

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO
NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Evaluación de Cuatro Fuentes de Nitrógeno con Fertirrigación en el Cultivo
de Tomate (Lycopersicon esculentum mill)**

POR:

JOSE ARMANDO ANGELES GUERRERO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MÉXICO

JUNIO DE 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

“Evaluación de cuatro fuentes de nitrógeno con fertirrigación en el cultivo de tomate
(*Lycopersicon esculentum mill*)”

TESIS

PRESENTADA POR:

Jose Armando Angeles Guerrero

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:
PRESIDENTE DEL JURADO

ING. M.C VICTOR REYES SALAS

BIOL. M.C. ROSARIO QUEZADA M.
SINODAL

ING. M.C. CESAR CHAVEZ R.
SINODAL

ING. M.C. REYNALDO ALONSO V.
ASESOR SUPLENTE

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

ING. M.C REYNALDO ALONSO V.

DEDICATORIAS

A mis Padres:

Sr. José Armando Angeles Trejo.

Sra. Reina Guerrero García.

Como un testimonio de eterno cariño y agradecimiento, por guiarme por el buen camino de la vida y heredarme el mejor tesoro que un padre puede dejarle a un hijo una carrera, por darme buenos principios, deseos de superación y por todos los sacrificios realizados para poder llegar al lugar donde me encuentro, por todo ello, a ustedes y a dios mil gracias.

A mis Hermanos:

Josafat y Liliana

Por el apoyo recibido, por todo el cariño que nos une y estar siempre conmigo gracias.

A mi Sobrina:

Michelle.

Por fortalecer la unión familiar y por todo el cariño que se le tiene.

A mi Cuñado:

Gaston L.

A mis Amigos:

Ana Luisa, Celia, Mayela, Esauk, Humberto, Alfonso, Angel, Pedro, Rigoberto, Eulogio, Omar, Luis Alberto, Francisco, Eliel, Fidel.

Con los que viví bellos momentos, tristeza y alegría por su comprensión y amistad gracias.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, mostrándome siempre el camino a seguir y la oportunidad de realizar mis estudios durante el tiempo transcurrido.

A la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO por permitir que formara parte de ella y brindarme la oportunidad de superarme profesionalmente.

AI CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUIMICA APLICADA por la oportunidad y las facilidades presentadas para la realización de este trabajo.

A La Bióloga Rosario Quezada M. por la paciencia y sugerencias con que guío este trabajo.

Al Ing. Víctor M. Reyes salas Por sus aportaciones y asesorías brindadas en el presente trabajo.

Al Ing. Cesar Chavez R. Por su valiosa colaboración buena disposición y entusiasmo para la realización de este trabajo.

A la Bióloga Juanita Flores V. Por su confianza y amistad depositada en este trabajo.

A mis compañeros de la 2ª sección de Horticultura, generación LXXXVI, por la amistad que siempre nos unió y por todos los momentos alegres que pasamos.

En general a todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente para el desarrollo de este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
I.- INTRODUCCION	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
II.-REVISION DE LITERATURA	4
La Nutrición Vegetal y la Fertilización	4
Funciones del Nitrógeno en la Planta	7
Fertilizantes Nitrogenados	12
Nitrato de Amonio	15
Características del Nitrato de Amonio.	15
Sulfato de Amonio.	17
Urea.	18
Acido Nítrico.	20
Fertirrigacion.	22
Ventajas.	24
Las Limitaciones de la Fertirrigacion.	28
Los Fertilizantes y la Fertirrigacion.	30
Riego por Goteo.	32
Ventajas.	34

Desventajas.	35
Acolchado.	36
Factores sobre los que ejerce mayor influencia el acolchado. ...	36
Ventajas.	37
Monitoreo de la Nutrición del Cultivo.	37
III.- MATERIALE Y METODOS.	44
Localización Geográfica.	44
Clima.	44
Suelo.	45
Materiales Utilizados.	45
Diseño experimental	47
Variables Evaluadas.	49
Peso Fresco de Plantas, Flores y Frutos.....	49
Peso Seco de Plantas, Flores y Frutos.	49
Numero de Frutos y Flores.	50
Análisis de Savia.	50
Análisis Foliar.	50
Rendimiento.....	51
Manejo del Cultivo.	51
Preparación del Terreno.	51
Preparación de Camas.	52
Instalación del Sistema de Riego.	52
Acolchado del Terreno.	52
Transplante.	53
Estacado.	53
Deshierres.	53
Fertilización.	54
Fumigaciones.	55
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
Peso Fresco de Plantas.	56
Peso Seco de Plantas.	60
Peso Fresco de Flores y Frutos.	63
Peso Seco de Flores y Frutos.	66
Numero de Flores.	69
Numero de Frutos.	72
Rendimiento.....	75
Análisis de Savia.	78
Análisis Foliar.	84
V.- CONCLUSIONES.	88
V.- BIBLIOGRAFIA.	89

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
2.1	Composición media de algunos productos nitrogenados de naturaleza inorgánica.	13
2.2	Valores críticos y óptimos de concentración de nutrientes en el cultivo de tomate para diagnóstico foliar.....	43
3.1	Características del suelo.....	45
3.2	Distribución del experimento.	47
3.3	Fertilización diaria para una hectárea.....	53
3.4	Agroquímicos aplicados en el cultivo de tomate.....	55
4.1	Comportamiento del peso fresco de plantas por efecto de las	

	diferentes fuentes de nitrógeno en tres evaluaciones.....	56
4.2	Comportamiento del peso seco de plantas por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno.....	60
4.3	Comportamiento del peso fresco de flores y frutos por efecto de las diferentes fuente de nitrógeno.....	63
4.4	Comportamiento del peso seco de flores y frutos por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno.....	66
4.5	Comportamiento de numero de flores por efecto de diferentes fuentes de nitrógeno.....	69
4.6	Comportamiento de numero de frutos por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno.....	72
4.7	Análisis de savia.....	78
4.8	Análisis foliar.....	84

INDICE DE FIGURAS

		Pagina
Fig. 1	Comportamiento del peso fresco de plantas por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno en tres evaluaciones.....	59
Fig. 2	Comportamiento del peso seco de plantas por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno en dos evaluaciones.	62
Fig. 3	Comportamiento del peso fresco de flores y frutos por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno en dos evaluaciones.....	65
Fig. 4	Comportamiento del peso seco de flores y frutos por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno en dos evaluaciones.....	68
Fig. 5	Comportamiento en numero de flores por efecto de diferente	

	fuentes de nitrógeno en dos evaluaciones.....	71
Fig. 6	Comportamiento en numero de frutos por efecto de diferentes fuentes de nitrógeno en dos evaluaciones.....	74
Fig. 7	Producción tanto para exportación, mercado nacional y no comercial.....	76
Fig. 8	Rendimiento total.....	77
Fig. 9	Macroelementos en savia de tomate en ppm.	80
Fig. 10	Elementos secundarios en la savia de tomate en ppm.	82
Fig. 11	Microelementos en la savia de tomate en ppm.....	83
Fig. 12	Elementos mayores en análisis foliar en ppm.....	85
Fig. 13	Acumulación de elementos secundarios en ppm.....	86
Fig. 14	Acumulación de microelementos en análisis foliar en ppm.	87

INTRODUCCIÓN

El Tomate

(Lycopersicon esculentum mill)

En México el tomate esta considerada como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa y como la primera por su valor de producción, el tomate es nativo de América Tropical, es una planta anual en su cultivo y puede ser perene en zonas tropicales o invernaderos, esta es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas, su temperatura ambiente para su desarrollo es de 21°C a 24°C siendo la optima de 22°C, es

clasificada como una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH 6.8 – 5.0, en lo referente a salinidad, se clasifica como medianamente tolerante con valores máximos de 6440 ppm. (10mmho.), el tomate se desarrolla en suelos pesados (Arcillosos), suelos livianos (Arenosos) siendo los mejores los arenosos y limo arenosos con buen drenaje, de acuerdo con su crecimiento de la planta se clasifican en determinados e indeterminados con diferentes formas de frutos y colores, la época de siembra, en mayor y menor escala es durante todo el año en nuestro país, siendo zonificado dependiendo de las condiciones climatológicas de cada estado, las densidades de población van desde las 18,000 a 33,000 plantas / ha. Las practicas culturales que se realizan al cultivo destacan la aplicación de herbicidas, estacado, poda, escardas, aporques y riegos, es una de las hortalizas que es mas frecuentada por insectos plaga, enfermedades patológicas y fisiológicas y estas se presenta desde plantula hasta cosecha de los frutos. La cosecha se realiza de acuerdo al tipo de mercado con que se este trabajando y el sistema de producción que se maneje en el cultivo. (Valades 1994).

Importantes avances en la tecnificación agrícola han sido posibles al alentar la investigación y desarrollo de capacidades tecnologicas para dar solución a la baja producción agrícola de campo.

La demanda de alimentos ocasionada por el crecimiento demográfico en la actualidad resulta difícil de cubrir mediante el empleo de las técnicas agrícolas tradicionales, por lo cual se requiere la integración de la tecnología como acolchados de suelo, riego por goteo, fertirrigación, etc.

El uso de fertilizantes es de gran importancia para la obtención de altos rendimientos, además de que ayuda a mejorar la calidad de los productos. Por lo que en la producción de tomate es necesario, siendo una de las hortalizas con mayor superficie sembrada, con mayor demanda en los mercados durante todo el

año y su consumo es tanto en fresco, como procesado, para el mercado nacional e internacional siendo en su mayoría en fresco su consumo y esto se debe en gran parte en su alto contenido de vitaminas importantes para la dieta humana, teniendo además propiedades curativas.

En tomate se han ideado metodologías para realizar la aplicación de fertilizantes, en función de trabajos realizados en campo empleando como criterio base en muchos de los casos, la exploración de niveles espaciados regularmente de N y P_2O_5 y en algunos casos K_2O .

OBJETIVO (S)

- Analizar el aprovechamiento de diferentes fuentes nitrogenadas por las plantas de tomate.
- Analizar diferentes fuentes de nitrógeno en el efecto sobre las variables agronómicas de producción.

HIPOTESIS

- Las fuentes de fertilización tendrán efectos diferentes.

- Algunas fuentes actuarán en las variables de desarrollo de planta y otras en las variables de producción.

REVISION DE LITERATURA

La Nutrición Vegetal y la Fertilización

La nutrición de los cultivos es un aspecto del proceso de producción estrechamente relacionado con el sistema y sus componentes. De la planta interesa, entre otros, su anatomía, la forma como realiza la absorción y el transporte de los nutrientes esenciales, así como de otros elementos que afectan su crecimiento, el papel fisiológico que desempeñan esos nutrimentos, etc. Del suelo hay que entender, como es que provee de nutrimentos a la solución del suelo y como los compuestos orgánicos e inorgánicos que lo constituyen afectan las formas químicas de los elementos de la solución y las reacciones responsables de la dinámica nutrimental, cual es la naturaleza del espacio para el almacenamiento de la solución del suelo y otros detalles más. Del clima conviene conocer como este interviene en el abastecimiento de agua, sustancia indispensable para el crecimiento de las plantas y para la constitución de la solución del suelo, y también en la pérdida de nutrimento por erosión o por lixiviación, como afecta la temperatura la velocidad de reacciones, etc. La nutrición de los cultivos no puede ser entendida y atendida como un fenómeno aislado, sino que debe ser vista en el contexto de un sistema en el cual hay numerosos factores que interactúan simultáneamente y que son determinantes de las acciones que se deben de tomar para mantenerla. (Etchevers, 1997).

Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales para su crecimiento y su desarrollo (Rodríguez 1996)

La fertilización es una técnica que permite dosificar de forma oportuna y precisa los nutrimentos que requieren las plantas para alcanzar altos rendimientos. Bajo este sistema los fertilizantes pueden ser aplicados durante el ciclo del cultivo, en las cantidades que las plantas requieren en cada etapa fenológica, lo cual permite a los productores disminuir considerablemente los costos de producción de hortalizas. (Huchmuth y Clark, 1991).

Los tres objetivos principales que se propone el estudio de la nutrición mineral de las plantas son: la determinación de los elementos que las plantas necesitan para su desarrollo,

estudiar los síntomas de la desnutrición provocada en la planta por la ausencia de determinados elementos y por ultimo las condiciones nutritivas optimas de cada uno de los elementos esenciales y el equilibrio que a de existir entre los diferentes elementos(Bonner 1970).

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 normada 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. (Bidwell 1979).

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 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 cosecha. La falta de alguno se traduce en trastornos fisiológicos que afectan el rendimiento de cosechas (De la Peña 1957).

Para mantener un crecimiento sano de la planta, es necesario que el suelo posea un amplio rango de nutrientes, Las plantas absorben elementos nutritivos en ciertas proporciones, es importante que los nutrientes se mantengan balanceados en el suelo para satisfacer las necesidades individuales de los cultivos.

Los elementos nutritivos se clasifican en macroelementos que son el nitrógeno, fósforo y potasio, elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre y microelementos que son el manganeso, cobre, cinc, hierro, molibdeno, boro.(S.E.P. 1983).

Los conceptos de fertilidad y de la química de suelos se tienen que considerar 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 de redox y la dinámica de nutrientes se debe utilizar en cada paso para dar una buena recomendación de fertilización al productor. Así mismo, la posible contaminación en el sistema suelo-planta con la aplicación de 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 fijación biológica de nitrógeno, aprovechamiento de residuos de cosecha etc. Por otra parte, se debe hacer la dosificación de fertilizantes orgánicos y minerales, que completen los recursos naturales, basándose en un adecuado diagnóstico de suelo, plantas, aguas de riego y nuevas tecnologías para la aplicación de fertilizantes. (Nuez 1995)

Funciones del Nitrógeno en la Planta

El nitrógeno. Este nutriente es el más importante para la planta de tomate. Si hay un 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 necesitan aplicaciones adicionales cuando las frutas alcancen el tamaño de un chicharo (Reiners 1995).

El nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de las plantas y su suministro puede ser controlado por el hombre. Este elemento para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto por las leguminosas) debe estar en forma diferente que la del nitrógeno elemental.

Probablemente el papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en las estructuras de la molécula proteica. Además el nitrógeno se encuentra en moléculas tan

importantes como las purinas, pirimidinas, porfirinas y coenzimas, es parte integral de las moléculas de clorofila. (Apuntes de Fertilidad de Suelos 1995)

Las plantas necesitan varios elementos para tener una nutrición óptima, los cuales son absorbidos del suelo en su mayoría. Haciendo mención del papel que desempeña el nitrógeno en el suelo para el desarrollo y productividad de la planta, menciona que una adición de nitrógeno en el suelo con diferencias casi siempre duplica, triplica, etc., la intensidad del crecimiento. (Papadakis 1960).

El nitrógeno se localiza en los tejidos vegetales más jóvenes y tiernos y es un componente de las proteínas; estas se mueven de las células más viejas hacia las más jóvenes, cuando existe deficiencia de dicho elemento se presenta una muerte de hojas viejas como síntoma característico de dicha deficiencia nitrogenada. (Bonnet 1968)

El nitrógeno es parte de la composición de las proteínas vegetales; cuando este elemento se encuentra en concentraciones elevadas ocasiona que el grosor de la pared celular se vea disminuido y por lo tanto la formación de hojas y tallos sean menos fuertes y más succulentos, además trae consigo la elevada concentración hídrica en las vacuolas, facilitando el ataque de plagas y enfermedades. (Lagarda 1974)

En la nutrición vegetal el nitrógeno es de vital importancia y su dosificación o suministro debe ser controlado. También se menciona que el nitrógeno no puede ser absorbido por la mayoría de las plantas (exceptuando leguminosas) dicho elemento debe ser absorbido en forma diferente que el nitrógeno elemental (N), la forma más común de asimilación por las plantas es el ion (NO_3) nitrato y (NH_4) amonio, estas formas de asimilación son transformadas en el interior de la planta en compuestos más complejos y finalmente transformarlos en proteínas. (Tissdale y Nelson 1982).

La cantidad de nitrógeno (N) existente en la planta está íntimamente relacionado con la cantidad de agua existente en el suelo. Las formas nítricas poseen mayor movilidad en el suelo y la absorción por la planta es rápida y por lo tanto, es recomendable aplicarlas cuando se requiere su utilización inmediata, de ahí la importancia de no aplicar grandes concentraciones nitrogenadas en una dosis, si no repartirlas en los momentos críticos de su ciclo. (Rodríguez 1982).

El crecimiento vegetativo de las plantas superiores consta de formaciones de nuevas hojas, tallos y raíces implicando una intensa actividad meristemática. Dado que los tejidos meristematicos tienen un metabolismo de proteínas muy activo. La nutrición de N controla grandemente la tasa de crecimiento de la planta. (Mangel 1979).

El principal efecto del N sobre el crecimiento de las plantas es más bien através del área foliar (tamaño de la fuente) que através de la tasa de asimilación neta (actividad de la fuente) (Greenwod 1976)

Niveles elevados de N promueven un excesivo crecimiento de hojas y disminuye el nivel de reservas de almidón, observándose lo inverso cuando el nivel de fertilización nitrogenada es bajo. (Wareing 1975).

