

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Evaluación de un Fertilizante Orgánico aplicado foliarmente  
en tomate (Lycopersicon esculentum Mill) Bajo Condiciones  
de Invernadero.**

**Por:**

**FERNANDO AMILCAR PEREZ HERNANDEZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Marzo de 2002.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**Evaluación de un Fertilizante Orgánico aplicado foliarmente en tomate  
(Lycopersicon esculentum Mill) Bajo Condiciones de Invernadero.**

**POR:**

**FERNANDO AMILCAR PEREZ HERNANDEZ**

**TESIS**

**Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**APROBADA:**

**Presidente del Jurado**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Rene A. de la Cruz Rodríguez**

**Sinodal**

\_\_\_\_\_  
**Ing. José Angel de la Cruz Bretón**

**Sinodal**

\_\_\_\_\_  
**M.C Antonio Rodríguez Rodríguez**

**Sinodal**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Adolfo Ortegón Pérez**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Reynaldo Alonso Velasco**  
**COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres:**

**Victoria Hernández Rivera**

**José Ausencio Pérez de la Paz**

Mi más grande agradecimiento, por haberme brindado su confianza, su ejemplo, paciencia en los momentos más difíciles de mi carrera, gracias por ser tan generoso con tus hijos. Es un orgullo decirles y demostrarme que el sueño sé a cumplido, gracias por ese apoyo incondicional, reciban este trabajo como muestra de mi agradecimiento y amor hacia ustedes. Que dios los proteja y los bendiga.

### **A mis hermanos:**

**Natalia**

**Martín Ausencio**

**Elodia**

**Olga Lidia**

Gracias por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento de mi carrera.

### **A mi abuelita Elodia y cuñado Pepe:**

Gracias por estar en todo momento pendiente de la familia. Que gracias a sus consejos nunca permitieron decaer mis ánimos de superación.

### **A Lorena Colio:**

Esta tesis te la dedico con todo mi amor y sentimiento que llevo por dentro, gracias por tu gran amor, porque siempre has estado en mi corazón y que recuerdes que mi amor hacia ti es sincero.

**A mis grandes amigos:** América Eloisa Herrera H., Diana Pérez., Roberto Rodríguez R., Adolfo Lozano, Froilan Baltierra, Andrés Resendiz y Héctor C.

Gracias por brindarme su sincera amistad, apoyo en los momentos más difíciles en el transcurso de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

**A mi DIOS** que siempre ha estado conmigo en todo momento, por haberme guiado por el buen camino.

**Al Ing. José Ángel de la Cruz B.** Por haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis y por sus valiosas sugerencias, orientación dentro y fuera de la institución.

**Al Ing. Rene de la Cruz.** Por su participación y cooperación por los materiales evaluados; así mismo por la información técnica realizada durante mi estancia en la UAAAN.

**Al Ing. M.C Antonio Rodríguez R.,** Por su asesoría en los análisis en laboratorio e interpretación de los mismos.

**Al Ing. M.C Carlos Suárez,** Por su apoyo, asesorías y comentarios.

**A Moy, a don Chuy y a Parras,** Por su gran ayuda y colaboración y entusiasmo para realización de este trabajo.

**A una buena amiga y compañera Diana Pérez** por su gran ayuda incondicional y moral, con quien pase hermosos momentos felices dentro y fuera de la institución, donde dije: El amor es un gusanito chiquito y juguetón escondido en el corazón. Cuídate preciosa.

**A mi madre.** Gracias madre he dado un paso mas en la vida y e empezado otro; lo que tanto deseaste, el sueño de ambos se a realizo, y que perdure por siempre.

**A mis compañeros y amigos** de la UAAAN y a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron y apoyaron a lo largo de mi carrera.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>PAGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	I
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	II
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	III
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
Generalidades del cultivo.....	3
Origen y distribución.....	3
Importancia económica.....	4
Importancia alimenticia.....	6
Clasificación taxonómica.....	6
Características botánicas.....	8
Características morfológicas.....	8
Clasificación agronómica.....	10
Valor nutritivo.....	11
Requerimientos edáficas y climáticos.....	11
Invernadero.....	12
Ventajas del uso de invernadero.....	12
Desventajas del uso de invernadero.....	13
Control de factores ambientales dentro de un invernadero.....	13
Temperatura.....	13
Humedad relativa.....	14
Luminosidad.....	15
CO <sub>2</sub> .....	15

Riego.....	17
Ventilación.....	17
Labores culturales.....	18
Control de insectos.....	19
Enfermedades.....	20
Nutrición foliar.....	21
Importancia de la fertilización foliar.....	23
Absorción de los nutrientes foliares.....	24
Factores que afectan la fertilización foliar.....	24
Ventajas y desventajas de los fertilizantes foliares.....	26
Fertilizantes orgánicos.....	26
Composición química del estiércol bovino y su valor como fertilizante	
Orgánico.....	28
Biodegradación anaeróbica de la materia orgánica.....	29
Biodegradación anaeróbica del estiércol de bovino utilizando	
Afluente líquido.....	30
Extractos líquido de estiércol bovino.....	32
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>33</b>
Localización del área de estudio.....	33
Material utilizado.....	33
Características generales de los productos bajo estudio.....	34
Master grow.....	34
Extracto biodigestado.....	35
Descripción del material experimental.....	36
Producción bajo invernadero.....	36
Métodos.....	37
Semillas.....	37
Diseño experimental.....	37
Descripción de los tratamientos.....	38
Metodología experimental.....	38

Conducción del experimento.....	40
Aplicación de los fertilizantes líquidos orgánicos biodigestados...	41
Plagas y enfermedades.....	43
Cosecha.....	43
Variables evaluadas.....	44
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>46</b>
Tomata variedad Floradade.....	46
Número de frutos por planta.....	46
Diámetro promedio por fruto.....	47
Peso promedio por fruto.....	48
Rendimiento por planta.....	50
Tomate variedad Hayslip.....	51
Número de frutos por planta.....	51
Diámetro promedio por fruto.....	52
Peso promedio por fruto.....	54
Rendimiento por planta.....	55
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
Recomendaciones.....	58
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>59</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		
<b>Página</b>		
1	Composición de la solución del fertilizante foliar aplicada al cultivo de tomate en invernadero.....	42
2	Aplicación de los fertilizantes foliares.....	42
3	Número de cortes en tomate, realizados durante Julio y Agosto del 2001.	44
4	Análisis de varianza para la variable número de frutos por planta, de la Variedad Floradade.....	46
5	Tabla de medias de la variable número de frutos por planta, de la variedad Floradade.....	46
6	Análisis de varianza para la variable diámetro promedio por planta, de la variedad Floradade.....	47
7	Tabla de medias de la variable diámetro promedio por planta, de la variedad Hayslip.....	48
8	Análisis de varianza para la variable peso promedio por fruto, de la variedad Floradade.....	49
9	Tabla de medias de la variable peso promedio por fruto, de la variedad Floradade.....	49
10	Análisis de varianza para la variable rendimiento por planta, de la variedad Floradade.....	50
11	Tabla de medias de la variable rendimiento por planta, de la variedad Floradade.....	50
12	Análisis de varianza para la variable número de frutos por planta, de la variedad Hayslip.....	51



13	Tabla de medias de la variable número frutos por planta, de la variedad Hayslip.....	52
14	Análisis de varianza para la variable diámetro promedio por planta, de la variedad Hayslip.....	53
15	Tabla de medias de la variable diámetro promedio por planta de la variedad Hayslip.....	53
16	Análisis de varianza para la variable peso promedio por fruto, de la variedad Hayslip.....	54
17	Tabla de medias de la variable peso promedio por fruto, de la variedad Hayslip.....	54
18	Análisis de varianza para la variable rendimiento por planta, de la variedad Hayslip.....	55
19	Tabla de medias de la variable rendimiento por planta, de la variedad Hayslip.....	56

### INDICE DE FIGURAS

Grafica Pagina		N°
1	Numero de frutos por planta, de la variedad Floradade.....	47
2	Diámetro promedio por fruto, de la variedad Floradade.....	48
3	Peso promedio por fruto, de la variedad Floradade.....	49
4	Rendimiento por Planta, de la variedad Floradade.....	51

5	Número de frutos por planta, de la variedad Hayslip.....	52
6	Diámetro promedio por fruto, de la variedad Hayslip.....	53
7	Peso promedio por fruto, de la variedad Hayslip.....	55
8	Rendimiento por planta de la variedad Hayslip.....	56

## INTRODUCCION

En México el jitomate o tomate esta considerado como la segunda especie más importante por la superficie sembrada y como la primera por su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año, se consume tanto fresca como procesada (salsas, pastas, jugos, catsup, puré, etc.), siendo una fuente rica en vitaminas.

Por esto el tomate ocupa un lugar predominante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial. En nuestro país este cultivo además de tener importancia como generador de divisas, proporciona mano de obra a un gran número de trabajadores eventuales del campo.

