, registrándose más intensa en los meses de mayo y junio con 234 y 236 mm, respectivamente. (Köppen, 1984).

Suelo

Se realizó un análisis de suelo al principio del cultivo y se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 1.- Análisis de suelo utilizado para el cultivo del tomate, CIQA 1998.

Parámetro Analizado	Unidades	Contenido
pH (saturación)		7.25
Materia Orgánica	%	2.64
Nitrógeno Total	%	.132
Potasio	Kg/ha	> de 900
Fósforo	Kg/ha	58.05
Carbonatos Totales	%	35.79
Arcilla	%	54.0
Limo	%	27.6
Arena	%	18.4
Textura		Arcilla
C.E.	Ds/m	4.94
Na ⁺	Meq/lit	3.6
K ⁺	Meq/lit	--
Ca ⁺	Meq/lit	6.0
Mg ⁺⁺	Meq/lit	37.8
Cl	Meq/lit	18.2
SO ⁼	Meq/lit	35.7
CO ₃	Meq/lit	1.25
HCO ₃	Meq/lit	10.0

Materiales Utilizados

Material Vegetativo

Semilla de Tomate saladette cv "HM 2867".

Cinta de Riego

Se utilizó una cinta marca T-tape de polietileno de 6 milésimas de espesor con goteros localizados cada 20 cm, arrojando un gasto de 250 lph/100 m lineales y con una presión de operación aproximada de 8 psi.

Plástico para Acolchado

Se utilizó una película de polietileno color negro opaco calibre 125 y con un ancho de 1.2 m.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue de Bloques al Azar, con 4 repeticiones y 4 tratamientos por repetición, quedando los tratamientos de la siguiente manera:

CUADRO 2.- Descripción de los tratamientos

	Fuente de "N"	Fuente de "P"	Fuente de "K"
Tratamiento 1	Nitrato de amonio	Acido fosfórico	Nitrato de potasio
Tratamiento 2	Sulfato de amonio	Acido fosfórico	Nitrato de potasio
Tratamiento 3	Urea	Acido fosfórico	Nitrato de potasio
Tratamiento 4	Acido nítrico	Acido fosfórico	Nitrato de potasio

El área de cada repetición tenía una superficie de 228 m^2 , por lo tanto, el área total experimental fue de 912 m^2 .

Manejo del cultivo

Preparación del Terreno

La preparación del terreno consistió en un barbecho profundo, seguido de un rastreo cruzado, esto con la finalidad de obtener un mejor mullido y una mejor aireación del suelo para que el sistema radicular de la planta penetre más fácilmente.

Instalación del Sistema de Riego

Consistió en colocar la cinta de riego sobre la superficie de cada cama (no en el centro) para abastecer de agua suficiente a las raíces, una vez instaladas, se conectaron a un poliducto de plástico de 1 pulgada de diámetro, y ésta, a su vez, conectada a la manguera principal proveniente de la bomba de agua, que es donde se depositó el fertilizante.

Acolchado del Terreno

Se colocó el plástico sobre el lomo de las camas, cubriendo con tierra ambos lados del plástico para evitar que se levantase con el aire. Posteriormente se perforó el plástico con un tubo caliente cada 30 cm.

Transplante

Actividad realizada el día 27 de abril de 1998, colocando una plántula por cavidad.

Se manejó una densidad de población de 22,219 plantas/ha, es decir, un marco de plantación de 0.3 m de distancia entre plantas y 1.5 m de distancia entre camas.

Labores de Cultivo

Deshierbes

Se realizaron manualmente cuando la hierba mala salió en el orificio del plástico y con el azadón cuando la hierba salió sobre la calle del terreno, entiéndase por calle, el espacio no aprovechable que hay entre cama y cama.

Aplicación de Agroquímicos

Se realizaron con una mochila aspersora de una capacidad aproximada de 16-18 lt conforme se fueron presentando los problemas. A continuación se muestra un cuadro con los principales productos utilizados durante todo el ciclo del cultivo:

CUADRO 3.- Lista de los principales agroquímicos aplicados al cultivo del tomate, CIQA 1998.

FECHA	CLASIFICACION	N. COMERCIAL	ING. ACTIVO
5 mayo 98	Fungicida	Ridomil 2E	Clorotalonil
11 mayo 98	Fungicida	Tecto 60	Tiabendazol
	Fertilizante	Nitrocel 45	Nitrógeno
	Insecticida	Tamaron	Metamidofos
	Fitorregulador	ProGibb	Giberelinas
12 mayo 98	Fungicida	Lucaptan	Captan
	Enraizador	Raizal 400	9-45-11 de NPK
9 junio 98	Fungicida	Daconil	Clorotalonil
	Fungicida	Cobre	Cobre
	Bioestimulante	Maxi Grow	Hormonas
17 junio 98	Insecticida	Aflix	Dimetoato
	Fungicida	Mancozeb	Mancozeb
	Adherente	Inex-A	Glicol
18 junio 98	Fertilizante	Nitrato de calcio	Nitrato de calcio
	Fitorregulador	ProGibb	Giberelinas
25 julio 98	Fungicida	Mancozeb	Mancozeb
	Fungicida	Daconil	Clorotalonil
	Bioestimulante	Maxi Grow	Hormonas
	Acaricida	Agrimec 1.8% CE	Abamectina
8 agosto 98	Fungicida	Zineb	Zineb

Variables Evaluadas

Rendimiento Total

Se registró el peso del total de los tomates cosechados por tratamiento y luego se transformó dicho peso a toneladas/ha.