El nitrógeno es un componente de los pigmentos de clorofila que dan a las plantas su color verde y como la clorofila es esencial para que haya fotosíntesis, se puede decir que el nitrógeno juega un papel esencial en la fotosíntesis. También hay nitrógeno en las hormonas que son sustancias orgánicas que ejercen importantes funciones reguladoras del metabolismo con su presencia en pequeñas cantidades.(Black 1975).

Aparentemente existe una relación entre el transporte de N y el transporte de asimilatos. Estando la fotoasimilación de compuestos de C relacionada con la transpiración y siendo el xilema

la vía principal de transporte de N hacia las hojas maduras, es de esperarse un alto grado de correlación entre la translocación de fotosintatos de la hoja y su habilidad de transportar N a través del floema. Aun más los compuestos nitrogenados (V. G NO_3 , NH_4) constituyen la mayor parte del peso seco de los compuestos de savia del xilema y el grupo de constituyentes secundarios, después de carbohidratos, de la savia del floema. El fluido del xilema tiene una relación C/N usualmente en el rango de 1.5 a 6, indicando la importancia de este tejido en la conducción de compuestos ricos en N. En contraste, la razón C/N en el floema varia de 15 a 200, siendo la sacarosa el principal carbohidrato presente. (Pate 1980)

El nitrógeno afecte el crecimiento y el rendimiento de acuerdo con la forma en la que se encuentre disponible para la planta. En este sentido encontraron que cuando la planta entra en un estado de floración y desarrollo de fruto, el número de frutos formados por cada inflorescencia no es influido por la razón $\text{NO}_3 - \text{NH}_4$, pero el peso de los frutos se reduce significativamente cuando el N es suministrado en forma de NH_4 . (Hartman 1986)

La respiración proporciona la energía necesaria para la reducción de los nitratos en las partes no verdes (raíces), mientras que el sol proporciona esta energía en las hojas. Las plantas ricas en nitrógeno nítrico (quenopodiaceas, solanaceas, urticáceas, gramíneas) tienen una reducción y una asimilación de los nitratos poco intensa: almacenan los nitratos especialmente en los ápices vegetativos donde “esperan” para ser asimilados. (J. Baeyens 1997)

Fertilizantes Nitrogenados

La mayoría de los fertilizantes contienen uno o más de los macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y el azufre, Otros se enriquecen con micronutrientes.

Los fertilizantes nitrogenados se distinguen por la forma en que el nitrógeno está presente.

De esta manera se diferencian:

- Fertilizantes nítricos.
- Fertilizantes amónicos.
- Fertilizantes de amidas.

En algunos fertilizantes, el nitrógeno nítrico y el nitrógeno amónico este presente. (S.E.P. 1983).

Cuadro 2.1 Composición Media de Algunos Productos Nitrogenados de Naturaleza Inorgánica. (Ortíz 1977).

Productos	Porcientos						Indices de Acidez	
	N	P ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	S	Cl	
Sulfato de amonio	20.5					23.5		110 A
Amoníaco anhidro	82.2							148 A
Nitrato de amonio con cal	20.5			10.0	7.0	0.6		
Nitrosulfato de amonio	26.0							85 A
Superf.Ordinario. (amoniaco)	4.0	16.0		23.0	0.5	10.0	0.3	4-7 A
Fosfato monoamónico	11.0	48.0		2.0	0.5	2.6		59 A
Fosfato diamonico	21.0	53.0						74 A

Nitrato de calcio	15.5	27.0	2.5	0.2		21 A
Cianamida cálcica	22.0	54.0		0.2		63 B
Nitrato de potasio	13.4	44.2	0.5	0.5	0.2 1.2	23 B
Urea	46.0					83 A
Nitrato de sodio	16.0			0.6		29 B

En las aportaciones de nitrógeno, algunas personas aseguran que 100 partes por millón es el nivel optimo, aunque Meyer asegura que eso es demasiado alto “de diez a veinte partes por millón” podrán maximizar los rendimientos practicamente en todos los cultivos (Meyer citado por Eddy 1999).

Se menciona que la actualidad se utilizan extensivamente los siguientes fertilizantes (Rodríguez 1996).

Nitrato sódico.

Sulfato de amónico.

Nitrato de calcio.

Nitrato amónico.

Nitrato de potasico.

Amoniaco anhidro.

Cianamida cálcica.

Urea.

Nitrosulfato amónico.

Fosfato monoamonico.

Fosfato biamonico.

Practicamente, nitrato y amoniaco son las dos únicas formas de nitrógeno presentes en el suelo y utilizadas por las plantas. Ambas pueden ser tomadas y metabolizadas por las plantas, sin embargo, la mayor parte de las plantas prefieren nitrato que es el más rápidamente asimilado (Haiquim 1998).

Nitrato de Amonio

Se obtiene de la combinación del NH_3 con HNO_3 . Contiene 33.5% N. El 50% del nitrógeno esta en forma amoniacal y el resto en forma nítrica.

Es un material higroscópico; por eso se vende en forma granulada para impedir la absorción del agua.

Se le da uso preferente en abonamientos de cobertura.

Requiere cuidados especiales de almacenamiento y manejo.(Ortíz 1987).

Características del Nitrato de Amonio:

- Se obtiene a partir del amoniaco y el ácido nítrico.
- Contiene el nitrógeno total oscila entre 33.5 y un 34% del peso total. Las formas del nitrógeno son nítricas y amoniacal.

- 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 20⁰ C se tiene:

Sulfato de amonio	764 g/l.
Nitrato de sodio	876 g/l.
Urea	1,033 g/l.
Nitrato de amonio	1,874 g/l.

Como se observa el nitrato de amonio tiene una alta solubilidad, 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.(Rodríguez 1996).

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. (Sánchez y Escalante 1998).

Algunas ventajas del nitrato de amonio:(CIQA 1997)

* Muy soluble.

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

En ciertas condiciones, el Cl puede limitar la conversión del nitrógeno amónico (N) en nitrato en el suelo. Esto puede ayudar a la planta a utilizar el N del amonio que puede favorecer la nutrición y la salud de la planta. (Ludwick 1995).

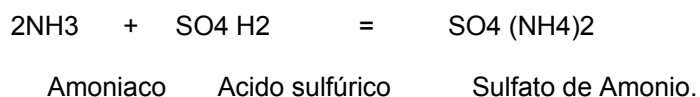
Sulfato de Amonio

Es de los tres abonos sólidos estudiados, el de menor concentración solo con el 21% de nitrógeno, también el menos soluble. Para su obtención industrial hay varios procedimientos de fabricación, pero que se puede 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, presentado además algunos residuos, que pueden eliminarse con tratamiento adecuados.

Es un abono acidificante, baja el pH a todo tipo de concentraciones. Sin embargo, no es recomendable su utilización con aguas algo salinas, ya que una dosis de tan solo 1 g/litro eleva la conductividad más de 1 mmhos. Y como su concentración en nitrógeno es baja, su utilización estaría entre 1-2 g/litro. Niveles estos en donde la conductividad eléctrica (CE) se nos dispara. (Apuntes de Fertilidad de Suelos 1995).

Obtención: A partir de la reacción del amoníaco con el ácido sulfúrico.

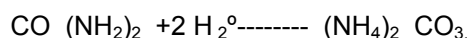


Contenido: con un 20.5 a 21% de Nitrógeno (N) y 23% de azufre. El nitrógeno esta bajo forma amoniacal (NH_4^+) siendo la utilización por parte de las plantas un poco mas lenta que en el caso de los nitratos, pues debe pasar previamente a su forma nítrica (NO_3).

Es uno de los fertilizantes más acidificantes del suelo. Recomendado para suelos alcalinos. Es un producto bastante soluble (730 gr/lit a 20 C). (Burgueño 1987).

Urea

Se produce por la reacción del NH_3 y el CO_2 a presión y temperatura elevada. Contiene 46% N. Cuando se aplica al suelo produce la reacción.



El $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ es un compuesto inestable que se descompone en NH_3 y CO_2 . El NH_3 en presencia de humedad cambia a NH_4OH y el NH_4 es adsorbido por la fracción coloidal del suelo y subsuelo y subsecuentemente nitrificado.

La hidrólisis de la urea es acelerada por la enzima ureasa y una vez en forma NH_4 se comporta como cualquier otra forma amoniacal del N.

No se recomienda en aplicaciones superficiales al suelo por que el N puede perderse por volatilización debido a la rapidez de la hidrólisis.

Puede contener cantidades variables de “biuret” que es un compuesto tóxico para las plantas.

Se requiere que la urea contenga menos de 1.5 a 2.0% de biuret (combinación de 2 moléculas de urea con la pérdida de una molécula de NH_3). (Ortiz 1987).

La urea o carbamina 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 P anhidro carbónico. En el proceso de industrialización se reduce un porcentaje de “biuret”, que es un compuesto nitrogenado con caracteres tóxicos para los vegetales. La urea, además, se emplea en la industria plástica y en la alimentación de rumiantes.

La urea es el fertilizante sólido de mayor concentración de nitrógeno total alcanzado con un 45 a 46% del peso del fertilizante.

Sus características, son un sólido muy higroscópico y soluble en agua, se utiliza en fertilizaciones foliares. Una vez incorporado al suelo se transforma en carbono amónico, induciendo a una cierta alcalinidad; posteriormente las bacterias lo nitrifican, pasando al estado de nitrato y produciendo una reacción ácida llegando a un índice de acidez de 80.(Rodríguez 1986).

La urea no es absorbida por los vegetales como molécula, ocurriendo que disuelta en la solución del suelo no se ioniza, conservando su estado molecular sin que sea absorbido en esta forma. Sin embargo mediante una hidrólisis (absorción de agua), la urea se convierte en el suelo en carbonato amónico, este carbonato disuelto en la solución del suelo, se ioniza, formando un cation amónico $(\text{NH}_4)^+$ que es absorbido por las raíces. La hidrólisis de la urea ocurre siempre y cuando el suelo presente una temperatura mayor a los 17 grados centígrados. (García 1982).

El problema de la urea no esta en el 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 amoniaco. (Bundy 1993).

La urea es un fertilizante soluble en agua y no es absorbida fácilmente por el suelo, por ello resulta muy eficiente su utilización en fertirrigación, Se desplaza con el agua de riego y por lo tanto mediante un buen manejo de esta puede colocarse en los lugares más fácilmente utilizables por las plantas.(Burgeño 1996).

Acido Nítrico

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 normalmente utilizados en campo, para su manipulación debe seguirse las precauciones propias de este tipo de productos 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 de riego en un valor próximo a 6-6.5. como limpieza de tuberías, suele aplicarse de semanal a 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 por los goteros 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, cuando ésta se presenta en finca, variando la dosis en función del volumen de solución y el pH a que se desea llegar (Ortiz 1987).

Este producto, con una concentración del 56.5%, un contenido de nitrógeno del 12% y una densidad de 1.35 se utiliza más que como fertilizante como corrector del pH de las soluciones madres durante su preparación. El objeto es obtener un pH ligeramente ácido del agua de riego para evitar posibles precipitaciones principalmente de carbonato cálcico en el sistema de goteo.(Burgueño 1996).

Fertirrigación

La fertirrigación consiste en la aplicación simultanea de agua y fertilizantes por medio del sistema de riego. Con ello se pretende situar los nutrientes bajo la acción del sistema radicular, suministrándolos de forma continua y de acuerdo con las necesidades de las plantas. La asimilación de los fertilizantes por la planta se produce de manera más racional, además de tener una mayor comodidad y ahorro de mano de obra.

Los sistemas de fertirrigación, una tecnología que aplica los fertilizantes a través de los sistemas de riego por goteo, aspersión y de riego entubado pro compuerta, constituye hoy la mas avanzada alternativa para incrementar la productividad y calidad de los cultivos.(Vega 1998).

En fertirrigación, se comprende que su mayor utilidad se consiga con aplicaciones periódicas, en dosis bajas, a lo largo de la campaña de riego, de acuerdo a las necesidades de las plantas y no de una sola vez. (Burgeño 1996)

Un programa de fertirrigación (PF) fue lanzado a principios del año de 1996 como parte de una iniciativa del gobierno federal dirigida al sector rural llamada “ Programa de Alianza para el campo” (PAC). Desde entonces el PF ha ganado impulso y ha obtenido demanda sustancial y aceptación por parte de los usuarios atraves de todo el país.

El programa de fertirrigación tiene un enorme potencial para contribuir a una solución a futuro de un problema prioritario a escala nacional relativo al uso sostenido de agua subterránea (Simas 1997).

La fertirrigación provee lo que es probablemente lo más novedoso en flexibilidad para el manejo en fertilizantes. La frecuencia en la aplicación de nutrientes puede determinar utilizando una combinación de las necesidades de la planta, de la preferencias del productor y de las limitaciones de un sistema de riego por goteo individual.(Thomas L. Thompson. 1997).

Actualmente en México la fertirrigación, a través del riego presurizado (goteo, microaspersión y microjet). Se aplican en cerca de 60,000 hectáreas principalmente dedicadas a cultivos hortícolas y frutícolas, entre los cuales destacan el tomate con una producción media anual de 1,600,000 toneladas. (Nuñez, 1995).

La fertirrigación permite regular el movimiento del nitrato en el suelo, eliminando sus pérdidas. El nitrato puede moverse libremente en la solución del suelo. Cuando se aplica agua en exceso, el nitrato se sitúa fuera de la zona radicular considerándose esto como una pérdida. (Haiquim 1998).

Se 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 (Cadahi 1991)

Ventajas y Limitaciones de la Fertirrigación.

Algunas recomendaciones para lograr mejores resultados en fertirrigación (Goldbarg, Garnot y Rimon 1976).

- a) Los agroquímicos deben ser suficientemente solubles.
- b) Si se utiliza más de un agroquímico para la fertirrigación, se prepara una solución madre para inyecciones posteriores, estos productos químicos no deberán reaccionar unos con otros para formar un precipitado.
- c) Los productos químicos deberán ser compatibles con los elementos constituyentes del agua de riego con la cual entran en contacto después de su inyección.

- d) Cuando se disuelve en agua, los productos químicos no deberán formar espuma o sedimentos, ya que pueden penetrar en el sistema de riego ocasionando problemas de diversas índole.
- e) Los productos químicos utilizados no deben corroer o deteriorar de alguna forma los materiales o componentes utilizados en el sistema de microriego.
- f) Algunos productos químicos pueden ser particularmente dañinos, por ejemplo: el cloro daña los componentes de bronce utilizados en los manómetros en medidores o en los impulsores de las bombas o como algunos nematicidas que atacan al PVC y algunos otros plásticos.
- g) Equipo que se puede utilizar para fertirrigación. Aunque en el mercado pueden existir varias alternativas.

Tipos de inyectores	Modelos	Tipos de modelo
Tanque fertilizador		
Inyector Venturi		
Bombas de inyección	3 A. Eléctrica 3 B. Hidráulicas	Bombas de pistón Bombas de diafragma

Los sistemas modernos de riego han solucionado muchos problemas al lograr la posibilidad de aplicar los elementos nutritivos en el momento que la planta lo requiere, de dosis adecuadas, y con el volumen de agua filtrada, el localizar donde existe una mayor concentración de raíces, se logran el mayor aprovechamiento por parte del cultivo, permitiendo el ahorro de mano de obra en fertilizar y dosificándose el agua ambos con gran precisión.

Las posibles ventajas de aplicar agroquímicos con el riego en lugar de aplicarlos por medio de aeroplanos o tractores son:

- Aplicación oportuna del agroquímico. Las condiciones del clima, tales como el viento o la lluvia no impiden la fertirrigación y la quimigación.

- Fácil incorporación y activación del químico. Al mezclar los químicos con el agua, estos se pueden aplicar a la profundidad deseada quedando inmediatamente disponibles para su asimilación.
- Reducción de la compactación del suelo y de daños para las plantas. Por que la aplicación de agroquímicos con maquinas de tracción pueden compactar el suelo y causar daños al cultivo.
- Reducción de riesgos para el operador. Al aplicarse los agroquímicos con el riego se reduce la posibilidad de exposición o contacto directo con el operador.
- Utilización de menos químicos. Con las múltiples aplicaciones de agroquímicos se reducen las pérdidas por lixiviación, lo que permite reducir las cantidades aplicadas. Este efecto se observa más con los químicos más movibles como el nitrógeno.
- Reducción de la contaminación ambiental. Cundo se aplican los agroquímicos con aviones o con sistemas de tracción, los acarrees producidos por los fuertes vientos son mayores que cuando se aplica con sistemas de riego tales como goteo, pivote central y otros.
- Aplicación más uniforme del químico. Los sistemas de riego normalmente tienen una alta uniformidad en la distribución del agua y consecuentemente del químico.
- Reducción de costos. Los costos se reducen por la utilización de menos químicos.
- Daños en las raíces de los cultivos, evitando el rompimiento o doblamiento que ocurre con las técnicas de aplicación convencional del fertilizante en el campo.
- Se requiere menos equipo para aplicar el químico.
- Se requiere menos energía en la aplicación del químico.
- Generalmente es menor la labor que se necesita para supervisar la aplicación.
- El suministro de nutrientes es más cuidadoso, uniforme y monitoreados.
- Los nutrientes pueden ser aplicados directamente en etapas donde el cultivo lo necesite.

