



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"EFECTO DE CUATRO DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y 4
ESTRATOS EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) Y
CHILE (*Capsicum annum*) BAJO EL SISTEMA VERTICAL
DE SIEMBRA EN TLALNEPANTLA, ESTADO DE
MÉXICO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :

MIGUEL GONZÁLEZ RIVERO

DIRECTOR: ING. FELIPE E. SOLIS TORRES

CO-ASESOR: ING. CONSUELO PANIAGUA CRÚZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

24
2eje.
RECIBIDA EN
CUAUTITLAN
AL 18 DE
MAYO DE 1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El presente trabajo es el reflejo del esfuerzo, cariño y dedicación que mis padres han realizado a lo largo de toda mi vida; que con su ejemplo y apoyo poco a poco he librado obstáculos en el largo caminar por la vida.

A ellos que les debo la vida, les agradezco su comprensión, cariño, confianza y la oportunidad que me brindaron para realizarme tanto en lo profesional como en el servicio a mis semejantes.

Con cariño y admiración para mis hermanas Maritza, Julieta y Lucia que con su apoyo, cariño y consejo he logrado una de mis anheladas metas.

A la memoria de mi papá con respeto y cariño.

A la memoria de mis abuelitos
Manuelita, Epigenio, Amalita, Julita y Margarito con cariño.

A quienes me brindaron su amor y cariño
Beatriz, Lourdes, Marina, Patricia y Esmeralda

A mis compañeros y amigos con afecto
Benito, José, Noé, Juan, Israel, Paty, Miguel Angel, Ernesto, Asrael, Federico,
Maru, Fernando, David.

A la memoria del Ing. Sostenes Reyes por su apoyo y confianza.

A mi amigo de siempre con cariño y afecto Felipe Islas Sánchez

A el Honorable Jurado por su integridad personal y profesional.

A mis cuñados por su amistad y apoyo Jorge, Alejandro y Luis.

A el Lic. Luis Antonio Fernández Morán por su apoyo.

A mis sobrinos con cariño Alejandra y Gerardo.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE
 MÉXICO

Con base en el Art. 26 del Reglamento General de Exámenes, la Dirección de esta Facultad, autoriza al alumno:

González Rivero Miguel

con número de cuenta: 7416775-1, a presentar la TESIS

TITULADA: "Efecto de cuatro dosis de fertilización y cuatro estratos en
tomate (Lycopersicon esculentum) y chile (Capsicum annum)
bajo el método vertical de siembra en Tlalnepantla, Estado de
México"

Bajo la Dirección del: ING. FELIPE E. SOLIS TORRES

para obtener el TITULO de: Ingeniero Agrícola

CARGO	PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO NOMBRE	FIRMA Y FECHA DE RECIBIDO
PRESIDENTE	<u>Ing. Raúl Espinoza Sánchez</u>	
VOCAL	<u>Ing. Felipe E. Solís Torres</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Consuelo Panlagua Cruz</u>	
1er. SUPLENTE	<u>Ing. Javier Medina Barrón</u>	
2do. SUPLENTE	<u>Ing. Roberto Guerrero Agama</u>	

* Sustituido por: _____

** Sustituido por: _____

Atentamente notificamos su participación, para la revisión y evaluación, solicitando firme el presente al recibir copia del trabajo de TESIS y agradeciendo otorgue en un máximo de 30 - - días su VOTO APROBATORIO.

U.N.A.M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
 "POR MI RAZA HABLARA EN LA ESPERANZA".
 Cuautitlán Izcoatl, Méx., a 5 de Octubre

de 1994 .

p.º. Sofia Ycaza
 JEFE DEL DEPARTAMENTO

NOTA: Dos faltas injustificadas, causarán baja como Sinodal. Los Sinodales Suplentes están obligados a presentarse día y hora del Examen Profesional.

RRC/nes

I N D I C E

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	8
HIPÓTESIS	9
CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA VERTICAL DE SIEMBRA.	10
1.1.1 GENERALIDADES.	10
1.1.2 ESTABLECIMIENTO	12
1.1.3 MANEJO DEL HUERTO VERTICAL	14
1.1.4 SIEMBRA	14
1.1.5 RESIEMBRA	15
1.1.6 RIEGO	15
1.2. FERTILIZACIÓN	16
1.2.1 GENERALIDADES	16
1.2.2 OBTENCIÓN DE FERTILIZANTES ESENCIALES:	19
1.2.2.1 MATERIALES PORTADORES DE NITRÓGENO	19
1.2.2.1.1 ORGÁNICOS	20
1.2.2.1.2 INORGÁNICOS	22
1.2.2.1.2.1 AMONIACO Y SUS SOLUCIONES	23
1.2.2.1.2.2 SULFATO AMONICO	24
1.2.2.1.2.3 NITRATO SODICO Y AMONICO	24
1.2.2.1.2.4 OTROS FERTILIZANTES SINTÉTICOS	25

1.2.2.1.2.5 NITROFOSFATOS	26
1.2.2.2 MATERIALES PORTADORES DE FÓSFORO	27
1.2.2.2.1 SUPERFOSFATO	27
1.2.2.2.2 FOSFATOS AMONIACALES	28
1.2.2.2.3 ESCORIA BÁSICA Y HARINA DE HUESOS	29
1.2.2.2.4 FOSFATO MINERAL	29
1.2.2.2.5 FOSFATOS DE ALTA CONCENTRACIÓN	30
1.2.2.3 MATERIALES PORTADORES DE POTASIO	32
1.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS FERTILIZANTES	
MAYORES (MACRO-ELEMENTOS).	34
1.2.3.1 NITRÓGENO (N)	34
1.2.3.2 FÓSFORO (P)	36
1.2.3.3 POTASIO (K)	39
1.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS FERTILIZANTES	
MENORES (MICRO-ELEMENTOS)	44
1.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS ESPECIES USADAS EN EL	
PRESENTE TRABAJO DE TESIS.	48
1.3.1 TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> ,)	48
1.3.1.1 GENERALIDADES	48
1.3.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	50
1.3.1.2.1 RAÍZ	50
1.3.1.2.2 TALLO	52
1.3.1.2.3 HOJAS	53
1.3.1.2.4 FLORES	53
1.3.1.2.5 FRUTO	56

1.3.1.3 CLIMA	57
1.3.1.4 FERTILIZACIÓN	60
1.3.2 CHILE (<i>Capsicum annum</i> ,)	63
1.3.2.1 GENERALIDADES	63
1.3.2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	66
1.3.2.2.1 RAÍZ	66
1.3.2.2.2 TALLO	66
1.3.2.2.3 HOJAS	67
1.3.2.2.4 FLORES	68
1.3.2.2.5 FRUTOS	69
1.3.2.2.6 SEMILLAS	70
1.3.2.3 CLIMA	70
1.3.2.4 FERTILIZACIÓN	71
1.4 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS.	73
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERNADEROS.	74
1.5.1 GENERALIDADES	75
1.5.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS CULTIVOS BAJO SISTEMA DE INVERNADERO.	81
5.3 UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS DENTRO DEL SISTEMA VERTICAL DE SIEMBRA.	86
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y METODOLOGÍA EMPLEADA	88
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	88
2.2 MATERIAL Y MÉTODO	89

2.2.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	89
2.2.2 DETERMINACIÓN DEL LUGAR	91
2.2.3 TRAZO DEL HUERTO EXPERIMENTAL	91
2.2.4 ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO	92
2.2.5 MATERIALES	94
2.2.6 UNIDADES EXPERIMENTALES	98
2.2.7 CUIDADOS DEL HUERTO	98
CAPITULO 3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS	
ESTADÍSTICO	101
3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	101
3.2 TOMA DE DATOS	102
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	107
3.3.1 PROCEDIMIENTO	107
3.3.2 ANÁLISIS DE VARIANZA	109
3.3.2.1 TOMATE	109
3.3.2.2 CHILE	112
3.4 DISCUSION DE RESULTADOS	114
3.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	130

INDICE DE ESQUEMAS

- CROQUIS DE LOCALIZACIÓN HUERTO 2000 - T 90
- ESTRUCTURA DEL CILINDRO DENTRO DEL PROGRAMA 'HORTADIF' 93

INDICE DE GRAFICAS

* ANALISIS DE MEDIAS RENDIMIENTO / ESTRATO EN EN CULTIVO DEL TOMATE	116
* RELACIÓN DE RENDIMIENTO / FERTILIZACIÓN EN CULTIVO DEL TOMATE	117
* ANALISIS DE MEDIAS RENDIMIENTO / ESTRATOS EN EL CULTIVO DEL CHILE	121
* ANALISIS DE MEDIAS RENDIMIENTO / FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DEL CHILE	122

Introducción

El presente trabajo de tesis se realizó con la finalidad de que sea de utilidad para el manejo de cultivos hortícolas dentro del sistema vertical de siembra, con el cual se pretende incrementar los niveles de productividad que hasta ahora se han obtenido y determinar la dosis óptima de fertilización para los cultivos que fueron elegidos. El criterio empleado para determinar los cultivos bajo las cuales se realizó esta investigación fueron seleccionados por ser los de mayor consumo en la zona donde se desarrollo físicamente el presente Trabajo de Tesis. Estos cultivos son: chile (*Capsicum annum.*); tomate (*Lycopersicum esculentum.*); de tal manera que los resultados obtenidos, sirvan como apoyo para el manejo practico y técnico del Sistema Vertical de Siembra y con ello lograr que un gran numero de familias asentadas principalmente en zonas urbanas, suburbanas y con-urbadas consideren este sistema como una alternativa para lograr una autosuficiencia alimentaria, contribuyendo con ello a mejorar las condiciones sociales y económicas de un importante numero de familias de escasos recursos, que se encuentran asentadas en esta región.

El presente Trabajo de Tesis esta fundamentado en una amplia revisión bibliográfica, la cual esta enfocada basicamente en los criterios empleados tanto técnicos como socioeconómicos de el Programa "Horta-Dif". Se presentan las principales características agronómicas de las especies hortícolas empleadas en el desarrollo, así como los fundamentos de obtención, utilización y función de los fertilizantes.

Dado que el Sistema de Producción se llevo a cabo bajo condiciones de invernadero; este no reúne las características propias de un sistema de producción bajo estas condiciones, dado que solo en la parte superior o cubierta es donde se emplea el plástico, por lo que se mencionan también características sobre el desarrollo de cultivos hortícolas bajo este sistema de producción.

Asimismo, es importante considerar que del presente Trabajo de Tesis se desprenderán resultados, mismos que serán analizados cuidadosamente, ya que de ellos se derivaran las recomendaciones, tomando en cuenta desde luego, las experiencias que se han generado desde que este sistema de siembra empezó a ser difundido por el Gobierno del Estado de México.

Antecedentes

El hombre primitivo en un principio vivió de lo que podía llevarse a la boca, es decir de lo que encontraba fácilmente en la naturaleza, por lo que se considera herbívoro y frugívoro, antes de incluir una dieta carnívora en su alimentación.

Durante mucho tiempo, el hombre primitivo fue recolector y cazador nómada, obteniendo los productos necesarios para su subsistencia, tales como plantas silvestres y animales salvajes. Sin embargo, su existencia como especie fue precaria, hasta que se origina el surgimiento de la Agricultura hace aproximadamente unos 10,000 años. Esto le permite establecerse y abandonar su vida nómada, al mismo tiempo que este suceso marca los primeros albores de la civilización.

Uno de los grandes aciertos de los primeros agricultores, fue la domesticación de plantas y animales a partir de especies silvestres y salvajes, formando así empíricamente variedades y razas que, desde entonces, han sido empleadas como alimento.

Los primeros agricultores de las antiguas civilizaciones, basándose en observaciones y tanteos prácticos, encontraron en los cereales y las leguminosas las características necesarias para fundamentar en ellos su economía: en Asia el arroz y la soya, en Europa el trigo y los guisantes, en África los sorgos y los mijos y en América el maíz y el frijol.

En investigaciones realizadas se hace mención en relación a las antiguas civilizaciones de América que se dedicaron a cultivar plantas y domesticar animales. Algunas especies fueron sacrificadas para el uso de su carne como alimento, además de haber empleado otras como transporte y de carga, aunque no hay evidencias concretas de la utilización de animales de tiro.

Durante mucho tiempo, el sistema de cultivo que se practico consistía en la simple siembra o distribución de la semilla y la posterior recolección. En el momento en que la producción se reducía se trasladaban a otros campos, conociéndose esta técnica como sistema de labranza "cero" o labranza mínima.

Mucho tiempo después, se practicó una Agricultura conocida como "roza-tumba-quema", modalidad que aun se practica en algunos lugares de México, teniéndose ya como indicios en otras partes de América, los cultivos en terrazas, el empleo planificado del desmonte, el cultivo de chinampas y el regadío. Sin embargo, a pesar de todos estos avances, la agricultura en América antes del descubrimiento fue de una manera muy limitada debido a la falta de animales de tiro y al uso de herramientas rudimentarias, con lo cual los conquistadores y colonos se encontraron con la dificultad de adaptar sus métodos y sistemas a determinadas condiciones, por lo tanto, el establecimiento de las colonias no estuvo asegurado sino hasta que la agricultura se realizo adoptando y siguiendo los sistemas de cultivo de los nativos.

No obstante lo anterior, el desarrollo de la Agricultura fue hasta antes del Siglo XVIII, muy lento, las practicas y las herramientas fueron producto del empirismo. Las conquistas y colonizaciones del Siglo XV originaron un intenso cambio de experiencias, de animales y plantas, extendiéndose las diferentes especies e iniciándose un progreso de la Agricultura en los Siglos XVIII y XIX.

Estos cambios trajeron como consecuencia la evolución de los sistemas de producción obsoletos, por procesos en donde la introducción de nuevas tecnologías desarrollaron la Agricultura, en donde especies que ya se cultivaban con anterioridad se busco la manera de aumentar su rendimiento, encontrándose variedades adaptadas a las diversas zonas, así como también la introducción de especies que no se conocían y que a través del tiempo se fueron desarrollando con el propósito de aumentar la producción dando así el inicio a la agricultura comercial moderna.

Muchos de los pueblos cultivaron el maíz, el frijol y una gran variedad de plantas alimenticias como: calabaza, chile, cacao, haba, entre otras, y utilizaban otras con fines medicinales.

Una vez que la Agricultura se convirtió en comercio, el hombre tuvo que buscar grandes extensiones alejadas del hogar y de la familia, por lo tanto, a parte de estas grandes extensiones utilizaban pequeños espacios cerca de la casa, en donde cultivaban todo tipo de especies (hortícola, medicinal, frutícola), donde rara vez se utiliza con fines de lucro y en el cual participa

toda la familia; distribuyéndose las labores y dando como resultado el nacimiento de lo que hoy conocemos como el "huerto familiar".

Este sistema ha estado sujeto a cambios e innovaciones, las cuales, básicamente han estado determinadas por las necesidades y limitaciones, esto es, su establecimiento ha estado caracterizado por localizarse en zonas donde no se cuenta con suficiente espacio y la adquisición en el mercado de determinadas especies hortícolas limita cada día más el consumo de estos productos en los sectores marginados de la población, especialmente en algunos sectores donde el nivel socio-económico es muy bajo.

La evolución de este sistema de producción ha estado en función principalmente por ciertas necesidades, cuyo común denominador es el espacio reducido y la falta de el elemento agua que es esencial para la vida animal y vegetal.

Estas innovaciones han estado evolucionando; desde el tradicional huerto familiar horizontal (sobre tierra y formando surcos) hasta la utilización de cajas de cartón, cajas de madera, macetones extendidos, bolsas de plástico, formación de macetas con tablas, entre otras; hasta sistemas de producción más sofisticados, como el establecimiento de invernaderos y cultivos bajo el sistema hidroponico, los cuales representan un avance en la tecnología agrícola. Este sistema de producción ya se ha practicado con éxito en países orientales, donde la limitante principal es el agua, y dadas las características del sistema vertical

de siembra, se aprovecha al máximo el agua, así como también el poco espacio requerido para su establecimiento y desarrollo.

Objetivos

Determinar la dosis de fertilización óptima para Tomate (*Lycopersicon esculentum*) y Chile (*Capsicum annum*) bajo el sistema vertical de siembra.

Evaluar cual de los estratos empleados es el que ofrece mayores beneficios para estimular el buen desarrollo, así como proveer un buen desarrollo en el sistema radicular.

Analizar cual es la mejor dosis de fertilización que se ha de aplicar considerando para ello los estratos empleados.

Identificar la mejor dosis de fertilización para cada uno de los cultivos que han sido seleccionados, así como la forma de aplicación y la dosis a suministrar.

Hipótesis

"**S**i una familia adquiere un huerto vertical y desconoce la utilización y manejo de los fertilizantes, entonces, no obtendrá los rendimientos esperados, por lo que se requiere capacitación adecuada para la obtención de una mayor producción".

CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1 Características del Sistema Vertical de Siembra (Hortadif)

1.1.1 Generalidades

Prestando sus servicios a la Institución mexicana "Protinbos", el Ing. Samuel Acosta presentó un documento donde sugirió el establecimiento de cilindros individuales, a lo que llamo "Horticultura Horizontal Mexiquense". Tratando de que su idea se difundiera a nivel estatal se realizaron trabajos al respecto y se demostró que no resultaba rentable el costo de los materiales, por lo cual, se requirió un subsidio por parte del Gobierno Estatal para que se llevara a cabo este programa. En el año de 1983, fue asignado un equipo técnico que fue conformado basicamente por personal proveniente de "Protinbos", mismo que se incorporo al DIF del Estado de México para continuar con el desarrollo tecnológico y experimental; hasta que se concertó un proyecto para instalar un huerto hortícola a nivel piloto de 300 mts. cuadrados en las instalaciones del DIF, colocándose los cilindros a distancias variables entre si y más bien empleando una distribución arbitraria, sin contar con antecedentes experimentales.

A partir de este proyecto piloto, se iniciaron los trabajos para diseñar las dimensiones optimas para un huerto familiar y el número adecuado de cilindros por modulo, así como las especies a sembrar y los insumos necesarios. Así es como se desarrolla un huerto familiar típico, que consiste en un conjunto de 5 cilindros de plástico, con estructura de madera como cubierta y ocupando un espacio no mayor de 6 mts. cuadrados.

Una vez iniciado el programa en forma oficial, se implementó en 14 Municipios del Estado de México y se amplió a 50 para el año de 1985.

* Se instalaron casetas de ventas de huertos familiares en los Municipios que previamente fueron seleccionados dentro del Estado de México, con la finalidad de que pudieran ser adquiridos fácilmente.

* La entrega se lleva a cabo 15 días hábiles a partir de la fecha de compra, dentro del Estado de México y en el domicilio del comprador sin costo alguno.

* Un técnico especializado para cada municipio acudía a los domicilios de los compradores con el fin de que recibieran asistencia técnica sobre la construcción, manejo, siembra y cuidados que requiere el huerto vertical, prolongándose la asesoría por el lapso de un año aproximadamente. El sistema vertical de siembra, propiamente llamado programa Horta-Dif, posee algunas ventajas de aspecto social y familiar, esto es: ahorro considerable en la utilización de agua, más cantidad de plantas en menos espacio, no se requieren técnicas muy complicadas para su instalación, fácil control de plagas y enfermedades, obtención de verduras sanas, elección de la especie que se consume con mayor frecuencia, ayuda a la economía familiar y es un motivo que va a incrementar la integración de la familia.

El huerto vertical "horta-dif", consta de un paquete que contiene los siguientes materiales:

- 5 cilindros de plástico calibre 800 de 60 cm. de diámetro y una altura de 1.75 mts.
- 6 mts cuadrados de plástico para invernadero.
- 30 tiras de madera de oyamel de tercera de diferentes tamaños:
 - 4 tiras de 2.40 mts.
 - 6 tiras de 2.10 mts.
 - 20 tiras de 1.80 mts.
- 300 grms. de alambre recocado.
- Un paquete de semillas con 6 especies:
 - col, acelga, cebolla, lechuga, calabaza y frijol ejotero
- Insecticida en aerosol
- 1 m. cubico de tierra de monte
- 20 dm cúbicos de tezontle
- Un paquete de sales minerales
- Un instructivo

1.1.2 Establecimiento

Para su establecimiento se debe de disponer de un mínimo de 6 mts. cuadrados de espacio. El sitio elegido deberá disponer de gran luminosidad durante la mayor parte del día, disponibilidad de agua, piso firme sin riesgo de cuarteadura ni hundimiento, alejado de focos contaminantes y animales.