Através del tiempo, se a hecho eficiente la producción de los cultivos, para poder obtener mayores rendimientos, por esta razón el hombre ha adecuado diferentes tecnologías, con la mínima inversión, para incrementar dicha producción; dentro de estas nuevas tecnologías esta el uso de sus diversas modalidades (acolchado de suelos, riego por goteo, macrotuneles, invernaderos, etc.), ha logrado rendimientos importantes en las cosechas, así como reducir el período de cosecha e incrementar la calidad de estas.

Cuando se busca obtener buenos rendimientos en el cultivo es indispensable considerar un factor de suma importancia, como la nutrición vegetal, siendo un aspecto vital para la calidad del producto. El uso de semillas mejoradas ha contribuido a incrementar la producción agrícola y un buen control de plaguicidas, sin embargo, en la mayoría de los casos habría sido imposible aumentar dicho rendimiento si no se hubiera dispuesto de productos orgánicos

que proporcionan los nutrientes necesarios requeridos por los cultivos y que fueron a través de una buena aplicación de fertilizante.

La fertilización foliar orgánica que actualmente esta cobrando gran relevancia, ya que es uno de los métodos económicos con el cual se ha logrado resultados prácticos para incrementar los rendimientos. Debido a los altos costos de producción, a la necesidad de disminuir las cantidades de agroquímicos aplicados a productos de consumo humano; en vista de que la acción de estos productos ha causado graves trastornos al medio ambiente y a la salud de los seres humanos, la agricultura orgánica es una alternativa para solventar y mitigar algunos problemas que actualmente afectan a la agricultura convencional. La agricultura orgánica es una visión holística de la agricultura que promueve la intensificación de los procesos naturales para incrementar la producción.

La agricultura orgánica es una opción para reducir costos de producción y lograr sistemas agrícolas más sostenibles y armonía con la naturaleza.

Con la realización del presente trabajo de investigación se pretendió hacer una aportación, para requerir las fuentes de consultas sobre el uso de fertilizantes líquidos orgánicos en la producción de hortalizas.

### **OBJETIVO**

Evaluar un fertilizante orgánico líquido biodigestado, elaborado en la UAAAN por la sección de Agrotécnia. Obtenido a partir de desechos orgánicos.

### **HIPOTESIS**

Se espera que al aplicar foliarmente el fertilizante orgánico biodigestado tenga un efecto mejor o igual que el fertilizante foliar químico (Master Grow) en el rendimiento y calidad del fruto de tomate.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo.

#### Origen y distribución.

El tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., debió originarse, como las otras especies en su género, en la vertiente occidental de Los Andes, entre Perú y Ecuador. En América Central se encuentran variedades silvestres que aún no se explotan a nivel comercial. Al principio, el tomate se cultivaba como planta de ornato. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano. En México, es una de las hortalizas más importantes por su volumen de ventas y consumo.

Su domesticación habría ocurrido en México, a partir del tomate - cereza (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*), que crece espontáneamente en toda la América tropical y subtropical. Desde esta zona y con el nombre vulgar de tomate (derivado de *tomatl* en el lenguaje Nahuatl de México), fue llevado a Europa a inicios del siglo XVI, donde fue considerada como planta venenosa por la presencia de tomatina, un alcaloide presente en sus hojas y frutos inmaduros. Por esto, inicialmente se usó como planta ornamental y en los siglos siguientes, al comprobarse la inocuidad del alcaloide, pasó a constituirse en un producto central en la alimentación de países europeos, en especial los de la zona mediterránea. En la actualidad, es una especie de gran y creciente importancia en el mundo, donde destacan China, India, Estados Unidos y

Egipto, como los países de mayor superficie cultivada (León y Arosamena, 1980).

### Importancia económica.

La actualidad productiva de este cultivo es de relevante importancia en México, ya que se genera un alto nivel de divisas para nuestro país utilizando un elevado número de mano de obra y proporciona una derrama económica considerable por el monto de insumos.

### Superficie, Producción y Rendimientos por estados y nacional Años Agrícolas 1990-2000.

#### Superficie sembrada (has)

<b>Estados</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Sinaloa</b>	36,693	33,428	31,136	27,908	26,154	22,238	24,600	28,331	29,945	26,916	28,316
<b>Baja Calif.</b>	5,344	4,976	6,625	4,880	8,029	6,500	7,500	11,000	9,680	10,350	8,230
<b>San Luis P.</b>	6,410	6,906	7,420	7,734	8,310	7,900	6,750	7,900	8,650	7,800	5,650
<b>Jalisco</b>	2,750	3,732	3,002	2,877	1,854						
<b>Nayarit</b>	5,567	5,135	4,656	4,034	3,012						
<b>Michoacán</b>						4,500	5,750	6,200	6,000	5,800	4,354
<b>Sonora</b>						3,500	2,400	3,300	3,800	4,000	3,479
<b>Otros</b>	28,742	28,239	37,255	33,137	28,860	28,000	26,028	25,500	24,526	27,580	18,960

#### Superficie cosechada

(has)

<b>Estados</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Sinaloa</b>	35,850	33,249	27,664	27,772	25,810	22,000	24,427	28,000	29,900	23,500	10,000
<b>Baja Calif.</b>	5,293	4,708	5,617	4,874	7,511	5,890	7,400	10,274	9,650	9,300	3,000
<b>San Luis P.</b>	5,645	5,517	6,418	5,956	8,245	7,775	6,500	7,500	8,600	6,600	1,500
<b>Jalisco</b>	2,661	3,525	2,481	2,696	1,763						
<b>Nayarit</b>	5,124	4,811	1,460	3,858	3,012						
<b>Michoacán</b>						4,350	5,500	5,900	5,900	4,600	1,127
<b>Sonora</b>						3,480	2,300	3,110	3,700	3,780	1,700
<b>Otros</b>	26,972	26,900	33,899	30,066	26,409	27,000	25,550	24,000	24,500	25,400	15,000

**Producción**

(tons)

<b>Estados</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Sinaloa</b>	1,035,478	985,491	448,665	789,443	593,294	900,000	800,000	870,000	892,048	800,000	450,000
<b>Baja Calif.</b>	169,885	156,047	193,455	183,707	239,942	308,000	220,000	400,000	571,830	530,000	150,000
<b>San Luis P.</b>	125,639	128,348	173,627	116,198	222,802	75,000	204,284	320,000	145,726	110,000	90,000
<b>Jalisco</b>	74,952	82,858	48,815	56,216	31,342				137,698	90,000	60,000
<b>Nayarit</b>	84,130	106,908	16,382	64,637	45,648				110,022	100,000	75,000
<b>Michoacán</b>						330,440	125,000	210,000	141,046	90,000	75,000
<b>Sonora</b>						23,000	180,000	200,000	174,756	120,000	60,618

Otros	395,193	400,698	532,151	482,450	463,666	357,287	390,000	251,909	256,489	247,833	260,000
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

**Rendimientos de los principales estados productores  
(tons / ha)**

<b>Estados</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Sinaloa</b>	28.800	29.600	16.200	28.400	22.900	32.000	35.000	30.000	30.000	35.000	38.000
<b>Baja California</b>	32.100	33.100	34.400	37.600	31.900	43.000	44.000	45.000	40.000	43.000	45.000
<b>San Luis Potosí</b>	23.000	24.000	19.000	23.000	21.000	26.000	28.000	22.000	21.000	23.000	25.000
<b>Michoacán</b>	12.000	13.000	19.000	15.000	21.000	21.000	22.000	22.000	19.000	21.000	19.000
<b>Sonora</b>	14.000	21.500	16.000	17.000	23.000	22.000	27.000	21.000	22.000	23.000	21.000

**Nacional**

<b>Cultivo</b>	<b>Años</b>	<b>Superficie sembrada</b>	<b>Superficie cosechada</b>	<b>Producción</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Tomate</b>	1990	86,506	78,710	1,860,350	23,635
	1991	82,416	77,539	1,413,295	18,227
	1992	90,094	75,222	1,692,651	22,502
	1993	80,570	65,189	1,368,291	20,990
	1994	76,219	75,506	1,935,470	25,633
	1995	72,638	70,495	1,993,727	28,282
	1996	73,028	71,677	1,919,284	26,777
	1997	82,231	78,784	2,251,909	28,583
	1998	82,601	82,250	2,430,619	29,280
	1999	82,446	73,180	2,087,833	28,530
	2000	68,989	32,327	1,220,618	29,939



## **Importancia alimenticia.**

En nuestro país, como en otras partes del mundo, la preferencia por el consumo del jitomate en fresco, es predominante; además es utilizado como producto industrializado para la elaboración de pastas, salsas, purés, jugos, etc. Renglones que han cobrado importancia en los últimos años, gracias a los avances tecnológicos logrados para su procesamiento, así como los gustos y costumbres de las nuevas generaciones. Esta situación conlleva a mayores exigencias en la calidad para su distribución y venta en fresco, que a su vez determina renovados nichos y condiciones de mercado (Barreiro, 1997).

El consumo de tomate ha alcanzado tal difusión que difícilmente puede encontrarse otro producto agrícola que sea consumido en tales cantidades como el tomate, bien en fresco o en distintos tipos de jugos, salsas ó consomé, etc. Por lo tanto, su importancia en la alimentación guarda una relación con el alto consumo del mismo, y constituye el principal nutriente de la alimentación en muchos países (Anderlini, 1976).