- Los nutrientes pueden ser aplicados en donde las condiciones del suelo y cultivos prohíban la entrada en el campo con equipo convencional.
- Rápida actuación ante síntomas carenciales y facilidad de aplicar no sólo macroelementos, sino también elementos secundarios y microelementos.
- Posibilidad de utilizar las instalaciones para aplicar otros productos tales como herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc., aunque en este campo la tecnología está solamente en sus inicios.

Por otra parte, el (CIQA 1997) nos 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.

Cuando el nitrógeno es aplicado con riego, KAFKAFI, WALERSTEIN Y FEIGENBAUM señalan que el tratamiento con N. nítrico produce 155% mas tomates que el correspondiente a altas dosis de N. amoniacal. La eficiencia del agua usada determina en frutos y producción de materia seca fueron de un 30% más altas que cuando se alimentan con nitrato solamente.(Haiqium1998).

Las Limitaciones de la Fertirrigación

La mayoría de las limitaciones no se deben al método en sí, sino a un manejo incorrecto o a la ignorancia que existe acerca de muchos aspectos relacionados con la nutrición de las plantas.

- Problemas de contaminación de la fuente de abastecimiento. Cuando el agua proviene de un acuífero, la bomba debe tener un sistema que prevenga el reflujo del químico al acuífero; si el agua proviene de una presa, se debe evitar el agua de retorno (escurrimiento), ya que el agua que es descarga a los drenes puede ir a otros cuerpos de agua, como lagos, esteros o el mar.
- Gasto inicial. Para aplicar el fertilizante con agua de riego, se requiere tener tanques mezcladores, inyectoros y dispositivos de prevención de retro-flujo.
- Posible des uniformidad producidas por fallas en el sistema de riego. Si el sistema de riego tiene una fuga; o si este se encharca, es muy probable que se tengan aplicaciones excesivas de agroquímicos en algunas partes de terreno y déficits en otras.
- Necesidad de calibración. Los sistemas de riego debe calibrarse constantemente para aplicar las dosis deseadas.
- Obturación por precipitación causados por incompatibilidad de los distintos fertilizantes entre si o con el agua de riego, o debidas a una disolución insuficiente.
- Aumento excesivo de la salinidad del agua de riego.

La ferirrigación con altos contenidos de nitrógeno puede acidificar rápidamente el suelo (Meyer citado por Eddy 1999).

La fertirrigación por goteo es un sistema mixto de riego y abonado de cultivos.

Se realiza atravez de una red de tuberías de PVC que depositan al pie de cada planta, gota a gota, la cantidad de agua y fertilizantes que necesita para su buen desarrollo. En realidad se trata de una versión mejorada del riego por goteo, método cada vez más extendido en regiones áridas y semiáridas y en el cultivo intensivo bajo invernadero. (Hoces Tomas 1990).

El manejo de los cultivos en fertirrigación se da basándose en la aplicación de fertilizantes con relación a la densidad del plantío; trabajando apartir de aportaciones de nutrientes en gramos por planta por día.

Es de suma importancia conocer los niveles nutricionales iniciales, así como la concentración y tipo de sales presentes en el agua de riego, pues esto nos permite hacer una buena selección de la forma química de los fertilizantes a utilizar, así como reducir al máximo el riesgo de taponamiento de goteros.

En fertirrigación, la variación de los equilibrios químicos durante las diferentes etapas vegetativas del cultivo se realizará según las necesidades nutricionales de la planta en apoyo a resultados dados por los análisis de savia.(Burgueño 1996).

Los Fertilizantes y la Fertirrigación.

Nitrógeno: el nitrógeno en forma 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 goteo suele ser elevada. A medida que aumenta la dosis, queda superada la capacidad de intercambio ionico de los coloides en consecuencia su desplazamiento es mayor.

Es bien conocido que el nitrato se mueve con toda facilidad en el suelo por su extraordinaria solubilidad en el agua, sigue normalmente el flujo de agua hasta el borde de la zona humedecida del suelo, es decir, del bulbo. Con el riego localizado se obtiene una mayor concentración de nitratos en la zona de raíces que en los casos de riego superficial o mediante aspersión.

Fósforo: El fósforo es el elemento más difícil de aplicar, pues, además de su baja solubilidad existe el peligro de precipitación al reaccionar con el calcio que puede contener el agua de riego y que produce el paso de fosfato monocalcico a bicalcico.

El fósforo: no se desplaza en el suelo mas allá de 20 a 30 cm. del punto de aplicación, al ser fuertemente adsorbido por los coloides del suelo, es un inconveniente común a todos los abonos fosfatados. No obstante se ha comprobado que al aplicarlo con riego por goteo su desplazamiento en el suelo es mayor que en cualquier otro sistema de aplicación, debido que al aumentar su concentración se sobrepasa la capacidad de fijación del suelo.

Potasio: Como el fósforo y el potasio se mueven muy limitadamente en el suelo, el potasio suministrado es adsorbido en el complejo de cambio del suelo. La absorción de este elemento depende en gran parte de la humedad del suelo hasta el punto que el suelo seco practicamente no se produce, la humedad constante del riego por goteo facilita dicha absorción.(Burgueño 1987).

La inyección de fertilizantes también afecta la calidad de agua, el exceso de nitrógeno puede afectar los rendimientos de algunos cultivos. Una concentración de 1 ppm, de nitrato nitrogenado ($\text{NO}_3\text{-N}$) es equivalente a 1.2 Kgs. de nitrógeno por cada 30cm^3 de agua (Hassan 1999).

Riego por Goteo.

El riego por goteo se define como la aplicación artificial del agua en forma lenta pero frecuentemente y en pequeñas cantidades directamente en la zona radical de las plantas, que se proporcionan a través de emisores donde un gasto (2 – 10 LPH) fluye gradualmente y uniformemente. El agua aplicada se distribuye en el perfil del suelo describiendo un patrón de humedecimiento ovoide llamado bulbo de mojado, cuyo contorno se extiende más lateralmente y verticalmente en los suelos arcillosos, mientras, que en suelos arenosos se presenta más alargados que anchos. Por otra parte dado que la aplicación es intermitente permite mantener el suelo en condiciones optimas de humedad durante el desarrollo del cultivo. La distribución en el

campo se realiza por medio de la conducción el agua a través de una extensa red de tuberías que trabaja a bajas presiones (1 kg/cm^2). (Munguia 1997).

El riego por goteo tiene grandes ventajas en la prevención de pérdidas de agua, ya que el agua liberada es insignificante y por ende la evaporación es mínima y solo una porción del suelo es humedecida. (Davis, 1980).

El agua suministrada con un sistema de riego por goteo crea un medio ambiente óptimo de humedad en el suelo, la eficiencia en el uso del agua podría ser aumentado en un 50% o más usando un riego por goteo en lugar de un riego por superficie. (García y Briones 1986).

En California U.S.A. Actualmente el riego por goteo y acolchado con polietileno negro se utiliza para crear en el suelo un microclima que estimula a la planta para fomentar el desarrollo del sistema radicular en forma lateral, además de un abastecimiento de CO_2 en los estomas debido a la distribución de temperaturas. (Ibarra y Rodríguez 1974).

Con el riego por goteo se obtiene el máximo provecho de los fertilizantes, mediante la aplicación directa de abonos solubles a través de la instalación del riego gota a gota, no solo se obtiene una liberación de los nutrientes más perfectamente y constante, sino que se reduce así mismo los costos al eliminar las pérdidas de fertilizante por percolación, además, las plantas no experimentan quemaduras por abono, puesto que los productos químicos de abono se diluyen extensamente en el agua de riego antes de alcanzar la planta. (Kobe Shoji, 1975).

Según estadísticas más recientes, existen aproximadamente 15 millones de hectáreas que cuentan con irrigación en México, y de ellas se estima que en los últimos años se han instalado más de 600,000 has de goteo. Sin embargo sólo el 10% cuenta con equipos automáticos de fertirrigación. (INIFAP 1999).

Bajo riego por goteo la nitrificación es relativamente baja. Es por eso por lo que se recomienda aplicar Nitrógeno en su forma nítrica, que ofrece la ventaja adicional de evitar la toxicidad del amoníaco y estimula la asimilación de K, Ca, y Mg (Haiquim 1998).

Ventajas

Ventajas y desventajas del riego por goteo. (Hiler y Howell 1972), (Karmeli y Keller 1975) y (Karmeli y Smith 1977).

- Ahorro de agua debido a que es aplicada eficientemente donde se encuentra la actividad radicular, evitando más pérdidas por evaporación.
- Aumento en la eficiencia de agua que se traduce en un incremento de rendimiento y calidad de los cultivos.
- Ahorro de mano de obra ya que los sistemas son permanentes o semipermanentes.
- Ahorro y uso óptimo de fertilizantes debido a la aplicación de un sistema de riego por goteo.
- Reducción de malezas, por regar solo una porción del suelo, por ende se reduce el área para el crecimiento de las malezas.
-

La aplicación de nutrientes mediante el sistema de riego por goteo tendrá los siguientes efectos (Arellano 1996).

- 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 de agua y de los fertilizantes.

Los beneficios del riego por goteo son muy grandes: Se puede lograr la reducción del 50 % del uso de agua de los requerimientos de nitrógeno, fertilizantes y la reducción de escurrimientos de nutrientes y plaguicidas.

El riego por goteo aumenta la respuesta de la cosecha y las ganancias mediante la fertirrigación, procedimiento que consiste en el inyectar directamente los fertilizantes solubles a través del sistema de riego por goteo de bajo volumen.(Light 1995).

Desventajas.

- Sensibilidad a taparse: ocasionado por el pequeño tamaño de las aberturas de los goteros.
- Problemas con la distribución de humedad: existe la evidencia de que no todos los cultivos responden a solo una localización de riego de humedad.
- Suelo seco y formación de polvo durante las operaciones mecánicas esto se debe a que solo una parte del total del campo del cultivo recibe agua durante el riego y la mayor parte permanece seca creando problemas.

Acolchado.

El acolchamiento ha sido una técnica empleada desde hace mucho tiempo por los agricultores. En sus inicios, consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierba, etc.), disponibles en el campo. Con estos materiales se cubría el terreno alrededor de las plantas, especialmente en cultivos hortícolas y florícolas, para obstaculizar el desarrollo de malezas, evaporación del agua del suelo, y principalmente para aumentar la fertilidad.

Factores Sobre los que Ejerce Mayor Influencia el Acolchado.

- Control de malezas
- Humedad del suelo
- Temperatura del suelo
- Estructura física del suelo
- Fertilización
- Actividad microbiana.

Ventajas.

- Producción de cosechas tempranas
- Altas producciones
- Supresión de labores culturales (aporques, deshierbes, etc.) (Ibarra 1997).

Monitoreo de la Nutrición del Cultivo

El Monitoreo se hace a través del ciclo de crecimiento del cultivo a través del análisis de suelo, foliar, y de savia. (Castellano 1998).

El análisis de suelo es una herramienta importante para la agricultura de altos rendimientos, los resultados son muy útiles para controlar los niveles de nutrientes en el suelo, los análisis del suelo deberían ser utilizados juntos con otra información como guía para llegar a

recomendaciones de fertilizantes y encalados y así producir rendimientos más altos y mayores ganancias.

Los análisis de suelos tienen dos funciones:

- Nos indican el nivel de nutrientes en el suelo, y por lo tanto, donde comenzar en el desarrollo de un programa de fertilización o de encalado.
- Los análisis de suelo pueden ser usados en forma regular para controlar el sistema de producción y para medir sus tendencias y cambios. (Potash & Phosphate Institute 1988).

Las pruebas de suelo, que durante mucho tiempo se tuvieron como recursos opcionales del agricultor, se están convirtiendo en una necesidad, conforme los productores se ven presionados a lograr mayores rendimientos en menos hectáreas. (Callaghan 1995).

El análisis de la planta puede ser considerado como un medio clásico de control de la nutrición y de la fertilización de los vegetales cultivados (Burgueño 1987).

Los análisis de las plantas se basan en la premisa de que la cantidad de un elemento dado en una planta es una indicación del suministro de este nutriente en particular, y por lo tanto se relaciona directamente con la cantidad presente en el suelo.

Las pruebas rápidas para determinación de elementos nutritivos en la savia de la planta o en los tejidos frescos ocupan un lugar muy importante en la diagnosis de las necesidades para el crecimiento de las plantas. En estas pruebas el jugo procedente de las células rotas es analizado para ver nitrógeno, el fósforo, y el potasio no asimilado. También se usan tests para otros elementos como el magnesio y el manganeso. Los resultados se expresan como muy bajo, bajo, mediano o alto. (Tisdale y Nelson, 1987).

Análisis de Savia: consiste en extraer este liquido de toda la planta o de algún órgano de referencia y determinar en él los elementos minerales y sustancias orgánicas de interés para la nutrición de una planta en un momento dado de su desarrollo. (Echevers 1997).

La cantidad global de un elemento presente en el jugo vegetal refleja las condiciones de absorción, y la fracción ionica de un elemento mineral constituye un excedente o una reserva de donde el vegetal se abastece según sus necesidades.

La técnica del análisis de savia esta mejor adaptada al seguimiento de una planta anual con crecimiento rápido que la técnica del análisis foliar. (Morard 1983)

Los métodos de análisis de plantas y tejidos vegetales se han establecido para determinar los niveles de nutrientes en las plantas. Los resultados de estos análisis indican si la planta ha sido capaz de absorber del suelo los diferentes elementos requeridos para un crecimiento y producción óptimos. Esta información no pudo ser proporcionada por un análisis de suelo, por lo tanto, el análisis de suelo y el análisis de plantas y tejidos son mutuamente complementarios.

Una prueba rápida o un análisis de tejidos es la determinación de la cantidad de un nutriente en la savia de la planta. Esta es una medida semi cuantitativa del contenido soluble no asimilado en la savia de la planta.

Estos análisis de tejidos pueden ser efectuados fácilmente y en forma rápida en campo. El tejido de la planta verde puede ser analizado para determinar varios elementos: N- nítrico, P, K, algunas veces para Mg, Mn y Fe, sin embargo, requiere mucha practica y experiencia para interpretar los resultados, especialmente los de Mg, Mn y Fe.

Al usar el análisis de tejidos estamos buscando el elemento (N, P, o K) que pudiera estar limitando el rendimiento. Si un elemento está muy bajo, puede hacer que los otros se acumulen en la savia debido a que el crecimiento de la planta ha sido restringido (Potash & Phosphate Institute 1988).

Desde hace más de diez años, los productores hortícolas en Francia controlan la fertilización de sus cultivos, principalmente de tomate y pepino, con apoyo en este método de análisis permanente de savia extraída de los tejidos conductores.(Burgueño 1987).

Las principales limitaciones de análisis y pruebas de tejidos son las siguientes:(S.E.P. 1983).

- Las pruebas se limitan a ciertas partes de la planta.
- Las pruebas se limitan a ciertos periodos de maduración.
- Las pruebas sirven únicamente para tomar medidas correctivas en el siguiente periodo de cultivo.
- Para que las pruebas sean valiosas se requieren de una interpretación combinada de ésta, con la información del análisis del suelo.

Las variaciones son aún más susceptibles en el caso del análisis de nitratos. Las concentraciones de NO_3 en los tejidos vegetales están en función de la actividad de la enzima nitrato reductasa, misma que a su vez depende de la intensidad luminosa, por lo que los resultados de los análisis no únicamente se ven afectados por las condiciones prevalecientes anteriores al muestreo, sino muchos casos, como el antes citado por la hora del día misma en que este se efectúe. (Aguilar y Alcalde 1987).

A pesar de las limitaciones antes mencionadas, los análisis de plantas tienen valor por que:

- Detectan deficiencias de nutrientes que no se manifiestan visiblemente en la planta.
- Determinan los niveles tóxicos de nutrientes y de sus compuestos en la planta.
- Comprueban las deficiencias de nutrientes pronosticadas por medio de los síntomas visibles.(S.E.P. 1983).

El término “análisis de planta” se refiere al análisis total o cuantitativo de los elementos esenciales en el tejido de la planta, el análisis de plantas se usa:

- Para confirmar un diagnóstico efectuado a partir de síntomas visibles.
- Para identificar “síntomas de hambre” ocultos cuando no se presentan síntomas visibles.
- Para determinar si los nutrientes aplicados han entrado en la planta.
- Para aprender acerca de las interacciones entre varios nutrientes en las plantas.
- Para sugerir análisis adicionales o estudios en campos problemáticos. (Potash & Phosphate Institute 1988).

No obstante que el objetivo fundamental del análisis es diagnosticar las anomalías nutrimentales que pueden presentar las plantas de cultivo, dichos diagnósticos pueden estar orientados hacia dichos propósitos:

- Para ratificar o diagnosticar una diagnosis de síntomas visuales.
 - Para identificar deficiencias latentes,
 - Para evaluar la respuesta a las aplicaciones correctivas,
 - Para ayudar o interpretar los resultados de la experimentación,
 - Para definir interacciones o antagonismos nutrimentales.
 - Para seguir pruebas adicionales que ayuden a la identificación del problema.
 - Para entender el funcionamiento interno de la planta
- (Calcade 1987).