Para el armado del huerto es importante citar los siguientes puntos:

- 1.- Doblar los cilindros de plástico a la mitad para facilitar el llenado con tierra.
- 2.- Llenar poco a poco el cilindro a manera de que quede firme, más no compactado; distribuyendo uniformemente la tierra hacia los lados.
- 3.- Una vez que el cilindro a sido llenado, se colocan 4 maderas en cada extremo; se clavan en el piso y se amarra el cilindro con el alambre recocado.
- 4.- Se procede realizar un orificio en la parte central de cada cilindro con un tubo de 6 cm. de diámetro y una profundidad de 30 cm. antes de la base del cilindro.
- 5.- Posteriormente se saca del tubo y la columna hueca debe ser llenada con tezontle, lo que facilitara el suministro de agua en todo el cilindro y la distribución uniforme de las sustancias nutritivas en cada uno.
- 6.- Con madera se une cada cilindro formando un techo de dos aguas hacia el cilindro central, esto es, se colocan 4 cilindros formando un cuadro de 3 por 2 metros; y en la parte central se coloca el quinto cilindro, el cual va a tener las maderas más altas.
- 7.- Una vez que se formó la estructura del huerto (techado) se procede a colocar el plástico fijándolo con tachuelas o con cintillas de madera.
- 8.- A cada cilindro le quedan cuatro caras visibles para utilizarse en la siembra. A cada cara se le formarán de 4 a 5 orificios (ventanas) de 4x4 cm. aproximadamente donde se llevará a cabo la siembra.

1.1.3 Manejo del Huerto.

Las prácticas culturales que se realizan son propiamente las mismas que se llevan a cabo en el sistema tradicional o comercial; pero existen algunas variantes en cuanto al manejo dentro del sistema vertical de siembra, las cuales se describen las siguientes: a) al existir menor espacio para la expansión de malezas, no existe este problema; b) la cantidad de agua es tan reducida que se puede utilizar agua potable; c) el control de la poda es importante, dado el efecto de invernadero, se genera más el crecimiento vegetativo.

1.1.4 Siembra.

Para llevar a cabo la siembra, esta se realiza por las "ventanas" (que son cortes rectangulares formados en la periferia del cilindro) a cada 25 cm. aproximadamente que fueron previamente formados en cada uno de los cilindros.

Posteriormente se colocan de 2 a 3 semillas en cada orificio y a una profundidad de 1 a 2 cm, dependiendo del tamaño de las semillas de la especie a utilizar.

En esta labor es muy importante que antes de llevar a cabo la siembra, se afloje la tierra para favorecer la buena germinación, la entrada de oxígeno, el flujo de agua y los nutrientes.

1.1.5 Resiembra.

La resiembra se puede llevar a cabo a los 12-15 días después de la siembra. Se observa si en todos los orificios de siembra germinó la semilla y se desarrolló la plantula; si no ocurrió lo anterior, desahijamos plantulas en las ventanas donde las semillas germinaron en su totalidad y pasándolas a orificios vacíos con el fin de dejar una planta por ventana.

1.1.6 Riego

Se emplea un sistema práctico de riego por goteo, en el cual lo que se requiere es un bote vacío de 4 litros, haciéndole un orificio del tamaño de un clavo de 2" en el fondo del bote para que el agua fluya lenta pero continuamente a través del dren de riego formado con tezontle. Se le aplicarán de 10 a 15 litros de agua por riego cada 3-4 días, dependiendo de la época y del desarrollo del cultivo. Es importante que el suministro de agua a cada cilindro sea lo más lento posible, debido a que el irrigador de tezontle se puede obstruir con la tierra que se encuentra en contorno e impedir el flujo de agua hacia la parte baja del cilindro. El consumo de agua es notablemente menor dada la poca superficie de evaporación y al no existir competencia de malezas.

1.2 Fertilización

1.2.1 Generalidades

La aplicación de abonos orgánicos es una labor cultural que se ha realizado desde los inicios de la Agricultura, ya que el hombre primitivo aplicó abonos verdes o bien excremento como abono con el objeto de incrementar los rendimientos de sus cosechas, siendo así como se fueron haciendo más complejos y sofisticados los aditivos para abonar la tierra, hasta llegar al empleo de las sales minerales que sistemáticamente se han venido aplicando a los suelos para mejorar los rendimientos de los cultivos, los cuales tienen de estar aplicando aproximadamente 100 años.

El fertilizante es uno de los medios a través del cual, abasteciendo las necesidades nutritivas de las plantas, influye en las mismas para que desarrollen sus máximas posibilidades productivas y den mayor rendimiento y mejor calidad abaratando el costo de producción.

La solución práctica de este problema para lograr la mejor combinación de estos dos elementos (altos rendimientos y bajos costos), requiere la presencia de muchos datos: necesidad del suelo en fertilizantes, exigencias de la planta en el balance nutricional, relación con unas u otras sustancias nutritivas, influencia de otros factores al balance nutricional.

De acuerdo a lo anterior, para solucionar correctamente los problemas inmediatos de la fertilización hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Las singularidades biológicas de las distintas especies en cuanto a sus necesidades nutritivas, en una u otra forma.

b) El contenido de sustancias nutritivas asimilables en el suelo.

c) Las cantidades de sustancias nutritivas extraídas del suelo para un determinado rendimiento.

Cualquier sal inorgánica, como el Nitrato de Amonio, o una sustancia orgánica, como los restos de pescado pulverizados y aplicados al suelo para promover el desarrollo de los cultivos, se considera un fertilizante comercial.

Los tres elementos fertilizantes cuando se usan acertadamente, no solo tienden mutuamente a neutralizarse, equilibrarse, soportarse y suplementarse con otros elementos, sino que, son base de los cambios cuantitativos y cualitativos más importantes en relación con las plantas y su relación con otros fertilizantes, ya que intervienen con la economía y la efectividad de ellos.

Idealmente, los elementos añadidos podrían completar los elementos ya existentes el propio suelo hasta que este presentara a las plantas la proporción correcta de las cantidades y aprovechamiento de los otros elementos esenciales debería ser ideal. En sentido estricto, el equilibrio de fertilidad en conjunto debe ser tal que pueda producir un grande y normal desarrollo de los cultivos, pero en la practica, ese ideal es difícil de conseguir.

El suelo tiene siempre más o menos una cualidad desconocida respecto a la posible asimilación estacional de sus constituyentes. Además es difícil

presuponer las reacciones que ocurran cuando los fertilizantes se pongan en contacto con el suelo. La influencia del Calcio, Magnesio, Manganeso, Hierro, Aluminio y otros elementos respecto de la efectividad de un fertilizante es siempre difícil de predecir.

Considerando los elementos proporcionados dentro del presente experimento, se presentan tres grupos; 1) los que proporcionan Nitrógeno; 2) los que sirven como fuente de Acido Fosfórico asimilable y 3) los que llevan potasa soluble en el agua, los cuales se van a aplicar en mayor cantidad a los cultivos y en muchos casos es imprescindible su presencia.

Tenemos tres elementos llamados "Elementos Mayores" también conocidos como macronutrientes, los cuales son: Nitrógeno, Fósforo, y Potasio. Así mismo existen también elementos menores; los cuales son: Calcio, Magnesio, Zinc, Molibdeno, Boro, y Aluminio por mencionar los más importantes.

1.2.2 Obtención de los Fertilizantes Esenciales.

Conociendo cuales son los elementos fertilizantes esenciales que van a formar una parte muy importante de la nutrición vegetal, veremos ahora de donde provienen, que portadores naturales suministran los diferentes tipos de fertilizantes esenciales y que cantidad aporta cada uno de ellos al suelo, posteriormente a su absorción por la planta.

Analizaremos de manera general sus formas de reacción, unión entre diferentes materiales y la formación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos:

1.2.2.1 Portadores de Nitrógeno.

Referidos frecuentemente como amoniatos, los fertilizantes nitrogenados los podemos dividir en dos grupos;

1.2.2.1.1 Orgánicos.

1.2.2.1.2 Inorgánicos.

Estos grupos son tan diferentes tanto en procedencias como en propiedades físicas y químicas, que se determinan separadamente.

1.2.2 Obtención de los Fertilizantes Esenciales.

Conociendo cuales son los elementos fertilizantes esenciales que van a formar una parte muy importante de la nutrición vegetal, veremos ahora de donde provienen, que portadores naturales suministran los diferentes tipos de fertilizantes esenciales y que cantidad aporta cada uno de ellos al suelo, posteriormente a su absorción por la planta.

Analizaremos de manera general sus formas de reacción, unión entre diferentes materiales y la formación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos:

1.2.2.1 Portadores de Nitrógeno.

Referidos frecuentemente como amoniatos, los fertilizantes nitrogenados los podemos dividir en dos grupos;

1.2.2.1.1 Orgánicos.

1.2.2.1.2 Inorgánicos.

Estos grupos son tan diferentes tanto en procedencias como en propiedades físicas y químicas, que se determinan separadamente.

1.2.2.1.1. Orgánicos.

Entre los cuales están los residuos de basuras, restos de pescados, tortas de semillas de algodón, etc. deben sufrir la amonización, amonificación y nitrificación antes de que su nitrógeno resulte completamente aprovechable para las plantas superiores. Claro que no serán tan rápidamente efectivos como el nitrato de sodio, nitrato de amonio o sulfato de amonio y no producirán respuesta convincente a menos que el suelo tenga una temperatura elevada. Su acción no obstante es moderada y natural.

Los fertilizantes orgánicos se usan en muchos casos debido a su tendencia a liberar nitrógeno gradualmente durante la estación. También ayudan al mantenimiento de una buena condición física de cualquier mezcla de fertilizante de la cual formen parte. Esta influencia es importante al asegurar una lenta y favorable distribución de la mezcla. Las mezclas fertilizantes contienen de 90 a 140 kg/ton. de material orgánico.

La principal objeción contra los amoniacos orgánicos es el costo del nitrógeno que contienen, que es de tres a cuatro veces superior al proporcionado por el nitrato sodico, sulfato amonico u otros fertilizantes inorgánicos. Algunos de estos son demasiado caros para su uso comercial, pero por lo general estos se aplican cuando se tienen disponibles en un lugar cercano evitando el encarecimiento del cultivo. Su uso se ha extendido mucho en sistemas de cultivo reducidos, tal es el caso de los huertos familiares, los cuales requieren cantidades relativamente pequeñas.

Principales fuentes que aportan Nitrógeno orgánico:

FERTILIZANTE	PROCEDENCIA	% de N
Sangre Seca	Frigoríficos	8 - 10
Restos Animales	Frigoríficos	5 - 10
Restos de Comida	Frigoríficos	10 - 15
Restos de Basura	Basuras Trat. Con Vapor Sin Grasas	2 - 4
Deyecciones Elab. al Vapor	Desechos Acidif.	6 - 10
Líquidos Cloacales	Residuos Cloacales Molidos	5 - 6
Sem. de Algodón en Pulpa	Tortas Molidas Después de la Extracción	6 - 9
Restos de Pescado Seco	Restos de Sala- Zones y Pescados No Comestibles	6 - 10
Pulpa de Linaza	Tortas Molidas Después de la Extracción	4 - 5
Troncos de Tabaco	Desechos, Tallos, Restos de Tabaco	1.5- 3.5
Harina de Ricino	Tortas Molidas Después de la Extracción	5 - 7
Harina de Cacao	Tortas Residuales Molidas	3.5- 4.5

Tabla 1. Tomado de: *Naturalceza y Propiedades de los Suelos*. pag.496
Buckman y Brady, Montaner y Simon.

1.2.2.1.2 Inorgánicos.

Tenemos muchos transportadores de nitrógeno inorgánico que son usados para proporcionar nitrógeno en fertilizantes compuestos, los cuales, presentan un amplio promedio en los contenidos de nitrógeno de esos materiales (sangre seca, restos animales, etc.) del 3% en los superfosfatos amoniacales al 82% en el amoníaco anhidro. Además, se representan varias formas químicas, incluyendo los compuestos amoniacales y anhidos, así como otros materiales como la Urea y Cianamida. Estos dos últimos, por su hidrólisis en el suelo dejan NH_4 iones que pueden ser tomados por las plantas o bien oxidados, pasando a nitratos.

Casi todos los materiales relacionados se usan como transportadores de nitrógeno, aunque el sulfato amonico y los nitratos son los compuestos más ampliamente utilizados.

De acuerdo a los materiales transportadores (tabla 1); todos pueden ser producidos sintéticamente partiendo del nitrógeno atmosférico, esto quiere decir, que la cantidad de nitrógeno aprovechable para producir estos compuestos viene limitada por la cantidad que esta presente en la atmósfera; y a su vez, los métodos sintéticos de proporcionar nitrógeno han jugado un papel importante en reducir el costo de este elemento, tan caro como el fósforo y el potasio. Además, los procesos sintéticos han utilizado gran variedad de materiales en cantidades bastante grandes para hacer practico su uso; tal variedad no seria posible cuando solo se dependía de los depósitos naturales.

Como resultado de estos y otros aspectos, los portadores sintéticos de nitrógeno están teniendo cada vez mayor importancia. Bastante más de las 2/3 partes de los fertilizantes nitrogenados usados son sintéticos.

Veremos los métodos de preparación de las diferentes formas nitrogenadas:

1.2.2.1.2.1 Amoníaco y sus soluciones.

El más importante de los procesos sintéticos es el de la formación del gas amoníaco a partir de sus elementos: Hidrógeno y Nitrógeno representado: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$, esta reacción es muy importante pues conduce a un compuesto que es el menos caro de todos los portadores de Nitrógeno inorgánico y también se considera importante el hecho de ser este el primer paso para la formación de cualquier otro compuesto sintético. En segundo término, el gas amoníaco puede ser disuelto en agua, $NH_4 OH$. Este puede ser usado a menudo solo o como disolvente para otros portadores nitrogenados, como NO_3 , NH_4 y Urea; para formar las soluciones nitrogenadas. El factor que limita su uso en aún mayores proporciones es la asimilación de los fosfatos. Como tercer término es la preparación de otros materiales fertilizadores inorgánicos nitrogenados. Las reacciones por medio de las cuales algunos fertilizantes se producen sintéticamente a partir de amoníaco.

1.2.2.1.2.2 Sulfato amonico

Se produce sintéticamente; sub-producto del Cook y gas del alumbrado $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$.

Es de los más importantes portadores de nitrógeno, sobre todo, para la preparación de mezclas de fertilizantes. Su nitrógeno es más barato que el contenido del nitrato sodico, por consiguiente, es el más utilizado.

Bajo condiciones favorables, los iones NH_4 nitrifican rápidamente, aumentando así la facilidad del uso del nitrógeno. Se utiliza en suelos bien abastecidos de cal.

1.2.2.1.2.3 Nitrato sodico y amonico

El ácido nítrico, cuya preparación es posible a partir de la oxidación del amoniaco, se usa tanto en forma de hidrato de amonio como sodico. El nitrato amonico, que posee la ventajas de proporcionar tanto NH_4 como NO_3 , ha sido utilizado en grandes cantidades. Cuando se utiliza como material separado, esta sal se administra mejor en forma de bolitas apelmazadas o convenientemente tratadas ya que posee propiedades explosivas. El % de Nitrógeno en los portadores de nitrato amonico alcanza desde el 20% en el cal-nitro y a.n.l. hasta aproximadamente el 33% en los grados más elevados de nitrato amonico.

Desde hace mucho tiempo ha sido una de las fuentes inorgánicas principales del nitrógeno comercial; proporciona nitrógeno en una forma que estimula inmediatamente a muchos cultivos, aún siendo frío el suelo, de aquí que sea muy valioso el comienzo de la primavera y como estabilizador al final de la estación.

1.2.2.1.2.4 Otros Fertilizantes Sintéticos Nitrogenados

Otro portador sintético es la Urea, fertilizante que contiene casi 3 veces más nitrógeno que el nitrato sodico. Fácilmente se hidroliza en el suelo, produciendo carbonato amonico. Así, el efecto inmediato de este fertilizante es hacia la alcalinidad, a pesar que su influencia residual tiende a bajar el pH del suelo. El carbonato amonico producido es ideal para una nitrificación rápida, sobre todo si están presentes bases intercambiables en cantidades adecuadas. La Urea presenta tanto iones NH_4 como NO_3 para la absorción de las plantas. Por tener una alta deliquesencia han sido cubiertas sus partículas con polvos secantes.

La cianamida calcica, otro producto sintético, tiene dos objeciones como fertilizante: cuando se utiliza en cultivos con vegetación puede dañar el follaje si no se aplica con precaución. En el suelo, sus cambios nitrogenados sobre todo van hacia la forma de carbonato amonico, también existen productos intermedios que pueden ser perjudiciales a los cultivos.

De los productos sintéticos que producen fósforo, además del nitrógeno, los fosfatos amonicos son los más importantes, tanto los fosfatos mono como diamonicos son aprovechables. Estos compuestos están formados

de ácido fosfórico y amoniaco. Debido a que tanto su fósforo como su amoniaco son solubles en agua, estos compuestos son utilizados cuando se requiere un alto grado de solubilidad en el agua.

1.2.2.1.2.5 Nitrofosfatos

Acidulando fosfato mineral con ácido nítrico mejor que con sulfuro fosfórico, se obtienen fertilizantes que contienen los llamados nitro-fosfatos. Aparentemente son tan efectivos como otros materiales para abastecer de nitrógeno a los suelos, si bien se usan inicialmente en la fabricación de fertilizantes completos.

Materiales portadores de nitrógeno inorgánico:

FERTILIZANTE	FORMA QUÍMICA	FUENTE	% APROXIMADO DE NITRÓGENO
Nitrato Sódico	NO ₃ Na	Salitre de Chile y Sintético	16
Sulfato Amonico	SO ₄ (NH ₄) ₂	Subproducto Del Cock y Gas Del Alumbrado y Sintético.	21
Nitrato Amonico	NO ₃ NH ₄	Sintético	33
Cal Nitro Y A.N.L.	NO ₃ NH ₄	Y Dolomia Sintético	20
Urea	Co(NH ₂) ₂	Sintético	
Cianamida Calcica	Cn ₂ Ca	Sintético	22
Amoniaco Anhidro	NH ₃	Líquido Sintético	82
Licor Amoniaco Sol.	NH ₄ OH	Sintético	20-25
Sol. Nitrogenadas	No ₃ NH ₄ NH ₄ OH O Urea en NH ₄ OH	En Sintético	27-53
Ammo-Fos	PO ₄ H ₂ NH ₄ y Otras Sales	Sintético	11 (48% P ₂ O ₅)
Fosfato Diamonico	PO ₄ H(NH ₄) ₂	Sintético	21 (53% P ₂ O ₅)

Tabla 2. Tomado de: Naturaleza y Propiedades de los Suelos pag. 498
Buckman y Brady; Montaner y Simon, SA

1.2.2.2 Materiales portadores de fósforo

De entre los principales materiales fertilizantes fosfatados tenemos:

1.2.2.2.1 Superfosfato

El principal fertilizante de fósforo actualmente es el superfosfato. Las graduaciones ordinarias de 16 a 21 % de P_2O_5 asimilable se obtienen tratando la materia prima de fosfato con cantidades convenientes de ácido sulfúrico, de esta forma, una gran proporción de fósforo cambia así a la forma primaria de fosfato $(PO_4)2H_4$, mientras que otra queda en condición secundaria PO_4HCa .

Mucho superfosfato usado actualmente esta en esta graduación, que consiste aproximadamente en el 31% de fosfatos, 50% de yeso y 19% de impurezas de varias clases. El fósforo total calcico tiene de 12 a 18%.

Análisis sobre superfosfatos triples demuestran contener del 40 al 47% de P_2O_5 aprovechables.

De los dos superfosfatos, el de grado ordinario de 16 al 21% de P_2O_5 aprovechable es, con mucho, el más usado; y debido a que la mayor parte de el es mezclado con fertilizantes o amoniatoado, la mayor demanda es en polvo fino más que en materiales granulados. La primera da mezclas más uniformes y no se separan cuando se tocan, al revés de como lo hace la forma granulada. Además, presenta mejor contacto con el amoniaco cuando se prepara el superfosfato amoniacal. Pero cuando el superfosfato ha de ser aplicado por

separado al suelo o usado para reforzar el estiércol es preferible el tipo bien granulado.

Esta forma no revierte tan rápidamente en el suelo como lo hacen los grados más finos y es de más fácil manejo.

El superfosfato da reacción muy ácida cuando se investiga con indicadores y por ello se supone generalmente que debe de aumentar la acidez de los suelos.

No obstante, parece que prácticamente no tiene efecto sobre el nivel ordinario de pH; pero con un superfosfato de pH bajo se tiende a reducir la acidez, mientras a pH de 7.5 a 8.5 la modificación va en otra dirección. La débil influencia de este fertilizante sobre la reacción del suelo probablemente se debe a la reversión que ocurre tan pronto se pone en contacto con el suelo.

1.2.2.2.2 Fosfatos amoniacales

El superfosfato amoniacal contiene de 3 a 4% de ácido fosfórico. Permite cambiar fácilmente al amoníaco a forma fertilizadora y al mismo tiempo mejora las cualidades físicas del propio superfosfato. Comúnmente se obtiene tratando el superfosfato con líquido amoniacal o soluciones nitrogenadas.

El amino-fos, que puede presentar un análisis del 11 % de nitrógeno y un 48% de ácido fosfórico, es también un fertilizante económico cuando de

requiere en altas dosis. El fosfato diamónico es un material más recientemente utilizado, conteniendo más del 21% de nitrógeno y un 53% de P_2O_5 . Es muy valioso en suelos con alto poder de retención de potasio, donde se precisen tanto nitrógeno como fósforo.