## **Clasificación taxonómica.**

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las Solanáceas, y según Nuez (1995), la taxonomía mayormente aceptada es:

*Clase:*                    *Dicotyledoneas.*  
*Orden:*                    *Solanales.*  
*Familia:*                    *Solanaceae.*  
*Subfamilia:*                    *Solanoidae.*  
*Tribu:*                    *Solaneae.*  
*Género:*                    *Lycopersicon.*  
*Especie:*                    *esculentum.*

Cásseres (1981), los tomate silvestre y especies a fines en Ecuador, Perú y la parte norte de Chile, indican que, al contrario de lo que sucede con el tomate común, que es primeramente autógamo, ocurre mucho cruzamiento natural entre variedades silvestres que crecen en su propio hábitat. En algunas partes de la región indicada hay evidencia de que ha ocurrido hibridación entre Lycopersicon esculentum y Lycopersicon pimpinellifolium se cree que el alto índice de cruzamiento ha producido mucha variabilidad, y por ende se ha favorecido la evolución rápida de nuevas formas.

Actualmente se conocen nueve especies pertenecientes al género *Lycopersicon* todas ellas diploides con  $2n = 2x = 24$  cromosomas. La base de las relaciones de parentesco entre estas especies se ha establecido sobre la morfología, citogenética y cruzabilidad (Rick, 1979; Hogenboom, 1979).

Las especies silvestres relacionadas con *Lycopersicon* son las siguientes:

*Lycopersicon*:

- L. *esculentum* Mill
- L. *pimpinellifolium*
- L. *cheesmanii*

*Eriopersicon*:

- L. *pennellii*
- L. *hirsutum*
- L. *parviflorum*
- L. *chimielewskii*
- L. *chilense*
- L. *peruvianum*

Valadez (1997), menciona que el tomate *Lycopersicon esculentum* posee cinco variedades botánicas y fueron determinadas por características principales en cada uno de ellos.

L. esculentum	var. Commune	Tomate común
L. esculentum	var. Grandifolium	Tomate hoja de papa
L. esculentum	var. Validium	Tomate arbusto
L. esculentum	var. Cerasiforme	Tomate cherry
L. esculentum	var. Pyriforme	Tomate pera

### **Características botánicas.**

El tomate es una planta anual que se puede cultivar como perenne, siempre y cuando tenga las condiciones adecuadas como los invernaderos (libre de heladas), la planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar estas últimas a alcanzar una altura superior a los 3 metros en un año (Maroto 1989).

### **Características morfológicas.**

Planta: perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) (Infoagro, 2002).

### **Sistema radicular.**

Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Villela, 1993).

**Tallo principal.**

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

**Hoja.**

Compuesta e imparipinada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

**Flor.**

Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral

por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (villela, 1993).

### **Fruto.**

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

### **Clasificación agronómica.**

De acuerdo al hábito de crecimiento tenemos:

**Crecimiento determinado:** tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice (apical).

**Crecimiento indeterminado:** crece hasta 2 m de altura, según el empalado que se aplique, el crecimiento vegetativo es continuo. Seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento vegetativo produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de desarrollo, la inflorescencia lateral, tallos axilares de gran desarrollo.

## Valor nutritivo.

Los valores de los siguientes compuestos orgánicos e inorgánicos se obtuvieron con base en 100 grs. de parte comestible de frutos de tomate maduro listo para consumo.

Composición nutritiva del tomate.  
Floquer, 1976 y Watt et al; 1975.

Agua	94 %
Proteína	1.1 g
Grasas	0.2 g
Vitamina A	1.700 U I *
Vitamina B1	0.10 mg
Vitamina B2	0.02 mg
Niacina	0.60 mg
Vitamina C	21.0 mg
PH	4.5 mg
Calcio	13.0 mg
Fósforo	27.0 mg
Hierro	0.5 mg
Sodio	3.0 mg
Potasio	244 mg
Valor Energético	22 - 24 cal

- (U .I) Unidad Internacional de Vitamina (A) es equivalente a 0.3 mg de vitamina en alcohol.

## Requerimientos edáficos y climáticos.

El cultivo requiere suelos profundos, francos o franco-arcillosos, ricos en materia orgánica y suelos ligeramente ácidos, con pH entre 6 y 7. A pH menor de 5.5 o mayor de 7 se recomienda realizar las enmiendas necesarias al suelo, para aprovechar los nutrientes al máximo. Las variedades en producción en el país se adaptan mejor a altitudes entre 0 y 1,500 msnm. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo se encuentra entre 16 y 25°C.

Selección del material por región: En adición a las características del suelo y clima, el material que se sembrará debe ser seleccionado por su rendimiento potencial, adaptabilidad a la zona, hábitos de crecimiento, tiempo de maduración y resistencia a plagas, particularmente patógenos. Una descripción muy completa de las variedades en el país, incluyendo las que han sido evaluadas por ICTA, se encuentra en Villela (1993).

### **Invernadero.**

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier momento del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final.

En los últimos años son muchos los agricultores que han iniciado la instalación de artilugios que permiten la automatización de la apertura de las ventilaciones, radiómetros que indican el grado de luminosidad en el interior del invernadero, instalación de equipos de calefacción, etc. Por ello en el presente documento se exponen aquellos parámetros más relevantes que intervienen en el control climático de los invernaderos, así como una breve descripción de los sistemas para la gestión del clima que se pueden encontrar actualmente. (Alpi, 1999)

### **Ventajas del uso de invernadero.**

Las ventajas que tienen los invernaderos para la buena obtención de los cultivos son:

- Aumento en el rendimiento.
- Obtener cosechas fuera de época.
- Frutos de mayor calidad.
- Ahorro de agua.
- Control de plagas y enfermedades.
- Instalación de riego automático.
- Siembra de variedades selectas con mayores rendimientos.
- Obtener de dos a tres cosechas al año en la misma parcela.

### **Desventaja del uso de invernadero.**

Teniendo como desventaja principal el costo de inversión inicial, con la necesidad de desarrollar tecnología que se ajuste a las condiciones de los agricultores (Hanan et al., 1978).

### **Control de los factores ambientales dentro de un invernadero.**

Estos factores varían de acuerdo a las características de los invernaderos.

#### **Temperatura.**

Según Benavente (2000), este es uno de los parámetros más importante a tomar en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es uno de los que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Normalmente la temperatura óptima para las plantas se encuentra entre los 10 y 20° C .En los invernaderos puede influirse sobre temperatura mediante: riego, ventilación y diferentes tipos de plásticos en techumbre (efectos del invernadero).

Para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada. Así mismo se deben aclarar los siguientes conceptos de temperaturas, que indican los valores objetivos a tener en cuenta para el buen funcionamiento del cultivo y sus limitaciones:



- Temperatura mínima letal. Aquella por debajo de la cual se producen daños en la planta.
- Temperaturas máximas y mínimas biológicas. Indican valores, por encima o por debajo respectivamente del cual, no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, etc.
- Temperaturas óptimas nocturnas y diurnas. Indican los valores aconsejados para un correcto desarrollo de la planta.

La relación entre las temperaturas de germinación y días que tarda en nacer es la siguiente:

Temperatura ° C	8	10	15	20	25	30	35	40
Días	No nacen	45	15	10	6	6	9	No nacen
Porcentaje de plantas germinadas	0	0	75	95	98	95	70	0

### **Humedad relativa.**

La humedad relativa ideal bajo invernadero para tomates es de 50 - 60 % (Rodríguez 1997), la HR del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva, las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de bajo amarre de fruto.

Para que la HR se encuentre lo más cerca posible del óptimo el agricultor debe ayudarse del higrómetro. El exceso puede reducirse mediante ventilado, aumento de la temperatura y evitando el exceso de humedad en el suelo. La falta puede corregirse con riegos, llenando canalillas o balsetas de agua, pulverizando agua en el ambiente, ventilado y sombreado. La ventilación cenital en invernaderos con anchura superior a 40 m es muy recomendable, tanto para el control de la temperatura como de la HR.

### **La luminosidad.**

Según Matallana (1995), a mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO<sub>2</sub>, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores.

Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios:

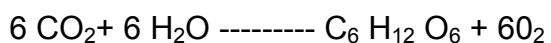
- Materiales de cubierta con buena transparencia.
- Orientación adecuada del invernadero.
- Materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.
- Aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.
- Acolchado del suelo con plástico blanco.

En verano para reducir la luminosidad se emplean:

- Blanqueo de cubiertas.
- Mallas de sombreado.
- Acolchados de plástico negro.

### **CO<sub>2</sub>.**

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), forma parte de la composición del aire y es imprescindible para la realización de la fotosíntesis.



Como se ve en la reacción, se ha obtenido mediante la fotosíntesis materia orgánica más oxígeno libre.

A lo largo de 24 días evoluciona entre 200 y 500 ppm, pudiéndose considerar que su valor medio es de 300 ppm. Este valor lo podemos considerar general deficitario para la mayoría de las plantas y en el supuesto de disponer de suficiente luz, agua y temperatura adecuada constituirá su efecto un freno importante para el desarrollo de las mismas.