Cuadro 2.2 Valores Críticos y Óptimos de Concentración de Nutrientes en el Cultivo del Tomate para Diagnóstico Foliar.

Etapas vegetativa	NO3 ppm	P-PO4 ppm	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm
Optimo	16000	4000	6.5	2.0	0.9	150	20	50	90
Floración									
Critico	12000	3500	5.5	1.5	0.75	130	12	35	70
Optimo	14000	3500	6.0	2.8	0.85	140	20	40	80
Formación de frutos.									
Critico	10000	2800	5.0	1.8	0.7	120	10	30	60
Optimo	10000	3000	5.5	3	0.8	120	15	35	80
Producción									
Critico	8000	2500	4.5	2.0	0.7	100	10	25	50

(Morard 1983)

Materiales y Metodos

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 campo experimental del centro de investigación en Química Aplicada(CIQA). En el departamento Agropásticos, ubicado al noreste de la ciudad a 25° 27' latitud norte y 101° 02' longitud oeste, con una altitud 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 de junio a septiembre los más lluviosos. La evaporación promedio mensual es de 178 mm, registrándose más intensa en los meses de Mayo y Junio con 234 y 236 mm, respectivamente (Koppen, modificado por García, 1984).

Suelo

Cuadro 3.1 Características del suelo

Análisis Físico-Químico de Suelo Agrícola

PH (saturación)	5.15
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/lto	3.6
K ⁺ meq/lto	-
Mg ⁺ + meq/lto	37.8
Cl ⁻ meq/lto	18.2
So ⁼ Meq/lto	35.7
Co ₃ ⁼ Meq/lto.	1.25
HCO ₃ ⁻ meq/lto	10.0

Materiales Utilizados.

- Terreno para el experimento de 972 m².
- Poliducto hidráulico de 1" para conducir agua.
- Cintilla de riego de la 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.
- Película plástica negra calibre 125 y con un ancho de 1.5 m
- Hilo de polipropileno (rafia).
- Conectores de tipo omni..
- Tubing.
- Balbulas de paso
- Tractor con implementos: arado y rastra.

- Palas, azadones, estacas de madera de 1.70 m para tutoreo, bascula, navaja, mazo.
- Mochila aspersora de 15 lts.
- Cajas de aluminio para muestra de suelo
- Estufa de aire caliente de marca FEUSA para secado de plantas, frutos flores y suelo.
- Fertilizantes: Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio, Urea, Acido nítrico, Acido fosfórico Nitrato de Amonio.
- Agroquímicos .
- Utensilios diversos de laboratorio para análisis de savia, hojas y suelo.
- Tanque y bomba para la inyección de fertilizantes.
- Semilla de tomate saladette cv. "HM 2867"
- Charolas de poliestireno de 200 cavidades
- Peat most
- Regadera
- Estacones

Diseño Experimental

El diseño experimental efectuado fue de bloque al azar, con 4 tratamientos y cuatro repeticiones, quedando de la siguiente manera:

Cuadro 3.2 Distribución del experimento

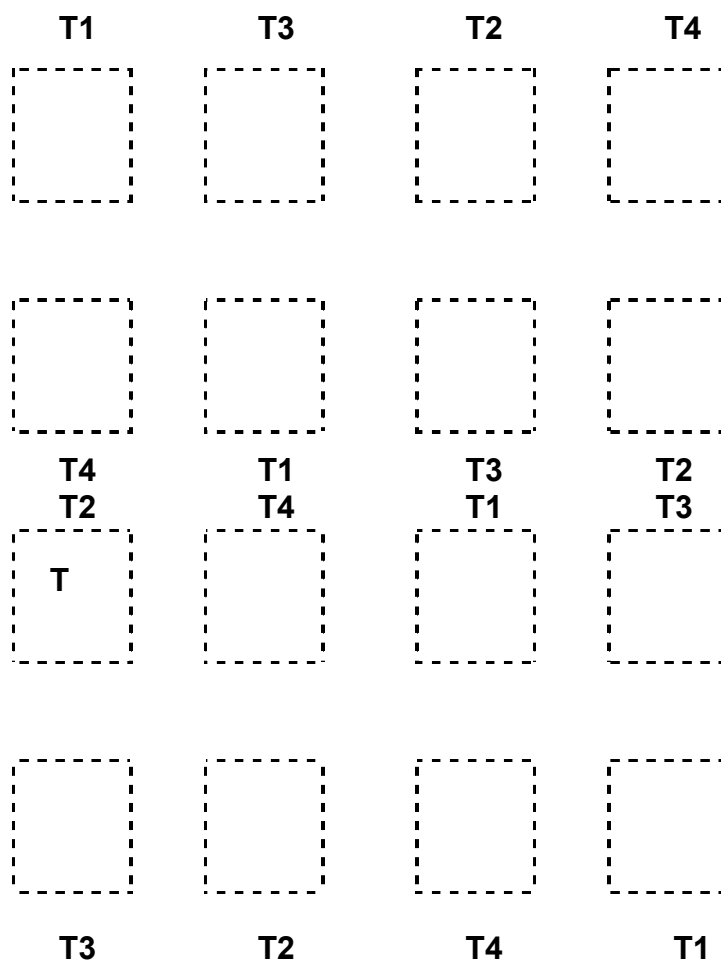
Tratamientos	Fuente de N	Fuente de P	Fuente de K
1	Nitrato de Amonio	Acido Fosfórico	Nitrato de Potasio
2	Sulfato de Amonio	Acido Fosfórico	Nitrato de Potasio
3	Urea	Acido Fosfórico	Nitrato de Potasio

4

Acido Nítrico

Acido Fosfórico

Nitrato de Potasio



12 m de Largo

1.50 m

30 cm

**Ancho de una repetición
4.5 m**

El área de cada repetición es de 54 m^2 , con una área de 216 m^2 por tratamiento con una parcela útil de 864 m^2 con una superficie total del experimento de 972 m^2 .

Variables a Evaluar

Peso Fresco de la Planta, Flores y Frutos

El peso fresco de la planta se obtuvo seleccionando una planta representativa de cada una de las repeticiones, esta planta era cortada con una navaja y con mucho cuidado para que no se llegaran a perder algunos frutos o partes vegetativas, estas plantas eran llevadas a una mesa donde se separaban por parte lo que eran flores y frutos y lo que era la parte vegetativa, la parte vegetativa era pesada por

separado y las flores y los frutos eran pesados juntos en una vascula de tripie y anotado su peso.

Peso Seco de la Planta, Flores y Frutos

El peso seco de la planta, flores y frutos se obtuvo de las mismas plantas que se evaluaron en peso fresco, estas mismas fueron colocadas en bolsas de papel y con una seña particular de tratamiento y repetición eran llevadas a la estufa de aire caliente por un espacio de 48 horas heran sacadas, al cumplirse dicho lapso de tiempo, se dejaban enfriar por unos minutos y se procedía a pesar los restos de las plantas así como la de flores y frutos en una bascula analítica para obtener pesos más precisos.

Numero de Frutos y Flores

El numero de flores y frutos eran contabilizados al mismo tiempo en que eran separados de la planta en evaluación.

Análisis de Savia

El muestreo fue llevado acabo el día 17 de junio de 1998 entre las 9:00 y 11:00 hrs.

Las plantas muestreadas fuero representativas de la mayoría de la población del tratamiento.

Las partes de la planta que se muestrearon fueron los peci6los, las muestras fueron guardadas en un frasco de vidrio de 250 cc. lavados con agua destilada y con tapa, el cual contenía 50 cc. de ether etílico anhído.

Se impregnó la muestra con ether para detener el metabolismo de los tejidos, esta muestra fue llevada al laboratorio, en frío, dentro de una hielera.

Análisis Foliar (hojas)

Las hojas fueron recolectadas durante las primeras horas de la mañana de plantas representativas de cada tratamiento, se recolectaron 3 hojas por planta y 2 plantas por repetición, 24 hojas por tratamiento y un total de 96 hojas por todas, las cuales fueron colocadas en bolsas de papel las y llevadas a laboratorio.

Rendimiento

Fueron seleccionadas tres plantas representativas por repetición para todo el ciclo del cultivo, de las cuales eran cosechadas individualmente cuando se realizaba en todo el lote, los frutos eran pesados, de ellos se tomaban las calidades tanto de exportación, nacional y no comercial.

Manejo del Cultivo

Preparación del Terreno.

La preparación del terreno consistió en un barbecho, seguido de dos rastreos, esto con la finalidad de obtener un mejor mullido para obtener una buena cama para acolchado y buen desarrollo del sistema radicular de las plantas.

Preparación de las Camas

El levantado de camas se realizó en forma manual colocando hilos a lo largo los cuales fueron utilizados como guía para levantar las camas.

Instalación del sistema de riego.

El sistema de riego consistió en la colocación de la cinta de riego sobre la superficie de la cama (no en el centro) para abastecer de agua suficiente a las plantas, una vez instaladas, se conectaron a través de un tubo una manguera de plástico de una pulgada de diámetro, y esta a su vez, conectada a la manguera principal proveniente del tanque de agua en el cual se depositaban los nutrientes.

Acolchado del Terreno

Se colocó la película de plástico sobre el lomo de la cama, cubriendo con tierra ambos lados del plástico, posteriormente se perforó la película plástica con un

tubo caliente a cada 30 cm. Esto fue realizado todo en forma manual para facilitar el trabajo y cuando existía poco viento.

Transplante

El transplante se realizó el día 27 de abril de 1998, después de haber tenido cuarenta y ocho horas de riego, se colocó una plantula por cavidad, con una distancia entre plantas de .3 m y una distancia entre surcos de 1.5 m, teniendo una densidad de población de 22, 219 pta/ha.

Estacado

Se realizó a los 25 días después de transplante, se utilizó el estacado tipo regional que consistió en colocar estacones de 1.5 a 2 metro de altura en línea al centro de la cama a una distancia de aproximadamente de dos metros entre estacon y estacon, enterrados a una profundidad de 50 centímetro, posteriormente fue colocada la rafia conforme la planta lo fue requiriendo, esto fue con el fin de que el fruto no estuviera en contacto con el suelo y para tener una mejor manejo del cultivo en cuanto a la cosecha y aplicaciones de agroquímicos.

Deshierbes

Se realizó manualmente cuando las malas hierbas salieron en el orifico del plástico y con azadón cuando estas salieron sobre los pasillos, estos se fueron realizando conforme se presentaban dichas malas hierbas.

Fertilización

La fertilización se comenzó el 1 de Mayo de 1988 aplicando una dosis diaria para cada tratamiento y para cada etapa de desarrollo.

Cuadro 3.3 Fertilización diaria para una hectárea.

Tratamiento	Etapas de Desarrollo (días)	Numero de riegos	KNO ₃ Kg/dia/Ha	NH ₄ NO ₃ Kg/dia/Ha.	H ₃ PO ₄ Lts/dia/ha
1 NH₄NO₃	trans-21	1-7	5.07	1.5	.650
	22-45	8-16	6.75	3.6	.650
	46-70	17-24	6.33	7.74	.630
	71-110	25-38	12.66	7.8	.80
	111-final	39-44	4.23	7.4	.440
2 NH₄SO₄				NH₄SO₄	
	trans-21	1-7	5.07	2.4	.650
	22-45	8-16	6.75	5.9	.650
	46-70	17-24	6.33	8.6	.630
	71-110	25-38	12.66	13.8	.80
	111-final	39-44	4.23	13.2	.440
3 UREA	trans-21	1-7	5.07	1.1	.650
	22-45	8-16	6.75	2.6	.650
	46-70	17-24	6.33	3.8	.630
	71-110	25-38	12.66	6.2	.80
	111-final	39-44	4.23	5.9	.440
4 HNO₃				HNO₃ (lts.)	
	trans-21	1-7	5.07	0.2	.650
	22-45	8-16	6.75	0.5	.650
	46-70	17-24	6.33	0.75	.630
	71-110	25-38	12.66	1.2	.80
	111-final	39-44	4.23	1.9	.440

Desarrollo Vegetativo
Inicio de floración y Fructificación

Desarrollo del Fruto
Precosecha
Cosecha
Fumigación

Se realizo con una mochila aspersora de una capacidad de 16 lt. Conforme fueron necesarias estas y se llevaron acabo en forma preventiva y curativa durante todo el ciclo del cultivo. Acontinuación se presenta un cuadro con los principales productos:

Cuadro 3.4 Agroquímicos aplicados al cultivo de tomate.

Fecha	Clasificación	N. comercial	Ing. Activo
5 – May -98	Fungicida	Ridomil 2E	
11 - May - 98	Fungicida	Tecto 60	Tiabendazol
	Fertilizante	Nitrocel 45	Nitrógeno
	Insecticida	Tamaron	Metamidofos
	Fitorregulador	ProGibb	Giberelinas
12 – May - 98	Fungicida	Lucaptan	Captan
	Fertilizante- enreizador	Raizal 400	9-45-11 de NPK
9 – Jun -98	Fungicida	Daconil	Clorotalonil
	Fungicida	Cobre	Cobre
	Bioestimulante	Maxi Grow	Hormonas
17 – Jun -98	Insecticida	Aflix	Dimetoato
	Fungicida	Mancozeb	Mancozeb
	Adherente	Inex-A	Glicol-Oxido de etileno
18 – jun - 98	Fertilizante	Nitrato de Calcio	Nitrato de calcio
	Fitorregulador	ProGibb	Giberelinas
25 – Jun - 98	Fungicida	Mancozab	Mancozeb
	Fungicida	Daconil	Clorotalonil
	Bioestimulan te	Maxi Grow	Hormonas
	Insecticida acaricida	Agrimec 1.8% CE	Abamectina
8 – Ago - 98	Fungicida	Zineb	Zineb
	Fungicida	Benlate	Benomilo
	Insecticida	Aflix	Dimetoato
	Insecticida	Ambush 50	Permetrina
	Adherente	Inex-A	Glicol-Oxido de etileno

Fertilizante

Foltron Plus

10-20-5 de NPK

RESULTADOS Y DISCUSION

PESO FRESCO DE PLANTAS

Al analizar los datos obtenidos en peso fresco de plantas mediante análisis estadístico, no mostraron diferencia significativa entre tratamientos,(cuadro 4.1) lo que nos indica que el comportamiento de estos en cuanto a peso fresco fue igual.

Cuadro 4.1 Comportamiento del peso fresco de plantas por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno en tres evaluaciones.

Tratamiento	Fertilizante	Peso Fresco (kg)		
		Primera Evaluación 12- jun-1998	Segunda Evaluación 14 – jul. - 1998	Tercera Evaluación 11 – Sep. - 1998
1	Nitrato de Amonio	.414	.925	4.702

		Peso Fresco (kg)		
2	Sulfato de Amonio	.423	.850	3.015
3	Urea	.382	1.075	3.440
4	Acido Nítrico	.469	.937	3.830
Significancia		N.S	N.S	N.S
C.V		10.12 %	18.38 %	15.33%
D.M.S		-	-	-

Aunque no se encontró diferencia significativa estadísticamente entre tratamientos, se pudo observar que en la primera evaluación realizada durante el experimento, el tratamiento numero 4 (Acido nítrico) de 469 gr. supera ligeramente a los demás tratamientos seguido por el nitrato de amonio, con 414 gr, y sulfato de amonio y urea la que menos peso tuvo. En la segunda evaluación el tratamiento No. 3 (urea) 1075 gr supera a los demás tratamientos seguido del ácido nítrico con 937 gr, nitrato de amonio y sulfato de amonio. Para la tercera evaluación el que mayor peso obtuvo fue el tratamiento No. 1(nitrato de amonio) con una acumulación de 4702 gr. Seguido del tratamiento No. 4 (ácido nítrico) con 3830 gr. Posteriormente la urea y finalmente el sulfato de amonio. Aunque con un análisis de savia realizado a los cinco días después de la primera evaluación el nitrato de amonio era el que menores cantidad de algunos elemento tenía tales como N- NO_3 , K, Ca, Mg, Na, y esto era algo normal reflejado en un menor peso de la planta que se había determinado días antes de que se tomara esta muestra, pero estos elementos no eran tan fundamentales para esta etapa, pero en esta evaluación la urea era la que tenia más problemas en cuanto a peso fresco más sin embargo en la evaluación de análisis de savia el tratamiento con la urea se iba

recuperando ligeramente por lo que no se hiciera ninguna corrección de fertilización, para la segunda evaluación de peso fresco la mayor cantidad la obtiene el tratamiento número 3 (Urea) y aquí se corrobora lo anterior del análisis de savia, el ácido nítrico se encontraba ligeramente después de la urea, pero en un análisis foliar realizado dos días después de la segunda evaluación el que tenía más elementos como N, Mg, Fe, Ca, acumulados era el tratamiento de nitrato de amonio en el cual se manifiesta en una tercera evaluación como el que acumulara la mayor cantidad de peso fresco, seguido por el ácido nítrico, sulfato de amonio y urea. Con los datos de la primera evaluación y la tercera se llegó a la determinación de que para esta variable el mejor tratamiento fue el 1 (nitrato de amonio) con una diferencia de la primera evaluación contra la tercera de 4288 gr acumulados, el segundo mejor tratamiento fue el 4 (ácido nítrico) con una acumulación de 3361 gr de materia fresca seguido por el tratamiento 3 (Urea) con una acumulación de 3050 gr. Y finalmente el tratamiento 2 (sulfato de amonio) con una acumulación de 2592 gr. de peso de plantas.(Fig 1).