1.2.2.2.3 Escoria básica y harina de huesos.

Las escorias básicas tiene un mercado limitado, debido a su alcalinidad y a la rápida asimilación de su ácido fosfórico, es un fertilizante fosfatado interesante. Parece ser efectivo especialmente sobre suelos ácidos, debido quizás a su alto contenido de hidróxido calcico.

La harina de huesos es una forma cara de ácido fosfórico. Además, es más bien lento en su aprovechamiento al suelo. Puede aplicarse en grandes cantidades y aún así no produce influencia depresiva sobre el crecimiento de los cultivos.

1.2.2.2.4 Fosfato mineral

El fosfato mineral cuando se le aplica al suelo debe ser finamente reducido a polvo para que pueda reaccionar fácilmente. Su aprovechamiento aumenta marcadamente por la presencia de materia orgánica descompuesta, por esta razón, se recomienda a menudo como refuerzo del estiércol, usándose liberales cantidades de el. Ordinariamente no puede aplicarse solo, a menos que el suelo sea bien abastecido con materia orgánica activa.

El fosfato mineral es el menos asimilable de todos los fertilizantes fosfatados, siendo su origen así: fosfatos amoníacos y superfosfatos, escorias básicas, harina de huesos y roca pulverizada. A pesar que su fórmula química se presenta convencionalmente como $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$, el fosfato mineral es mucho más complicado de lo que esta fórmula puede sugerir. Aparentemente se acerca al fluorapatito $(3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3\text{P}_2\text{Ca})$ en su estructura molecular, lo que influye en su aprovechamiento lento.

1.2.2.2.5 Fosfatos de alta concentración

Deben mencionarse dos fertilizantes fosfatados con altos porcentajes de fosfórico, que no son todavía de uso general: el metafosfato cálcico $(\text{PO}_3)_2$ con 62 a 63% de P_2O_5 aprovechable y el ácido superfosfórico (76% de P_2O_5). Ambos, más o menos están en fase experimental, pues parecen ser tan eficaz como el superfosfato cuando se usan en cantidades equivalentes. Sus concentraciones los hacen extremadamente activos cuando se considera el factor del transporte.

El $(\text{PO}_3)_2\text{Ca}$, llamado comúnmente meta-fos, puede obtenerse por tratamiento del fósforo mineral o de la cal con pentóxido de fósforo. El fuerte concentrado de P_2O_5 puede producirse en la mina, transportado al punto donde la cal sea barata, y el meta-fos obtenido en el mismo lugar donde se vaya a utilizar, con lo cual se reducen los gastos de transporte.

El ácido superfosfórico, producto sintético moderno, es el material de contenido fosfórico más alto, usado en la fabricación de fertilizantes. Su

contenido de P_2O_5 es del 76%. Este líquido puede usarse en la producción de otros fertilizantes líquidos, o concentrar el superfosfato (54% P_2O_5).

Para fines de venta y reconocimiento clasificamos los diversos compuestos fosfóricos en:

- 1.- Solubles en agua
- 2.- Solubles en citrato
- 3.- Insoluble

Suponemos en el caso de un superfosfato ordinario, que la garantía es del 20% de P_2O_5 aprovechable. El término de ácido fosfórico asimilable se usa realmente a los fosfatos que estimulan el crecimiento de las plantas e incluye tanto al $(PO_4H_2)_2Ca$ soluble en agua como al PO_4H_2Ca , soluble en citrato. Con el amo-fos (H % de N total y 48% de P_2O_5 asimilable) el ácido fosfórico aprovechable es proporcionado por el $PO_4H_2NH_4$ soluble en agua.

Materiales portadores de Fosforo:

FERTILIZANTE	FORMA QUÍMICA	FUENTE	% DE P2O5 APROVECHABLE
Superfosfatos	(PO4H2)2Ca Y PO4HCa	Minerales Originarios	16-50
Superfosfato Amonico	PO4HjH2NH4 (PO4)2Ca3 PO4HCa		
Ammo-Fos	SO4H2NH4	Sintetizado	16-18 (3-4% N)
Fosfato Diamonico	PO4H2NH4	Sintetizado	48 (11% N)
Escoria Basica	PO4H(NH4)2	Sintetizado	53 (21% N)
Cenizas De Huesos	(CaO)5*P2O5*SiO2	Aceros	15-25
Restos De Huesos Y Carne	(PO4)2Ca3	Restos De Refineria	32-35
Huesos Desecados	(PO4)Ca3	Frigorificos	20-25
Fosfato Mineral	(PO4)2ca3	Frigorificos	23-30
Metafosfato Calcico	Flúor y Cloro-Apat.	Rocas	25-30
Ácido Fosfórico	(PO3)2Ca	Sintetizado	62-63
Ácido Superfosforico	PO4H3	Sintetizado	54
	PO4H3 y P2O7H4	Sintetizado	76

Tabla 3. Fuente: Naturaleza y Propiedades de los Suelos pag. 501.
Buckman y Brady; Montaner y Simon, S.A.

1.2.2.3 Materiales Portadores de Potasio

Todas las sales de potasio usadas como fertilizantes son solubles en agua y consideradas como fácilmente aprovechables. Excepto las sales nitrogenadas, muchos fertilizantes potasicos, aún empleados en grandes cantidades, tienen escaso o ningún efecto sobre el pH del suelo. Puede haber alguna excepción, sin embargo, contra el cloruro potasico (el muriato) respecto a las patatas y sobre todo con el tabaco, ya que se considera que grandes dosificaciones de él hacen perder calidad en los cultivos. De aquí que, cuando

deban aplicarse grandes cantidades de potasa para el último de ellos se prefriere en forma de sulfato.

El sulfato potasico-magnesico, a pesar de ser pobre en potasa, ha alcanzado considerable uso donde el magnesio es deficiente. En algunos aspectos constituye una fuente de magnesio más deseable que la caliza dolomitica o la dolomia.

Los tallos de tabaco, así como otros portadores de potasio orgánico, se utilizan fabricando mezclas y son importantes como imbibidores y secadores.

Casi todo el potasio esta en forma de carbonato, combinación ciertamente deseada en algunos cultivos.

Materiales portadores de fertilizantes potasicos:

FERTILIZANTES	FORMA QUÍMICA	% DE K ₂ O
Cloruro Potasico	ClK	48-60
Sulfato Potasico	SO ₄ K ₂	48-50
Sulf.-Potasico-Magnesico	Sal Doble de K y Mg	25-30
Kainita	Sobre todo ClK	12-16
Nitrato Potasico	NO ₃ K	44 (Y 13% De N)
Cenizas Vegetales	Mucho CO ₃ K ₂	3-7 (Y 1-2% De P ₂ O ₅)
Tallos de Tabaco	Organica	4-9 (Y 2-4% De N)

Tabla 4. Fuente: Naturaleza y Propiedades de los Suelos pg 505. Buckman y Brady; Montaner y Simon, SA

1.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

FERTILIZANTES MAYORES (Macro-Nutrientes)

Como ya se menciona, el nitrógeno, fósforo y potasio son elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos y cada uno posee ciertas características en cuanto a su efecto, así como deficiencias en los cultivos.

A continuación mencionaremos algunas de las influencias que ejerce la acción de los tres elementos a estudiar:

1.2.3.1 Nitrógeno (N)

De los tres elementos corrientemente aplicados en fertilizantes comerciales, el nitrógeno es el de mayores y más rápidos efectos. Tiende en principio a favorecer el crecimiento vegetativo superficial del suelo e impartir un favorable color verde a las hojas. Con los cereales aumenta la corpulencia de los granos y de su porcentaje en proteína. En todas las plantas, el nitrógeno es un regulador que gobierna en considerable grado el uso de potasio, fósforo y otros constituyentes; además, su aplicación tiende a producir suculencia, cualidad particularmente deseable en muchos cultivos (como lechuga y rábano).

Las plantas que reciben nitrógeno en cantidad insuficiente quedan aturcidas en su crecimiento y poseen un sistema radicular restringido. Las hojas se amarillean o se agrisan y tienden a caer. La adición de nitrógeno les

provoca un cambio patente indicativo de la actividad esencial de este elemento dentro de la planta.

Debido al inmediato efecto sobre las plantas de la aplicación de compuestos asimilables de nitrógeno, podría ser factible el recomendar altas dosis de aplicación de las que son necesarias. Ya que el nitrógeno se gasta y se pierde fácilmente del suelo. De los tres fertilizantes es el único que, cuando se agrega en exceso puede ocasionar efectos perniciosos en algunos cultivos tales como:

- Hojas de color verde oscuro, demasiado jugosas y blandas.
- Puede retardar la maduración al favorecer excesivamente el crecimiento vegetativo, que continúa verde más allá del tiempo normal de maduración.
- Puede debilitar la paja y favorecer el encamado.
- El nitrógeno puede hacer bajar la calidad del cultivo. Específicamente notable en ciertos granos y frutos, como cebada y melocotones.
- En ocasiones, puede hacer disminuir la resistencia a las enfermedades.

Muchos cultivos como cereales, lechuga, rábanos y similares pueden aceptar grandes cantidades de este elemento para su mejor y más normal desarrollo. Con tales cultivos los efectos dañinos antes citados no son esperados, a menos que se apliquen enormes cantidades de nitrógeno.

Los fertilizantes nitrogenados pueden usarse libremente en tales casos, siendo la más recomendable tener en cuenta el coste de los materiales usados, en relación al aumento en rendimiento de las cosechas.

Una considerable cantidad de nitrógeno puede añadirse a los suelos por medio de la fijación bioquímica producida por microorganismos. Si se escoge por ejemplo una leguminosa, los organismos fijan este elemento del aire en cantidades suficientes para que, temporalmente aumente el nitrógeno ya presente. Con otros elementos nutrientes, tales como el fósforo y el potasio no existe, sin embargo, tal ayuda microbiana; por lo tanto, el abastecimiento de la demanda de las plantas dependerá de otras fuentes.

1.2.3.2 Fósforo (P)

Existen, por lo menos, cuatro clases de procedencias del fósforo y del potasio que podemos citar:

- 1) Fertilizantes comerciales
- 2) Estiércol de granjas
- 3) Residuos vegetales, incluyendo las plantas enterradas en verde
- 4) Y los compuestos naturales de estos elementos, tanto orgánicos como inorgánicos ya presentes en los suelos.

Una carencia de este elemento es doblemente seria, puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrientes, por ejemplo, antes de que se usaran fertilizantes comerciales, la mayor parte del nitrógeno depende

indirectamente de la reserva de fósforo, esto se debe a la influencia vital del último elemento sobre el crecimiento de las leguminosas. Actualmente, la necesidad del fósforo para retener al nitrógeno de las legumbres es reconocida.

Esta necesidad de fósforo en las plantas se ha tenido en cuenta en la formación de los fertilizantes comerciales. Este elemento, en forma de superfosfato, fue el primero en aprovecharse como producto industrial; hasta recientemente, la cantidad de "ácido fosfórico" en mezclas de fertilizantes no varía a la del nitrógeno y la potasa. El contenido total de fósforo, expresado como P_2O_5 , excede en su extracción y venta.

Entre otras funciones, el fósforo contribuye a:

- 1) División celular y crecimiento, así como formación de albúminas.
- 2) Floración y fructificación, así como la formación de semillas.
- 3) Maduración de las cosechas, disminuyendo así los efectos de aplicaciones excesivas de nitrógeno.
- 4) El desarrollo de raíces, particularmente de las raicillas laterales y fibrosas.
- 5) Robustecimiento de la paja en los cultivos de cereales, ayudando así a prevenir el encamado.
- 6) Sobre la calidad de la cosecha, sobre todo de forrajes y hortalizas.
- 7) Resistencia a ciertas enfermedades.

Mientras la cantidad de fósforo total en un suelo mineral típico puede

compararse favorablemente con la del nitrógeno, es mucho menor que la del potasio, calcio o magnesio. Es importante también el hecho de que gran parte del fósforo presente en los suelos normalmente no es aprovechada por las plantas, además, cuando las formas solubles de este elemento se aportan a los suelos como fertilizantes, su fósforo se "fija" por lo común o permanecen inaprovechables incluso bajo las condiciones más ventajosas.

En muchas zonas de prácticas de fertilización muestran muy bien el problema del aprovechamiento del fósforo, esto es, la cantidad total de abastecedores de fósforo usados como fertilizantes excede a la de los que contienen nitrógeno o potasio. La remoción del fósforo de los suelos por las cosechas, no obstante, es baja comparada a la del nitrógeno y potasio, siendo por lo general solo de 1/3 a 1/4 parte de estos materiales.

En algunas regiones se añade más cantidad de fósforo anualmente que el eliminado cuando se recolecta la cosecha; las adiciones de este elemento a las tierras de cultivo son 3 a 4 veces más grandes que las eliminadas, debido a que la pérdida de fósforo se debe únicamente al lavado, la ineficacia de usar fertilizantes fosfatados es evidente.

El problema del fósforo es triple:

- 1) Una pequeña cantidad total presente en los suelos
- 2) La falta de aprovechamiento del fósforo natural
- 3) Una "fijación" marcada de los fosfatos solubles añadidos.

Debido a que la eliminación de fósforo por las cosechas es relativamente escasa y las reservas de fosfato son enormes, el problema es el abastecimiento de fósforo total suficiente no es importante. Aumentar el aprovechamiento del fósforo natural del suelo y el retraso de "fijación" o reversión de fosfatos incorporados son los problemas de mayor importancia.

Se encuentran en el suelo tanto formas orgánicas como inorgánicas del fosfato y ambas son importantes a las plantas como fuentes de este elemento. La mayor parte de los compuestos inorgánicos de fósforo en los suelos pertenecen a uno de estos dos grupos: 1) A los que contiene calcio y 2) A los que contienen aluminio y hierro.

1.2.3.3 Potasio (K)

La historia del uso de fertilizantes nos muestra que el nitrógeno y el fósforo recibieron la mayor atención cuando los fertilizantes comerciales aparecieron por primera vez en el mercado. Aunque el papel jugado por el potasio en la nutrición de las plantas haya sido conocida desde antes, la fertilización por el potasio ha adquirido importancia solamente en los últimos años.

Las razones por las cuales no se ha observado deficiencia de este elemento hasta muy recientemente son, por lo menos, en primer lugar la cantidad de potasio originariamente en reserva era muy grande en la mayor parte de los suelos, lo que permitió muchos años de cosechas hasta que apareciera la verdadera deficiencia. En segundo lugar, aun cuando el potasio,

en ciertos terrenos pudiera haber sido insuficiente para que las cosechas tuvieran un rendimiento óptimo, la producción estaba primordialmente afectado por falta de nitrógeno y fósforo, falta que ocasiono una limitación drástica.

Aumentando el uso de fertilizantes, que tuvieran estos últimos elementos, al mismo tiempo se han aumentado las cosechas. A esto, la demanda de potasio para el suelo ha venido siendo grandemente aumentada. Esto, junto a una considerable pérdida por percolación, ha incrementado la demanda de potasio hasta el punto de que su uso en fertilizantes comerciales excede ahora al de nitrógeno y rivaliza con el del fósforo.

La presencia en el suelo de una adecuada cantidad de potasio utilizable tiene mucha relación con el funcionamiento general y el vigor del crecimiento de las plantas. Es más, aumentando la resistencia de los cultivos a ciertas enfermedades y fortaleciendo el sistema de enraizamiento, el potasio tiende a frustrar los efectos nocivos del nitrógeno. Retrasando la madurez, el potasio actúa contra las influencias del exceso de fósforo y por lo tanto, es de importancia enorme en una mezcla de fertilizantes.

El potasio es esencial para la formación del almidón y la hidrólisis de los azúcares. Es necesario para el desarrollo de la clorofila, aunque no entre en el desarrollo de su molécula como lo hace el magnesio. Es importante para la formación del grano en los cereales produciendo semillas densas y voluminosas.

El desarrollo de los tubérculos exige también abundante potasio asimilable. En consecuencia, su porcentaje es relativamente alto en mezclas de fertilizantes recomendados para el cultivo; en general, todas las raíces responden a las aplicaciones liberales de potasio. Al igual que con el fósforo, debe estar presente en gran cantidad en el suelo y no ejerce efecto perjudicial en los cultivos.

Cuando existe deficiencia de potasio, las hojas del cultivo se secan y se endurecen en los bordes, mientras que las superficies presentan una clorosis irregular. Con plantas tales como las zullas roja y sueca, alfalfa, trébol dulce, algunas hortalizas, estos síntomas vienen precedidos por la aparición de pequeños puntos esparcidos más o menos regulares por los bordes de las hojas. Como consecuencia de este deterioro, la fotosíntesis es poco activa y la síntesis del almidón prácticamente detenida.

En contraste con el fósforo, la mayor parte de los suelos minerales, excepto los de naturaleza arenosa, tienen altas cifras de potasio total. En efecto, la cantidad total de este elemento es mayor que la de cualquier elemento nutritivo. Cantidades del orden de 45000 a 70000 kg. de potasio en el espesor arable de una ha. son los frecuentes, pero, la cantidad de potasio cambiante casi siempre muy pequeña. La mayor parte de este elemento está sujeto rigidamente como parte de los minerales primarios o está fijado en otras formas que son moderadamente asimilables por las plantas. También la competencia de los microorganismos para este elemento, constituye a su falta

de aprovechamiento por las plantas superiores, por lo tanto, el problema de la utilización de potasio es paralelo al del fósforo y nitrógeno en este aspecto.

Al contrario de lo que se produce con el nitrógeno y fósforo, gran cantidad de potasio se pierde por lixiviación. Tomando como base un estudio de agua de drenaje de los suelos minerales existen grandes cantidades de potasio. Terrenos arenosos fuertemente fertilizados sobre los cuales crecen cultivos como hortalizas o tabaco; pueden sufrir grandes pérdidas por lixiviación. Aún sobre un suelo típico de región húmeda que haya sido fertilizado de modo muy moderado, la pérdida anual de potasa por lavado es de unos 22 kg./ha.

Otro problema del potasio es la concentración de dicho elemento en las plantas o su absorción. Esta absorción de potasio por los vegetales es elevada; casi 3 ó 4 veces la del fósforo e igual a la del nitrógeno. La pérdida de 80 a 110 kg. de K_2O/Ha en un cultivo de maíz de 40 tons. de cosecha ensilada es normal.

Estos datos muestran el hecho de que las plantas tienden a adsorber potasio soluble en cantidad superior a sus necesidades al existir grandes cantidades y sin que aumente la cosecha.

Una cierta cantidad de este elemento es requerido para que el rendimiento sea óptimo y se le denomina potasio requerido. Todo el potasio

consumido por encima de este nivel crítico es considerado "de lujo", pues su remoción es totalmente inútil.

1.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS FERTILIZANTES MENORES (MICRO-ELEMENTOS).

Una vez conocidas las características esenciales de cada uno de los elementos mayores o macro-elementos consideraremos a los elementos menores o micro-elementos como parte complementaria de la fertilización del suelo, pero no menos importante que la anterior.

Dentro de los micro-nutrientes esenciales requeridos en pequeñas cantidades consideraremos los siguientes: Fe (hierro), Mn (manganeso), Zn (zinc), Cu (cobre), B (boro), Cl (cloro), Mo (molibdeno).

Las deficiencias de los micronutrientes suelen presentarse en:

- Suelos ácidos, arenosos y lixiviados.
- Suelos con drenaje superficial e interior deficiente y manto freático elevado.
- Suelos con mayor contenido de materia orgánica.
- Suelos con explotación continua e intensiva.
- Suelos donde se ha usado gran cantidad de caliza.
- Contenido de micro-nutrientes en el suelo y rocas (ppm)

Las adiciones de micronutrientes a los fertilizantes debe de ser mucho más cuidadosamente controladas que en el caso de los macronutrientes. La diferencia entre la cantidad de un micronutriente presente determinado cuando es deficitario y cuando ya es tóxico es extremadamente pequeña. Por

consiguiente, los micronutrientes deben ser añadidos solo cuando se esta seguro de que faltan y cuando sea conocida la cantidad requerida.

Cuando deba corregirse la deficiencia de un elemento traza, sobre todo si es urgente, se añade frecuentemente una sal del elemento faltante, por separado al suelo. El Cobre, Manganese, Hierro y Zinc son aplicados sobre todo en forma de sulfato, mientras que el boro en forma de Bórax. El Hierro y algunos casos el Zinc, pueden ser aplicados como quelatos. El Molibdeno es añadido en forma de molibdato sodico. El Hierro, Manganese y Zinc a veces son rociados en pequeñas cantidades sobre las hojas mejor que aplicados directamente al suelo. Los llamados compuestos siliceos <<desmenuzados>> de Boro, Manganese, Hierro y Zinc pueden ser también usados para abastecer a estos nutrientes.