Sólidos Solubles (Grados Brix)

Este parámetro se efectuó con ayuda de un refractómetro, extrayendo el jugo de 8 tomates por tratamiento al momento de la cosecha y luego se conjuntaron los resultados para así obtener un promedio de grados brix por tratamiento.

Firmeza del Fruto (Kg/cm^2)

Se realizó utilizando un penetrómetro que fue introducido por la parte apical de cada tomate y así se obtuvieron las lecturas correspondientes. Cabe mencionar que hubo la necesidad de hacer conversión de resultados a Kg/cm^2 , ya que el penetrómetro presenta unidades de Lb/pulg^2 .

Porcentaje de Vitamina “C”

Se efectuó en el laboratorio de Biotecnología del Dpto. de Horticultura de la UAAAN, mediante el método del “Acido Ascórbico”.

Calidad Nacional y Exportación

Para la calidad de exportación se tomaron en cuenta los tomates de 1^a y para mercado nacional la calidad 2^a y 3^a, la rezaga se clasificó no comercial.

CUADRO 4.- Características en cuanto a diámetro para determinar la calidad de los tomates evaluados, CIQA 1998.

Calidad	Tamaño (Diámetro Polar)
1 ^a	8.0 cm en adelante
2 ^a	6.0-7.8 cm
3 ^a	5.0-5.9 cm
Rezaga (No Comercial)	Menos de 5.0 cm

Cosecha

En total se realizaron 9 cortes, los cuales quedaron distribuidos como lo muestra el siguiente cuadro:

CUADRO 5.- Número de corte y fechas de cosecha para el cultivo del tomate, CIQA 1998.

No. De Corte	Fecha
1	10 julio 98
2	16 julio 98
3	22 julio 98
4	29 julio 98
5	5 agosto 98
6	11 agosto 98
7	21 agosto 98
8	28 agosto 98
9	4 septiembre 9

Programa de Fertirrigación

Durante el ciclo del cultivo del tomate, las fertilizaciones se hicieron de acuerdo a un programa establecido que consistió de raciones diarias de fertilizante, en el cuadro siguiente se muestra dicho programa:

CUADRO 6.- Programa de fertilización diaria para el cultivo del tomate por medio de fertirrigación, dosis aplicadas en kg o lt/ha CIQA 1998.

Tratamiento 1 (Nitrato de Amonio)

DÍAS	NO₃NH₄ (Kg/ha)	H₃PO₄ (lt/ha)	KNO₃ (Kg/ha)
Transp-21	1.5	0.65	7.4
22-45	3.6	0.65	9.8
46-70	7.74	0.63	8.8
71-110	7.8	0.8	19.4
111-final	7.4	0.44	6.2

Tratamiento 2 (Sulfato de Amonio)

DÍAS	SO₄(NH₄)₂ (Kg/ha)	H₃PO₄ (Lt/ha)	KNO₃ (Kg/ha)
Transp-21	2.4	0.65	7.4
22-45	5.9	0.65	9.8
46-70	8.6	0.63	8.8
71-110	13.8	0.8	19.4
111-final	13.2	0.44	6.2

Tratamiento 3 (Urea)

DÍAS	UREA (Kg/ha)	H ₃ PO ₄ (Lt/ha)	KNO ₃ (Kg/ha)
Transp-21	1.1	0.65	7.4
22-45	2.6	0.65	9.8
46-70	3.8	0.63	8.8
71-110	6.2	0.8	19.4
111-final	5.9	0.44	6.2

Tratamiento 4 (Acido Nítrico)

DÍAS	HNO ₃ (Lt/ha)	H ₃ PO ₄ (Lt/ha)	KNO ₃ (Kg/ha)
Transp-21	0.2	0.65	7.4
22-45	0.5	0.65	9.8
46-70	0.75	0.63	8.8
71-110	1.2	0.8	19.4
111-final	1.2	0.44	6.2

Dosis Finales Recomendadas para cada Tratamiento

Tratamiento 1: **433.87—66.9—637.1**

Tratamiento 2: **424.72—66.9—637.1**

Tratamiento 3: **426.72—66.9—637.1**

Tratamiento 4: **242.72—66.9—637.1**

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento Total

Esta variable fue evaluada después de sumar el peso de todos los cortes; el ANVA realizado muestra que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, esto quiere decir que el rendimiento total del tomate no se vio afectado por la aplicación de diferentes fuentes de nitrógeno.