En el interior del invernadero no existe por lo común la facilidad de renovación del aire, y con ello durante el día, cuando se realiza la fotosíntesis, el defecto del CO<sub>2</sub> es más acusado. Durante la noche, debido a la respiración vegetal, en el nivel de CO<sub>2</sub> en ppm es superior al exterior.

El CO<sub>2</sub> al invernadero relacionándolo con el aporte energético, de momento se puede considerar que por termino medio las plantas tendrán su óptimo de fotosíntesis entre 600 y 900 ppm de CO<sub>2</sub> (Quezada, 1989)

El anhídrido carbónico de la atmósfera es la materia prima imprescindible de la función clorofílica de las plantas. El enriquecimiento de la atmósfera del invernadero con CO<sub>2</sub>, es muy interesante en muchos cultivos, tanto en hortalizas como en flores.

En los invernaderos que no se aplique anhídrido carbónico, la concentración de este gas es muy variable a lo largo del día. Alcanza el máximo de la concentración al final de la noche y el mínimo a las horas de máxima luz que coinciden con el mediodía. En un invernadero cerrado por la noche, antes de que se inicie la ventilación por la mañana, la concentración de CO<sub>2</sub> puede llegar a límites mínimos de 0,005-0,01%, que los vegetales no pueden tomarlo y la fotosíntesis es nula. En el caso que el invernadero esté cerrado durante todo el día, en épocas demasiado frías, esa concentración mínima sigue

disminuyendo y los vegetales se encuentran en situación de extrema necesidad en CO<sub>2</sub> para poder realizar la fotosíntesis (Lorenzo, 1997).

### **Riego.**

Según Haeff (1997), el riego es una práctica agrícola necesaria y muy importante para el adecuado crecimiento de las plantas. Aunque el tomate resiste bien la sequía es preciso suministrar suficiente agua.

Quezada (1989), señala que los cultivos dentro de invernadero requieren cantidades de agua para satisfacer sus necesidades en el desarrollo de sus fases. Siendo preciso de la disposición de una fuente de suministro de agua cerca de la construcción.

### **Ventilación.**

Romero (1988), cita que el invernadero debe contar con un sistema de ventilación dependiendo del cultivo que se implantará para evitar las enfermedades fungosas por exceso de humedad.

Bakker (1990), indicó que utilizando dos cultivos, en primavera y otoño respectivamente de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill, fueron cultivados bajo condiciones de luz natural en invernadero a diferentes niveles de humedad de día y de noche. Una alta o baja humedad por día fue combinado con alta o baja humedad por la noche. Observando que el peso medio de el fruto y calidad de almacenaje fueron reducidos bajo humedad alta. Las perdidas en rendimiento bajo humedad alto son debido al crecimiento restringido de el fruto. El control de la humedad en el tomate debe centrarse en el evitar períodos largos con alta humedad ambiental.

## **Labores culturales.**

### **Poda de formación.**

La poda de formación es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, y se realiza a los 15-20 días después del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos Disagro (1996).

### **Tutorado.**

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre.

### **Destallado.**

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa

foto-sintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

### **Deshojado.**

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo. (Villela, 1993).

### **Control de insectos.**

- ***Plagas del Follaje.***

#### **Mosca Blanca.** (Bemisia tabaci)

Control químico:

Algunos de los productos que se recomiendan aplicar para el control de mosca blanca son: Acetamiprid (Rescate), Imidacloprid (Confidor), Amitraz (Mitac 20 EC).

#### **Afidos, pulgón verde.** (Myzus persicae Sulzer),

Control químico:

Los insecticidas de corta residualidad y baja toxicidad que se deben usar son: Acetamiprid (Rescate), Imidacloprid (Confidor), Amitraz (Mitac 20 EC).

**Minador de la hoja.** (*Liriomyza sativae* Blanchard)

Control químico:

Se recomienda utilizar insecticidas que tengan acción translaminar y penetrante como Clorpirifos (Lorsban 2.5 SP), Diazinon (Basudin 60EC), Flofenoxuron (Cascade 10 DC).

**Gusano del fruto de tomate.** (*Heliothis zea*)

Control químico:

Dentro de los insecticidas recomendados se encuentra el Thiodicarb (larvin 375; Permetrina (Pounce 7.5 EC).

**Enfermedades.**

**Virus del mosaico amarillo del tomate.**

Agente causal: *Bemisia tabaci*

Todo el manejo debe ser de tipo preventivo, desde los 0-45 días del cultivo que es la etapa de mayor susceptibilidad.

La prevención que debe tenerse es la de transplantar plántulas libres del virus y esto se logra a través de la producción de plántulas bajo cobertura, utilizar variedades tolerantes, uso de trampas amarilla, sembrar barreras vivas, uso de islas trampas eliminación de plántulas enfermas (Baixauli, 2000).

**Tizón temprano del tomate.**

Agente causal: *Alternaria solani*

Aplicación de funguicidas en forma preventiva o localizada al observarse los primeros síntomas como: Clorotalonil, Carbendazin, Azoxystrobin, Propamocarb Tebuconazol+ Tiadimenol (Baixauli, 2000).

### **Tizón tardío.**

Agente causal: *Phytophthora infestans*.

Eliminación de plantas hospederas y residuos de cosecha, rotación de cultivos con otras especies diferentes a solanáceas, aplicaciones de funguicidas cuando se observan las lesiones iniciales utilizando para ello: Maneb, mancozeb, Clorotalonil, para control preventivo, se puede alternar con sistémicos como Mtalaxil, Dimetomorf-mancozeb, Peviculr, Popamocarb+mancozeb, Fosetylal, entre otros (Baixauli, 2000).

### **Nutrición foliar.**

Se reporta que la producción es cada vez mas sofisticada y sé esta dando mayor atención a deficiencias menos comunes, aunque estas puedan tener un mayor efecto sobre el rendimiento; los microelementos están siendo cada vez y con mayor frecuencia, el factor limitante en la producción de cosechas. Debido a las cantidades relativamente pequeñas requeridas por una planta, la aplicación de nutrientes requiere de precisión en que puede ser fácilmente lograda con la aplicación de fertilizantes foliares (Anónimo, 1983).

Fitzpatrick (1984), menciona que los problemas nutrimentales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las plantas, causadas por deficiencias o excesos de nutrientes agregados al suelo o al follaje, los cuales se reflejan directamente en la calidad y producción de los frutos.

### **Nitrógeno.**

No es aconsejable aplicaciones de estos elementos en la preparación del terreno, excepto en terrenos pobres o de niveles inferiores a los óptimos, se aplica en cantidades de 300-400 Kg. / ha.



**Fósforo.**

Es el elemento primordial en la preparación del terreno. Favorece el desarrollo radicular y de nuevos tejidos, así como la floración, el fósforo, se aconseja aplicarlo en un alto porcentaje en la preparación del terreno como abonado de fondo, dada su lentitud en ponerse a disponibilidad de la planta.

**Potasio.**

Ejerce su mayor acción sobre los frutos, actuando sobre las sustancias sólidas que lo construyeron, es junto con el magnesio el que da una mejor coloración, peso y sabor al fruto, al nivel óptimo de un suelo puede estar entre 5 – 10 por ciento referidos a la capacidad de intercambio catiónico, en la preparación del terreno, aplicaciones de 400 – 500 kg/ha de potasio son normales.

**Sodio.**

Con porcentajes de hasta 4 por ciento son normales para este cultivo, aunque son tolerables a mayores contenidos.

**Magnesio.**

Porcentajes entre 10 y 20 por ciento son óptimos, y este elemento actúa sobre el color y sabor del fruto.

**Calcio.**

Porcentajes entre 40 y 70 por ciento son los óptimos.

**Fierro.**

Es otro de los elementos que debe incorporarse al terreno, en la preparación del mismo en forma de sulfato de hierro en proporciones de 300 – 400 k. / ha. (Rodríguez et al., 1997).

## **Importancia de la fertilización foliar.**

Frank (1967), dice que los nutrientes requeridos para el desarrollo de la planta son absorbidos principalmente por la raíz. Aunque existen evidencias de la absorción de sales minerales y otras sustancias a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de la planta.

ICA (1979), citado por Uresti (1987), habla de fertilización foliar como no reemplazable a la fertilización del suelo, solo suplementable.

García (1981), cita que la fertilización foliar es una segunda vía para la alimentación de las plantas y no significa que las raíces pierdan su papel principal que es la absorción de nutrientes.

La nutrición vegetal entra rociando la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de sustancias alimenticias, se está desarrollando la técnica de la fertilización foliar, donde las experiencias prueban que la absorción comienza a los 4 seg. de hacer contacto las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que el abonar el suelo.

La fertilización foliar tiene como ventaja principal, esa rapidez de actuación y asimilación, al tiempo que se evitan precipitaciones, inmovilizaciones o lavados que pueden afectar a los nutrientes cuando se hacen aplicaciones al suelo. Como sabemos las lixiviaciones afectan principalmente al nitrógeno, mientras que las precipitaciones e inmovilizaciones afectan al fósforo (García, 1982).

### **Absorción de los nutrientes foliares.**

Boyton (1954), cita que cuando se aplican soluciones nutricionales al follaje, los elementos penetran a través de los estomas, cutícula u ectodermos vía epidermis.