La tasa de aplicación deberá ser cuidadosamente regulada ya que una sobredosis puede causar severos daños. Por ejemplo, 56 kilogramos de bórax por hectárea están cerca del máximo para un suelo de tipo medio cuando su pH es 7 aproximadamente. Unos pocos gramos de molibdeno es a menudo todo lo que necesita. Mucho de ello depende, desde luego, del crecimiento de los cultivos. En caso de duda sobre como han de aplicarse y que cantidad, debe ser consultado un experto.

En algunos casos los elementos traza, especialmente el Boro, son colocados ordinariamente en los fertilizantes comerciales y su presencia se indica en la garantía. Una mezcla conjunta se forma usando algunos amoniatos

orgánicos como base a la cual se añaden las sales de los oligoelementos deseados. Pocos kilogramos de esta mezcla están incluidos en cada tonelada de fertilizante. La idea, desde luego, consiste en asegurarse contra una posible deficiencia de los elementos traza. Una objeción a tal práctica es que difícilmente pueden añadirse bastante cantidad de cada oligoelemento al suelo para poder compensar una deficiencia real cuando se presenta. Además, la cantidad de elemento traza aplicado varía con la dosificación del fertilizante comercial. Los elementos traza requieren casi siempre una regulación cuidadosa, que puede alcanzarse de esta manera.

Que la fertilización con oligoelementos es de gran importancia práctica no puede negarse. Las nutriciones defectuosas de las plantas, debidas a tales deficiencias, cada vez son más sensibles. Toda clase de plantas llegan a ser afectadas. En los últimos años se ha visto un desarrollo tremendo de esta forma de regulación de la fertilidad.

Principales formas químicas de los micro-elementos fertilizantes:

FERTILIZANTES DE MANGANESO:		%
- MnSO ₄ * 4H ₂ O	SULFATO MANGANOSO	24
- MnSO ₄ * H ₂ O	SULFATO MANGANOSO (HIDRATADO)	32
- Mn * EDTA	QUELATO DE Mn	13
- MnO	OXIDO DE MANGANESO	48
FERTILIZANTES DE ZINC:		
- ZnSO ₄ * 7H ₂ O	SULFATO DE ZINC	23
- ZnSO ₄ * H ₂ O	SULFATO DE ZINC (MONOBASICO)	36
- ZnSO ₄ * 7 ₂ n (OH) ₂	SULFATO DE ZINC (BASICO)	55(APLICACION FOLIAR)
- Zn EDTA	QUELATO DE ZINC	14
- ZnO	OXIDO DE ZINC	70
FERTILIZANTES DE BORAX:		
- NaB ₄ O ₇ * 10H ₂ O	TETRABORATO DE SODIO	11
- NaB ₄ O ₇	BORAX ANHIDRO	22
- H ₃ BO ₃	ACIDO BORICO	18
- Na ₂ B ₈ O ₁₃ * 4H ₂ O	POLIBORATO	21
- Ca ₂ B ₆ O ₁₁ * 5H ₂ O	COLEMANITA	16
- Ca ₂ B ₆ O ₁₁ + etc.	COLEMANITA (FTE.)	9-14
- SILICATO DE BORO		10-15
FERTILIZANTES DE COBRE:		
- Cu SO ₄ * 5H ₂ O	SULFATO DE COBRE	25
- Cu ₂ Cl (OH) ₃	COBRE VERDE (CUPRAVIT)	36
- CuO	OXIDO DE COBRE	2.7
FERTILIZANTES DE MOLIBDENO:		
- Na ₂ MoO ₄ * 2H ₂ O	MOLIBDATO DE SODIO	40
- (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ * 4H ₂ O	MOLIBDATO DE ARMONIO	54
- MoO ₃	TRIOXIDO DE MOLIBDATO	66
- Ca MoO	MOLIBDATO DE CALCIO	48

LAS INTERACCIONES DE LOS ELEMENTOS MENORES INDICAN QUE SU MEZCLA PUEDE SER PERJUDICIAL A EL CULTIVO:

* NEGATIVAS: Zn - N, Fe - P, Mo - S, B - Ca, Zn - Fe, Fe - Mo, Cu - Fe, Cu - Mo, Cu - Zn.

* POSITIVAS: Mo - P, Zn - Mg.

1.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS EN EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.

A continuación citaremos algunas de las principales características agronómicas de los cultivos elegidos para la elaboración de el presente trabajo de tesis. Se tratara de identificar las diferentes practicas culturales, manejo, plagas y enfermedades, siembra, etc. dentro del Sistema Vertical de Siembra que se instituyo a través de el Programa Horta-Dif para el Estado de México.

1.3.1 Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

1.3.1.1 Generalidades

El tomate procede de las regiones tropicales de América del Sur. En Peru, Bolivia, México y Ecuador. Hoy día se encuentran en estado natural las variedades de las cuales procede el tomate cultivado.

El tomate fue llevado a Europa y propagado allí después del descubrimiento de América. Los primeros países que conocieron esta planta fueron España, Portugal e Italia. Los primeros documentos escritos sobre el tomate datan de 1554, cuando fueron descritos por el botánico italiano Matioli.

Durante más de tres siglos el tomate no tuvo importancia práctica para los pueblos europeos, lo sembraron principalmente como una planta exótica y

decorativa. Aún en la América del Norte se empezó a consumir el tomate como alimento, apenas en la segunda mitad del siglo XVIII

Actualmente el tomate constituye una de las principales plantas hortícolas.

Aplicando correctamente todo el conjunto de medidas respecto al cultivo de esta planta, su producción puede aumentarse hasta 20-25-30 tons/ha, lo que constituye una reserva considerable para incrementar la producción total sin que aumenten las áreas sembradas. Además este camino debe considerarse también como un medio para disminuir el costo de producción.

El desarrollo rápido de la producción del tomate se debe en gran medida a sus cualidades nutritivas. El tomate se consume en estado fresco y también en conserva.

El tomate maduro contiene: 3.4 - 8% de materia seca; 2.4 - 6.6% de azúcares; 0.95% de albumen crudo; 0.84% de celulosa; 0.85% de cenizas. Las cenizas contienen: 38.14% de K_2O ; 17.03% de Na_2O ; 6.1% de CaO ; 8.63% de MgO ; 2.33% de Fe_2O_3 ; 9.44% de P_2O_5 , y compuestos en menores cantidades.

El tomate es rico relativamente en vitaminas. Contiene de 20 a 45 mg % de vitamina C; 0.6 mg % de vitamina A; 0.08 mg % de vitamina B_2 ; 0.47 mg % de vitamina pp1, etc.

En los frutos se encuentran también de 0.03 a 0.5% de ácido cítrico, ácido málico y alrededor de 0.15% de pectina. Por algunos datos en un kg. de frutos verdes hay 0.0404 g de solanina; en los semimaduros 0.0526 g, y en los maduros 0.0766g (0.4 - 0.8 mg %).

El color de los frutos se debe al pigmento licopeno que es una variante del caroteno. Los frutos amarillos contienen caroteno y xantofila.

La composición química del tomate depende en gran medida de las características hereditarias de las distintas variedades; del balance de humedad, del aire y del suelo; del balance de luz, del abono, etc., en esto consisten las posibilidades que tiene el hombre, mediante la regularización correspondiente de los factores señalados, de aumentar la calidad de la producción de tomates.

1.3.1.2 Características botánicas.

Pertenciente a la familia Solanaceae, el tomate es una planta anual. en condiciones favorables puede vivir y fructificar varios años. No obstante, se prefiere la siembra anual por razones de carácter práctico.

1.3.1.2.1 Raíz.

El sistema de raíces es bien desarrollado y esta notablemente extendido. Algunas raíces alcanzan hasta 150 cm. de longitud. La mayor parte de las raíces esta situada en la capa del suelo que se extiende desde 5 cm. hasta 60-70 cm. de profundidad.

En las etapas iniciales del desarrollo de las plantas la raíz principal es bien desarrollada y se destaca con precisión. Más tarde otras raíces laterales se igualan con ella debido a la rapidez de su crecimiento, por lo cual resulta difícil diferenciar unas de otras.

Además de raíces verdaderas, la planta de tomate fácilmente forma raíces adventicias en cada parte del tallo que se encuentre en contacto con el suelo húmedo y suelto. A esta característica biológica se debe en la práctica el aporque de las plantas y el trasplante de la postura en posición inclinada cuando es grande.

El carácter del sistema de raíces de la planta de tomate depende en gran parte del modo de sembrarla. Las plantas que proceden de semillas sembradas directamente en el área permanente tienen un sistema de raíces situado a mayor profundidad en comparación con el de las plantas que han sido trasplantadas. Por eso las primeras son más resistentes a la sequía. El sistema de raíces de las plantas deshidratadas es menos desarrollado que el de los demás. Esto es, de la semilla surge una gruesa raíz principal con una profundidad que llega a alcanzar aproximadamente unos 60 cm, pero que al trasplantarla se rompe, siendo sustituida por numerosas raíces adventicias muy finas y ramificadas que se extienden por el suelo a una profundidad media, alargándose alrededor de la planta.

1.3.1.2.2 Tallo

Inicialmente la planta del tomate desarrolla, apicalmente una rama erguida, en la cual se alternarían las hojas. A lo largo del tronco, en los nudos (puntos en los cuales se produce un ensanchamiento), nacen las hojas y, tras la aparición de la cuarta, también las inflorescencias.

El tallo principal, durante su crecimiento, desarrolla pronto una inflorescencia bajo el ápice, entonces, el crecimiento del tallo se detiene y el sucesivo alargamiento se realiza con un brote en la zona axilar de la última hoja. Este tipo de crecimiento se repite muchas veces y la planta se alarga de un modo indefinido.

El tallo de las plantas jóvenes de tomate es cilíndrico, más tarde se hace angular. Está cubierto de finos vellos; unos más largos, otros más cortos. Los últimos segregan una sustancia viscosa de color verde oscuro y olor específico para el tomate. Según las características hereditarias de las variedades y la influencia del modo de cultivo (deshije ó no) el tallo alcanza alturas desde 40 - 50 cm. hasta de 2 m.

El tallo del tomate ramifica con profusión. Las ramificaciones se forman en los senos de las hojas y se denominan "hijos". Los hijos aparecen temprano y crecen con más vigor en los senos de las hojas que están situadas inmediatamente debajo de los racimos.

En una de las variedades el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en racimo. El crecimiento vertical de las plantas es limitado y por eso este grupo de variedades se denomina determinado.

Lo más característico en este grupo es la conversión rápida de la yema apical de las ramificaciones, de vegetativa en generativa y la posibilidad limitada de crear ramificaciones. Por lo que, estas variedades maduran considerablemente más temprano.

1.3.1.2.3 Hojas

Sus hojas son alternas, varían mucho en cuanto al tamaño, pero por lo general oscilan entre los casi 25cm; son hojas compuestas, es decir, formadas por un conjunto de hojas pequeñas y simples de número variable entre 9 y 11, no son raros los casos con número diferente, ya que este carácter está influido por factores pedoclimáticos, así como de una alimentación nitrogenada unilateral y excesiva.

1.3.1.2.4 Flores

Las características de la inflorescencia, es decir, del conjunto de flores reunidas formando un corimbo o un racimo, son muy importantes. Generalmente, las primeras inflorescencias que se forman son muy simples y dan lugar solo a uno o dos frutos, mientras que, a medida que crece la planta, se forman inflorescencias cada vez más complejas y capaces de producir numerosos frutos. La floración en un mismo racimo no se realiza simultáneamente, sino que sigue un orden progresivo desde la base del ápice de

la inflorescencia, por lo que se pueden observar en un mismo racimo, los frutos, las flores abiertas y las flores todavía cerradas.

De las últimas ramificaciones de los racimos, con frecuencia, crecen formaciones de ellos, o sea, los racimos ahijan. Para que se formen mejor los frutos que están situados en la base de los racimos, estas formaciones deben eliminarse a tiempo, según el caso.

Las flores son muy características. son hermafroditas, es decir, tienen órganos masculinos y femeninos y prevalece la autofecundación, por lo que los óvulos son fecundados por el polen de la misma flor. El conocimiento de sus particularidades es muy importante en lo que se refiere a los problemas de la polinización y sucesivo desarrollo del fruto. Una flor está formada por un único cáliz gamosepalo, es decir, con cinco lóbulos (sépalos) unidos entre sí, y por una corola gamosepala, rodeada por cinco pétalos de color amarillo (algunas veces tienen 6 ó 7).

Los estambres, la parte masculina de la flor, normalmente se encuentran en el mismo número que pétalos tiene la corola, siendo muy cortos y unidos, formando un anillo. Sobre ellos se alzan las antenas que contienen el polen, es decir, las células germinales masculinas. El polen sale a través de una fisura que se forma en el ápice de la antera cuando esta ya está madura. La parte femenina de la flor, el ovario, es bicarpelar, aunque puede estar muy segmentado y contener muchos óvulos. Por encima del ovario se encuentra el

estilo que en algunas variedades puede superar la longitud de las anteras y terminar con un estigma muy delgado.

Con la apertura de la corola empieza la receptividad del estigma y, después de uno o dos días, empieza a salir el polen de las anteras. Este cae en el interior hacia el estigma y empieza así la fase de fecundación. El polen avanza lentamente a través del estilo hacia el ovario, por lo que la verdadera fecundación no aparece hasta uno o dos días después. Si por cualquier motivo no se produce la fecundación, entonces los pétalos se secan hasta que se desprende la flor. La flor, o mejor el fruto, también pueden caer por causas patológicas o fisiológicas, aunque la fecundación haga una semana o más que se haya realizado. Este hecho, llamado "purga", se debe a múltiples causas que en parte pueden ser evitadas por medio de determinadas hormonas. El fruto madura después de 45-60 días desde la polinización.

Las flores están unidas al eje del racimo por medio de pedúnculos cortos. Se componen de seis sépalos y seis pétalos amarillos que en su base esta unidos entre si y también unidos a los filamentos de los estambres. Generalmente, los estambres son seis, tienen anteras alargadas y envuelven plenamente el estilo y el estigma. Esta disposición de las flores contribuye a su autopolinización. La polinización cruzada en el tomate es un fenómeno raro y sin importancia práctica. El ovario es supero, de 2-10 y mas carpelos.

1.3.1.2.5 Fruto

El fruto es una baya carnosa con formas muy variadas. Hay variedades de fruto redondeado, oval, e incluso acostillado. En su interior, los frutos seccionados transversalmente, presentan unas cavidades ováricas en donde se hallan numerosas semillas diseminadas en un material gelatinoso; de los tabiques del ovario y de la piel que recubre el fruto.

El número y la extensión de los loculos en los frutos es uno de los factores determinantes en cuanto a la caracterización de las variedades. Se expresa mediante el concepto de loculidad, la cual puede ser asimétrica cuando los loculos están desordenados, y simétrica cuando están distribuidos regularmente en torno a la placenta. Otro elemento que contribuye a la caracterización de las variedades es la distribución carpelar en el fruto del tomate, la cual es específica para cada variedad y determina su calidad de consumo.

Los frutos de tomate se diferencian en forma, tamaño, coloración, cualidades gustativas, etc. Por su forma pueden ser deprimidos, pseudoovalados, alargados, en forma de pera; lisos o rugosos. Las variedades de frutos rugosos casi no tienen importancia económica.

Por el tamaño, los frutos varían dentro de límites muy amplios; desde algunos gramos (variedades silvestres) hasta más de 500 gr.

Quando hace mucho calor y la luz es muy intensa, predomina el caroteno y los frutos tiene un aspecto amarillento, aunque a veces presentan manchas, produciéndose entonces una coloración defectuosa.

La coloración de los frutos se determina por la combinación entre la coloración del epicarpio y del mesocarpio; en efecto:

- epicarpio amarillo + mesocarpio rojo = frutos rojos
- epicarpio incoloro + mesocarpio rojo = frutos rosados
- epicarpio amarillo + mesocarpio amarillo = frutos amarillentos
- epicarpio incolora + mesocarpio amarillo = frutos amarillentos

La calidad de los frutos depende mucho también del número y de las dimensiones de los loculos y del crecimiento y contenido de la masa. En caso de mantenerse las demás condiciones iguales, serán mejores los frutos que tienen masa carnosa más desarrollada y consistencia más compacta.

Las semillas son deprimidas, ligeramente alargadas del lado del hilo. Están cubiertas de vellos. Su peso absoluto es de 2.54 - 3.3 g. La capacidad de germinar se mantiene hasta 5 - 6 años si las condiciones de conservación son favorables.

1.3.1.3 Clima

Los tomates son plantas que requieren mucho calor. La temperatura óptima para el crecimiento es 22 +/- 7°C. Una temperatura permanente menor de 15°C detiene la floración, y si la temperatura llega a 10°C cesa el crecimiento.

En caso de elevarse la temperatura a más de 35°C la fotosíntesis se demora. Por esto, las plantas cultivadas a esas temperaturas forman hojas más pequeñas, los tallos son más delgados y los racimos más pequeños.

Smith (1935) ha establecido que en caso de una temperatura alta los estilos de las flores se prolongan de manera anormal antes que las anteras se abran, por lo cual no se puede realizar la polinización. Con las temperaturas altas el equilibrio de la nutrición se rompe, la planta sufre una falta de carbohidratos debido a lo cual las células embrionarias degeneran y la fructificación se obstaculiza. De esta forma, se explican parcialmente algunas de las dificultades en la producción del tomate durante el verano.

En relación con la formación de frutos, el crecimiento y el desarrollo del tomate, se han realizados investigaciones señalando la gran importancia de las temperaturas nocturnas. En caso de alta temperatura nocturna (22-30°C) los tomates forman menos flores que a temperaturas de 8-16°C. Las altas temperaturas nocturnas, durante el verano, son la segunda causa de importancia que obstaculiza la producción en este periodo. Esta es también la causa por la cual muy a menudo los tomates sembrados muy temprano (agosto-septiembre) pierden 2-3 racimos y no pueden fructificar normalmente.

El balance térmico bajo el cual maduran los tomates tiene gran importancia para su coloración. La sustancia purpúrea (licopeno) empieza a formarse a la temperatura de 12-15°C. A la temperatura de 22-25°C se forma más intensamente, si la temperatura asciende a 30°C empieza a destruirse y a la

temperatura de 37-40°C los frutos obtienen coloración amarilla porque solamente se forma caroteno. Por eso la parte de los frutos que esta expuesta directamente al sol, comúnmente se pone amarilla. En este caso, la temperatura alta puede causar quemaduras en los frutos con lo que disminuye considerablemente su calidad.

Los tomates son exigentes en cuanto a la luz. según datos obtenidos en investigaciones realizadas en la producción de hortalizas, para que se formen buenos frutos de maduración precoz es necesario un mínimo de luz de 5,000 luxes.

Las exigencias de las plantas en cuanto a la humedad desde los primeros periodos hasta la maduración de los primeros frutos son más pequeñas, por lo que durante ese tiempo el riego de las plantas es más ligero. La humedad óptima del suelo es del 60-80% de la capacidad de campo.

La humedad relativa mas favorable es de alrededor de 50-60%. La humedad relativa más alta es particularmente peligrosa para los tomates, porque en tales condiciones las anteras se hinchan y el polen no puede liberarse y caer sobre el estigma; las flores caen. En alta humedad relativa los tomates son atacados fuertemente por ciertas enfermedades (tizón temprano, tizón tardío, etc.).

En caso de humedad relativa baja, y a la vez unida con una temperatura alta se observa una desecación de la superficie de los estigmas, el polen caído sobre ellas no puede germinar y las flores caen.

1.3.1.4 Fertilización

Según datos de Eldeshtein (1962), y en caso de producción de 50 ton/ha, los tomates extraen 459 kg. de los elementos nutritivos principales, de los cuales 73% corresponden a los frutos y 27% a las hojas y a los tallos.

Por unidad de producción extraen cantidades mayores de potasio, nitrógeno en menor cantidad y fósforo en cantidades más pequeñas aún. Pero a partir de estos datos no se puede juzgar la significación verdadera de los distintos elementos nutritivos.

Aunque la cantidad extraída de fósforo no es grande, en comparación con los demás elementos su importancia es extraordinaria. A través de muchas investigaciones se ha demostrado que este elemento influye grandemente sobre la cantidad en la producción del tomate y sobre su temprana producción. La ayuda en la diferenciación y en la formación de los órganos generativos contribuye al aumento de su número y reduce los casos de aborto floral.

El fósforo ayuda a la mejor regulación de la correlación entre los órganos vegetativos y generativos aún cuando emplean mayores cantidades de nitrógeno.

Ante todo es muy característico la existencia de nitrógeno en las plantas jóvenes. Por tal razón durante el cultivo de la postura debe abonarse con bastante cantidad de fósforo.

El nitrógeno también tiene gran importancia para el crecimiento normal y para la fructificación de la planta de tomate. Solamente de cultivos bien provistos de nitrógeno pueden obtenerse grandes cosechas. Pero es importante que la cantidad de nitrógeno se regule de acuerdo a la presencia de fósforo y potasio en el suelo y también en la fase de desarrollo. La escasez de nitrógeno provoca la formación de plantas pequeñas con tallos delgados y hojas chicas, plantas de las cuales no se pueden obtener grandes cosechas ni de buena calidad. Tales plantas empiezan a fructificar más tarde. Por eso durante la fase de formación de los frutos se han de suministrar cantidades menores de fertilizantes nitrogenados. Una vez formados los primeros frutos y en especial en el tiempo de la primera recolecta se pueden aplicar cantidades mayores de fertilizantes sin correr un riesgo excesivo. Este modo de abonar ayuda al aumento rápido de la producción sin que se atrase el momento de la maduración.