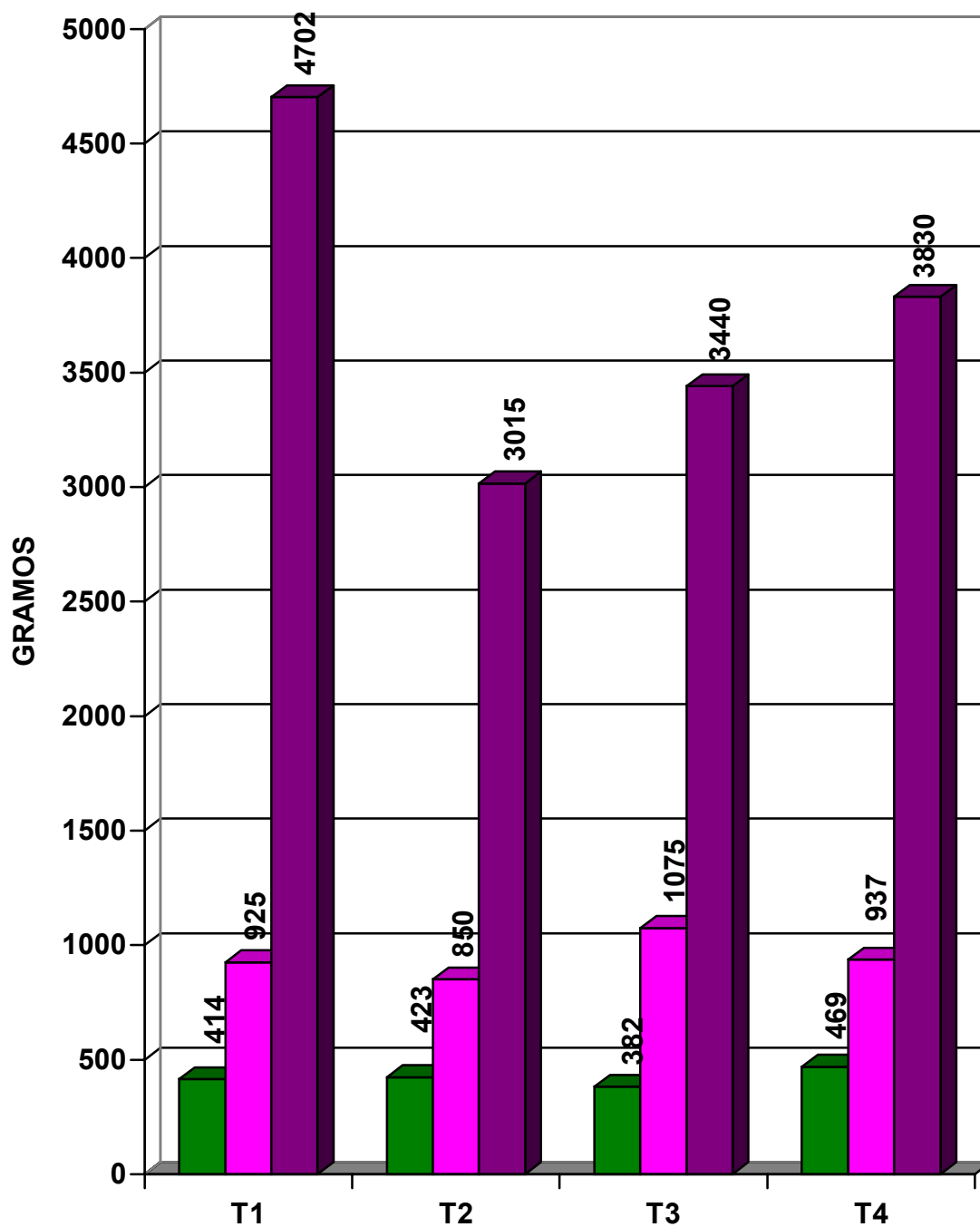


Fig. 1 Comportamiento del Peso Fresco de Plantas por Efecto de las Diferentes Fuentes de Nitrogeno en tres Evaluaciones

Peso Seco de Plantas

En los datos obtenidos para peso seco de plantas como se indican en el cuadro

4.2. No sé en contro estadísticamente diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 4.2 Comportamiento de peso seco de plantas por efectos de las diferentes fuentes de nitrógeno.

Tratamiento	Fertilizante	Peso seco en (gr)	
		Primera Evaluación 12 – jun.- 1998	segunda evaluación 14- jul. 1998
1	Nitrato de Amonio	62.09	162.88
2	Sulfato de Amonio	62.32	141.08
3	Urea	59.23	145.16
4	Acido Nítrico	68.57	163.99
Signifiacancia		N.S	N.S
C.V		14.42 %	19.42 %
D.M.S		-	-

La mayor cantidad de materia seca en la primera evaluación la obtuvo el tratamiento No. 4 (ácido nítrico) con 68.57 gr seguido del tratamiento No.2(sulfato de amonio), con 62.32 gr posteriormente el nitrato de amonio y la urea. En la segunda evaluación el mayor peso también lo obtuvo el tratamiento No.4 (ácido nítrico) con 163.99 gr seguido muy cerca por el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) posteriormente el tratamiento No.3 (urea) y finalmente el tratamiento No.2 (sulfato de amonio), pero comparando la primera evaluación contra la segunda el tratamiento No. 1 es el que más peso ganó 100.79 gr de la primera a la segunda

evaluación, seguido por el tratamiento No. 4 con una ganancia de 98.42 gr seguidos por el tratamiento No.3 con 85.93 gr y posteriormente el tratamiento No. 2 con una cantidad de 78.76 gr (Fig. No. 2).

Al igual que en peso fresco, los mejores tratamientos fueron con el nitrato de amonio y con el ácido nítrico, probablemente por que el nitrógeno en forma nitrato es rápidamente asimilable por la plata, lo que refleja en su más rápido crecimiento, que cuando el nitrógeno se aplica en forma amoniacal esto concuerda con lo expuesto por Burgeño (1987) quien menciona que el nitrato se mueve mas fácil en el suelo y la planta puede disponer de el inmediatamente lo que no ocurre con el amoniaco, el cual primero tiene que pasar a nitrato para ser asimilable.

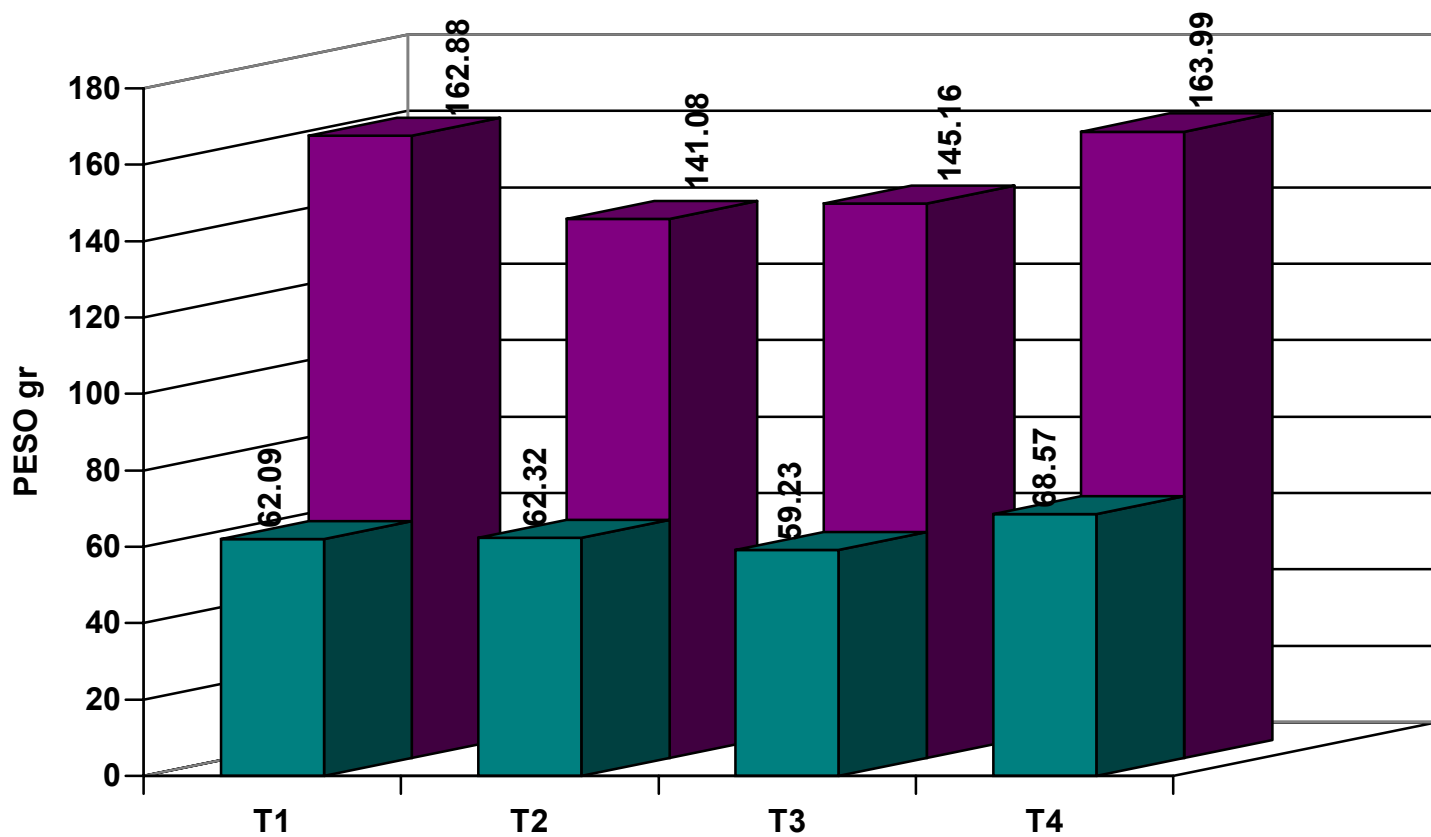


Fig. 2 Comportamiento de Peso Seco de Plantas por Efecto de Diferentes Fuentes de Nitrogeno en dos Evaluaciones

Peso Fresco de Flores y Frutos

En cuanto a peso de flores y frutos al analizar los datos estadísticamente no hubo diferencia significativa, como se indica en el cuadro 4. 3.

Cuadro 4.3 Comportamiento del peso fresco de flores y frutos por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno.

Tratamientos	Fertilizante	Peso Fresco de Flores y Frutos en (gr)	
		Primera evaluación 12 – jun. – 1998	Segunda evaluación 14 – jul. 1998
1	Nitrato de Amonio	32.76	2050
2	Sulfato de Amonio	16.65	1512
3	Urea	15.05	1925
4	Acido Nitrico	33.97	1825
Significancia		N.S	N.S
C.V		67.68 %	29.59 %
D.M.S.		-	-

Sin embargo como se puede observar el tratamiento No. 4 (ácido nítrico) en la primera evaluación es el que tiene mayor peso con 33.97 gr en cuanto a flores y frutos, seguido por el tratamiento No 1 (nitrato de amonio) con un peso de 32.76 gr, seguidos por la urea y sulfato de amonio. Para la segunda evaluación el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) es el que mayor cantidad de peso acumula 2050 gr, seguido por el tratamiento No. 3 (urea) con un peso de 1925gr y por el

tratamiento No. 4 (ácido nítrico) y finalmente el sulfato de amonio. Para esta evaluación haciendo comparaciones el mejor tratamiento en cuanto a ganancia de peso fue efectivamente para el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio con una ganancia de 2017.24 gr seguido por el tratamiento No. 3 (urea) la cual su ganancia de peso fue de 1909.95 gr seguido del tratamiento No. 4 (ácido nítrico) el cual obtuvo una ganancia de 1791.03 gr y finalmente el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con una acumulación de 1495.35 gr. como se muestra en la (Fig. No 3)

Nuevamente aunque estadísticamente no hay diferencia, parece ser que las plantas responden mejor a la fertilización con nitrato de amonio ó sea nitrógeno nítrico que nitrógeno amoniacal..

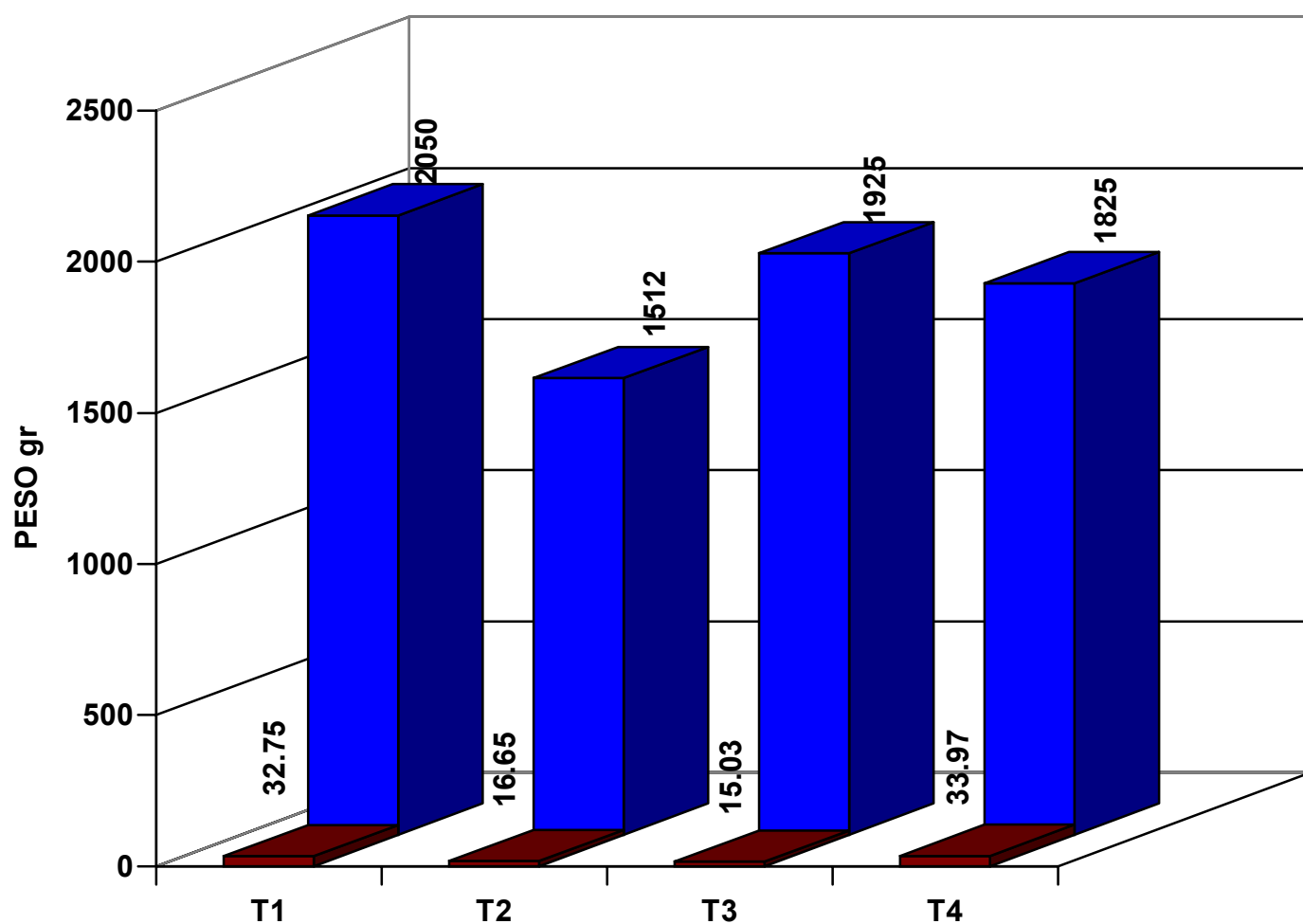


Fig. 3 Comportamiento del Peso Fresco de Flores y Frutos por Efecto de las Diferentes Fuentes de Nitrógeno en dos Evaluaciones

Peso Seco de Flores y Frutos

En cuanto a los análisis de peso seco de flores y frutos no hubo significancia como lo podemos observar en el cuadro No. 4

Cuadro 4.4 Comportamiento del peso seco de flores y frutos por efecto de las diferentes fuentes de nitrógeno.