Overbeek (1965), indica que el estoma puede servir como puerta de entrada a la hoja; sin embargo, sí la entrada a través del estoma es lograda, esto no es equivalente a la absorción, porque la absorción estomática no incluye la necesidad de la penetración cuticular, puesto que las sustancias en los espacios intercelulares todavía deben pasar a través de una capa de cutícula.

Chávez (1987), menciona que la penetración del nutrimento en el tejido es rápida; ocurriendo en un periodo no mayor a diez días después de la aplicación.

Lozano (1991), concluye que la fertilización foliar incrementa el rendimiento y la altura de la planta.

### **Factores que afectan la fertilización foliar.**

Rodríguez (1982), menciona que la superficie mojada debe ser la mayor posible, como la tensión superficial del agua es distinta a la de la cutícula, la gota tiende a una esfera, disminuyendo el área de contacto, de ahí que el agua se le agreguen sustancias que disminuyen su propia tensión superficial para aumentar de esta manera la superficie inferior de las hojas absorbe de 3 a 5 veces mas que la superficie superior, puesto que es mas delgada.

### **Temperatura.**

Swason y Whitney (1953), encontraron que la temperatura óptima de absorción para la mayoría de los nutrientes ocurre entre los 25 y 30 ° C.

Se afirma que la eficiencia de la fertilización foliar es favorecida por temperaturas optimas que varían para cada elemento (Anónimo, 1985).

### **Humedad relativa.**

Según Nuez (1995), la humedad relativa en el cultivo de tomate debe ser por debajo del 90 %, ya que las humedades por arriba de este porcentaje son favorables para el desarrollo de enfermedades criptogámicas, especialmente Botrytis, siendo los valores óptimos aquellos que oscilan entre un 70 y 80 %, incluso con temperaturas nocturnas de bajas de aire de 13 ° C.

También menciona bajo condiciones de baja humedad relativa, la tasa de transpiración crece, lo que puede traer como consecuencia un estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, especialmente cuando se encuentran en la fase de fructificación, cuando la actividad radicular es reducida. Los extremos de humedad reducen el cuajado de tomate; valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen, pudiendo ocasionar al reducirse la evapotranspiración, una reducción de agua y nutrientes y generar una deficiencia de calcio, que posteriormente viene a ocasionar la pudrición apical del fruto.

Boyton (1954) menciona que con respecto a la edad de la hoja se presentan diversas tasas de absorción y de las hojas que se encuentran en la parte superior de la planta son más eficientes que las hojas inferiores.

### **Luminosidad.**

Rodríguez (1999), al existir una óptima fotosíntesis habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

### **Ventajas y desventajas de los fertilizantes foliares.**

García (1980), menciona que al aplicar fertilizantes al suelo, existen muchos obstáculos para que lleguen a ser absorbidos en su totalidad por las raíces; lo que no sucede con la fertilización foliar, porque los elementos no encuentran de esta forma, barrera alguna para penetrar en la planta.

Una gran parte de los fertilizantes añadidos al suelo, no son utilizados por las plantas, por quedar compactado entre las láminas de arcillas, o fijados fuertemente en los sesquióxidos; mientras la fracción de los fertilizantes retenida al exterior de la arcilla es absorbida por las raíces.

### **Fertilizantes orgánicos.**

Los fertilizantes orgánicos se emplean para restituir los niveles de materia orgánica del suelo, con el fin de aumentar la capacidad de retención de nutrientes en el complejo arcillo-húmico del suelo, es decir, para incrementar la asimilación de los nutrientes minerales procedentes de las reservas del suelo o incorporados mediante la fertilización.

El uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remota casi al nacimiento de la agricultura. El incremento en la producción y consumo de fertilizantes químicos en una agricultura intensiva disminuyó la atención hacia los abonos orgánicos en la época 1940 – 70, pero en la actualidad vuelven a cobrar gran importancia los estudios de abonados agrícolas (Seifert, s/f).

Según Tisdale y Nelson (1970), se remonta a la abundante producción de abono industrial y del elevado precio de mano de obra y del equipo, ha surgido la cuestión de si es rentable para el agricultor la distribución de abonos en sus campos. Una parte de los nutrientes N-P-K en el abono será aprovechable en el primer año, pero después de un periodo de tiempo las plantas lo utilizarán. El abono animal a causa de ser un abono rico en nitrógeno y potasio pueden obtenerse los mejores resultados con la aplicación de dicho abono en los cultivos, los gastos pueden reducirse aplicándolo a campos cercanos y usando abono comercial en los campos mas lejanos. Generalmente los fertilizantes químicos proceden de recursos no renovables lo cual nos indica que de estos insumos habrá una perdida en el futuro.

Los abonos orgánicos se caracterizan por su componente principal: materia orgánica a la que acompaña una activa población de microorganismos; llevan a demás los abonos orgánicos, las tres principales fuentes de nutrientes: N-P-K en diferentes proporciones, así como la dosis de microelementos. Los abonos orgánicos actúan sobre los suelos como fertilizantes disminuyendo la excesiva cohesión de los suelos compactos, aumentando la de los suelos arenosos e incrementando el poder de retención de agua (Aguirre, 1963).

Núñez (1981), señaló que los abonados orgánicos muestran sobre los fertilizantes químicos las siguientes ventajas sobre la fertilización química:

1. Mayor efecto residual.
2. Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo através de un efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados); la porosidad y la densidad aparente.
3. Formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos en forma aprovechable para las plantas.
4. Reducción de erosión de suelos.

5. Eleva la capacidad de intercambio iónico.
6. Liberación de CO<sub>2</sub> que propicia la solubilización de nutrientes.
7. Abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía a la flora microbiana heterótrofa.

### **Composición química del estiércol bovino y su valor como fertilizante orgánico.**

El estiércol se considera un fertilizante de composición variable y relativamente de baja concentración de sustancias nutritivas. Dichos nutrimentos se encuentran en forma orgánica y deben pasar por un proceso de mineralización bacteriana para ser asimilados por las plantas. Dependiendo de la concentración de nitrógeno (N) en el estiércol, el porcentaje de mineralización para el primer año de aplicación varía de 20 al 50 por ciento (Castellanos 1982).

La composición del estiércol es muy variable ya que depende de muchos factores, tales como la especie y la edad del animal, el uso de camas, la alimentación de los animales, forma de explotación del ganado, cuidados proporcionados para conservarlos, estado de descomposición, etc., (Thompson y Troeh, 1980; Gros, 1981; Castellanos, 1982 y Lean y Hore, 1974).

Rico (1981), indica que el estiércol es uno de los fertilizantes orgánicos más importantes y que en la actualidad se ha substituido por los fertilizantes químicos. Por esto el estiércol presenta descuido en la conservación de sus sustancias nutritivas tanto en su manejo como en su almacenamiento. El estiércol vacuno y sangre con agua presentó en este trabajo, un contenido mayor de elementos nutritivos, tanto mayores como menores y ácidos húmicos.

## **Biodegradación anaeróbica de la materia orgánica.**

Banquedano et al (1979), describen a la digestión anaeróbica como el proceso de estabilización de la materia orgánica en un medio sin oxígeno, principalmente por acción bacteriana. Este proceso involucra siempre a dos grupos de bacterias que actúan simultánea y equilibradamente; éstas son las acidificantes y las metanógenas. La acción específica de ambos grupos, permite describir al proceso de fermentación anaeróbica en tres etapas:

- a) Licuefacción de la materia orgánica.
- b) Formación de ácidos orgánicos
- c) Fase de gasificación.

Las etapas mencionadas pueden resumirse en dos fases fundamentales: licuefacción y gasificación. Los productos finales de la primera se utilizan en la segunda, en un sistema bien balanceado y continuo en donde la licuefacción y la gasificación ocurren simultáneamente. La licuefacción de la materia orgánica ocurre cuando las enzimas producidas por las bacterias acidificantes catalizan la hidrólisis de carbohidratos complejos, a azúcares simples y alcoholes; de lípidos a glicerol; de proteínas a péptidos y aminoácidos; de grasas a ácidos grasos. La fase de gasificación consiste en la conservación de compuestos orgánicos simples a CO<sub>2</sub> y metano, principalmente, otros gases en menor proporción y residuos orgánicos conocidos como lodos digeridos. La producción de metano se debe a la acción de microorganismos de la familia Methanobacterereaceae, que son anaerobios estrictos, y que sólo proliferan, naturalmente, en ausencia de oxígeno y a un pH ligeramente alcalino (SAHOP, 1978).

La fase de la licuefacción de la materia orgánica se debe a la acción de bacterias incluidas en el género *Clostridium* que son anaeróbicas celulolíticas por la acción enzimática, y desdoblan la celulosa en ácidos orgánicos, CO<sub>2</sub>, metano e hidrógeno (Allen, 1957).



## **Biodegradación anaeróbica del estiércol de bovino utilizando afluente líquido.**

La composición química del biodegradado varía en relación directa al estiércol que se somete al tratamiento y éste a su vez depende de: la especie de animal, la edad, el alimento consumido y el manejo del estiércol antes de ser aplicado; pero en términos generales, se considera para fines de cálculo que el estiércol tiene un promedio de 0.5, 0.25, y 0.5 porciento de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

El estiércol contiene además, calcio, magnesio, azufre y casi todos los demás micronutrientes.