Es importante mencionar que a pesar de que no hubo diferencia significativa, el tratamiento que mejor funcionó fue el tratamiento 3 (Acido Nítrico), obteniéndose una media de 69.89 ton/ha, superando el rendimiento del tratamiento 1 (Nitrato de Amonio), que fue el que más se acercó, con una media de 65.92 ton/ha, tal y como se observa en la figura 1.

Por otra parte, se puede discutir que el Acido Nítrico nos proporcionó mejores rendimientos debido a que la acidez de éste producto nos neutralizó mejor el pH del suelo e hizo posible la mejor asimilación y/o absorción de nutrientes, no sólo del Nitrógeno, sino también de algunos otros como el Fósforo y el Potasio que resultan ser los mejores complementos de un programa nutricional a base de Nitrógeno.

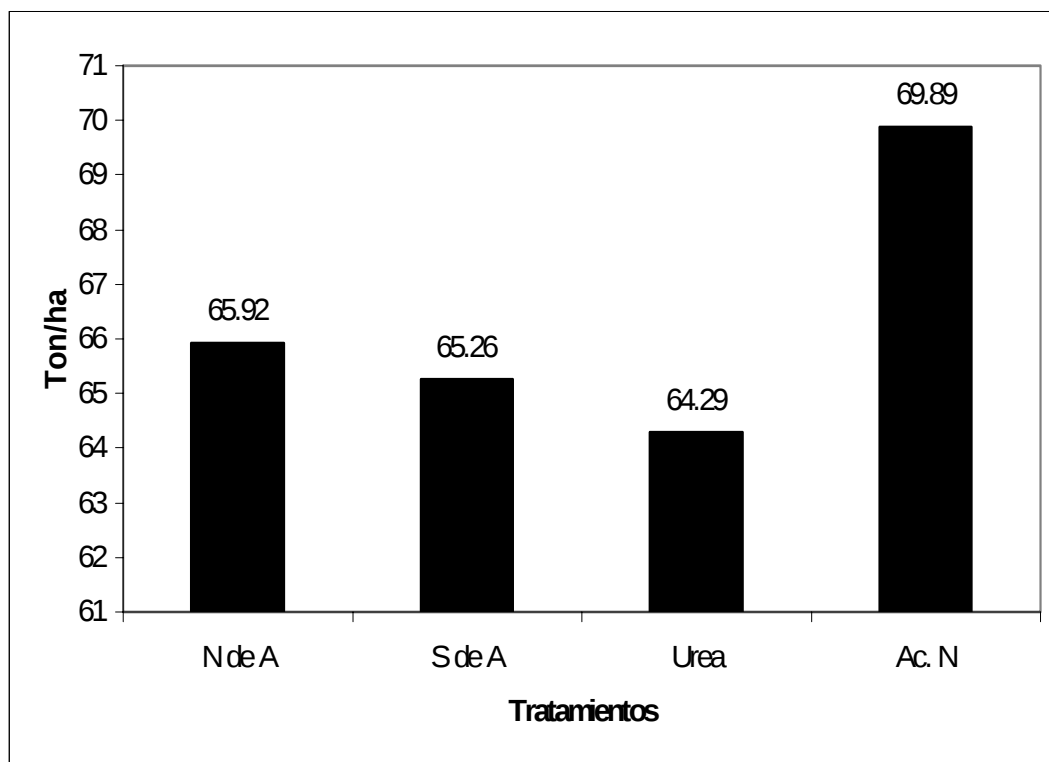


Fig 1.- Rendimiento Total en ton/ha para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate, CIQA 1998.

Debido a que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, se realizó un análisis de costos de los fertilizantes utilizados, esto con la finalidad de saber cual de dichos fertilizantes resulta ser el más económico, los resultados son los siguientes:

CUADRO 7.- Análisis de costos para los fertilizantes utilizados en el cultivo del tomate, CIQA 1998.

FERTILIZANTE	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO	COSTO TOTAL
Nitrato de Amonio	690 kg	\$ 2.25/kg	\$ 1,552.5
Sulfato de Amonio	1,083 kg	\$ 1.2/kg	\$ 1,300.0
Urea	487 kg	\$ 1.9/kg	\$ 925.3
Acido Nítrico	96.5 lt	\$ 5.00/kg	\$ 482.5

De acuerdo al cuadro anterior (Cuadro 7), podemos observar que el fertilizante más económico resultó ser el Acido Nítrico, con un costo total de \$482.5/ha, observando también, que cada lt de Acido Nítrico que nosotros utilizamos, nos produjo aproximadamente 720 kg/ha de tomate.