Tratamientos	Fertilizante	Peso Seco de Flores y Frutos (gr)	
		Primera evaluación 12 –jun. – 1998	Segunda evaluación 14 – jul. – 1998
1	Nitrato de Amonio	3.20	107.16
2	Sulfato de Amonio	1.62	81.09
3	Urea	1.48	119.29
4	Acido Nítrico	2.97	100.06
Significancia		N.S	N.S
C.V		65.54 %	21.97%
D.M.S		-	-

De acuerdo a sus pesos en seco para la primera evaluación, la mayor acumulación de peso lo tiene el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con una cantidad de peso de 3.20 gr seguido por el Tratamiento No. 4 (ácido nítrico) con un peso de 2.97 gr posteriormente el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con una acumulación de 1.62 gr y finalmente el tratamiento No. 3 (urea). La segunda evaluación el tratamiento No. 3 (urea) es el que tiene una mayor cantidad de peso

con 119.29 gr seguida por el tratamiento No.1 (nitrato de amonio) el cual obtiene una cantidad de 107.16 gr y posteriormente el ácido nítrico y el sulfato de amonio. La mayor cantidad de peso ganado de la primera a la segunda evaluación el tratamiento No.3 (urea) es el que tiene la mayor acumulación con 117.81 gr seguido del tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con una acumulación de 103.96 gr ácido nítrico con 97.0 gr y el sulfato de amonio 79 gr acumulados.(Fig No. 4).

Al parecer, las plantas fertilizadas con nitrato de amonio, tiene mas cantidad de agua en sus tejidos que los fertilizados con urea, ya que los pesos frescos y secos así lo sugieren, y en este caso en acumulación de materia seca los tratamientos con la urea tiene mas que las fertilizados con nitrato de amonio.

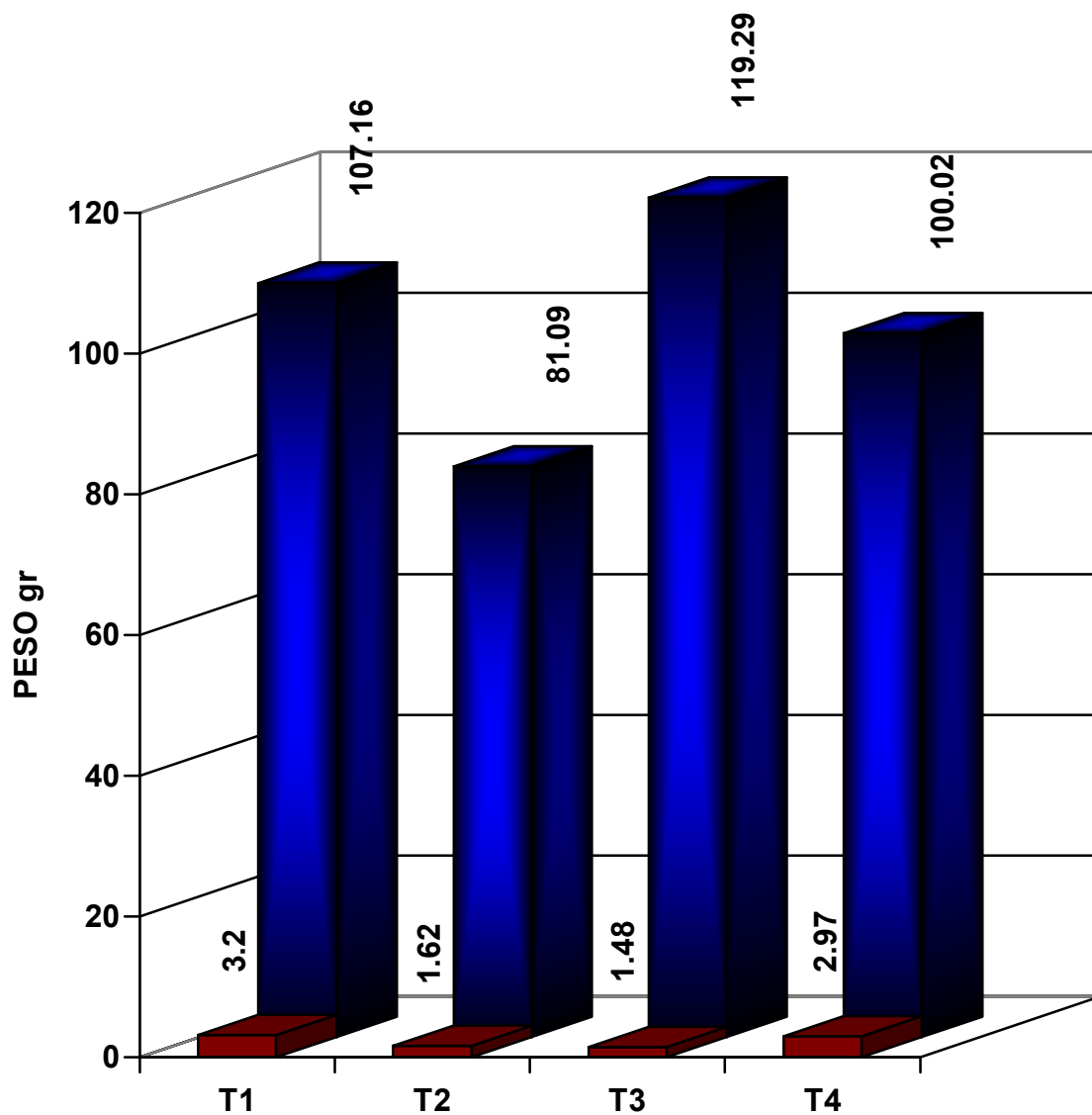


Fig. 4 Comportamiento del Peso Seco de Flores y Frutos por Efecto de las Diferentes Fuentes de Nitrógeno en dos Evaluaciones.

Numero de Flores

La cantidad de flores evaluadas de acuerdo a los resultado da en las dos evaluaciones no significativo estadísticamente como se muestra en el cuadro 4.5.

Cuadro 4.5 Comportamiento de numero de flores por efecto de diferentes Fuentes de nitrógeno.

Tratamiento	Fertilizante	Numero de Flores	
		Primera evaluación 12 – jun. – 1998	Segunda evaluación 14 – jul. – 1998
1	Nitrato de Amonio	45.00	5
2	Sulfato de Amonio	61.50	6.5
3	Urea	50.50	6
4	Acido Nítrico	54.00	6.7
Significancia		N.S	N.S
C.V		21.47 %	44.91 %
D.M.S		-	-

En la primer evaluación el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) tiene la mayor cantidad de flores 61.50 seguido por el tratamiento No. 4 (ácido nítrico), con 54 flores posteriormente el tratamiento No. 3 (urea) con 50 Flores y el Nitrato de Amonio finalmente con 45 flores, de acuerdo al análisis de savia el sulfato de amonio es el que tiene mayor cantidad de calcio con 359 ppm. que en un momento dado pudo influir en una mayor cantidad de flores, en la segunda evaluación la mayor cantidad la obtiene el tratamiento No. 4 (ácido nítrico) con 6.7 y ligeramente abajo el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con 6.5 siguiendole la

urea con 6 flores y finalmente el nitrato de amonio, aunque en esta ultima etapa la floración ya casi no tiene mucha importancia ya que el cultivar que se evaluó es de características determinadas por lo que estas flores tal ves no sean útiles o no terminen el fin que se persigue que es su fruto (Fig. No. 5)

Estos datos de numero de flores, tiene que tomarse con reserva, ya que en el momento en que se hicieron los muestreos de plantas, algunos de los tratamientos ya perdieron mucha flor, lo cual ya se transformó en fruto en desarrollo, mientras que en otros la floración pudo ir mas retrasada y en ese momento del muestreo presentar mejor número de flores. Por lo tanto la información puede estar enmascarada

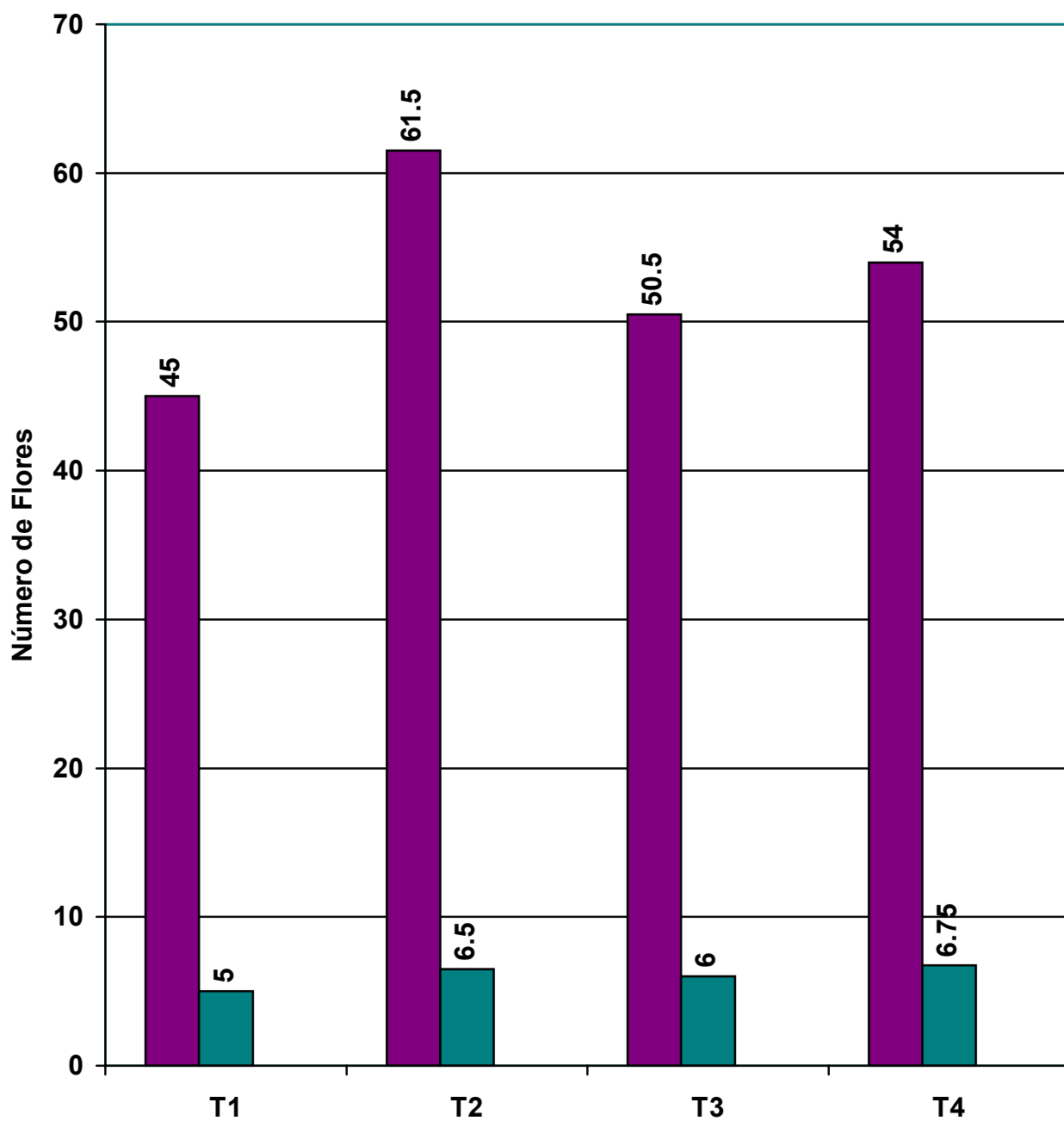


Fig. 5 Comportamiento en Numero de Flores por Efecto de diferentes Fuentes de Nitrogeno en dos Evaluaciones.

Numero de Frutos

En cuanto a los análisis en número de frutos como se presenta en el cuadro 4.6

Cuadro 4.6 Comportamiento en numero de frutos por efectos de las diferentes fuentes de nitrógeno.

Tratamientos	Fertilizantes	Numero de Frutos	
		Primera evaluación 12 – jun. – 1998	Segunda evaluación 14 – jul. – 1998
4	Acido Nítrico	9.75	56.75 A
3	Urea	4.5	53 A
1	Nitrato de Amonio	9	47.25 AB
2	Sulfato de Amonio	7.25	38.75 B
Significancia		N.S	*
C.V		55.86 %	13.43 %
D.M.S		-	10.5096

En la primera evaluación no hubo significancia pero como se puede observar el tratamiento No. 4 (ácido nítrico) es el que se encontraba con una mayor cantidad 9.75 frutos seguido por el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con una cantidad de 9 frutos y seguidos por la urea con 7.5 y el sulfato de amonio con 4.5, para la segunda evaluación dió significancia, siendo estadísticamente mejores los tratamiento 4 y 3 posteriormente el tratamiento 1 era

igual tanto para el 4 y3 como para el 2 y para el tratamiento 2 era diferente a los tratamientos 4 y 3 , pero numéricamente el mejor tratamiento es el No.4 (ácido nítrico) con 56.75 frutos seguido por el tratamiento No. 3 (urea) con 53 frutos posteriormente el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con 47.25 frutos y finalmente el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con 38.75 frutos. (Fig. No. 5)

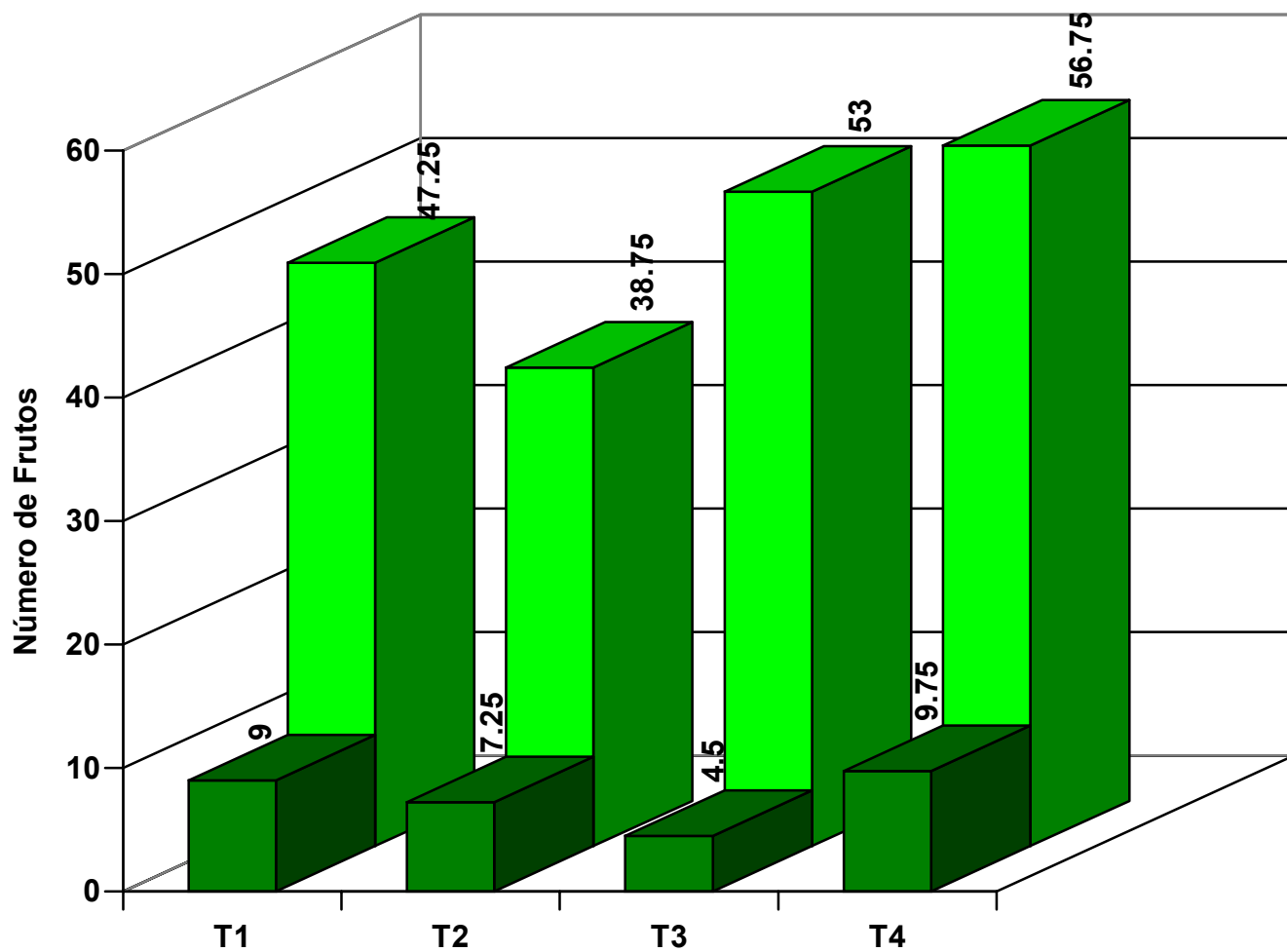


Fig. 6 Comportamiento en Numero de Frutos por Efecto de las Diferentes Fuentes de Nitrogeno en dos Evaluaciones

Rendimiento.

Como lo podemos mostrar en las gráficas siguientes aunque estos parámetros no estaban dentro de los objetivos del presente trabajo se presente una gráfica de rendimiento tanto de Exportación, Nacional, no comercial y producción total por tratamientos.