El biofertilizante anaeróbico líquido debe ser diluido antes de aplicarlo al terreno, por lo cual debe aplicarse en campos agrícolas bajo riego.

Martínez (1982), estudió la concentración óptima del fertilizante líquido obtenido mediante biodegradación anaeróbica del estiércol de bovino, en el cultivo de soya, bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron tres diluciones (1:75, 1:50, 1:25), fertilizante concentrado y como testigo el medio de cultivo ELMA sin agar concluyendo que la dilución óptima fue de 1:75.

Abencerraje y de la Garza (1986), establecieron un experimento tendiente a evaluar la respuesta del frijol al fertilizante líquido obtenido por destilación anaeróbica del estiércol de bovino. Se probaron seis concentraciones de biofertilizante comparadas con un tratamiento de fertilización química y un testigo. Se obtuvieron aumentos significativos en las estimaciones de las poblaciones bacterianas en los tratamientos con biofertilizante. En cambio, con el fertilizante químico prácticamente no aumento la población. La dosis óptima para el cultivo fue de 250 lt / ha.

Mendoza (1985), concluyó que la dosis adecuada de biofertilizante líquido para el cultivo de frijol ejotero era de 300 lt / ha, aplicando la mitad al momento de la siembra y el resto antes de la floración. También manifestó el acortamiento en la respuesta fenológica, así como el incremento del rendimiento del cultivo al utilizar esta dosis de biofertilizante. Finalmente, se concluyó al comparar el rendimiento del biofertilizante líquido con los obtenidos con los fertilizantes químicos comerciales que aquellos superaron a éstos.

Arias (1978), señala que el extracto líquido de la fermentación anaeróbica contiene una concentración de nutrientes entre los cuales se encuentra N, P, K, elementos menores, vitaminas y hormonas para el crecimiento tanto animal como vegetal.

Cuadro No 1. Porcentaje de la composición del estiércol líquido de animales. Ortiz, (1977).

Componentes	Equino	Bovino	Ovino
Agua	90.00	93.0	87.0
M.O	7.00	3.2	8.0
Cenizas	3.00	3.0	4.5
N	1.50	0.6	1.9
P	0.90		
K	1.60	1.3	2.3
Ca	0.45	1.3	

### **Extracto líquido de estiércol bovino.**

El estiércol de bovino contiene todo los nutrientes requeridos para el desarrollo vegetal; sin embargo, es común su manejo deficiente, lo que ocasiona solo una subutilización de este importante recurso.

La baja densidad económica del estiércol de bovino fresco hace incosteable su transporte y aplicación en terrenos agrícolas alejados del sitio de producción. Una alternativa es la fabricación de composta; sin embargo esta labor se dificulta en época de lluvias y además durante el composteo se pierde nitrógeno por volatilización de amoniaco y se produce contaminación ambiental por malos olores y proliferación de moscas. El avance de la plasticultura hace posible en la actualidad el uso directo del extracto líquido de estiércol bovino como biofertilizante, aplicando en fertirrigación y de forma foliar (Núñez, 2001).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del área de estudio.**

El presente trabajo fue realizado en el ciclo invierno primavera del 2001 en los invernaderos de la UAAAN, que se localiza en Buenavista, Saltillo, Coahuila. En las coordenadas: 25° 23' Latitud Norte y 101° 02' de Longitud Oeste, a 1743 msnm (Mendoza 1985). El experimento consistió en evaluar un fertilizante orgánico líquido biodigestado en diferentes disoluciones aplicado en forma foliar, comparado con un fertilizante inorgánico (Master Grow) comercial y un fertilizante inorgánico aplicado al suelo como testigo, bajo condiciones de invernadero.

### **Material utilizado.**

- Material vegetativo: Floradade y Hayslip
- Infraestructura de apoyo: Laboratorio de análisis y 2 invernaderos
- Caja petri, papel filtro, agua destilada, cámara de germinación
- Charolas de poliestireno
- Sustrato: Cosmopeat y tierra de bosque.
- Regadera
- Agroquímicos
- Bolsas de plástico
- Atomizadores
- Fertilizantes (Líquidos y sólidos)
- Hilo para tutores (rafia)

- Fertilizantes foliares para los tratamientos

T1= Testigo

T2= Master Grow

T3= Extracto al 1.5 %

T4= Extracto al 1.0 %

T5= Extracto al 0.5 %

- Tijeras de podar
- Aspersor
- Bascula
- Vernier
- Cámara fotográfica
- Rollos

### **Características generales de los productos bajo estudio.**

#### **Master Grow.**

Fertilizante compuesto químico inorgánico de uso foliar; contiene de manera concentrada los elementos necesarios para la alimentación de las plantas (de cualquier especie); así mismo, contiene agentes químicos que realizan las siguientes funciones:

Agente de penetración rápida: al contacto con la membrana que cubre la hoja, aumenta en ocho tantos la presión osmótica normal.

Agente acelerador del proceso biológico: estimula la reproducción y el crecimiento celular de manera acelerada y ordenada, alimentando intensamente a las nuevas células con los elementos concentrados que Master Grow contiene; de tal manera que la planta alcanza su pleno desarrollo en un periodo más corto.

### **Contenidos.-**

Nitrógeno total	20.00 %	Cobre	0.10 %
Fósforo Total	30.00 %	Manganeso	0.10 %
Potasio total	10.00 %	Zinc	0.10 %
Calcio	1.00 %	Molibdeno	0.01 %
Magnesio	1.00 %	Cobalto	0.10 %
Hierro	0.10 %	Azufre	0.10 %
Boro	0.10 %	Agentes Químicos	37.29 %

### **Extracto biodigestado.**

El extracto biodigestado fue elaborado a partir de estiércol vacuno, del establo de la UAAAN, agua sangre de desecho del rastro municipal y agua. Dicho material se depositó en un recipiente cerrado por lo que el proceso de digestión fue anaerobio, el tiempo que se dejaron los materiales fue de seis meses, después de dicho tiempo se espera que parte del material que se puso al principio ya este degradado por lo que algunos elementos ya se encuentren en forma mineral y existe formación de humus. Se procede a la separación de la parte líquida de la sólida y cada una puede ser utilizada por separado.

En este trabajo se hace uso de la parte líquida aplicándola diluida en agua en forma foliar aunque también puede aplicarse al suelo con el agua de riego.

Se espera aplicar elementos minerales nutricionales al cultivo tanto mayores como menores y ácidos húmicos que permitan que estos elementos puedan ser más fácilmente tomados por la planta.

## **Descripción del material experimental.**

Se utilizaron dos variedades de tomate: Floradade y Hayslip, son variedades muy productivas, desarrolladas para el mercado fresco a partir del material genético de la Universidad de Florida. Las plantas son de crecimiento indeterminado; cubren muy bien sus frutos, que maduran muy uniformemente, los frutos son lisos y de calidad, los hombros son verdes, firmes, de tamaño uniforme, de gran calidad para el transporte. Estas variedades han demostrado una buena tolerancia a la marchitez apical del fruto, a las razas 1 y 2 de Fusarium y raza 1 de Verticillium. Estas variedades han demostrado ser capaces de producir altos rendimientos bajo condiciones de invernadero.

## **Producción bajo invernadero.**

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier momento del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación, mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final.

El experimento se realizó en el invernadero # 2 de la UAAAAN. Su estructura es de forma semicircular, su cubierta es de acrílico, considerando que tiene un deterioro del 40 % del total de su luminosidad, lo que afecta directamente a los cultivos establecidos dentro del mismo. Cuenta con 2 extractores, una pila con colchones para humedad y un calefactor, lo que nos facilita climatizar el invernadero para el desarrollo del cultivo.

## **Métodos.**

### **Semillas.**

El material biológico utilizado para este experimento fue semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). De dos variedades: Hayslip producido por Petoseed y Floradade F1 producido por Norton Seed Company. Para conocer su calidad fisiológica (germinación y vigor de plántula), se realizó la prueba correspondiente, en los meses de Enero y Febrero, en el laboratorio de análisis de semilla del (CCDTS) de la UAAAN.

Para la prueba de germinación en laboratorio, se colocaron tres repeticiones de 20 semillas para cada variedad sobre papel filtro en caja petri, se humedecieron con agua destilada y se regaron diariamente y se etiquetaron con la fecha de establecimiento 30 - 01 - 01. Las cajas se introdujeron a una cámara de germinación, ajustada a 25 ° C y luz blanca, durante diez días. Los primeros datos se obtuvieron al séptimo día, al estimar germinación inicial; tres días después se contaron las plántulas normales, anormales y semillas no germinadas.

Se tomaron dos evaluaciones el día 6 y 8 de febrero del 2001 procurando tener fechas exactas de evaluación; de la variedad Floradade se tuvo un 91 % de germinación y un 81 % de vigor, para la variedad Hayslip un 90 % de germinación y un 78 % de vigor.