Firmeza del Fruto

Dicho parámetro se evaluó a partir del corte 6 y hasta el corte 9, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el ANVA se dice que no hubo diferencia significativa entre tratamientos para éste parámetro, lo cual nos indica que la firmeza del fruto no es afectada por la fuente de nitrógeno que utilicemos, siempre y cuando se le suministre a la planta la cantidad necesaria de nitrógeno para su desarrollo.

Aunque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, se observa que con el tratamiento 3 (Urea) se obtuvo la mejor firmeza del fruto, con un resultado de 4.2 kg/cm², superando a los tratamientos 1 y 2 (Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio, respectivamente) por tan sólo 0.3 kg/cm² y al tratamiento 4 (Acido Nítrico) por tan solo 0.1 kg/cm²; para ver mejor dichas diferencias entre tratamientos, podemos basarnos en la figura 2.

De acuerdo a los rangos numéricos aceptables para firmeza del fruto, se puede decir que los resultados obtenidos son normales para mostrar una buena firmeza del fruto, esto sucede, gracias a que las cantidades de nitrógeno suministradas a la planta fueron suficientes para no alterar el

funcionamiento de otros elementos que intervienen en la firmeza del fruto del tomate, tales como el calcio y el potasio, ya que cuando se presenta un exceso de nitrógeno en las plantas, normalmente las cantidades de calcio tienden a disminuir y es cuando se empiezan a presentar problemas de muerte apical en los tomates, seguidos por una invasión y/o infección de plagas y enfermedades, gracias a que la cutícula está muy débil y es de fácil acceso para dichos organismos.

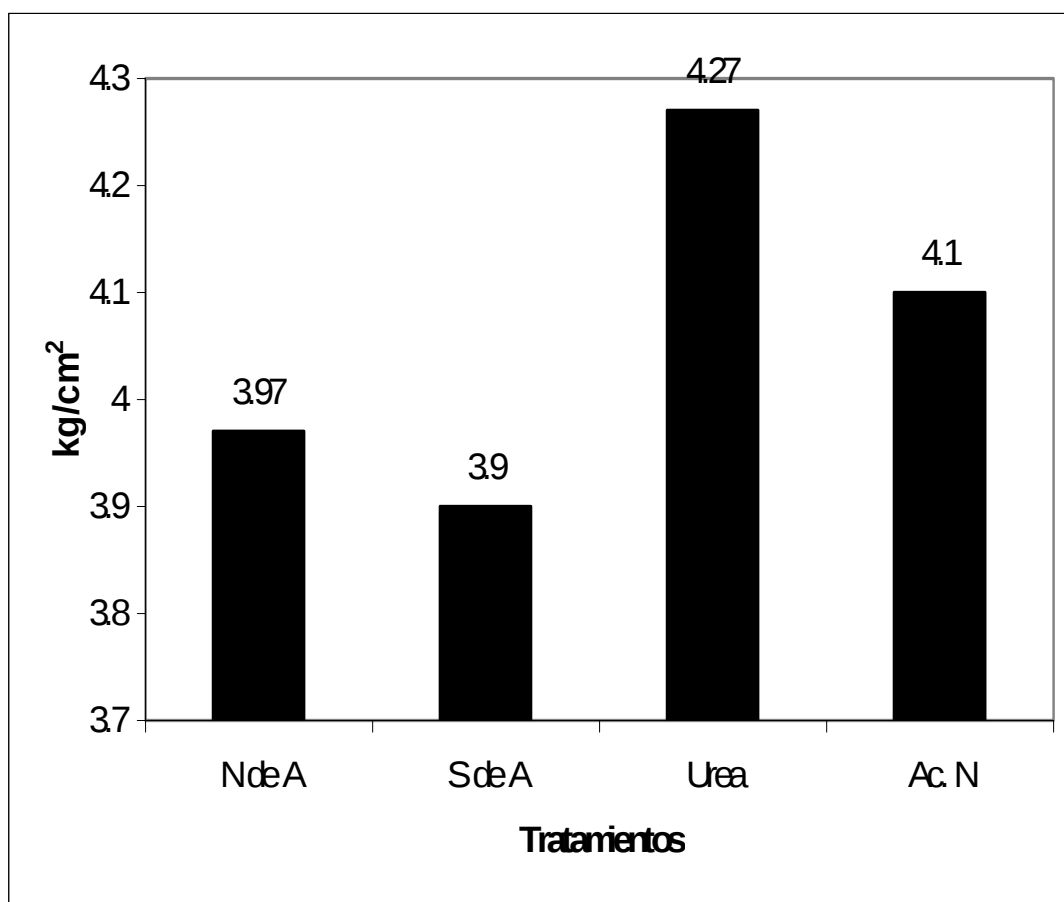


Fig 2.- Firmeza del Fruto en kg/cm² para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate, CIQA 1998.