La forma amoniacal del nitrógeno acelera el desarrollo, mejora la formación de los frutos y fortalece los procesos de desarrollo.

El potasio ayuda a la creación normal de los tallos y de las hojas. Las plantas mal abastecidas de potasio tienen tallos y las hojas pequeños, y las periferias de las últimas se secan.

El potasio ayuda al mejoramiento de los frutos aumentando la cantidad de la sustancia sólida y de los carbohidratos. Influye también en el mejoramiento, la coloración y brillantez de los frutos.

El potasio tiene gran importancia en la formación de sustancias hormonales. A esto se debe que los frutos formados con escasez de potasio no tengan un desarrollo completa, su consistencia sea insatisfactoria y presenten cavidades. Tales frutos se dan a menudo durante los meses de diciembre, enero y febrero debido a la correlación anormal entre el potasio y el nitrógeno. Para la solución de este problema, en los meses menos propicios es recomendable el aumento del fertilizante potásico y muy en particular en los suelos ligeros y arenosos.

Calcio es también un elemento importante para la alimentación de la planta de tomate. En los casos en que el calcio es insuficiente en el suelo, se observa un aumento brusco en el porcentaje de frutos que padecen "culillo". En algunas regiones con frecuencia se observa una enfermedad específica en los tomates. Las plantas crecen poco y adoptan las características de un arbusto compacto. El interior de los tallos en la zona de los racimos oscurece y a veces se abre. Parte del pericarpio de los frutos perece en edad temprana, mientras que los tejidos placentarios en el interior siguen aumentando, en virtud de lo cual los frutos se deforman mucho y adoptan mal aspecto. Se supone que esta enfermedad es debida a la escasez temporal de algunos elementos nutritivos importantes y ante todo del calcio.

A si mismo, también tienen influencia positiva sobre la producción de microelementos: Boro, Magnesio, Manganeso, Molibdeno y Zinc.

1.3.2 Chile (*Capsicum annum L.*)

1.2.3.2.1 Generalidades

El cultivo del chile en nuestro país se remonta a la era precortesiana. antes de que llegaran los españoles, nuestras razas aborígenes ya lo cultivaban con gran intensidad.

El chile, al igual que otras solanaceas, se cree que es originario de la América tropical. Se ha aclimatado bien en todas las regiones del mundo por lo que su cultivo se haya muy extendido.

En México fueron clasificados los diversos tipos de chiles, por el doctor Hernandez, médico de cabecera de Felipe II, en su viaje a este país en el año de 1570. El encontró y clasificó los siguientes géneros: 1o. genero cuahuchilli o chile de árbol; 2o. genero chiltecpin, o chile p en cuanto al tamaño, las peculiaridades del margen, carácter de la superficie, etc., según las características hereditarias de las variedades y las condiciones del cultivo.

El racimo es cimoso, el eje principal está formado por ramas de distintos tipos, cada una de las cuales termina en flor. Puede ser simple (con un solo eje), transitorio (con eje de una sola ramificación) o compuesto (con eje de varias ramas). Según la longitud de las ramas de distintos tipos, el racimo puede ser más compacto o más disperso, corto, con longitud mediana o largo.

En las variedades determinadas, el primer racimo se forma después de 6 - 7 hojas, mientras que en las indeterminadas aparece después de 7 - 10 hojas. En las variedades indeterminadas con frecuencia los racimos se forman separados por tres hojas, y en las determinadas, a través de una o dos hojas o sin formar hojas entre los racimos.

En casulga, llamado también totocuitlatl (excremento de pájaro), por la semejanza que tiene con el excremento de las aves; 3o. Genero tonalchilli, o chile de sol; 4o. Genero chilcoztli o chile amarillo azafranado, de unos 15 cm. de largo; 5o. Genero tzinquauhyo; los haitianos lo llamaban coral; su fruto es colorado, delgado y de unos 12 cm. de largo; 6o. Genero texochilli, de fruto blando, grande, ancho, algo dulce, de color rojo; Genero millchilli, o chile de milpa; es de un color rojo y termina en punta.

Según análisis de algunas Dependencias Gubernamentales, el chile jalapeño, uno de los más conocidos en nuestro país, posee gran cantidad de elementos nutritivos.

RELACIÓN DE CANTIDAD DE ELEMENTOS EN CHILE JALAPEÑO:

CONCEPTO	% GR.
HUMEDAD	92.50
CENIZAS	.46
PROTEÍNAS	1.00
EXTRACTO ETÉREO (GRASAS)	0.13
FIBRA CRUDA (CELULOSA)	0.54
CARBOHIDRATOS ASIMILABLES	5.37
MINERALES	%MM
CALCIO	38.00
FÓSFORO	11.00
HIERRO	3.50
VITAMINAS	%MM
CAROTENO	0.18
TIAMINA	0.07
RIBOFLAVINA	0.04
NIACINA	0.56
ÁCIDO ASCORBICO	60.00

Fuente: Naturaleza y Propiedades de los Suelos, Buckman y Brady.

Además de los elementos constituyentes del chile, que lo hacen de un inestimable valor para la alimentación, en lo que se refiere a vitaminas y minerales, se encuentra un elemento en algunas especies que hacen que los frutos tomen un sabor muy pizante, lo que a muchas personas no les gusta. El sabor picante del chile se debe a la presencia de un hidrato de carbono de color amarillento, al que se le conoce con el nombre de capsicina, que se encuentra principalmente en la placenta y las semillas.

1.3.2.2 Clasificación botánica (*Capsicum annum* L.)

Perteneciente a la familia de las Solanaceae. Según sus propiedades biológicas, el chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuese anual. algunas variedades se siembran como cultivos bi o trianales.

1.3.2.2.1 Raíz

Esta planta difícilmente forma raíces adventicias. Cuando esto sucede veremos que se forman solamente del hipocotilo. Teniendo en cuenta esta propiedad debe considerarse cuidadosamente la profundidad a la cual se realizara el trasplante, por lo cual, cultivados en sistema vertical las raíces crecen y se ramifican considerablemente.

El sistema de raíces es muy ramificado y velloso. La raíz primaria es corta y bastante ramificada. Algunas raíces llegan a profundidades desde hasta 70cm hasta 120cm, y lateralmente se extienden hasta 120cm de diámetro alrededor de la planta. La mayor parte de las raíces esta situada a una profundidad de 5-40cm en el suelo. Esta poca profundidad del sistema de raíces determina, entre otras cosas, los grandes requerimientos de esta planta con respecto a las condiciones físicas del suelo, humedad y balance nutricional.

1.3.2.2.2 Tallo

Es cilíndrico o prismático angular. Su parte interior es leñosa y se ramifica de maneraseudocotómica. Después que empieza la ramificación, con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en el sentido de la

ramificación transitoria de menor importancia. Así se forman las ramificaciones principales, que determinan la forma y carácter de la planta.

Corrientemente no crecen ramificaciones laterales hasta la primera ramificación (en las variedades de frutos gruesos) de las yemas axilares de las hojas del tallo central. Sin embargo, se les observa en las variedades de frutos pequeños, y frecuentemente se desarrollan como las ramificaciones principales. En variedades de frutos gruesos, las ramificaciones del tallo central con mayor frecuencia no tiene importancia practica.

El tallo crece a una altura de 30-120cm, según las características de la variedad y las condiciones en que se siembra la planta.

Las partes del tallo se parten con facilidad en las zonas donde surge la ramificación, por lo que los frutos deben recogerse con mucho cuidado y esmero.

Las ramas son numerosas, erectas, angulosas, naciendo sobre el tallo desde muy cerca de la superficie del suelo; por lo regular son lisas, algunas veces algo pubescentes.

1.3.2.2.3 Hojas

Las hojas, de tamaño medio o muy largas, ovaladas, acuminadas u oblongas elípticas; peciolo lisos o algo vellosos. Pedúnculos solitarios, algunas veces en dos, por lo regular lisos.

1.3.2.2.4 Flores

Las flores se forman en los lugares donde se ramifica el tallo, y de acuerdo con las características de las variedades en una ramificación se forman desde 1 hasta 4-5 y más flores.

Las flores son hermafroditas, frecuentemente se presentan con 6 sépalos, 6 pétalos y 6 estambres. El número de órganos florales oscila de 5-7. El ovario es supero, di o trilocular y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras, lo cual facilita la autopolinización. A altas temperaturas, y principalmente en las variedades de fruto pequeño, el estigma crece sobre los estambres antes que hayan sido abiertas las anteras (heterostilia), lo que facilita la fecundación por polinización cruzada.

El aire lleva el polen de las flores a distancias muy cortas, por lo que este no tiene importancia práctica en la polinización. El polen tiene la mayor disponibilidad para la fecundación durante las horas de la mañana en el momento en que se abren las flores, y la temperatura más favorable es alrededor de 20°C.

De acuerdo con algunos datos, el estigma puede recibir el polen 4-7 días antes de la apertura de la flor, pero la mayor receptibilidad existe inmediatamente después de la apertura de la flor. En condiciones naturales, el polen conserva su receptibilidad hasta 3 días después.

La corola blanca o de un blanco deslustrado, exceptuando algunas de las variedades que se encuentra manchada con púrpura.

1.3.2.2.5 Frutos

El fruto del chile se compone de pericarpio, el endocarpio y las semillas. El pericarpio comienza a crecer después de la polinización de los óvulos.

En las variedades con frutos alargados, la cavidad interior esta separada por divisiones longitudinales, las que exponen a grandes rasgos los loculos. En las variedades de frutos redondos estas divisiones son debilmente esbozadas.

Los frutos de distintas variedades tienen una forma y tamaño considerable. Es frecuente la diferencia de su color en la madurez industrial en relación con la madurez botánica.

La pulpa (pericarpio) tiene cualidades distintas: espesor (1-2 hasta 6-8mm), consistencia, sabor, color, etc., y se forma mejor cuando la mayor parte de los óvulos están fecundados. Entonces los frutos tienen la mejor forma. Cuando la polinización es insuficiente y la fecundación parcial los frutos pueden ser más o menos deformados.

1.3.2.2.6 Semillas

Las semillas de chile son mayores que las de tomate y tienen forma deprimida, reniforme, son lisas sin brillo y de color blanco amarillento. Las variedades de frutos pequeños, usualmente tienen semillas más chicas en comparación con las variedades de frutos grandes.

El peso absoluto de las semillas de las distintas variedades no es igual y oscila entre los límites de 3.8 y 8g. Esto debe tenerse en consideración en la fijación de la norma de siembra.

El poder germinativo de las semillas frescas, generalmente es de 95-98% y se mantiene durante 4 - 5 años si las condiciones de conservación son favorables.

1.3.2.3 Clima

La altura sobre el nivel del mar, la humedad, la temperatura, las lluvias, la presión, el viento y otras causas constituyen los climas, que modifican de una manera notable la vegetación propia de cada lugar.

El chile puede cultivarse en climas variados, pero el que de preferencia le conviene es un clima templado y húmedo, sin que deje de cultivarse en climas semicalidos, cálidos y fríos; pero en estos últimos hay que llevarlo a cabo durante el periodo en que no se presentan las heladas una vez que se ha trasplantado.

La planta de chile es muy sensible a las bajas temperaturas, no tolera las temperaturas inferiores a cero grados centígrados y cuando se producen mueren las plantas; en cambio, pueden tolerar temperaturas arriba de 35°C.

1.3.2.4 Fertilización

En caso de contarse con estiércol bien fermentado, podría aplicarse al suelo con una anticipación de 3 o 4 meses, para que durante la preparación del suelo se incorpore lo mejor posible antes del trasplante y los hongos no tengan el medio ideal para su desarrollo.

La composición química del chile, manifiesta desde luego la naturaleza de los abonos que le convienen.

Todas las sustancias químicas ricas en nitrógeno, fósforo y potasio deben emplearse. Es una planta muy exigente en lo que se refiere a la fertilizada del suelo, que implica desde luego la presencia de la materia orgánica complementada con abonos químicos.

Para proceder de una manera más segura por lo que se refiere a los abonos químicos, conviene que se haga un análisis químico de la tierra en donde se va a llevar a cabo el cultivo, para que en esa forma se apliquen los elementos fertilizantes que justamente necesita la planta para rendir una buena cosecha.

En caso de que no se tenga manera de practicar el análisis químico, se aconseja experimentar sobre el terreno, para lo cual se trazan lotes de 100 metros cuadrados cada uno; en el primero se aplicara sulfato de amonio a razón de 20 gramos por metro cuadrado; en el segundo, 20 gramos de superfosfato de calcio; en el tercero, 10 gramos de cloruro de potasio por metro cuadrado; en el cuarto, las mismas cantidades de sulfato de amonio y superfosfato de calcio unidos, por metro cuadrado; en el quinto, las mismas cantidades por metro cuadrado de sulfato de amonio y cloruro de potasio; en el sexto, las mismas cantidades de superfosfato de calcio y cloruro de potasio, y en el séptimo lote los tres elementos químicos unidos en las mismas proporciones por metro cuadrado. Se hará el trasplante en cada lote y se llevará un registro a cerca del desarrollo de la vegetación y del rendimiento.

1.4 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS HORTICOLAS

A continuación se relacionaran las principales plagas y enfermedades que atacan a los cultivos hortícolas:

* PRINCIPALES PLAGAS DE LAS HORTALIZAS:

PLAGAS	CULTIVOS QUE ATACA	HABITOS ALIM. Y SINT. DE PLANTAS	CONTROL CASERO	CONTROL QUIMICO
GUSANOS DE COL, LA HOJA Y DEL FRUTO, COMO	COLIFLOR BROCOLI, MELON TOMATE, ESPINACA,	SE ALIMENTAN DE HOJAS Y DEL FRUTO. PERFORAN HOJAS Y FOLLAJE.	T4 DE TABACO APLICADO AL AGUA	SEVIN 80% FOLJDOL, 50% TAMARON 600
GUSANO SOLDADO Y FALSO MEDIDOR	PEPINO, CALABACITA, ACELGA	FRUTOS.	CON SAL; 4 CU- CHARADAS EN 1 LITRO DE AGUA.	DIPTEREX 80% NUVACROM 60
BARRENADOR DEL FRUTO				

* PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LAS HORTALIZAS:

ENFERMEDAD	CULTIVOS QUE ATACA	HABITOS O DAÑOS	CONTROL CASERO	CONTROL QUIMICO
CENICILLA (Erysiphe cichorascarum)	calabacita, chicharo tomate	INVADE LOS TEJIDOS DE LAS HOJAS, CAUSAN MANCHAS EN LAS HOJAS Y SECA-MIENTO	T4 DE CEBOLLA USO DE VARIEDAD RESISTENTE DESINFECTAR SEMILLAS	APLICAR AZUFRE ZINEB PH BAYLETON
DAMPING OFF (Pythium, Fusarium, Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria solani)	TODAS	SECA LA PLANTA DESDE LA BASE HASTA EL TALLO	VARIEDADES RESISTENTES DESINFECTAR SEMILLAS	CUPRAVIT MIX.
PUDRICION BLANDA (Erwinia caratovora)	COL. RABANO CEBOLLA	NECROSIS EN PARTES DEL FRUTO	DESINFECCION DE SEMILLA	CURATAR 5% CUPRAVIT
TIZON TARDIO (Phitophthora infestans) TIZON TEMPRANO (Alternaria solani)	TOMATE	ABLANDA LAS PARTES DEL FRUTO Y NECROSIS EN LUGARES ESPECIFICOS	DESINFECCION DE SEMILLA, VARIEDADES RESISTENTES	CUPRAVIT MANCOCEB DYRENE 50% MANZATE PH

1.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERNADEROS.

De acuerdo a la practicidad y la flexibilidad con la que se desarrolla la construcción y el manejo de un huerto familiar dentro del Sistema Vertical de Siembra; nos da pauta para poder inducir este sistema en el logro de los más altos rendimientos, con una variedad de especies para autoconsumo y la posibilidad de inculcar en la población el quehacer agrícola en sus más variadas facetas que van, desde la preparación del terreno (sustrato) hasta la cosecha.

Dado que el nacimiento comercial de este sistema de producción, entre otras cosas, lo que más ha contribuido para la obtención de rendimientos óptimos, ha sido la utilización de cubiertas de plástico en la parte superior, y la posibilidad de formar un invernadero propiamente dicho, aumentando con ello el logro de los objetivos deseados.

Dentro del presente capítulo, citaremos una breve introducción de lo que es la utilización y uso del plástico en la agricultura, posteriormente enunciaremos la influencia de este material sobre los cultivos, así como también los efectos y su utilización dentro del Sistema Vertical de Siembra.

1.5.1 GENERALIDADES.

La tendencia, existente desde hace varios años en el campo de los cultivos hortícolas, hacia la producción anticipada o totalmente fuera de estación (semiforzado y forzado de cultivos), ha llevado a la puesta a punto de diversos protectores idóneos para los fines indicados. Estas instalaciones pueden ser muy diversas entre sí; bien por las características y complejidad de sus estructuras, como por la mayor o menor capacidad de control del ambiente.

Una primera clasificación, a grandes trazos, de los diversos tipos de protecciones, puede hacerse distinguiendo entre túneles, cajoneras o semilleros, e invernaderos.

Como cubiertas aplicables al conjunto del cultivo (aparte de algunos tipos simples de cobertizos) predominan los túneles; mientras que en el caso de cubiertas aplicables a cada planta en particular, las más interesantes son las campanas de plástico.

Debido a que el invernadero es el que presenta mayor interés, entre otras razones por ser el único que permite el cultivo totalmente fuera de temporada, ha experimentado un gran desarrollo acompañado de una notable diversificación de formas. Especialmente en los últimos tiempos debido a la evolución de los materiales de cubierta.

Dentro de los principales tipos de cubierta que se han utilizado, tenemos:

a) Túneles.

Aunque los materiales usados para la construcción de los túneles son substancialmente siempre los mismos: plástico para revestimiento y hierro ó madera para los soportes; sin embargo, pueden realizarse de muy distintas maneras, según los usos culturales a que se destinen. El túnel más sencillo de realizar o túnel fijo es el que separa por completo del ambiente exterior la superficie del terreno y el volúmen del aire que queda encerrado en él; estando desprovisto de todo ingenio técnico para la aireación.

Para su construcción se extiende la lamina de plástico sobre pequeños arcos de hierro que han sido previamente hincados en el terreno y luego se sujeta fuertemente en los lados y en los extremos. Se comprende fácilmente que bajo este tipo de túnel la temperatura llega a ser altísima y las condensaciones de humedad son realmente importantes; por lo tanto, se podrá utilizar solamente durante ciertos periodos del desarrollo de las plantas y por muy poco tiempo.

b) Campanas de Plástico.

Para proteger de las heladas cada planta por separado, cuando se trate de cultivos de siembra anticipada en pleno campo, es posible encontrar hoy en

día, en los mercados, un tipo muy peculiar de cubiertas: las campanas de plástico.

Estas campanas tienen habitualmente la forma de un tronco de cono y están fabricadas en "pvc" termoconformado de color gris ó azul celeste, con transparencia variable, siendo mas opacas en la parte que esta cerca del terreno. La parte superior esta perforada y los agujeros están colocados de una asimetría para que haya una renovación continua del aire y para que se pueda regular al mismo tiempo de la luz del sol. Con el fin de evitar que las plantas se quemem.

c) Cajoneras o semilleros.

Este sistema de cultivo, se usa sobre todo cuando se trata de proteger las plantas que luego serán trasplantadas al aire libre. En tiempos pasados, estas cajoneras estaban formadas por pequeños muros y por una cubierta de una o dos vertientes, de madera y cristal en forma de vitrina.

d) Invernaderos.

El invernadero, definido como una construcción de madera o de hierro u otro material, cubierta por cristales o plástico, provista por lo general de calefacción, que, a veces, está iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar hortalizas tempranas, flores y plantas verdes, en épocas en las que la temperatura y la luz del lugar en donde se esta cultivando serian insuficientes

para su crecimiento y su fructificación. A pesar de que hoy en día habría que añadir algo a esta definición, sobre todo en lo que a materiales se refiere, vemos que esta definición da cabida a una variedad enorme de formas constructivas bajo las que se puede realizarse un invernadero, variedad de materiales estructurales y a la presencia o ausencia de diversos aparatos de climatización.

En una misma explotación pueden coexistir validamente invernaderos de diversa complejidad, en relación con las exigencias de las plantas cultivadas y de su rentabilidad. Por otra parte, como es fácil comprender, juega un papel determinante en la elección del tipo de invernadero la disponibilidad económica inicial de la explotación.