### **Diseño experimental.**

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar, debido a que el cultivo se desarrollo bajo condiciones de invernadero, procurando que las condiciones fueran óptimas para el cultivo, y las diferencias que se detectaran fueran de los tratamientos y no del ambiente.



## **Descripción de los tratamientos.**

Para el experimento se utilizó, un fertilizante químico foliar a la dosis recomendada y el fertilizante orgánico en tres dosis, se dio una fertilización de fondo antes del transplante con la dosis (9.6N – 7.9P – 6.7K gr / pta.), fraccionando el N, dando la segunda aplicación a los 25 días; evaluando 5 tratamientos con 3 repeticiones, siendo un total de 30 unidades experimentales.

T1 Fertilizante aplicado al suelo (Testigo)

T2 Fertilizante al suelo + Master Grow

T3 Fertilizante al suelo + extracto biodigestado al 1.5 %

T4 Fertilizante al suelo + extracto biodigestado al 1.0 %

T5 Fertilizante al suelo + extracto biodigestado al 0.5 %

## **Metodología experimental.**

Se muestran las actividades realizadas durante el desarrollo de la investigación, iniciando con la siembra y manejo del almácigo y finalizando con las evaluaciones.

## **Desinfección de charolas.**

Se utilizó una charola de poliestireno de 200 cavidades; previamente se lavo y se elimino los residuos anteriores de sustrato y raíces de usos anteriores y se desinfecto con cloralex más agua, en proporción de 1/4 de taza (60 ml) de cloralex por cada 10 litros de agua.

## **Preparación del sustrato.**

En una cama de concreto se depositó Cosmopeat y se le asperjo agua poco a poco para humedecerlo, a la vez se le daba vuelta hasta uniformizarlo a capacidad de campo, posteriormente se hizo el llenado de charola. Donde: se manejo la mitad de semilla Floradade y Hayslip.

### **Almácigo.**

El mismo día del llenado de la charola con el sustrato, se hizo la siembra de tomate en forma manual; se hizo el ahoyado para la siembra, la profundidad del ahoyado fue dos veces el tamaño de la semilla, para luego depositar la semilla de tomate Floradade y Hayslip en los orificios, con fecha de siembra 26/02/01, una vez terminada la siembra de la charola, se procedió a añadir sustrato húmedo para cubrir la semilla y se rasó al nivel la charola. Después se procedió a dar un riego ligero con regadera, finalmente la charola fue colocada en el invernadero # 1.

### **Manejo técnico.**

#### **Riego.**

El riego se dio con regadera manual dos ó tres veces por día, cuidando mantener el sustrato sólo húmedo para evitar la presencia de enfermedades fungosas. La frecuencia dependió de las condiciones ambientales.

#### **Nutrición.**

Se realizaron dos aplicaciones foliares a la plántula con el fertilizante Grofol. La cantidad de fertilizante a aplicar previamente se diluía en un pequeño recipiente con agua, luego se añadía a un atomizador con la cantidad de agua requerida para el riego y se agitaba con el reflujo del sistema del atomizador, la dosis y fuente de fertilizante variaron conforme al crecimiento de las plántulas.

## **Conducción del experimento.**

### **Preparación de bolsa.**

La bolsa de polietileno negro que se ocupó tenía 45 cm. de altura por 30 cm. de diámetro, ocupando un volumen de suelo de 14 kg por bolsa. A cada bolsa se le agregó un kilogramo de gravilla para mejorar el drenaje de la misma. Se requirió llenar treinta bolsas en total de sustrato (tierra de bosque y barba de coco) para realizar el trasplante.

### **Esterilización del sustrato utilizado.**

Fue tierra de bosque más barba de coco. Esta se llevo acabo previamente al establecimiento del experimento; se manejaron 15 carretillas de tierra de bosque y 4 costales de barba de coco molida, se hizo una revoltura de 4 volteos hasta homogeneizar el sustrato.

Se hizo un cribado para eliminar piedras y material no deseado, para luego llévalo a una pizarra de concreto para ser esterilizado, con el objeto de controlar todo tipo de plagas, como larvas, pupas, insectos, enfermedades, semillas de maleza. Se procedió a darle un riego ligero en la parte de arriba, quedando húmeda la parte superior, una vez húmeda se cubre todo el sustrato con plástico de polietileno (blanco) colocando una capa de tierra de cinco cm. sobre la banda del plástico, para evitar la salida del bromuro de metilo, ya que es un gas extremadamente tóxico, al momento de la aplicación se recomienda colocar el aplicador a favor del viento, colocando el bromuro de metilo en el aplicador y proceder aplicarlo, es recomendable usar equipo adecuado, para evitar intoxicaciones. Para el uso del sustrato debe dejarse 48 hrs. tapado con el plástico junto con la lata bromuro de metilo, posteriormente dejarse al descubierto por 12 hrs., para ventilación y después puede usarse el sustrato.

### **Trasplante.**

Esta actividad se realizó el día 5 / 04 / 01, alcanzando las plántulas a los 37 días después de la siembra, una altura y diámetro de tallo promedio de 10 cm. y 3 mm, respectivamente. Se le aplicó un riego de pretrasplante para facilitar el trasplante definitivo, y la planta sufriera el menor estrés posible. Se procedió a regar inmediatamente después de terminar el trasplante.

### **Riegos posteriores.**

Los riegos aplicados en forma manual, y la frecuencia de aplicación de los mismos estuvieron en función de las condiciones climáticas y por consecuencia de los requerimientos del cultivo; evitando la humedad excesiva, y el consecuente ataque de enfermedades fungosas.

El tipo de riego que se utilizó fue por medio de manguera proveniente de un depósito, se regó individualmente cada una de las plantas.

### **Fertilización.**

Se realizó una fertilización general al suelo el día del trasplante. La fórmula recomendada para tomate bola fue 250 - 150 - 200, dosificándose por planta (4.8 - 7.9 - 6.7 gr. / pta.), de la mezcla de los fertilizantes minerales utilizados para cubrir la demanda: Fosfato Monoamónico (MAP), (11-52-00), Sulfato de Potasio (00-00-50) y Urea (46 - 00 - 00). Dividiendo únicamente el N en dos aplicaciones.

### **Aplicación de los fertilizantes líquidos orgánicos biodigestados.**

La primera aplicación foliar se realizó el día 4 / 05 / 01. En el Cuadro 2. Se muestran las diferentes aplicaciones. Se manejó un fertilizante químico comercial (Master Grow) 2 gr / lt de agua, y el fertilizante orgánico biodigestado de uso casero en sus 3 diferentes disoluciones al 0.5, 1.0 y al 1.5 % Cuadro 1. Cabe mencionar que las aplicaciones se hicieron el mismo día para todos de los dos cultivos.

Cuadro 1. Composición de la solución del fertilizante foliar aplicada al Cultivo de tomate en invernadero.

FERTILIZANTE	CANTIDAD
Testigo (ninguna aplicación)	
Master Grow	2 gr / lt
Extracto biodigestado al 1.5 %	15 ml de extracto / 985 ml agua = 1.5 %
Extracto biodigestado al 1.0 %	10 ml de extracto / 990 ml agua = 1.0 %
Extracto biodigestado al 0.5 %	5 ml de extracto / 995 ml agua = 0.5 %

Cuadro 2. Aplicación de los fertilizantes foliares.

FECHA	Nº DE APLICACIONES
4 - 05 - 01	1
19 - 05 - 01	2
3 - 06 - 01	3
18 - 06 - 01	4
3 - 07 - 01	5
18 - 07 - 01	6
2 - 08 - 01	7
14 - 08 - 01	8

### **Tutores.**

Con el tutorado o tutorado se persigue dirigir el crecimiento de la planta y evitar el daño a los frutos y follaje. Se realizó el día 4 - 05 - 01, cuando la planta alcanzó sus primeros 0.20 a 0.25 m se extendieron dos hileras de guías de rafia.

### **Poda.**

Esta se realizó periódicamente, consistió en eliminar brotes y chupones que se forman en las axilas de las hojas con el tallo principal, se manejo poda a un solo tallo.

## **Plagas y enfermedades.**

### **Aplicación de agroquímicos.**

El tomate como todo cultivo hortícola, requiere de cuidados fitosanitarios desde su siembra.

A lo largo del desarrollo del cultivo se aplicaron productos químicos para controlar mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), y minador de la hoja (*Liriomyza munda*) así como fungicidas ya que se presentó un ataque con síntomas parecidos a los tipos de tizón, tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*).

### **Descripción de la enfermedad presentada en el cultivo de tomate en ambas variedades.**

Hubo la presencia de un patógeno en el cultivo de tomate, al momento de la aplicación del extracto biodigestado, se manifestó un ataque de un hongo u bacteria en las hojas entre las nervaduras de las hojas, mostrando necrosis, el problema se vio acrecentado conforme aumentaban las aplicaciones del extracto biodigestado, se observó que las dosis con más concentración hacia un daño mayor, para controlar el problema se le agregó al extracto cloralex 5 gotas por litro de agua. Donde la variedad más afectada fue Hayslip conforme transcurrían las aplicaciones el daño fue menor, cabe mencionar que al final de las aplicaciones el daño era uniforme para ambas variedades Hayslip y Floradade.