Sólidos Solubles (Grados Brix)

Esta variable fue evaluada para todos los cortes, excepto en el corte 1, debido a que se obtuvieron tomates de muy mala calidad,

De acuerdo al ANVA realizado, se dice que no hubo diferencia significativa para la presente variable, aunque cabe mencionar que los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 3 (Urea), al presentar un 4.8 de contenido de grados brix, superando a los demás tratamientos por cantidades muy bajas (ver figura 3).

Aquí podemos concluir que la urea es uno de los fertilizantes que mayor vigor proporciona a las plantas, y por ende, una mayor área fotosintética, que es donde se realiza la síntesis de la clorofila y de los fotosintatos y tal vez por eso la acumulación de sólidos solubles en el fruto del tomate fue mayor que en los demás tratamientos, pero no por eso, quiere decir que los otros fertilizantes nitrogenados no hayan participado lo suficientemente bien para lograr buenos contenidos de grados brix en el fruto, simple y sencillamente no fueron igual de efectivos que la urea.

También, podemos mencionar que uno de los elementos que nos proporciona los grados brix en los frutos es el potasio y que gracias a que las cantidades aplicadas de nitrógeno no fueron más de lo normal, no se tuvieron problemas de deficiencia de dicho elemento, ya que el potasio

ayuda a la rápida traslocación de azúcares desde la parte vegetativa de la planta hasta llegar a los frutos.

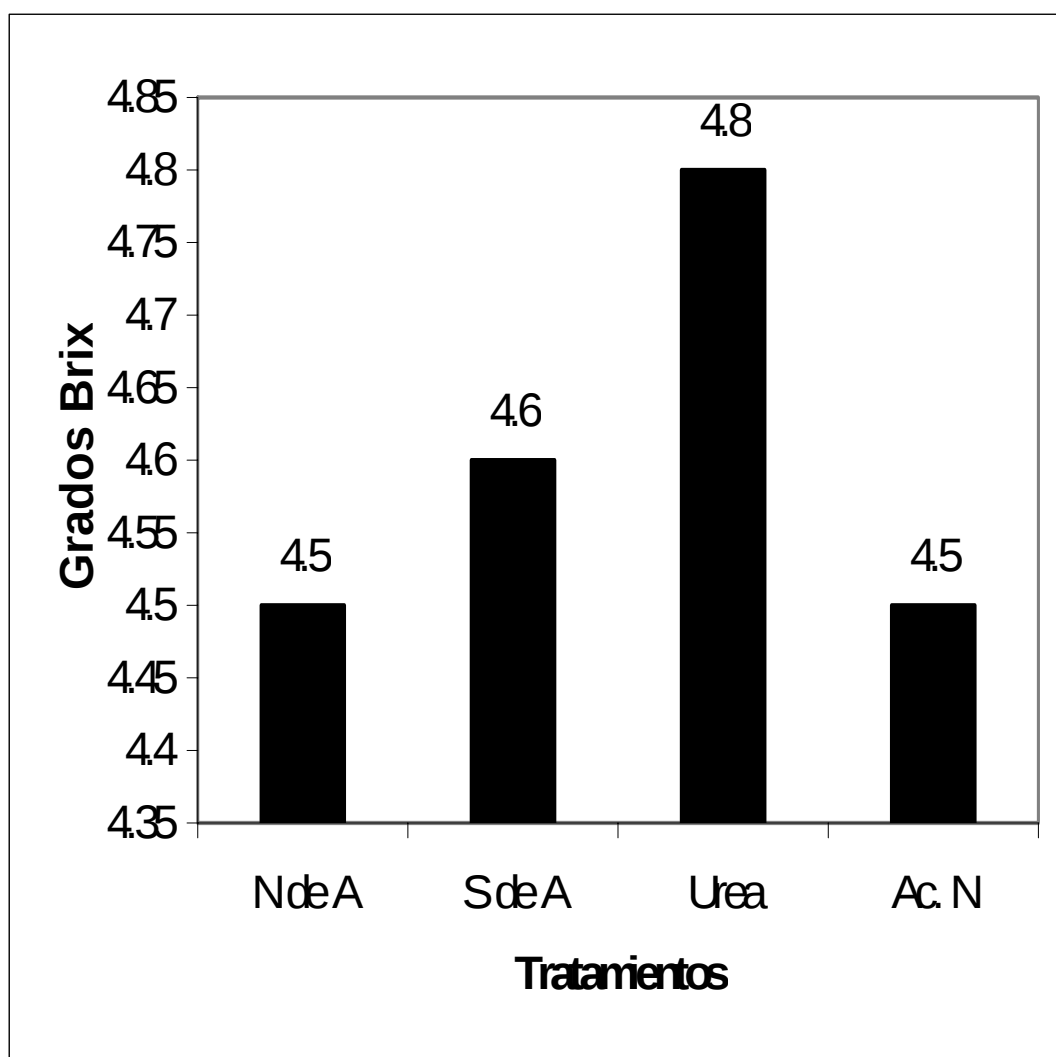


Fig 3.- Contenido de Sólidos Solubles(Grados Brix) para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate, CIQA 1998.