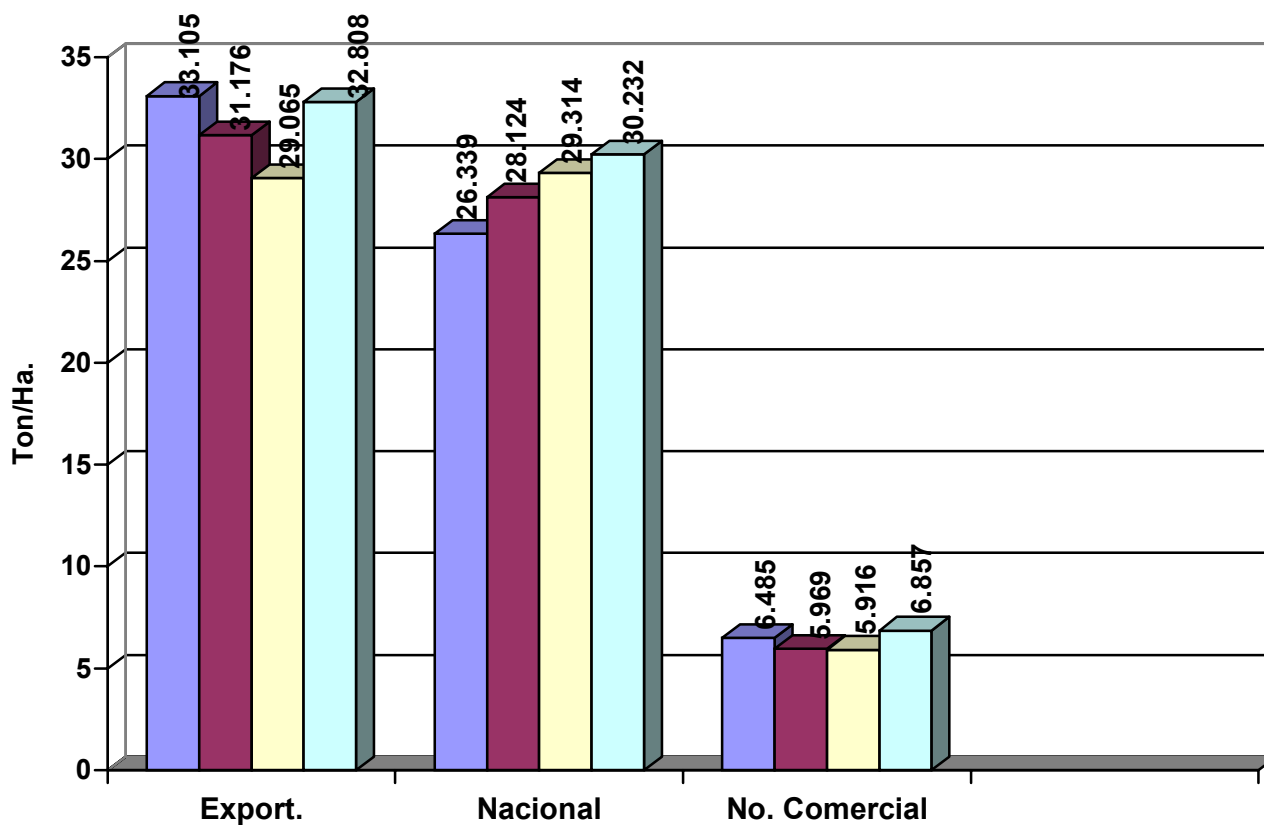
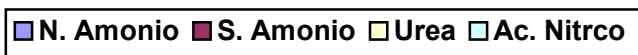


Fig No.7 Grafica de Producción Tanto para Exportación como para Mercado Nacional y No Comercial.



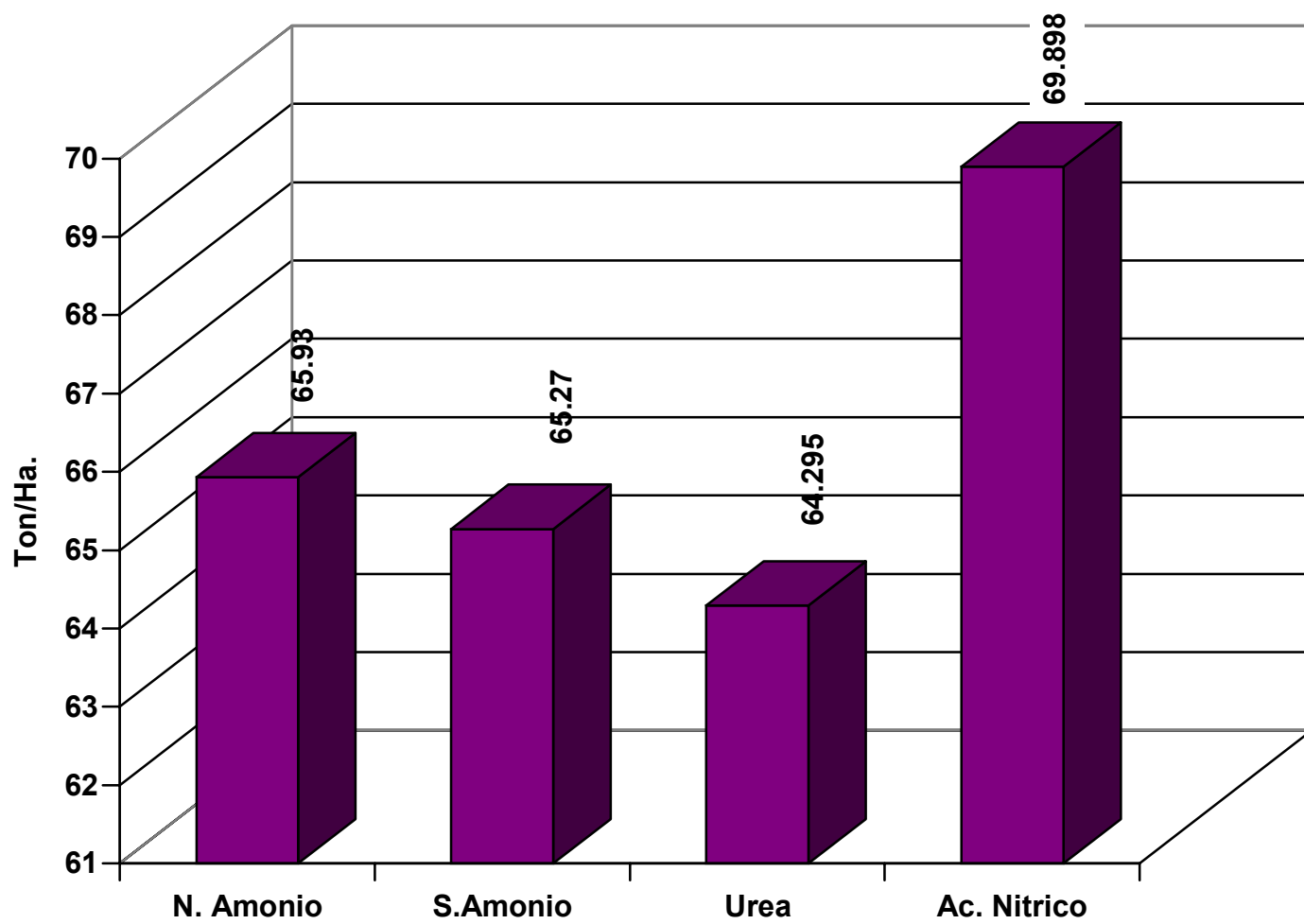


Fig. No. 8 Rendimiento Total

Análisis de Savia

Fue realizado el día 17 de junio de 1998 para determinar la cantidad de macroelementos, elementos secundarios y micro elementos, que estaban en función con la planta de tomate, con la finalidad de observar la interacción que existe en la aplicación de diferentes fuentes de Nitrógeno que son para el tratamiento No. 1 Nitrato de Amonio tratamiento No. 2 Sulfato de Amonio, Tratamiento No. 3 Urea, Tratamiento No. 4 Acido Nítrico

Cuadro 4.7 Análisis de Savia

Fecha de muestra 17- jun- 98 **Cultivo** Tomate **Orden** 1

Fecha de análisis 17- jun- 98 **Ciudad** Saltillo Coahuila

Agricultor CIQA

# Trat.	des crip ción	pH	CE Ms/c m	N- No3 ppm	N- NH4	P- PO4 ppm	So4 ppm	K ppm	Ca Pp m	Mg ppm	Na pp m	Fe pp m	Cu pp m	Zn pp m	Mn pp m
1	M1	5.5	6.11	650.1	-	134.5	113.6	6900	251	1060	204	1.3	2.7	3.6	1.4
2	M2	5.4	6.47	1249.1	-	102.8	105.0	10100	359	1690	283	0.1	3.7	4.7	1.4
3	M3	5.4	6.56	1388.8	-	83.8	105.0	16000	324	1380	246	1.04	2.7	4.2	1.1
4	M4	5.4	6.59	1408.8	-	134.5	61.9	16300	304	1350	357	0.91	2.5	3.7	1.0

Como se puede observar en la tabla anterior el tratamiento No. 4 (ácido nítrico) es el que tiene la mayor cantidad con 1408.8 ppm, seguido del tratamiento No. 3 (urea) con 1388.8 ppm y

en un poco de menor cantidad se encuentra el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con 1249.1 ppm y el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con 650.1 ppm.

Para el fósforo en este análisis se encontró en forma de $P-PO_4$ la mayor cantidad analizada fue para los tratamientos 1 y 4 los cuales coincidieron con la cantidad de 134.5 ppm y seguidos por el tratamiento No. 2 y con la menor cantidad de fósforo en la savia se encontró la urea con 83.8 ppm.

El potasio este elemento se encontró en grandes proporciones y la mayor de ellas la obtuvo el tratamiento No. 4 con una cantidad de 16300 ppm posteriormente le sigue el tratamiento No. 3 con una cantidad localizada de 16000 ppm y posteriormente en tratamiento No. 2 con 10100 ppm y con la menor cantidad de K en la savia se encontró el tratamiento No. 1 con 6900 ppm como se indica en la gráfica posterior.

En el tratamiento con fertilización con nitrato de amonio, a excepción del $P(PO_4)$ casi todos los demás elementos andan muy por debajo de las cantidades que se encuentran en los otros tres tratamientos, esto puede ser debido a que las plantas fertilizadas con nitrato de amonio han traslocado ya estos elementos a sus tejidos, por lo tanto en la savia las cantidades son menores, esto probablemente sea cierto, ya que el análisis foliar realizado después, nos muestra deficiencia de estos elementos, incluso la cantidad en los tejidos es mayor que en los demás tratamientos. Se puede entonces asumir que el nitrógeno aplicado en forma nítrica (nitrato de amonio) es más rápidamente traslocado a los tejidos de la planta sin embargo tomando en cuenta este análisis de savia, sin tomar en cuenta otro tipo de análisis como el foliar o el de suelo, podría mostrar una deficiencia de nitrógeno

En la planta y hacer que se cometan errores en la fertilización, por ejemplo aplicar mayor cantidad de nitrógeno cuando en realidad no existe esta deficiencia. por lo tanto hay que tener cuidado cuando se vayan a tomar decisiones y tener primero todo los análisis necesarios para una mejor decisión.

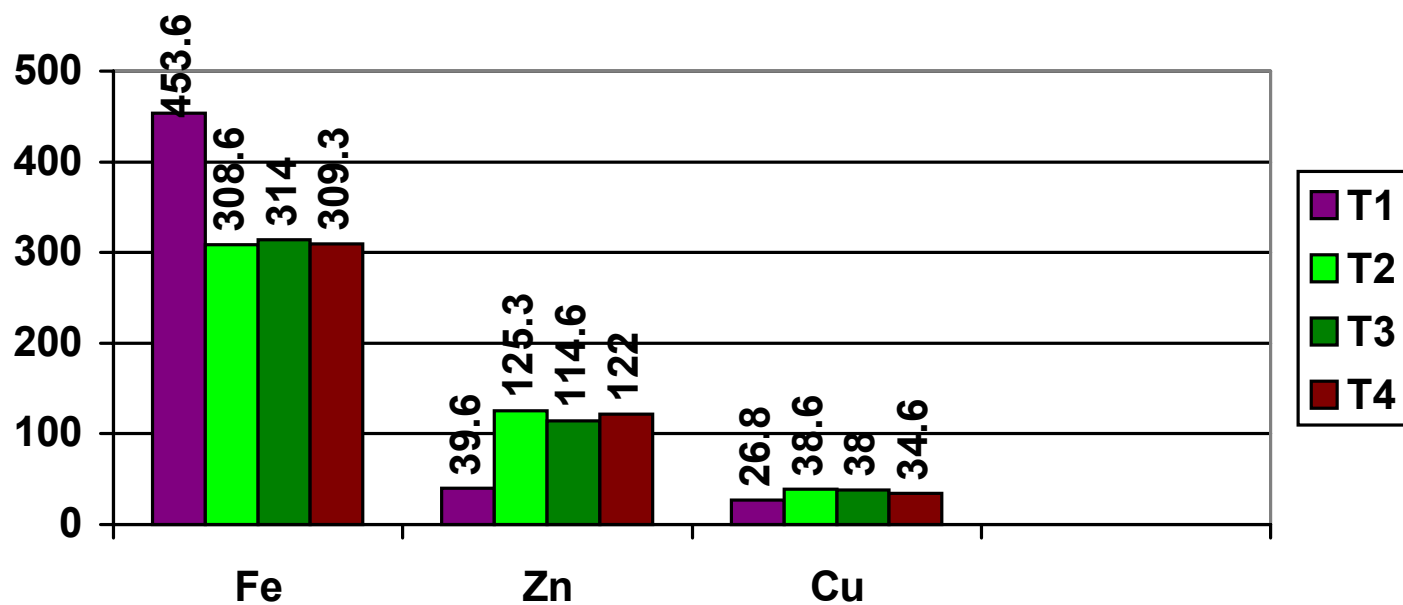


Fig. No. 14 Acumulación de Microelementos en Analisis Foliar en ppm

Para los elementos secundarios se encontró que para la cantidad de Ca en la savia el tratamiento No2 (sulfato de amonio) se encontraba con mayor cantidad con 359 ppm , el tratamiento No.3 (urea) fue el segundo con una cantidad de 324 ppm , el tratamiento No.4 (ácido nítrico) con 304 ppm y finalmente el tratamiento No. 1 (ácido nítrico) con 251 ppm.

El magnesio uno de los elementos que también se encontró en buenas cantidades siendo el tratamiento No. 2 el que mayor cantidad tenía con 1690 ppm seguido del tratamiento No. 3 con 1380 ppm , el No. 4 con 1350 ppm y el No.1 con la menor cantidad localizada con 1061 ppm.

Para la que se refiere So_4 uno de los tratamientos que obtuvieron la mayor cantidad fue el tratamiento No. 1 con una cantidad de 113.6 ppm en la savia posteriormente el tratamientos 2 y 3 con la cantidad de 105 ppm para los dos tratamiento y finalmente el tratamiento No. 4 con una cantidad de 61.9 ppm.

En lo que se refiere al Na este elemento se encontró con mayor cantidad en el tratamiento No. 4 con la cantidad de 357 ppm ligeramente después el tratamiento No. 2 con 283 ppm el que posteriormente le seguía el tratamiento No. 3 con 246 ppm y finalmente el tratamiento No, 1 con 204 ppm como se representa en la siguiente gráfica.

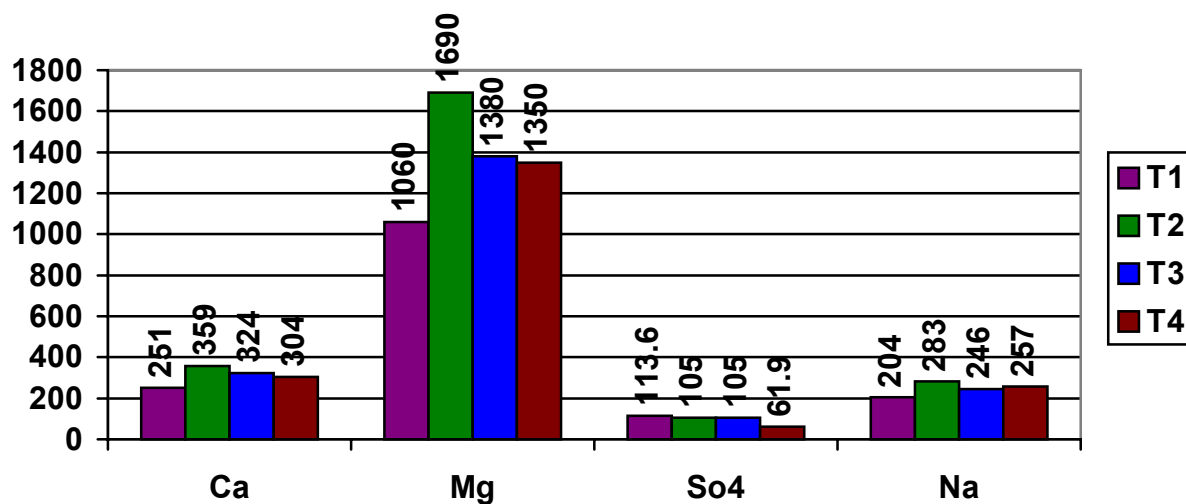


Fig. 10 Elementos Secundarios en la Savia de Tomate en ppm

Para los elementos menores o microelementos como el Fe encontrado en mayor cantidad en el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con 1.3 ppm después el tratamiento No. 3 (urea) con 1.04 ppm posteriormente el tratamiento No. 4 (ácido nítrico) con 0.91 ppm y con menor cantidad el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con 0.1.