Debemos puntualizar una primera distinción entre invernaderos fijos e invernaderos móviles, mientras que es bastante claro comprender que es un invernadero fijo, en cambio, para comprender lo que significa un invernadero móvil, conviene recordar que los invernaderos móviles tanto si está construido con una armadura desmontable, como si está colocado encima de una estructura que le permita moverse sobre unas vías.

Los invernaderos de armadura desmontable se usan muy corrientemente en los cultivos florales y hortícolas.

Con la aparición del plástico, ha tenido gran empuje la construcción de invernaderos fríos y calientes, usándose materiales plásticos para los

recubrimientos, sobre todo polietileno y pvc. Este nuevo tipo de construcciones ha tenido en seguida una gran aceptación entre los propietarios, debido, primero, a que estos materiales cuestan poco, y segundo, porque su construcción es tan sencilla que ellos mismos pueden proyectar y luego montar sus invernaderos.

Se han conseguido algunos resultados, con relación a la utilidad, en la mejora del invernadero de madera y plástico al realizar el recubrimiento mediante armazones compuestos, que hacen que se prescindiera de los palos de sostenimiento internos. La sección transversal de este tipo de invernaderos se parece a la de un túnel grande (túnel-invernadero) y ofrece dos ventajas: primero, el agua de lluvia no se detiene en el tejado porque es curvo y, por lo tanto, escurre rápidamente, y segundo, la falta de aristas vivas tiende a presentar apoyo a la fuerza del viento.

Dentro de los materiales de recubrimiento, la conveniencia económica y la eficacia de cualquier medio de protección dependen, en cierta medida, de las características del recubrimiento. Este, en particular, influye de modo importante en el balance energético de la instalación, ya que a través de su superficie, en general muy amplia, se produce la mayor parte de los intercambios energéticos entre el ambiente exterior y el confinado. El cristal es un material excelente de recubrimiento. Se comprende fácilmente que su propiedad más importante es su capacidad de dejarse atravesar por la luz natural; cuando mayor es la radiación solar que penetra a través de un material, mayor será su idoneidad para ser usado como recubrimiento.

Para la preparación de los materiales de recubrimiento se utilizan diferentes polímeros. Con algunos de estos se preparan laminados flexibles (los laminados filmes), con otros, por el contrario, planchas rígidas. De acuerdo con la naturaleza del polímero, pero también con el proceso de elaboración, los diferentes artículos manufacturados que se preparan presentan propiedades específicas que hacen que resulten idóneos a sus diferentes aplicaciones.

Las propiedades fisico-mecánicas específicas del polietileno son, de hecho, tantas que hay que considerarlo, en el estado actual, insustituible para la realización de materiales de recubrimiento adoptados sobre todo para unos determinados tipos de instalaciones protegidas. Una reducida permeabilidad a las radiaciones infrarrojas emitidas desde el suelo tiene, como es sabido, una importancia fundamental para el efecto de invernadero, necesario en un material de recubrimiento, y está estrechamente relacionada con la naturaleza química del mismo material.

1.5.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS CULTIVOS BAJO SISTEMA DE INVERNADERO.

Los límites productivos de los cultivos están determinados por la potencialidad genotípica y por las condiciones ambientales. La gran diferencia existente entre el rendimiento máximo y el medio de un cultivo indica que la variedad de plantas cultivadas poseen ya una potencialidad productiva muy elevada, y que muy raras veces logra expresarse de manera plena. Entre las causas que impiden la expresión completa del potencial productivo están claramente las enfermedades y los parásitos, pero una causa determinante la constituyen las condiciones pedoclimáticas no favorables.

En este sentido, podemos afirmar que la utilización de plásticos y/o invernaderos representan la tentativa de acercar el rendimiento de un cultivo al máximo consentido por la expresión del genotipo, al eliminar la aleatoriedad del clima y acercar el ambiente a las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas.

Como hoy en día es técnicamente posible mantener un estrecho control sobre el microambiente del invernadero, sin embargo, cada intervención de aclimatación se resuelve de manera inevitable con un gravamen de los costos de producción, cuyas condiciones óptimas para el crecimiento pueden no ser, y en general no son, óptimas desde el punto de vista del balance costos-ganancia. La optimización económica de un cultivo en invernadero ó la utilización de plásticos necesita de la cuantificación de la respuesta de los varios parámetros

de crecimiento de las plantas a los diferentes factores ambientales y su conversión en términos económicos en relación con los costos.

Es bien conocido que la acción de la luz sobre las plantas se explica mediante los niveles: en la fotosíntesis la energía de los fotones se transforma en energía química, mientras en los fenómenos fotomorfológicos la luz es una indicación que se utiliza para el control del desarrollo.

La respuesta de un cultivo, incluso a un factor ambiental, es el resultado de la acción de semejantes factores sobre diferentes procesos fisiológicos, presentando cada uno de ellos una sensibilidad propia. Además, la dependencia de un proceso fisiológico de un factor ambiental no es constante en el tiempo, pero cambia durante el ciclo de desarrollo de las plantas y en función de su historia precedente.

La comprensión de los fenómenos fotomorfológicos es un requisito previo indispensable para el control apropiado de la luz y con miras a obtener la mayor productividad en un ambiente protegido.

De acuerdo con lo anteriormente descrito, existen factores los cuales van a ser determinantes para la respuesta de las plantas a los principales parámetros climáticos que caracterizan el ambiente protegido en relación con el exterior. Estos factores son:

a) La temperatura.

La temperatura ejerce mucha influencia sobre el crecimiento y el metabolismo de la planta, y no hay tejido o proceso fisiológico que no este influenciado. La respuesta a la temperatura es, además, substancialmente diferente según el proceso metabólico o el tejido considerado, y un mismo proceso fisiológico, por ejemplo la fotosíntesis o la respiración ((responde)) a la temperatura según modalidades diferentes de acuerdo con el estado de desarrollo de las plantas.

Las plantas son organismos heterotermos, es decir, que no han desarrollado la capacidad típica de los animales superiores de controlar la temperatura de los propios tejidos manteniéndola entre límites constantes y óptimos. El metabolismo de sus células esta por ello expuesto a las continuas oscilaciones de la temperatura ambiental. Además, la temperatura es el parámetro ambiental más variable tanto temporal como espacialmente.

La temperatura ejerce una influencia determinante en las reacciones químicas cuya velocidad aumenta de manera exponencial al aumento de la temperatura.

La influencia de la temperatura de un organismo biológico tan complejo como una planta, no se limita a la regulación de la velocidad de las reacciones químicas, sino que también interesa a otros muchos aspectos como

la solubilidad de los metabolitos y, sobre todo en los dos extremos del intervalo térmico vital, a la estructura física así como a la función de las membranas.

Como fuente primaria de carbono y energía para la planta, el proceso fotosintético desempeña un papel determinante en el crecimiento de las plantas autotrofas. Por ello no sorprende que la curva de respuesta de la fotosíntesis a la temperatura presente una configuración similar a la de la curva de crecimiento, si bien ambas son características de la especie.

La intensidad de fotosíntesis, expresada como absorción de CO_2 , es la resultante de la secuencia de casos que constituye, en su conjunto, el proceso fotosintético, y que comprende procesos físicos de difusión, tanto fotoquímicos como enzimáticos. La respuesta de la fotosíntesis a la temperatura es, por lo tanto, la suma del efecto de la temperatura sobre cada secuencia del proceso complejo, teniendo una influencia diferente todas ellas.

La temperatura también ejerce un control determinante sobre la transpiración, tanto mediante una acción directa sobre la conductividad osmótica (os) que aumenta de modo casi exponencial con la temperatura, como actuando sobre el grado de presión de vapor entre la atmósfera y las hojas. Las diferentes respuestas de fotosíntesis, transpiración y respiración a la temperatura tienen consecuencias importantes sobre la fotosíntesis neta y sobre la acción de t/F , la cantidad de agua transpirada para la asimilación del CO_2 .

Se observa con frecuencia que el crecimiento de un cultivo aumenta al elevar la temperatura nocturna hasta un determinado nivel térmico, más allá del cual el rendimiento decrece. Además, el periodo de tiempo necesario a las plantas para alcanzar un estado de madurez e iniciar la producción (de los frutos) se reduce generalmente al aumentar la temperatura nocturna.

La temperatura, como la luz, interactúa en la constitución genética de las plantas en la regulación de la ordenada secuencia de casos que constituyen el desarrollo.

b) Luz.

La energía solar radiante es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de plantas cultivadas en el interior de un invernadero, para lo cual cualquier técnica cultural desde la frecuencia de irrigación a la densidad de implantación, se adecua a la intensidad de flujo radiante solar en el interior de la protección y sus variaciones estacionales.

1.5.3 UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS DENTRO DE EL SISTEMA VERTICAL DE SIEMBRA.

La principal causa que justifica la utilización de cobertura de plástico en la agricultura es su capacidad de aislar a los cultivos de las condiciones ambientales externas.

Es conocido que la acción de la luz sobre las plantas se explica mediante dos niveles; el primero es la fotosíntesis, esta energía que es generada por los fotones es transformada en energía química, la segunda comprende los fenómenos fotomorfogenicos, donde la luz es un indicador que se utiliza para el control del desarrollo. Ambos fenómenos son importantes para determinar la potencialidad productiva de las especies.

Tomando en consideración que la respuesta de un cultivo es el resultado de la acción de diversos factores sobre los procesos fisiológicos; los que pueden ser: respiración, fotosíntesis, transpiración, que entre otros destacan, en donde la utilización de cubiertas de plástico en el sistema vertical de siembra se ha caracterizado por el desarrollo vegetativo de los cultivos donde las tendencias de crecimiento se inclinan hacia la orientación de la luz solar. Por otra parte el incremento de la temperatura, aumentando con ello la incidencia de plagas y enfermedades lo cual requiere un mayor control químico; con el aumento de la transpiración en los cultivos como consecuencia de la vigilancia extrema en el control de la humedad; independientemente del efecto de invernadero hacia los cultivos, las cubiertas de plástico proveen protección a los cultivos. Dada la localización periférica en los cilindros y sin

soporte basal en vertical, una lluvia fuerte y abundante puede contribuir al rompimiento del tronco y/o estrangulamiento del tallo y con ello la pérdida productiva de la planta.

Con la utilización de cubiertas de plástico podemos inducir de manera sintética la respuesta de las plantas a el principal parámetro climático que caracteriza el ambiente protegido con el anterior; esto es la luz, la cual es requerida si tomamos en consideración que los cultivos materia de estudio son originarios de clima cálido.

La popularización de la utilización de plástico en el área lateral de los huertos se ha generalizado ya que con ello es posible controlar los factores climáticos de la zona, toda vez que las temperaturas nocturnas oscilan entre los 2 y 5° C. En la zona donde se estableció el experimento, siendo que, si se utiliza este sistema en zonas cálidas, este sistema no sea el adecuado.

CAPITULO 2. MATERIALES Y METODOLOGIA EMPLEADA.

Es evidente que la información que se tiene acerca de este tema no esta reunida en un solo material, así como también sus antecedentes técnicos y experimentales están relacionados a la producción masiva o producción comercial bajo el sistema horizontal de siembra y no a la producción basada en una alternativa alimenticia para compensar y ayudar en cierto modo a la economía familiar en zonas urbanas.

Es necesario que las personas que están relacionadas con el compromiso de atender las necesidades alimentarias de la población se concreten acerca de la problemática que existe en México para que al menos la mayor parte de la población reciba asesoría y los conocimientos mínimos para que, en un momento dado, esta pueda abastecerse individualmente e integrar alimentos limpios a su dieta diaria.

2.1 Planteamiento del problema.

Durante el tiempo en que se instituyo el programa del cual trata el presente trabajo, se constato que la mayoría de la población carece de los conocimientos para el manejo de los fertilizantes que se recomiendan en el sistema vertical de siembra.

Por lo anterior, el presente trabajo dará pauta para que cualquier persona interesada pueda auxiliarse técnicamente para la producción de hortalizas bajo el sistema vertical de siembra.

2.2 Material y método.

Para el desarrollo del presente trabajo se contó con el apoyo Institucional del H. Ayuntamiento de Tlalnepantla, así como también del sistema para el desarrollo integral de la familia (DIF) en este Municipio.

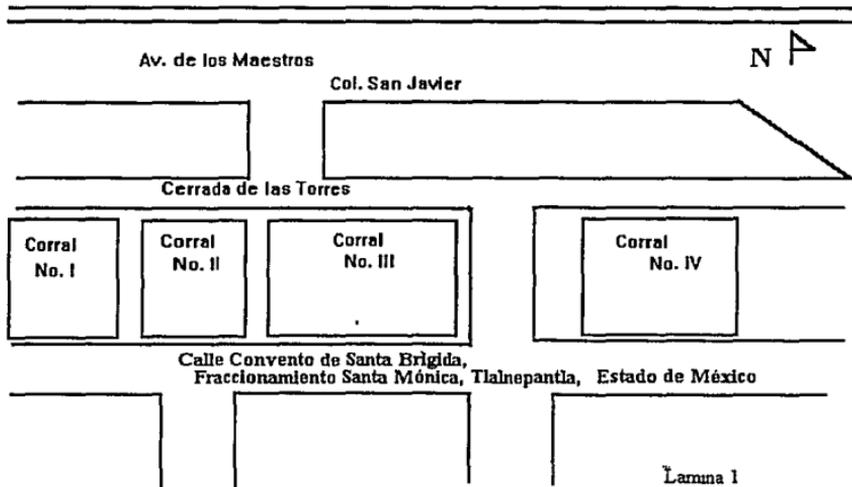
Los puntos que trataremos a continuación serán los pasos que se realizaron cronológicamente teniendo como base el huerto familiar típico con sus medidas standard y tratando de que se aprovechara al máximo el espacio destinado para el experimento.

2.2.1 Localización del experimento.

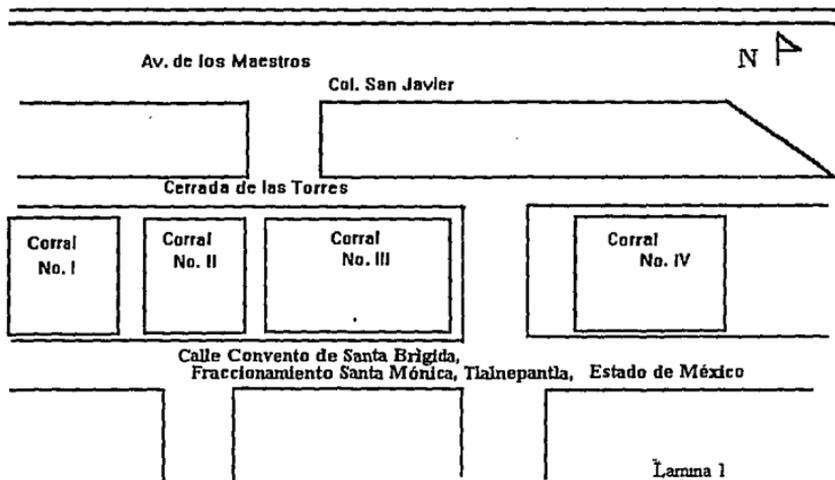
El Programa Horta-Dif se extendió a varios Municipios del Estado de México, donde se desarrollo desde sus inicios hasta alcanzar las experiencias técnicas que hoy en día se conocen.

El experimento se llevo a cabo en el Municipio de Tlalnepantla, Estado de México, instalándose el huerto denominado "Huerto Vertical 2000-T"; en un terreno baldío bajo las torres de alta tensión en el Fraccionamiento Santa Monica lindando con la Colonia San Javier; entre las calles de Convento de Sta. Brigida y Cerrada Las Torres; ilustrado en la Lamina 1. donde observamos el Croquis de Localización.

**CROQUIS DE LOCALIZACION
HUERTO 2000-T**



**CROQUIS DE LOCALIZACION
HUERTO 2000-T**



2.2.2 Determinación del lugar

Dentro de este terreno, se habían establecido "corrales" donde se habían construido huertos para impulso del Programa "Huerto 2000-T".

Se eligió el corral No.IV debido a que en relación a los demás corrales es el que se había construido más recientemente, por lo que, si en el corral No.I ya se había utilizado para la producción desde hace 1.5 años, en el corral experimental apenas se utilizaba para el segundo ciclo de cultivo.

Para la determinación del lugar del experimento, se tomo en cuenta lo siguiente:

- * disponibilidad de agua
- * superficie del suelo lo más pareja posible
- * buena aireación
- * adecuada iluminación
- * vigilancia
- * espacios para manejo de carga y descarga
- * almacén de insumos y herramienta

2.2.3 Trazo del huerto experimental.

Con una cuerda trazamos el lugar donde se va a colocar la cerca; posteriormente se procede a determinar el sitio donde se va a colocar cada cilindro. La cuerda la tendemos en el suelo para determinar las líneas en las cuales se marcará el lugar donde se posará cada cilindro, a una distancia entre

cilindros de 2m a lo largo y 1.6 m a lo ancho, dejando un espacio o calle de 1m. dejamos 2.0m entre la cerca y los cilindros con el fin de dar lugar a el manejo y transito de trabajadores.

Para la colocación del cilindro central se saca la mitad de cada par de cilindros laterales, esto es, dividiendo la distancia entre pares laterales y pares frontales; cruzando líneas en formación "tresbolillo".

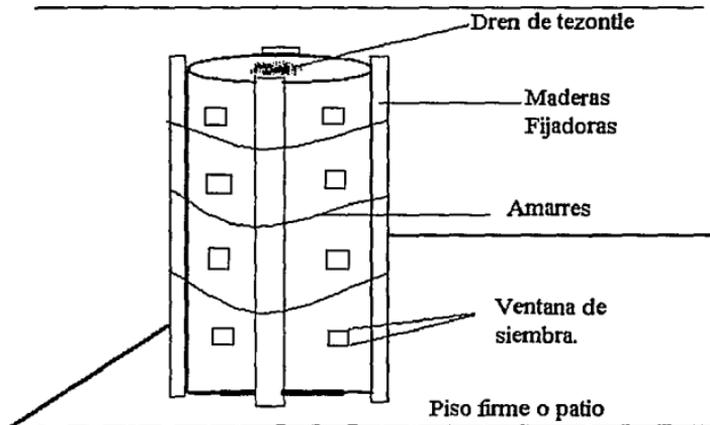
2.2.4 Establecimiento del Huerto Experimental.

En los puntos marcados se coloca el cilindro doblado para ser llenado de tierra. Posteriormente se colocan las cintas de madera. en los cilindros de los extremos, se coloca por cada cilindro una tira alta de 1.85m en la parte exterior y tres de 1.7m en las partes interiores del cilindro.

Los cilindros laterales llevan 2 tiras de 1.7m y 2 de 2.05m; las cuales proporcionaran el declive de la cubierta de plástico.

Una vez llenado y colocado con sus cintas se amarra con alambre recocido (tres amarres por cilindro); se le forma el orificio que sirve como sistema de riego dentro de cada cilindro. Este debe hacerse introduciendo un tubo o madera redonda en el centro del cilindro por la parte de arriba hasta .30m antes de la parte basal del cilindro.

**ESTRUCTURA DE UN CILINDRO DENTRO
DENTRO DEL PROGRAMA HORTA-DIF
EN SISTEMA VERTICAL DE SIEMBRA**



Una vez formado el orificio se saca el tubo y se llena el orificio con tezontle o grava mediana para que sirva de dren y el agua fluya hasta la parte de abajo humedeciendo la tierra y a su vez riego a las plantas.

Para formar el techo o cubierta, se unen todas las maderas entre si, en forma de red; una tira larga uniendo los cilindros del centro, esta tira larga se une con tiras mas cortas a cada cilindro.

Las maderas se pegan con clavo de 2.5" y posteriormente se coloca el plástico o cubierta. Este se paga con tachuelas del No.8 o en caso dado clavar cintilla de madera con clavitos a una distancia aproximada de 20-25cm sobre las maderas del contorno.

2.2.5 Materiales.

Para el experimento utilizamos del corral No. IV 2 naves completas, esto es, 68 cilindros , 32 cilindros para el cultivo del chile y 32 para el cultivo del tomate, por lo que el material que se considera es solo de los cilindros que se utilizaron, así como naves completas:

a) Semilla de dos especies:

- chile (*Capsicum annum*),
- tomate (*lycopersicum esculentum*),

b) Fertilizante. a razón de 1:2 = Urea y Superfosfato simple. Chile y tomate se le realizaron de 2 a 3 aplicaciones mensuales.

- por cilindro tenemos 16 ventanas; por hilera tenemos 8 cilindros, por lo tanto, 128 ventanas ó plantas por hilera. se trataron 8 hileras con las siguientes dosis de fertilizante, por lo que tenemos:

- * hilera I de tomate con 5gr = 640 gr de fert.
- * hilera II de tomate con 10gr = 1,280 gr de fert.
- * hilera III de tomate con 15gr = 1,920 gr de fert.
- * hilera IV de tomate con 20gr = 2,560 gr de fert.
- * hilera I de chile con 5gr = 640 gr de fert.
- * hilera II de chile con 10gr = 1,280 gr de fert.
- * hilera III de chile con 15gr = 1,920 gr de fert.
- * hilera IV de chile con 20gr = 2,560 gr de fert.