Contenido de Vitamina “C”

Esta variable fue evaluada solo para el corte 9, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el Análisis de Varianza se dice que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, entonces, podemos decir que el contenido de Vitamina “C” en % del tomate no se ve afectado por la fuente de nitrógeno que utilizemos.

Por otra parte, observando la figura 4, nos damos cuenta que el tratamiento 3 (Urea) respondió mejor a ésta variable, con un resultado de 5.78% de contenido de Vitamina “C”, y mostrando muy poca diferencia con respecto a los demás tratamientos.

Es importante mencionar que no se encontró algún reporte sobre el rango numérico aceptable de contenido de Vitamina “C” para tomate, ni de cómo influye el nitrógeno sobre la formación de dicho nutriente, por lo tanto, no se pudo discutir si los resultados obtenidos son aceptables o no, pero se sospecha lo primero.

Dado que no hubo diferencias en cuanto a contenido de Vitamina “C” del tomate mediante la aplicación de nitrógeno, se sospecha que los factores que afectan dicho contenido pueden ser la adición de otros elementos o dosis que nosotros podamos manejar en un futuro, o tal vez, porqué no, factores extra nutricionales.

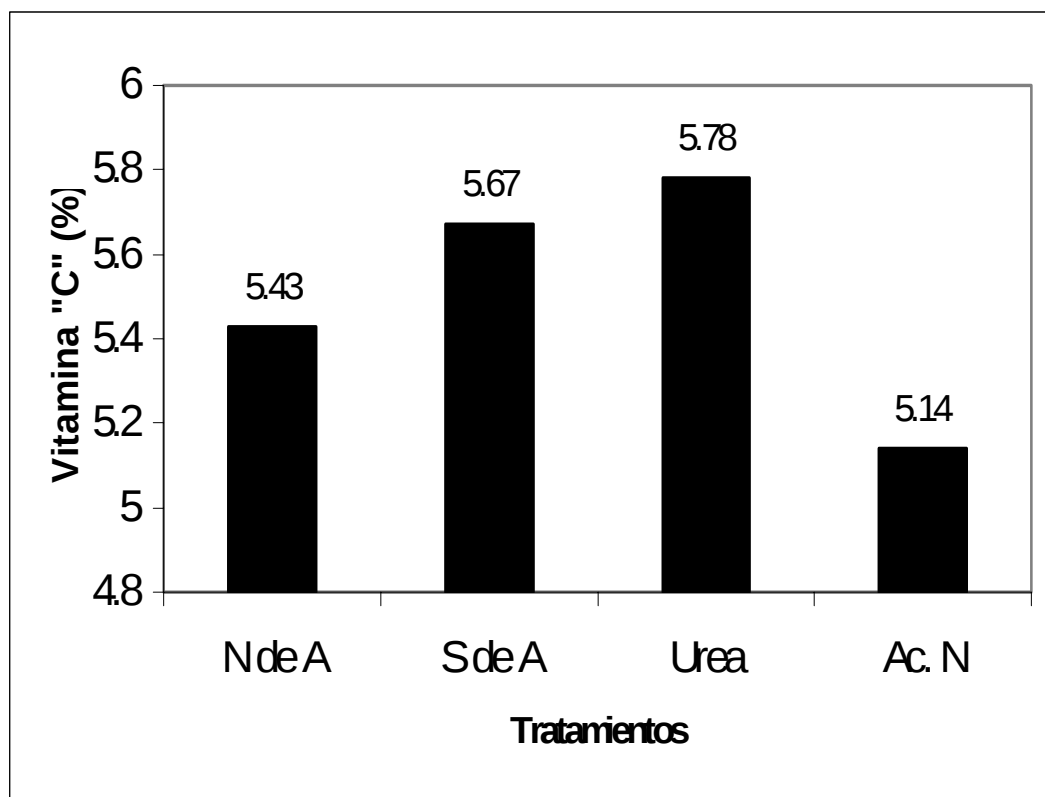


Fig 4.- Contenido de Vitamina "C" en % para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate, CIQA 1998.

Calidad Nacional y Exportación

Para ésta variable no se realizó un Análisis de Varianza, debido a que no estaba contemplado en el programa pre-establecido, pero también se obtuvieron resultados que nos muestran como el tratamiento 1 (Nitrato de Amonio) fue superior a los demás en cuanto a tomates de exportación se refiere, con un rendimiento de 33.1 ton/ha, aunque las diferencias existentes entre éste y los demás tratamientos no fueron tan grandes como para decir que fue el que mejor funcionó y por mucho. (Ver cuadro 8).