### **Cosecha.**

La cosecha se realizó cuando se observó que los frutos completaron su período de desarrollo y mostraron los inicios de cambio de color verde a color verde - amarillento en el ápice del fruto, lo que indicaba su madurez fisiológica.

Se realizó un total de ocho cortes (Cuadro 4).

Cuadro 4. N° de Cortes en tomate, realizados durante Julio y Agosto del 2001.

Fecha	N° de Cortes
6 - 07 - 01	1
11 - 07 - 01	2
15 - 17 - 01	3
23 - 07 - 01	4
1 - 08 - 01	5
8 - 08 - 01	6
15 - 08 - 01	7
21 - 08 - 01	8

#### **Variables evaluadas.**

La evaluación se hizo con el fin de cuantificar el efecto, de cada uno de los tratamientos, de acuerdo con sus diferentes aplicaciones.

#### **Número de frutos por planta.**

Se contabilizaron el total de frutos cosechados por planta, teniendo dos plantas evaluadas por cada repetición y por cada tratamiento.

Los datos tomados para cada variable se fueron condensando al punto que se permitiera analizar estadísticamente y sacar conclusiones.

#### **Diámetro promedio por fruto.**

Esta variable se tomó con la ayuda de un vernier con aproximación a milésimas de centímetro, el cual se le coloca la parte más ancha del fruto y se le toma la lectura.

**Peso promedio por fruto.**

Consistió en pesar individualmente cada fruto de cada una de las plantas analizadas, mediante el uso de una bascula de precisión, en cada una de las categorías y al final sumando el total, y dividiéndolo entre los frutos para obtener el peso promedio por fruto.

**Rendimiento por planta.**

Los frutos fueron cosechados durante 8 cortes, los cuales se pesaban por número de racimo y planta sacando así su peso total por planta de su respectivo tratamiento y repetición.



## LITERATURA CITADA

**Abencerraje, R. F. y M.C. García.** 1986. Respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al fertilizante biodegradado anaeróbicamente del estiércol de bovino. UAAAN. Agraria. Revista Científica. Vol. 2 (1): 131 - 137.

**Allen, O.N.** 1957. Experiments on soil bacteriology. Burges Publishing Co. Minnesota, U.S.A. p. 179 - 181.

**Alpi, A. Tognoni, F.** 1999. Cultivo en invernadero. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España. 347 pp.

**Anderlini, L.** 1976. El cultivo del tomate. Mundi - Prensa España.

**Anónimo.** 1983. Apuntes sobre fertilizantes fluidos, producción, uso racional y comercialización. Fertimex. México, D. F.

**Anónimo.** 1985 Fertilización química foliar. Folleto informativo, S.A.R.H. México, D.F.

**Arias, Ch. J.** 1978. Digestión anaeróbica de desechos orgánicos: Prioridad estratégica para el Co-desarrollo. Reunión Nacional sobre Energía no Convencional. Palmira, Mor. México. P 13-20.

**Baixauli, C.** 1996. Aspectos prácticos del control ambiental para hortalizas en invernadero. Ed. Fundación Cultural y de Promoción Social. Caja Rural Valencia.

**Banquedano, M.M., Young, M.A. y Morales, H.L.** 1979. Los digestadores: En energía y fertilizantes para el desarrollo rural. INIREB. Jalapa, Veracruz, México. p. 6-20.

**Benavente, R.M., García, J.L., Pastor, M., Luna, L. y Nolasco, J.** 2000. Sistemas para la automatización de los invernaderos. Vida Rural N° 118. 66-70.

**Boyton, D.** 1954. Nutrition by foliar applications. A.N.N. Rev. Plant Physiology.

**Casseres, E.** 1981. Producción de hortalizas. 3<sup>ra</sup> ed. Editorial IICA. San José, Costa Rica.

**Castellanos, J.Z.** 1982. Estudios sobre la producción, utilización y caracterización de los estiércoles en la Comarca Lagunera. Primer ciclo internacional de conferencias sobre utilización del estiércol de la agricultura. Marzo 17-18. Torreón, Coahuila. México. p. 10-18.

**Chávez, G.J.F.J.** 1987. Abastecimiento de Zinc en Nogal Pecadero *Carya illinoensis* Goch. Por medio de Aplicaciones Foliares en la Región de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila México.

**Disagro.** 1996. Cultivo del tomate. Boletín Disagro 4(1): 1- 8.

**Dybing, C. D. and Currier H.B.** 1961. Foliar penetration by chemicals. Plant Physiology.

**Frank, W.** 1967. Mechanism of foliar penetration of solutions. Annual Review of Plant Physiology. 18:281-300.

**Fitzpatrick, E.A.** 1984. Suelos, su formación, clasificación y distribución. 1ra. edición en español. Editorial Continental, S.A. de C.V. México, D.F.

**García, F.J.** 1980. Fertilización agrícola. Editorial AEDOS. Barcelona España. 2<sup>a</sup> ed. 194 pp.

**Infoagro.** El cultivo del tomate. (Internet).

**Instituto Colombiano Agropecuario. ICA.** 1979. Boletín Didáctico. No. 1. Primera edición. 91 p.

**León, G.H. y M. Arosamena.** 1980. El cultivo del tomate para consumo fresco en el Valle de Culiacán. CIAPANCAECAV. México.

**Lorenzo, P., Sánchez-Guerrero, M.C., Medrano, E., Pérez, J. y Maroto, C.** 1997. El enriquecimiento carbónico en invernadero del Sur Mediterráneo. Horticultura. N° 118. 66-67.

**Lozano, R.S.A.** 1991. Efecto de cuatro dosis de fertilización al suelo y tres fertilizantes foliares en rendimiento y calidad de chile serrano *Capsicum annum* L. Cv. Tampiqueño – 74 en Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo., Coahuila México.

**Maroto, J. V.** 1989. Horticultura herbácea especial. Tercera edición. Editorial Mundi - Prensa. Madrid, España. p. 333 - 367.

**Martínez, P.J.F.** 1982. Respuesta de la soya (*Glicine max* L.) variedad Tamazula S-80 al fertilizante líquido, obtenido por fermentación anaeróbica del estiércol de bovino. Tesis Maestría. Programa de Graduados. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p. 60.

**Mascareño, C.F.** 1987. Problemas nutricionales en tomate en el Valle de Culiacán. INIFAP. Campo experimental Valle de Culiacán.

**Matallana. y J.I. Montero.** 1995. Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación. Ed. Mundi-Prensa. 207 pp.

**Mendoza, G.O.** 1985. Respuesta en la fenología y rendimiento del frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) al biodegradado anaeróbico líquido del estiércol de bovino en la aurora, Coah. México. p. 69.

**Nuez, F.** 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi - Prensa.

**Núñez, E., Arias, R., Etchevers B., Sanchez G., y Rosas, C.D.** 2001. Colegio de Postgraduados. Edafología. 56230 Montecillo, México.

**Overbeek, J.V.** 1965. Absorption and translocation of plant regulator. Plant Physiology.

**Quezada, M.M.** 1989. Primer curso nacional de plásticos en la agricultura. Producción en invernadero. Centro de Investigación en Química Aplicada. CIQA. Saltillo, México. Pp. 2-8, 23-25.

**Rico, M. y J.M.** 1981. Estiércoles como aportadores de nitrógeno al suelo. Tesis Profesional. UANL. Marín, N.L. p. 10-25.

**Rodríguez, R.R., Tabares, R.J.M. y Medina, S J. J.A.** 1997. Cultivo moderno del tomate. Ed. Mundi - Prensa. M.40.956 - 1996. ISBN: 84 - 7114 - 640 - 1.

**Rodríguez, S.F.** 1982 - 1999 Fertilizantes, Nutrición vegetal. La Edición AGT Editor, S.A. México, D.F.

**Romero, F.E.** 1988. Invernaderos para producción de hortalizas y flores. CENID-RASPA-INIFAP-SARH. Folleto Técnico N° 2. Gómez Palacio, Durango, México. Pp. 5, 14-15, 35-38.

**Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. (SAHOP).** 1978. Construcción de un digestador de desechos orgánicos. Instituto de Investigaciones Eléctricas de la UNAM. Cuernavaca, Morelos. México. p. 1-6.

**Swanson, C. A. and Whytney, J.B.** 1953. Studies on the translocation of foliar - applied phosphorus and other radioisotopes in bean plants. Ame. Jour. Bot. 40.

**Thompson, L.M. y T.R, Troeh.** 1980. Los suelos y su fertilidad. 4 Edición. Ed. Reverte. Barcelona, España. p 10-15.

**Valadez, A.** 1997. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa. p.p. 197 - 211.

**Valera, D.L., Molina, F., Peña, A.A., Pérez, J. y Urrestarazu, M.** 1999. Gestión del clima en invernaderos de Almería. Plantflor. Cultivo y Comercio. Año 12. N° 3. 40-43.

**Van Haeff, J.N.M.** 1996. Tomates. Manuales para educación agropecuaria. Área de producción vegetal 16. ISBN 968-24-3908-6. Editorial Trillas. México, D.F.

**Villela, J. D.** 1993. El cultivo del tomate. PDA (MAGA-AID), Guatemala. 143 p.