Total = 6400gr en cada aplicación. Se realizáron 2 aplicaciones mensuales, esto es, en cinco meses tenemos = 64,000 gr. de mezcla de fertilizante.

Totalizando son: 64,000 gr. de mezcla de fertilizante:

- 42,666 gr de Urea
- 21,333 gr de Superfosfato simple.

c) 64 cilindros de plástico negro, calibre 800, diámetro .55m. altura de 1.85m.

d) 64 m3 de tierra negra preparada:

- * tierra de monte 75%

* materia orgánica 15%

* gravilla 10%

e) Tiras de madera que corresponderán a 12.8 huertos verticales individuales de 5 cilindros. esto es:

* 210 tiras de madera de 1.70m

* 121 tiras de madera de 2.00m

* 84 tiras de madera de 2.20m

f) 3 kg. de alambre recocido.

g) 4m³ de tezontle o grava delgada.

h) 85 m² de plástico para cubierta intemperizado para invernadero.

i) insumos como:

* 2 litros de Nuvacróm

* 2 litros de Fertilizante foliar

* 2 kg de Cupravit Mix

* 1.5 litros de Adherente foliar

* 1 litro de Tamarón 60.

j) herramienta:

- palas

- martillo

- cerrote
- 5 kg. de clavos de 2.5"
- cinta métrica
- cuerda para alinear
- cubeta o bote de 20 l.
- aspersor de mochila
- pinzas y marro
- 2 kg. de tachuelas
- tubo para formación de drenes.

2.2.6 Unidades Experimentales.

Para llevar a cabo el experimento, utilizamos por cada cultivo hileras de 8 cilindros, esto es 4 hileras completas, requiriendo en total 8 hileras y dos naves solo los cilindros exteriores distribuidos de tal forma que no queden juntas especies en las hileras para un mejor control integral de plagas y enfermedades; manejo de aplicación de fertilizantes y pesticidas.

Su distribución es de la siguiente manera:

J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH
J	C	CH	J	C	CH	E	A	CH	J	FE	J	CH

DONDE : (C: COL)*, (E: ESPINACA)*, (FE: FRIJOL EJOTERO)*, (A: ACELGA)*, J: TOMATE Y CH: CHILE.

*: Cultivos que se intercalaron en las naves pero que no forman parte del experimento.

2.2.7 Cuidados al huerto.

Una vez establecido el huerto, se lleva a cabo la siembra. Esta se realizó el 25 de marzo siguiendo la siguiente metodología:

A cada cilindro se le hicieron 4 ventanas de 4x4 a una distancia de 30cm. Tomando en cuenta que a cada cilindro se le colocaron 4 tiras de madera, tenemos 4 caras por cilindro, por lo tanto, tenemos 16 ventanas por cilindro.

Se colocaron 2 semillas por ventana de las 2 especies utilizadas. Para realizar la siembra se aflojo la tierra de cada ventana a una profundidad de 8-10cm, tratando con está de garantizar la germinación.

Dado que se depositaron 2 semillas por ventana en la mayoría de los casos se realizó el desahije para dejar solo una planta por ventana y en las ventanas donde no hubo germinación se realizo el trasplante de plantulas.

El sistema que se empleo para la irrigación fue "por goteo"; utilizando botes de 4 litros con un orificio pequeño en la parte central de abajo; por lo que permite el ahorro de agua.

El riego se realizó dos veces por semana, dos botes, por lo que se aplican 8 litros.

Para el control de plagas y enfermedades se asperjaron a partir del mes, después de la germinación y posteriormente aplicaciones preventivas cada 20 días a 1 mes de acuerdo a la incidencia de plagas y patógenos.

Las fertilizaciones se realizáron cada 25-30 días en las dosis establecidas; esto es:

CULTIVO	HILERA	DOSIS/gr	CULTIVO	HILERA	DOSIS/gr.
TOMATE:	1	5	CHILE	1	5
	2	10		2	10
	3	15		3	15
	4	20		4	20

Cuando concluyo el ciclo del cultivo en madurez comercial, se realizó la cosecha; donde tomate y chile se realizaron 3 cortes.

CAPITULO 3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO.

3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo se eligió el Diseño de Bloques Completamente al Azar en donde se asignan aleatoriamente un grupo de unidades experimentales denominado bloque ó repetición; teniendo como objetivo mantener la varibilidad entre las unidades experimentales dentro de un bloque tan pequeño como sea posible y maximizar la diferencia entre bloques.

La precisión para comparar los efectos promedio de tratamientos asignados a subparcelas y cuando existen interacciones para comparar los efectos del tratamiento se realizó el análisis factorial de dos factores de el tratamiento de una parcela principal dada y su repetición.

Como ya se había mencionado, se utilizaron 32 cilindros por cultivo, donde 8 cilindros se asignaron para cada dosis de fertilizante; por lo que, para analizar los resultados se tomo 4 cilindros como unidad experimental individual y una repetición que son los otros cuatro cilindros por dosis y cultivo.

3.2 Toma de datos.

La cosecha se fue realizando una vez que los cultivos se encontraban en el ciclo de madurez comercial.

Se realizaron tres cortes a cada uno de los cultivos. En cada corte se peso en una bascula el total de la cosecha por planta (fruto), por lo tanto, en cada "orificio o ventana" formado se encontraba una planta; en donde se obtuvieron los siguientes resultados cuantificandose los datos en gramos, los cuales se registraron de la siguiente manera:

TOMATE 5gr.				TOMATE 10gr.					
CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO		CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO			
I	A	987	1155	940	I	A	1225	1077	880
	B	912	1186	880	B	994	961	842	
	C	975	1180	831	C	856	782	672	
	D	450	885	637	D	673	580	456	
II	A	832	925	775	II	A	1221	1140	945
	B	712	842	652	B	861	788	660	
	C	600	740	440	C	855	745	572	
	D	0	0	0	D	603	465	390	
III	A	985	956	577	III	A	1562	1357	1200
	B	692	701	477	B	1140	1015	775	
	C	585	550	457	C	600	890	746	
	D	365	240	232	D	500	572	345	
IV	A	1185	1172	740	IV	A	1483	1357	1200
	B	0	0	0	B	1225	1015	775	
	C	1026	1060	782	C	1193	890	746	
	D	370	320	227	D	665	572	345	

REPETICION 5 GR.:

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO		
I	A	1165	1035	703
	B	895	970	750
	C	862	838	632
	D	643	765	571
II	A	923	850	804
	B	750	765	550
	C	590	635	412
	D	282	315	0
III	A	0	820	611
	B	539	605	0
	C	488	487	276
	D	445	487	0
IV	A	1016	915	740
	B	806	817	581
	C	329	325	212
	D	218	255	142

REPETICION 10 GR.:

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO		
I	A	1267	1087	912
	B	1201	827	775
	C	807	607	487
	D	805	647	347
II	A	1497	1252	1162
	B	975	850	787
	C	1005	817	677
	D	655	425	387
III	A	1325	1316	915
	B	1228	1102	862
	C	928	780	615
	D	1002	880	792
IV	A	1312	1332	1030
	B	962	865	700
	C	1245	1195	992
	D	200	325	250

TOMATE 15gr.

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	1956	1711 1407
	B	1602	1545 1180
	C	1625	1517 1263
	D	1131	1105 945
II	A	2460	2400 1727
	B	1862	1761 1415
	C	1785	1377 1280
	D	950	690 651
III	A	2635	2375 1963
	B	2080	1852 1550
	C	1901	1152 835
	D	1232	925 687
IV	A	2541	2537 1943
	B	2512	2381 2151
	C	1907	1950 1437
	D	1011	855 597

TOMATE 20gr.

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	2723	2700 1802
	B	2252	2232 1525
	C	1275	1280 1185
	D	1358	1300 675
II	A	1880	1887 1600
	B	1657	1765 1575
	C	890	725 590
	D	1047	992 800
III	A	2045	2015 1880
	B	1585	1525 1375
	C	1362	1300 1125
	D	725	612 150
IV	A	2017	2090 1875
	B	2010	1850 1550
	C	1055	975 900
	D	1022	865 537

REPETICION 15 GR.:

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	2347	2267 1954
	B	1817	1342 1175
	C	1815	1700 1250
	D	1024	787 575
II	A	2046	1725 1490
	B	1680	1565 1275
	C	1063	1025 995
	D	1256	875 627
III	A	2733	2587 2250
	B	2157	2025 1825
	C	1377	1047 850
	D	1196	725 450
IV	A	1652	1395 1062
	B	1498	1307 1090
	C	1252	1130 1017
	D	763	675 362

REPETICION 20 GR.

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	2140	2062 1777
	B	1920	1727 1648
	C	1192	900 720
	D	800	525 275
II	A	1755	1770 1270
	B	1690	1662 1515
	C	1205	1186 890
	D	300	200 150
III	A	1953	1822 1725
	B	1705	1527 1300
	C	1075	1175 1050
	D	632	625 375
IV	A	1753	2075 1825
	B	1061	1050 950
	C	545	600 395
	D	420	275 150

CHILE 5gr.

	CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	150	180	155
	B	135	122	120
	C	118	118	110
	D	100	79	70
II	A	142	168	150
	B	140	137	127
	C	132	138	440
	D	98	60	100
III	A	200	180	140
	B	164	135	122
	C	101	110	113
	D	67	80	46
IV	A	147	150	155
	B	140	150	145
	C	103	146	145
	D	123	320	62

CHILE 10gr.

	CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	152	146	137
	B	146	130	125
	C	145	126	111
	D	102	90	75
II	A	152	147	132
	B	147	136	128
	C	92	96	82
	D	32	40	27
III	A	139	134	112
	B	136	129	115
	C	115	79	72
	D	95	86	61
IV	A	151	144	135
	B	142	140	130
	C	125	106	95
	D	82	62	52

REPETICION 5 GR.:

	CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	146	160	135
	B	86	107	100
	C	84	81	75
	D	67	77	67
II	A	153	146	133
	B	147	145	138
	C	111	117	103
	D	93	58	53
III	A	143	142	132
	B	126	120	118
	C	115	115	96
	D	33	35	26
IV	A	130	118	112
	B	115	112	110
	C	95	67	60
	D	60	55	40

REPETICION 10 GR.:

	CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO	
I	A	151	146	140
	B	150	146	141
	C	138	91	85
	D	104	96	87
II	A	164	158	157
	B	145	144	144
	C	140	140	139
	D	111	81	72
III	A	152	153	146
	B	147	113	107
	C	136	131	131
	D	123	116	112
IV	A	162	163	153
	B	146	145	142
	C	126	135	83
	D	180	150	0

CHILE		15gr.		
CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO		
I	A	212	217	205
	B	211	210	190
	C	184	191	180
	D	148	80	67
II	A	328	310	296
	B	294	290	277
	C	278	195	197
	D	203	125	131
III	A	309	303	291
	B	298	312	290
	C	280	273	242
	D	181	130	123
IV	A	323	317	303
	B	292	297	290
	C	285	280	267
	D	177	115	100

REPETICION 15gr.

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO		
I	A	373	360	342
	B	311	296	275
	C	283	207	195
	D	266	226	212
II	A	348	332	327
	B	296	288	260
	C	272	263	250
	D	175	170	145
III	A	265	263	250
	B	261	245	233
	C	251	175	155
	D	175	1150	112
IV	A	320	311	307
	B	285	284	268
	C	0	0	0
	D	145	110	145

CHILE		20gr.		
CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO		
I	A	1450	500	385
	B	330	300	326
	C	263	177	272
	D	298	177	165
II	A	2500	432	415
	B	440	380	340
	C	345	266	225
	D	231	250	120
III	A	800	900	500
	B	1300	446	475
	C	200	0	0
	D	725	612	150
IV	A	828	687	582
	B	555	540	400
	C	368	300	257
	D	382	412	453

REPETICION 20gr.

CIL.	ESTRATO	RENDIMIENTO		
I	A	600	496	490
	B	298	288	306
	C	1192	900	300
	D	800	525	275
II	A	1500	990	300
	B	481	402	385
	C	330	332	325
	D	336	325	100
III	A	2200	1822	1725
	B	1705	1527	990
	C	1075	1175	1050
	D	632	625	375
IV	A	2300	1000	520
	B	549	508	457
	C	666	470	403
	D	145	150	145

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para el presente análisis estadístico del Trabajo de Tesis, seleccionamos un diseño completamente al azar con análisis factorial y con dos repeticiones, donde analizaremos comparaciones de medias en base a rendimiento en base al criterio de "dms" (Diferencia mínima significativa) y su significancia de acuerdo a la diferencia significativa más honesta de Tukey.

Los análisis de varianza se realizaron por cultivo y se determinaron tomando como base los datos que son: rendimiento, estrato y dosis de fertilización.

Se desarrollara todo el procedimiento estadístico para cada uno de los cultivos hasta encontrar las medias y las premisas que nos brinden datos de análisis, discusión de los resultados y conclusiones necesarias para el cumplimiento de los objetivos del trabajo.

3.3.1 Procedimiento.

Para ambos cultivos se asignaron las siguientes variables:

1.- Tratamientos: Conjunto de datos sometidos a análisis.

2.- Repeticiones: Unidad experimental con una repetición, estos es, de cada cultivo/dosis tenemos 4 tratamientos con el mismo número de cilindros para su repetición.

3.- Estratos: de cada cilindro tenemos cuatro estratos a analizar, por lo tanto, en la unidad experimental tenemos 16 datos, así como también en la repetición de cada uno de los tratamientos.

4.- Fertilización: dosis de 5, 10, 15, 20 gr. de fertilizante.

5.- Rendimiento: las tres cosechas (descritas en la tabla de toma de datos) que realizaron se sumaron los rendimientos de cada corte, por lo tanto tenemos un solo dato por rendimiento/estrato y estos fueron analizados de la siguiente manera:

- Se sumaron los rendimientos de las tres cosechas por estrato, esto es, los estratos "a" de cada cilindro fueron sumados, los "b", etc.

- Dado que el análisis de mejor dosis de fertilización se determinó en base a el rendimiento de cada estrato, se sumaron los rendimientos de los estratos a, b ,c, d, de todos los cilindros (tanto de la unidad experimental como de su repetición) donde asignamos:

F1 para fertilización de 5 gr.

F2 para fertilización de 10 gr.

F3 para fertilización de 15 gr.

F4 para fertilización de 20 gr.

Por lo tanto, tenemos los siguientes resultados:

Donde F1 = fert. 5gr, F2 = fert. 10gr, F3 = fert. 15gr, F4 = fert. 20gr y

EA = Estrato "A", EB = Estrato "B", EC = Estrato "C" y ED = Estrato "D":

TOMATE: TRATAM.	TOMATE: REPET.	CHILE:TRATAM.	CHILE:REPET.
F1EA=11229	F1EA=9582	F1EA=1917	F1EA=1650
F1EB=7054	F1EB=8028	F1EB=1363	F1EB=1424
F1EC=9226	F1EC=6086	F1EC=1774	F1EC=1119
F1ED=3726	F1ED=4123	F1ED=1205	F1ED=664
F2EA=14547	F2EA=14407	F2EA=1681	F2EA=1845
F2EB=11073	F2EB=11134	F2EB=1604	F2EB=1670
F2EC=8973	F2EC=10155	F2EC=1244	F2EC=1475
F2ED=5976	F2ED=6715	F2ED=804	F2ED=1232
F3EA=25655	F3EA=23508	F3EA=3414	F3EA=3798
F3EB=21891	F3EB=18756	F3EB=3251	F3EB=3302
F3EC=18029	F3EC=14521	F3EC=2852	F3EC=2051
F3ED=10779	F3ED=9315	F3ED=1580	F3ED=3031
F4EA=24514	F4EA=21927	F4EA=9979	F4EA=13943
F4EB=20901	F4EB=17755	F4EB=5862	F4EB=7896
F4EC=12662	F4EC=10933	F4EC=2673	F4EC=8218
F4ED=10083	F4ED=4727	F4ED=3975	F4ED=4433

3.3.2 Análisis de Varianza

Los análisis se realizaron por cultivo y se determinaron en base a los datos a analizar que son: rendimiento, estrato y dosis de fertilización.

3.3.2.1 Tomate

1.- Casos del 1 a 32

2.- Análisis de varianza factorial para los factores:

- variable 2 con valores de 1 a 2: repeticiones
- variable 3 con valores de 1 a 4: estrato
- variable 4 con valores de 1 a 4: fertilización
- variable 5 rendimiento; donde tenemos:

Gran promedio = 1063.411 Gran suma = 34029.159 cuenta total = 32

TABLA DE PROMEDIOS:

2*	3*	4*	5	TOTAL
1*	1*	1*	1514.260	12114.082
1*	2*	1*	1218.250	9745.999
1*	3*	1*	943.593	7548.747
1*	4*	1*	577.541	4620.332
<hr/>				
1*	1*	1*	618.896	4951.165
1*	1*	2*	864.375	6914.999
1*	1*	3*	1483.896	11871.165
1*	1*	4*	1286.479	10291.831
<hr/>				
1*	1*	1*	486.125	1734.250
1*	1*	2*	1206.416	2412.833
1*	1*	3*	2048.458	4096.916
1*	1*	4*	1935.041	3870.083
1*	2*	1*	643.416	1286.833
1*	2*	2*	925.291	1850.583
1*	2*	3*	1693.625	3387.250
1*	2*	4*	1610.666	3221.333
1*	3*	1*	637.999	1275.999
1*	3*	2*	797.000	1594.000
1*	3*	3*	1356.249	2712.499
1*	3*	4*	983.124	1966.249
1*	4*	1*	327.041	654.083
1*	4*	2*	528.791	1057.583
1*	4*	3*	837.250	1674.500
1*	4*	4*	617.083	1234.166

VALOR K	1	2	4
FACTOR	2	3	4
DE	1	1	1
A	2	4	4

1. DCA. DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR FACTORIAL DE 2 FACTORES

TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

CÓDIGO	FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	PROB
2	A(EST)	3	3821324.18	1273774.726	62.69	
.000						
4	B(FERT)	3	3710206.81	1236735.604	60.87	
.000						
6	AB(ExF)	9	675933.000	75103.66666	3.70	
.011						
-7	ERROR	16	325101.480	20318.84200		

Coefficiente De Variación = 13.40%

S - Para Grupo de Promedios 2 = 50.39698 Número De Observaciones = 8

S - Para Grupo de Promedios 4 = 50.39698 Número De Observaciones = 8

S - Para Grupo de Promedios 6 = 100.794 Número De Observaciones = 2

3.3.2.2 Chile

1.- Casos del 1 a 32

2.- Análisis de varianza factorial para los factores:

- variable 2 con valores de 1 a 2: repeticiones
- variable 3 con valores de 1 a 4: estrato
- variable 4 con valores de 1 a 4: fertilización
- variable 5 rendimiento, donde tenemos:

GRAN PROMEDIO = 268.044

GRAN SUMA = 8577.405 CUENTA TOTAL = 32

TABLA DE PROMEDIOS:

2*	3*	4*	5	TOTAL
1*	1*	1*	398.198	3185.582
1*	2*	1*	274.708	2197.663
1*	3*	1*	222.979	1783.830
1*	4*	1*	176.291	1410.330
1*	1*	1*	115.791	926.331
1*	1*	2*	120.364	962.913
1*	1*	3*	242.489	1939.913
1*	1*	4*	593.531	4748.248
1*	1*	1*	148.625	297.250
1*	1*	2*	146.916	293.833
1*	1*	3*	300.500	601.000
1*	1*	4*	996.749	1993.499
1*	2*	1*	116.124	232.249
1*	2*	2*	136.416	272.832
1*	2*	3*	273.041	546.082
1*	2*	4*	573.250	1146.500
1*	3*	1*	120.541	241.083
1*	3*	2*	113.291	226.582
1*	3*	3*	204.291	408.582
1*	3*	4*	453.791	907.583
1*	4*	1*	77.874	155.749
1*	4*	2*	84.833	169.666
1*	4*	3*	192.124	384.249
1*	4*	4*	350.333	700.666

VALOR K	1	2	4
FACTOR	2	3	4
DE	1	1	1
A	2	4	4

I. DCA. DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR. FACTORIAL DE 2 FACTORES

TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

CÓDIGO	FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	PROB
2	A(EST)	3	219470.77	73156.924	6.16	.005
4	B(FERT)	3	1212680.25	404226.751	34.01	.000
6	AB(ExF)	9	290082.79	32231.422	2.71	.039
-7	ERROR	16	325101.480	20318.84200		

Coefficiente de variación = 40.67%

S - para grupo de promedios 2 = 38.54473

número de observaciones = 8

S - para grupo de promedios 4 = 38.54473

número de observaciones = 8

S - para grupo de promedios 6 = 77.08946

número de observaciones = 2

3.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados fueron analizados :

1) De acuerdo al análisis de varianza reconociendo la alta significancia y significancia de las pruebas para estrato y el fertilizante, así como la interacción de ambos, en base a los datos de las tablas ti.

2) La comparación de medias por rendimiento en relación al estrato así como a la fertilización, de acuerdo a las pruebas de Tukey al .01 y .05.