Es importante mencionar que el nitrato de amonio nos produjo tomates de mejor calidad gracias a que es un compuesto que contiene las dos formas de nitrógeno asimilable para las plantas, es decir, la nítrica y la amoniacal, y tal vez por eso los tomates presentaron un mejor tamaño, ya que asimilaron mejor y más rápido el nitrógeno y ayudó para la buena formación de pulpa y tamaño de dicho fruto, ya que para dicha calidad solo se tomó en cuenta el tamaño que presentó el tomate, sin importar color o firmeza.

En lo que respecta a la calidad nacional, se puede decir que con el tratamiento 4 (Acido Nítrico) se obtuvieron los mejores resultados, presentando un rendimiento de 30.23 ton/ha, superando por tan solo 3.9 ton/ha al tratamiento 1 (Nitrato de Amonio), que fue el que menor rendimiento presentó.

En cuanto al rendimiento no comercial (rezaga) se refiere, no se hizo una discusión muy profunda de los resultados obtenidos, ya que dicha calidad fue afectada por factores extra-nutricionales, tales como granizo, pájaros, plagas y/o enfermedades, etcétera.

CUADRO 8.- Medias de Rendimiento en ton/ha en cuanto a calidad Exportación, Nacional y No Comercial en el cultivo del tomate, CIQA 1998.

TRATAMIENTO	EXPORTACION ton/ha	NACIONAL ton/ha	NO COMERCIAL ton/ha
1 (N de A)	33.1	26.33	6.475
2 (S de A)	31.1	28.12	5.959
3 (Urea)	29.06	29.31	5.916
4 (Ac. N)	32.8	30.23	6.857

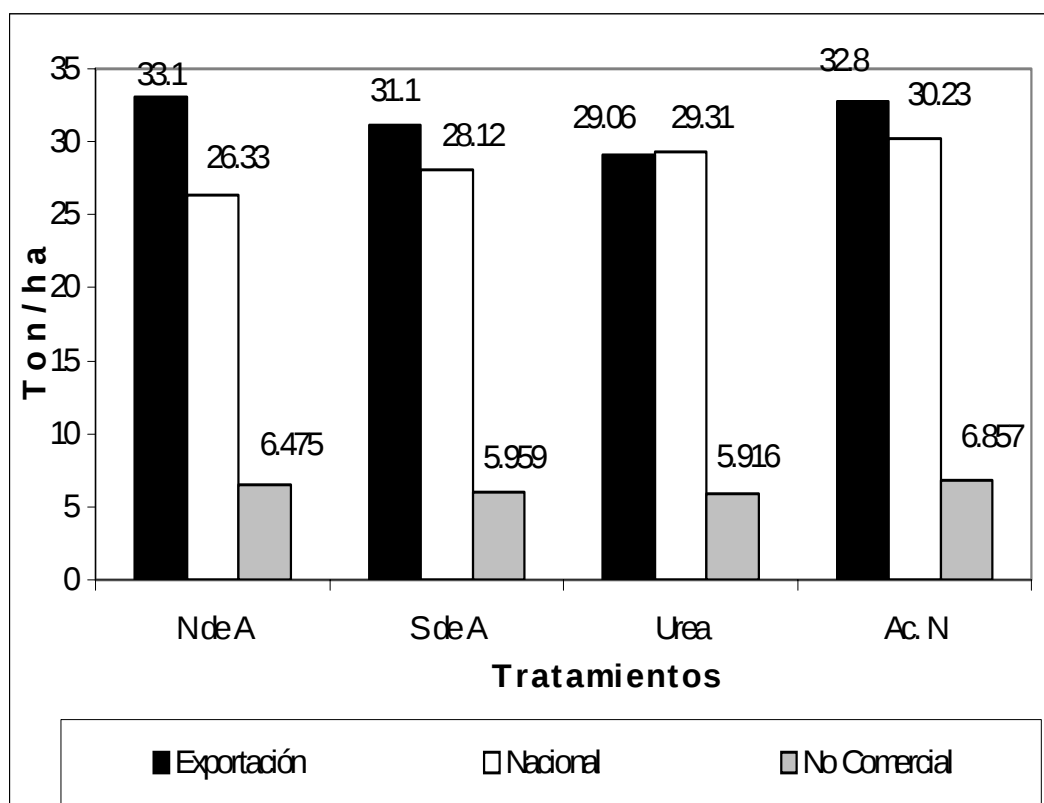


Fig 5.- Rendimiento en ton/ha en cuanto a calidad Exportación, Nacional y No Comercial para los 4 diferentes tratamientos evaluados en el cultivo del tomate, CIQA 1998.

CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos en la presente investigación y bajo las condiciones en las que se llevó a cabo se puede concluir lo siguiente:

Para la variable Rendimiento Total se puede decir que el mejor tratamiento fue el Acido Nítrico, ya que se obtuvieron mejores rendimientos que con los demás tratamientos, aunque las diferencias son mínimas.

En lo que respecta a Firmeza del Fruto, prácticamente es lo mismo, se obtuvieron resultados que mostraron que para tener una mejor Firmeza del Fruto, no necesitamos de una fuente de nitrógeno específica, siendo el mejor, el tratamiento 3 (Urea).