En lo que se refiere al Cu la mayor cantidad la obtiene el tratamiento No 2 con 3.7 ppm de este elemento, lo cual le siguen los tratamientos 1 y 3 con una acumulación de 2.7 ppm para ambos tratamientos, y finalmente el tratamiento No. 4 con 2.5 ppm.

El Zn este elemento se encontró mejor absorbido por las plantas que correspondían al tratamiento No. 2 con una cantidad de 4.7 ppm lo cual el segundo mejor era el No. 3 con 4.2 ppm

y seguidos del tratamiento No. 4 con 3.6 ppm y finalmente en menor cantidad a todos los demás tratamientos el tratamiento No.1 con 3.6 ppm.

El Mn uno de los elementos que se encontraron en menor cantidad, los tratamientos 1 y 2 con 1.4 ppm y posteriormente el tratamiento No. 3 con 1.1 ppm y en el fondo de la tabla se encuentra el tratamientos No. 4 con 1.0 ppm como se indica en la siguiente gráfica

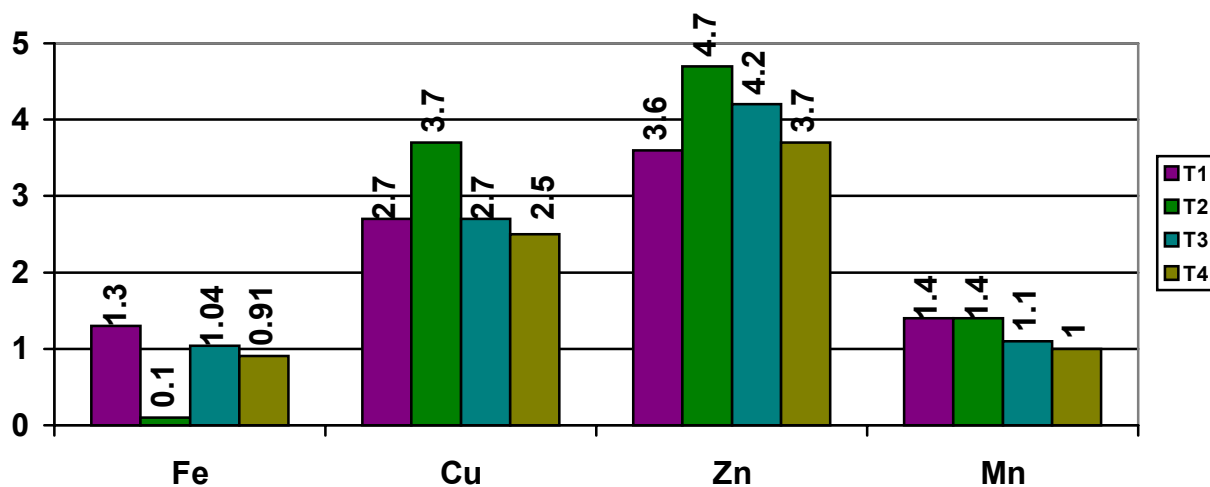


Fig. No. 11 Microelementos en la Savia de Tomate en ppm

Análisis Foliar

El análisis foliar fue realizado a los 86 días el 16 de julio de 1998 después de plantación en el cultivar de tomate para determinar macroelementos y microelemntos acumulados durante este tiempo re presentados en la siguiente tabla

Cuadro 4.8 Reporte de analisis foliar

16 – jul.- 1998
Cultivo: TOMATE

Muestr a	N ppm	P ppm	Mg ppm	K ppm	Mn ppm	Fe ppm	Ca ppm	Zn ppm	Cu ppm
T1	45600	1900	1410	43210	102.8	453.6	31080	39.6	26.8
T2	44500	2100	1945	46120	98.0	308.6	29180	125.3	38.6
T3	42000	1900	1954	44160	96.0	314.0	29320	114.6	38.0
T4	43500	4200	1953	43900	95.3	309.3	29300	122.0	34.6

El elemento que se encuentra en mayores cantidades es el nitrógeno como se puede ver en la tabla lo cual el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con la cantidad más alta de 45600 ppm de acumulación de este elemento posteriormente le sigue el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con 44500 ppm el tratamiento No. 4 (ácido nítrico) con 43500 ppm y final mente el tratamiento No. 3 (urea) con la menor cantidad 42000 ppm.

Otro de los elemento como el **P** se encontró en buenas cantidades siendo el mejor tratamiento el No. 4 con una acumulación de 4200 ppm siguiendole el tratamiento No. 2 con 2100 ppm y finalmente obteniendo en este análisis la misma cantidad los tratamientos 1 y 3 con 1900 ppm.

El **K** este elemento se encontró que el tratamiento No. 2 tiene una de la más alta acumulación con 46120 ppm seguido del tratamiento No. 3 con 44160 ppm y posteriormente el tratamiento No. 4 con una acumulación de 43900 ppm y finalmente el tratamiento No. 1 con 43210 ppm.

Algunos valores de elementos como el N encontrados en este analisis, andan muy por arriba de los reportados por Morard (1983) como optimos para el cultivo de tomate.

Los elementos secundarios como el Ca se encontró en mayor cantidad en el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con 31080 ppm el cual fue seguido por el tratamiento No. 3 (urea) con una acumulación de 29320 ppm , el tratamiento No 4 (ácido nítrico) con una acumulación de 29300 ppm y al fina el tratamiento No 2 (sulfato de amonio) con 29180 ppm .

El Mg se encontró con mayor acumulación en el tratamiento No. 3 con 1954 ppm. Seguido del tratamiento No. 4 con 1953 ppm, posteriormente el tratamiento No. 2 1945 ppm y con menor acumulación el tratamiento No. 1 con 1410 ppm.

El Mn otro de los elementos secundarios importantes se encontró en mayor cantidad en el tratamiento No. 1 con 102.8 ppm seguido del tratamiento No. 2 con una acumulación de 98 ppm y en forma sucesiva el tratamiento No. 3 con 96 ppm. El tratamiento No. 4 con 95.3 ppm como se puede observar en la gráfica.

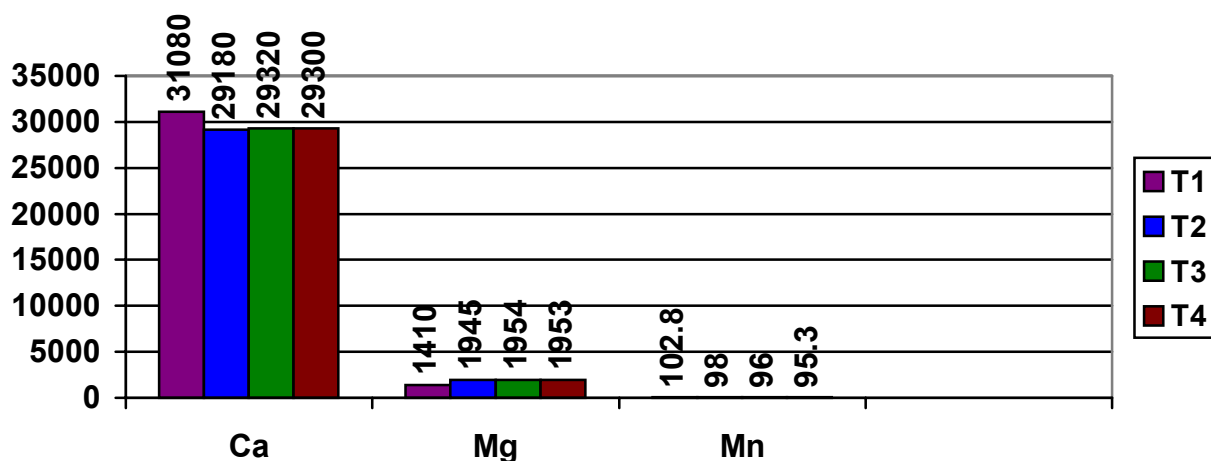


Fig. No. 13 Acumulación de Elementos Secundarios en ppm

Los microelementos que se encontraron en análisis foliar en mayor cantidad fueron: el Fe siendo el tratamiento No. 1 (nitrato de amonio) con mayor acumulación de este elemento con 453.6 ppm seguido del tratamiento No. 3 (urea) con una acumulación de 314 ppm posteriormente el tratamiento No. 4 con 309.3 ppm y finalmente el tratamiento No. 2 (sulfato de amonio) con 308.6 ppm

El Zn se encontró con mayor cantidad en el tratamiento No. 2 con una acumulación de 125.3 ppm posteriormente le sigue el tratamiento No. 4 con 122

ppm y el tratamiento No. 3 con 114.6 ppm y finalmente con menor acumulación el tratamiento No. 1 con 39.6 ppm.

Finalmente el Cu uno de los elementos que se encontró en menores cantidades en este análisis el tratamiento que acumulo este elemento en mayor cantidad fue el 2 con 36.6 ppm posteriormente el tratamiento No. 3 con 38 ppm enseguida el NO. 4 con 34.6 ppm y finalmente el tratamiento No. 1 con 26.8 ppm como se indica en la gráfica siguiente.

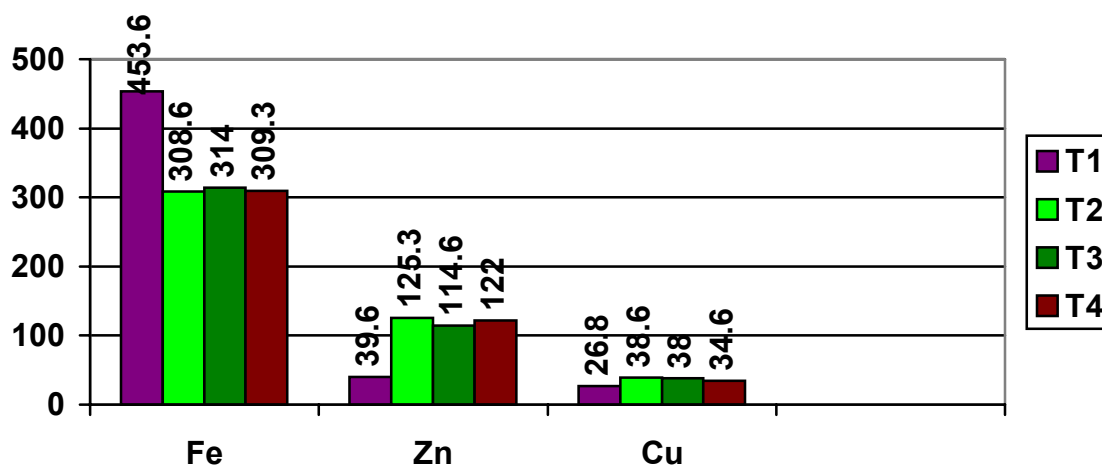


Fig. No. 14 Acumulación de Microelementos en Analisis Foliar en ppm

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se presento el siguiente trabajo y las variables evaluadas, podemos concluir:

1.- Para las variables agronómicas (peso fresco de plata, peso seco de plata, peso fresco de flores y frutos, peso seco de flores y frutos) el mejor fertilizante fue el nitrato de amonio.

2.- Para las variables de producción que en un momento son las más importantes para los productores (numero de flores y numero de frutos) los mejores fertilizantes fueron el ácido fosfórico y nitrato de amonio.

3.- La forma nítrica de fertilizante fue mejor que la forma amoniacal.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar Andre y Alcalde Blanco 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad de suelos.
Publicación Especial No.1

Apuntes de Fertilidad de Suelos 1995

Arellano S.J. 1993. Efecto de acolchado en el desarrollo de y producción de melón bajo condiciones de riego por goteo y gravedad tesis de maestría Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1993.

Baeyens, J, J. M 1997. Nutrición de las plantas de cultivo, Editorial Lomos Madrid 1977.

Bidwell R. G. S. 1979. Fisiología vegetal A.C.T. Editor 1°. Editorial, Español México.

Black C. A. 1975. Relación suelo planta tomo II Editorial Hemisferio Sur S.R.L

Bonnet, J.A 1968. La Ciencia del Suelo

Bonner J. 1970. Principio de fisiología vegetal. Editorial Aguilar España

Bundy L. G. 1993. Urea “conveniente y problemática” Revista Agrícola de las Américas Ene. Feb.
U.S.A.

Burgueño H. 1987. La influence de differents systems de culture sur l'alimentation hydrique et
minérale de la tomate these de docteur ingénieur E.N.S.A.T Toulouse France.

Burgueño H. 1996. la fertigación en cultivos con acolchado plástico Vol. 2 Burgas S.A de S.V

Burgueño H. La fertigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico Vol. 3 Primera Edición.
1997

Cadahi C. 1991. La horticultura Española Editorial Sech. Madrid España.

Calcalde B. S. 1987. El análisis vegetal y su interacción con el análisis de suelo Chapingo México
1987.

Callagan R. 1995. Es Editora Asociada Anterior de Farm Chemicals, Ohio E.U.A.

Castellano J.Z. y J. Peña Cabrales 1998. Los nitratos provenientes de la agricultura una fuente de contaminación de los acuíferos.

C.I.Q.A. 1997. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura.

De la Peña G.B. 1957. El desarrollo fisiológico y el rendimiento de cosecha Ed. ENA Chapingo México.

Eddy y David 1999. La fertigación, Productores de Hortalizas Abril de 1999.

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

Greenwood E.A.N. 1976 Nitrogen Stres in Plants Adv. Agron.

Haiquim Haifa Quimica de México, S.A de C.V 1998. La fertilización en cultivos horticolas con acolchado plastico.

Hartman P.L., H.A. Mills and J. Benton J. Jr. 1986 the influence of nitrate amonium ration on growth fruit development, and element concentration in “floradel” tomato plants. J. Amer . Soc. Hort. SC.

Hassan Farouk A. 1999. calidad del agua para microirrigación. Productores de Hortalizas Abril de 1999.

Hochmuth G.1997. Calibración de los análisis de suelo. Productores de Hortalizas Julio de 1997.

Ibarra L. Y Rodríguez A. 1982 Manual de agroplásticos y acolchado de cultivos agrícolas C.I.Q.A. México.

Ibarra J.L y Rodríguez A. 1991. Acolchado de suelo con película plástica. Editorial Limusa México.

I.N.I.F.A.P.1999. Nuevas perspectivas de la fertigación en México. Productores de Hortalizas Abril de 1999.

Lagarda G.R.A 1974. Fertilización en trigo, para diferente reacción de cultivos en el río mayo. Tesis Profesional UACH. México.

Mengel K, and E:A Kirki 1979 principles of plant nutrition second ed. International Potash Institute Berne Switzeland.

Morard P Et Roucolle A. 1983 Diagnostic de la nutrition et controle de la fertilisation de la tomate etdv concombrepapl, analyse des sucs extraits de "gourmands"

Munguia L. J. P. 1985. El acolchado de suelos y la practica de riego en el cultivo de espinacas. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Nina Light. 1995. Guía básica de la fertirrigación Departamento Editorial de Meistor Willoughby Ohio E.U.A.

Nuñes Er. 1995. development and present statos of fertirrigacion in México dahalia greindinger International Symposium of Fertigación-Israel Institute of Tecnology y Haifa, Israel.

Nuez F. 1995. El cultivo de tomate Edición Mundi Prensa España.

Ortiz B Villanueva. Fertilidad de Suelos Chapingo México 1987.

Papadakis J. 1960. Geografía Agrícola Mundi Salvat Editors. S.A. Barcelona.

Pate J.S. 1980. Transport and partitioning of nitrogenous solutes ann rev. Plant Physiol.

Potash & Phosphate Institute 1998. Manhattan Ransa E.U.A. Pruductores de Hortalizas Enero de 1996.

Potash & Phosphate Institute. Manual de fertilidad de suelos. Atlanta Georgia 1998.

Rodriguez S. F. 1982. Riego por goteo AGT Editor. S.A México. 1982.

Rodriguez S.F. 1996. Fertilizantes, Nutrición vegetal AGT. Editor, S.A. México.

Sanchez C.F y Escalante R.E. 1988. Hidroponía Editprial. Chapingo México.

Simas 1997. Folleto anual sobre el uso y conservación del agua.

Stephen R. Estación Agrícola de experimentos, del Estado de New York, Geneva E.U.A

Thompson L. T. an T. A Dorge 1997. Nitrogen and water interactions in subsuface tricke irrigated leaf lettuce plant response Soil, Sci, Soc, Amer.

Tisdale, S.L y W.L Nelson 1982. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Editorial. UTEHA.

Tisdale S.L y Nelson 1987. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial. Hispano Americana S.A. de C.V. México.

Valades L.A 1994. Producción de Hortalizas Editorial UTEACH Segunda Edición México.

Vega 1998. Editorial Año dos mil S.A México.

Wereing P. F. And J Patrick 1975. Sovice-sink relations and the partition of assimilates.