3) Tomando como base los resultados a nivel de campo y estos a su vez transcritos a resultados estadísticos, se llevará a cabo un análisis, así como también, la discusión de los resultados obtenidos.

3.4.1 Tomate:

De acuerdo a la tabla ti, el Análisis de Varianza muestra que: para estrato y fertilización existe una diferencia altamente significativa. Para la interacción estrato/fertilización tenemos una diferencia significativa y el valor del coeficiente de variación es de 13.40%.

El criterio para examinar directamente las diferencias entre medias es dms (diferencia mínima significativa).

Para la prueba de la diferencia significativa más honesta de Tukey donde necesitamos de un solo valor para juzgar la significancia de las diferencias, en el estrato "A" tenemos la mayor significancia dado que el método es aplicable a pares de medias, por lo que, tanto para alfa .05 como para .01 el estrato "A" como altamente rendidor; estrato "B" puede existir algún criterio de evaluación, así como en estrato "C" y "D" dado que el coeficiente de confianza se aplica a toda la familia de intervalos.

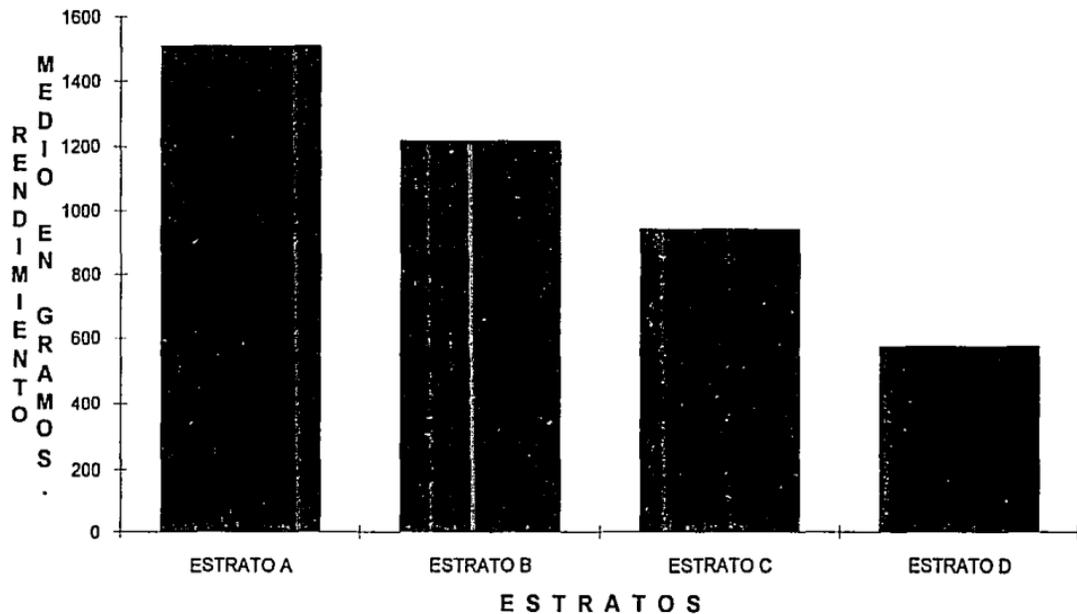
Como observamos en la Gráfica No. 1 donde se ilustra como en los estratos "A" y "B" son los de mayores rendimientos.

De acuerdo a la variable: dosis de fertilizante analizada, para la prueba de Tukey al .05 la amplitud es determinante; siendo las dosis de 10 y 15 gr. las más rendidoras, pero para alfa .01 manifiesta que puede haber significancia en todos los niveles de fertilidad, por lo que, el coeficiente de confianza se aplica a la familia de intervalos, por lo cual, existe interacción y posible manejo de criterios técnicos para analizar costos, manejo, etc.

Lo anterior lo muestra la Gráfica No. 2, donde se obtuvieron rendimientos medios mayores al aplicar dosis de 15 gr. de fertilizante.

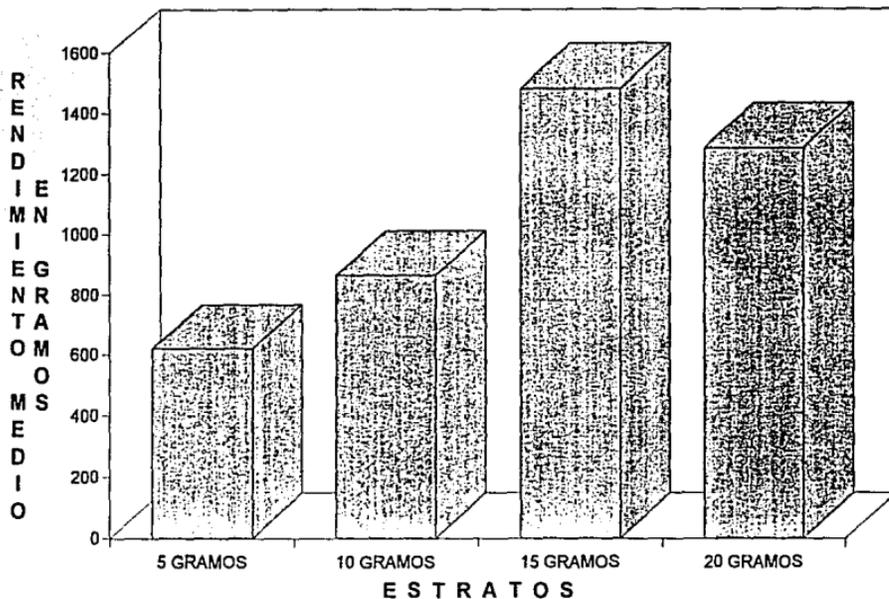
En la interacción de estrato/fertilizante/rendimiento, para la prueba de Tukey con alfa .05 igualmente señala estrato "A" con dosis de 15 y 20 gr como los más significativos y en alfa .01 solo para el estrato "A" con 15 gr. de fertilizante.

ANALISIS DE MEDIAS RENDIMIENTO / ESTRATOS EN EL CULTIVO DEL TOMATE



GRAFICA No. 1

RELACIÓN DE RENDIMIENTO / FERTILIZACIÓN EN CULTIVO DE TOMATE



GRAFICA No. 2

De acuerdo a los datos obtenidos a nivel de campo y estos mismos transcritos a un análisis estadístico podemos resumir que:

a) Es el estrato "A" donde se obtuvieron los mayores rendimientos, obteniendo un total en el estrato "A" de 145,369 gr. , siendo así que en un margen estrecho tenemos el estrato "B" con un rendimiento de 116,592 gr.

b) Podemos señalar que con la aplicación de 15 gr. de fertilizante se obtienen los mejores rendimientos, lo cual puede estar determinado por las siguientes causas:

* En las partes altas de los cilindros, es donde tenemos la mayor influencia de iluminación, siendo aprovechado por las plantas que están localizadas en el estrato "A" y "B" ; teniendo como resultado una mayor actividad fotosintética, a consecuencia de las plantas de los estratos de las partes bajas, teniendo un desarrollo vegetativo más limitado; así como la maduración tardía de los frutos.

* La humedad en las partes altas de los cilindros permite que sea aprovechado el riego, no así en las partes bajas donde por lo general se mantiene a capacidad de campo en forma casi permanente, teniendo como consecuencia problemas en el desarrollo radicular y posible foco de desarrollo de enfermedades.

* A consecuencia del efecto del sistema vertical o la posición que guardan los cilindros, se observó que es un problema grave la compactación de el sustrato en las partes bajas de los cilindros, lo que trae como consecuencia: la mala aereación, limitación en la asimilación de los nutrientes, poco desarrollo radicular.

* La pérdida progresiva de la estructura y textura del suelo a consecuencia de la presión ejercida por la humedad, el peso de las plantas y del sustrato y el escaso movimiento del suelo (dado que se encuentra embolsado).

* La posición de la planta ejerce acción negativa sobre las plantas de las partes bajas; esto es, su follaje de las plantas de las partes altas impide una buena iluminación hacia las plantas de las partes bajas.

3.4.2 Chile.

En la tabla fi el análisis de varianza muestra que para los estratos y fertilizante existe una diferencia altamente significativa y para la interacción existe una diferencia significativa, siendo el valor del coeficiente de variación de 40.72%.

Para la prueba de comparación de medias para estratos según Tukey, tanto para rangos de .01 como al .05 se observa que existe una gran interacción

en los niveles de los estratos; ésto posiblemente debido a la poca diferencia que existe en cuanto a los rendimientos medios obtenidos.

La **Gráfica No. 3** nos muestra que el estrato "A" es donde se obtuvieron los mayores rendimientos medios.

En la prueba de comparación de medias de Tukey, al .05 se observa que el mejor tratamiento es el de la dosis de 20gr y para .01 es igualmente significativa la dosis 20gr como lo muestra la **Gráfica No. 4**.

En la interacción de medias entre estrato/fertilización/rendimiento, tenemos que: el estrato "A" con dosis 20gr su promedio fué el de mejor rendimiento según la Prueba de Comparación de Medias de Tukey al .01 y .05.

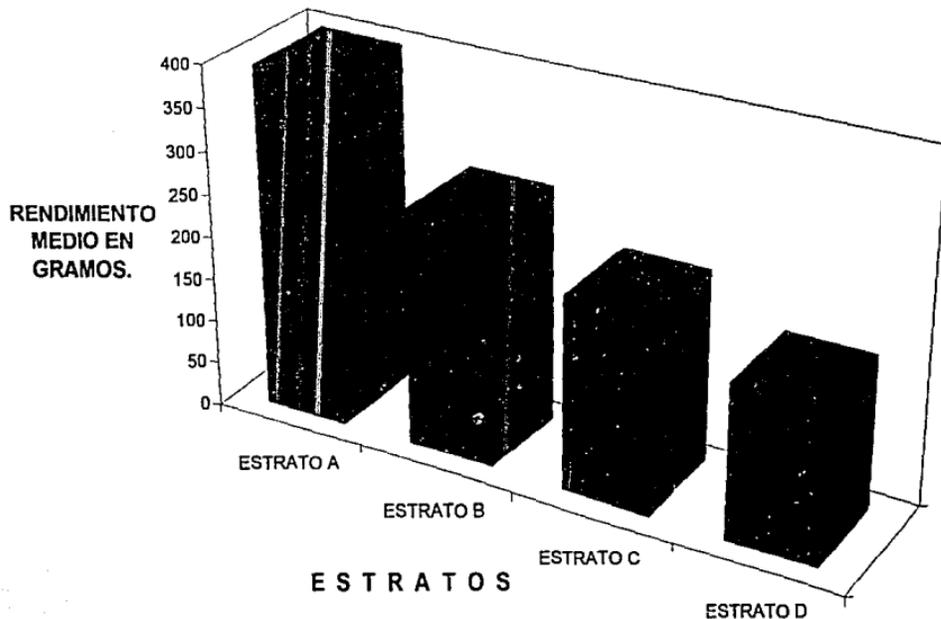
Lo apreciado en las Gráficas 3 y 4 son elocuentes; describiendo lo siguiente:

- * El estrato "A" es el de mayor rendimiento en peso de cosecha por planta; teniendo rendimientos en este estrato de: 38,264 gr.

- * La aplicación de 20 gr. de fertilizante por planta es la más recomendable obteniendo rendimientos mayores en el estrato "A".

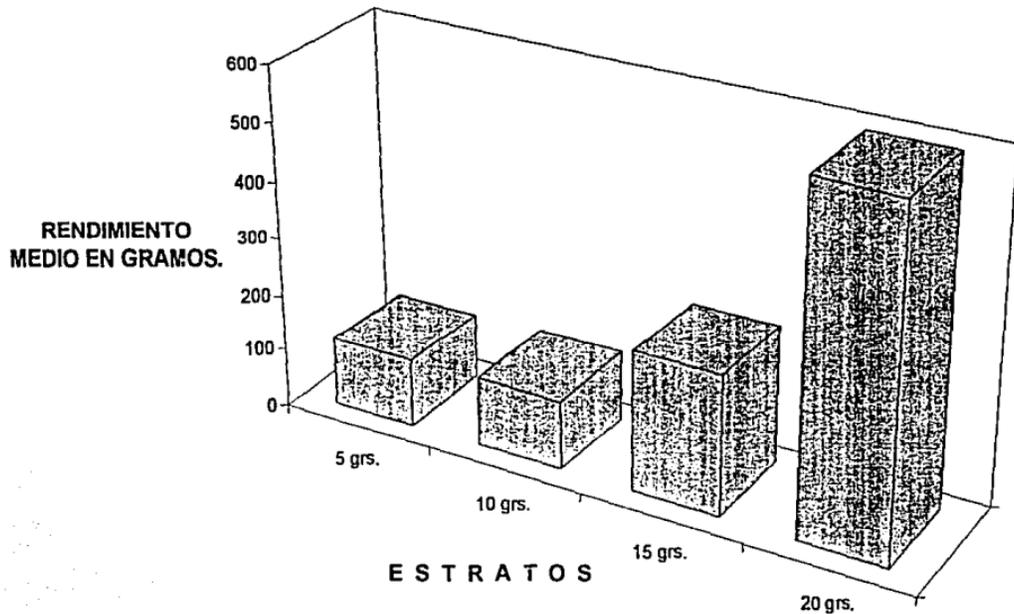
Por lo que, analizando los resultados anteriores resaltamos que:

ANALISIS DE MEDIAS RENDIMIENTO / ESTRATOS EN EL CULTIVO DEL CHILE



GRAFICA No. 3

ANALISIS DE MEDIAS RENDIMIENTO / FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DEL CHILE



GRAFICA No. 4

* El aprovechamiento de la luz de las plantas de las partes altas, no así en las plantas de las partes bajas.

* La humedad en las partes bajas es constante y no permite un desarrollo radicular óptimo

3.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

3.5.1. CONCLUSIONES.

El poder encontrar una dosis de fertilización óptima, así como su relación en base a rendimiento y posición de las plantas, nos determina a lo largo del proceso experimental, algunos aspectos técnicos que son de suma importancia analizar y tomar en consideración.

Los diferentes parámetros que fueron tomados en consideración para el cumplimiento de los objetivos del presente Trabajo de Tesis, los cuales son: localización del estrato ó planta, dosis de fertilización y rendimiento promedio; que fueron interactuados en base a: la aplicación de diferentes dosis de fertilizante; la cosecha y posteriormente el peso de ésta por planta y captación de datos planta/estrato/dosis; de lo cual tenemos las siguientes conclusiones:

Las dosis que resultaron con mayor rendimiento pueden ser utilizadas, ya sea a nivel comercial, así como a nivel huerto familiar, sin descuidar la elección y manejo del suelo.

La determinación de la dosis de fertilización óptima para los cultivos seleccionados permite realizar la planeación en relación a la cantidad de fertilizante que se requiere aplicar bajo este Sistema de Producción Vertical de siembra, y desde luego, los costos del fertilizante para estar en capacidad de estimar el rendimiento promedio de la explotación.

El manejo de los estratos o niveles de localización de plantas permite obtener una respuesta clara del efecto de la influencia de la luminosidad en los cultivos y de esta manera proponer alternativas para que este efecto no sea una limitante para la producción si se decide explotarlo a mayor escala.

Una de las limitantes de este sistema de producción, es que no es posible darle un manejo adecuado al sustrato; una vez que ha concluido el ciclo de la planta, el cual, desde el punto de vista técnico, requiere cierta preparación la cual es muy difícil dársela porque para ello se tendría que desbaratar el sistema, lo que ocasiona que los rendimientos decrezcan a medida que avanzan los ciclos de los cultivos.

Al hacer un balance de los insumos y mano de obra que se requieren para la implementación de un huerto familiar, se estima que es relativamente bajo el costo para los beneficios económicos y sociales que se pueden obtener entre los que destacan: integración familiar, autosuficiencia alimentaria, consumo de productos hortícolas limpios y frescos, etc.

Si se pensara en producir a nivel comercial bajo este sistema de producción no sería recomendable, dado que el manejo, el mantenimiento y la inversión inicial que se requiere es relativamente alta, sobre todo si consideramos que este proyecto está dirigido a familias de las zonas suburbanas las que se caracterizan por su bajo nivel económico.

El desarrollo de este tipo de sistemas de producción da pauta para impulsar y promover el quehacer agrícola en sus más variadas manifestaciones, desde la utilización del recurso agua que en muchos casos es limitada, hasta la cosecha y consumo de especies hortícolas de consumo popular.

Por lo anterior podemos concluir que este sistema de producción es propio su desarrollo en zonas urbanas, sub-urbanas y marginadas. Su utilización puede constituirse en una alternativa para estas zonas si se perfeccionan algunos aspectos como la capacitación, la asistencia técnica, que entre otros destacan y así contribuir al perfeccionamiento de este sistema, ya que las bondades que ofrece para balancear la dieta de un importante número de familias lo hace aún más atractivo.

3.5.2 RECOMENDACIONES.

De conformidad con los resultados obtenidos, se plantean las siguientes recomendaciones:

Es indispensable que la selección del lugar donde se pretende establecer un huerto, sea un lugar lo más iluminado posible, con disponibilidad de agua limpia, piso firme y seguro.

Cuidar que no haya presencia de animales cerca del huerto.

Es importante que se realicen todas las labores culturales a los cultivos, como son: poda, deshierbe, etc. pues de ello dependerá el éxito, el cual puede evaluarse con el incremento de la producción por unidad de superficie.

La preparación del sustrato con el cual se llenarán las bolsas de plástico, debe realizarse: a) con la aplicación de estiércol seco; b) algún material anticompactante como agrolita, vermiculita u otro, para evitar la excesiva compactación del suelo, c) la aplicación de algún fungicida mezclándolo con el suelo; este puede ser la mezcla de sulfato de cobre y cal agrícola en relación 1:1, que al contacto con el agua nos proporciona lo que llamamos "caldo bordeles".

Cuidar al máximo el plástico de los cilindros, dado que de ello dependerá la durabilidad del huerto.

Evitar los riegos excesivos, para con ello disminuir la compactación del sustrato y por consiguiente un desarrollo radicular óptimo, así como también la pérdida de estructura del suelo.

Tener la precaución de que al momento de regar los cilindros, no se llegue a "taponar" el dren que se formó con tezontle, dado que el taponamiento de éste es signo de pérdida del cilindro, evitando que se humedezca uniformemente el cilindro.

En zonas donde las temperaturas son muy bajas, tratar en la medida de lo posible cubrir el huerto en sus partes laterales, evitando con ello la posible "quema" de hojas y hasta plantas completas.

Este sistema es adecuado para cultivar especies de follaje. Cabe destacar que el cultivo de bulbos no es posible desarrollarlo bajo este sistema porque el cilindro se deterioraría y la vida útil del huerto disminuiría significativamente.

En la medida de lo posible, utilizar tierra negra de monte como sustrato, aplicando cal agrícola para eliminar acidez del suelo.

La aplicación de insecticida y fungicida debe estar a cargo de una persona adulta.

En determinado momento, se podría tener como alternativa la formación de las ventanas en los cilindros no en hilera o verticalmente, sino alternadas para que con ello recibir mayor iluminación y con ello poder aumentar su producción.

BIBLIOGRAFÍA

- **NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LOS SUELOS**
HARRY O. BUCKMAN Y NYLE C. BRADY
ED. MONTANER Y SIMON, S.A.
BARCELONA, ESPAÑA

- **FUNDAMENTOS DE HORTICULTURA CUBANA**
GUENKO GUENKOV
ED. DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA,
INSTITUTO DEL LIBRO, LA HABANA, CUBA

- **MANUAL DE PLAGUICIDAS AUTORIZADOS PARA CULTIVOS**
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS
HIDRÁULICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

- **SUELOS Y FERTILIZACIÓN**
MANUALES PARA EDUCACIÓN AGROPECUARIA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
EDITORIAL TRILLAS

- **EFFECTOS DE PLAGUICIDAS EN LA FISIOLOGÍA DE FRUTAS Y HORTALIZAS**
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
EDITORIAL LIMUSA

- **EL CULTIVO MODERNO DEL TOMATE**
FAUSTO GORNINI
EDITORIAL DE VECCHI, S.A.
BARCELONA, ESPAÑA

- **BIO-ESTADÍSTICA. PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS**
STELL AND TURNER

- **PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA**
ACOSTA NUÑEZ SEBASTIÁN
FOLLETO 9051
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO

- **ENFERMEDADES DEL CHILE EN MÉXICO**
CHILE. BOTÁNICA (ENFERMEDADES)
SOCIEDAD MEXICANA DE FITOPATOLOGÍA A.C.

- **EL TOMATE, INDICACIONES GENERALES PARA SU CULTIVO**
RICHARSON, R.
FOLLETO No. 8721
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO

- **MANUALES PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA**
HORTICULTURA
AREA: PRODUCCIÓN VEGETAL
SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
EDITORIAL TRILLAS

- **CULTIVO EN INVERNADERO**
A. ALPI, F. TOGONI
EDICIONES MUNDI-PRENSA
CASTELLO, 29 M28001, MADRID
1991, 3ª EDICIÓN.