Por otra parte, los Sólidos Solubles contenidos en un tomate, tampoco estuvieron afectados por la fuente nitrogenada que se utilizó, al igual que el contenido de Vitamina "C" de los tomates.

Y por último, se puede decir que el fertilizante que más económico resultó fue el Acido Nítrico, ya que presentó resultados muy similares al uso de los otros fertilizantes nitrogenados que solo nos incrementaron los costos.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), con la finalidad de comparar el efecto de cuatro fertilizantes nitrogenados sobre la calidad y rendimiento del tomate saladette bajo los métodos de fertirrigación y acolchado negro, utilizando un híbrido de tomate saladette "HM-2867".

Los tratamientos evaluados fueron cuatro fertilizantes nitrogenados, Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio, Urea y Acido Nítrico. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al Azar, con cuatro repeticiones y 4 tratamientos por repetición. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento Total, Sólidos Solubles(Grados Brix), Firmeza del Fruto, Contenido de Vitamina "C", Rendimiento/corte y, Calidad Nacional y Exportación.

Los resultados obtenidos nos mostraron que todos los tratamientos tienen mucha igualdad en lo que a Rendimiento Total se refiere, así como a las demás variables, no hubo muchas diferencias para ninguna variable como para decir que un tratamiento fue mejor que otro y que ése se deba utilizar, salvo el análisis de costos que se realizó y que, como ya se dijo, la urea resultó ser el fertilizante utilizado más económico.

BIBLIOGRAFÍA

Arellano G. M. A. 1993. Fertirrigación. 4° Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. CIQA. Saltillo, Coahuila, México.

Arellano S. J. 1993. Efecto del Acolchado en el Desarrollo y Producción de Melón bajo condiciones de Riego por Goteo y Gravedad. Tesis Maestría. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Bidwell R. G. S. 1979. Fisiología Vegetal. AGT Editor. 1ª. Edición en Español. México.

Bonner J. 1970. Principios de Fisiología Vegetal. Ed. Aguilar. España.

Bundy L. G. 1993. UREA. "Conveniente y Problemática". Revista Agricultura de las Américas. Ene-feb. USA.

Burgueño C. H. J. 1995. La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico. Revista Horticultura Mexicana. México.

Burgueño C. H. 1997. Sistemas de Irrigación. Tecnología y experiencia Universal. Productores de Hortalizas. México.

Cadahía C. 1991. La Horticultura Española. Ed. SECH. Madrid, España.

Cedeño R. B. 1993. Respuesta a la Dosificación de Nutrimentos en el Desarrollo y Rendimiento del Cultivo del Tomate bajo condiciones de Invernadero. Tesis Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

CIQA. 1997. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. México.

De la Peña G. B. 1957. El Desarrollo Fisiológico y el Rendimiento de Cosechas. Ed. ENA. Chapingo, México.

García C. I. y Briones S. G. 1986. Diseño y Evaluación de Sistemas de Riego por Aspersión y Goteo. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

García F. J. 1982. Edafología y fertilización Agrícola. Biblioteca Agrícola Aedos. Barcelona, España.

Israelsen y Hansen. 1979. Principios y Aplicaciones del Riego. Segunda Edición. Ed. Reverté. Barcelona, España.

Medina S. J. 1979. Riego por Goteo. Teoría y Práctica. Tercera Edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

NPFI. 1996. Manual de Fertilizantes. UTEHA Noriega Editores, México.

Nuez F. 1995. El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Ray P. M. 1985. La Planta Viviente. Ed. Continental. México.

Reiners S. Dr. 1995. Tomates necesitan Nutrientes en las Cantidades Correctas. Revista Productores de Hortalizas. Enero. México.

Rodríguez S. F. 1996. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. AGT Editor, S.A.. México.

Rojas P. L. y Briones S. G. 1994. Sistemas de Riego. UAAAN. Saltillo, Coahuila.

Sánchez C. F. y Escalante R. E. 1988. Hidroponia. Ed. Chapingo. Chapingo, México.

SEP. 1996. Riego y Drenaje. Manuales para Educación Agropecuaria. Ed. Trillas. México.

SEP. 1998. Tomates. Manuales para Educación Agropecuaria. Ed. Trillas. México.

Singh Y. V. 1992. Plastic for optimal use of limited water for crop production. Vegetables temperature, tropical and greenhouse.

Tisdale L. S. y Nelson L. W. 1982. Fertilidad de los Suelos y fertilizantes. Ed. Hispano-Americana S.A. de C.V. México.

Traynor J. 1995. La Relación entre el Calcio y el Nitrógeno. Revista Productores de Hortalizas. Julio. México.

Vuelvas C. 1995. "Generalidades acerca de los arropados con películas de plástico". Simposium Internacional sobre Tecnologías Agrícolas con Plásticos. León, Guanajuato, México.