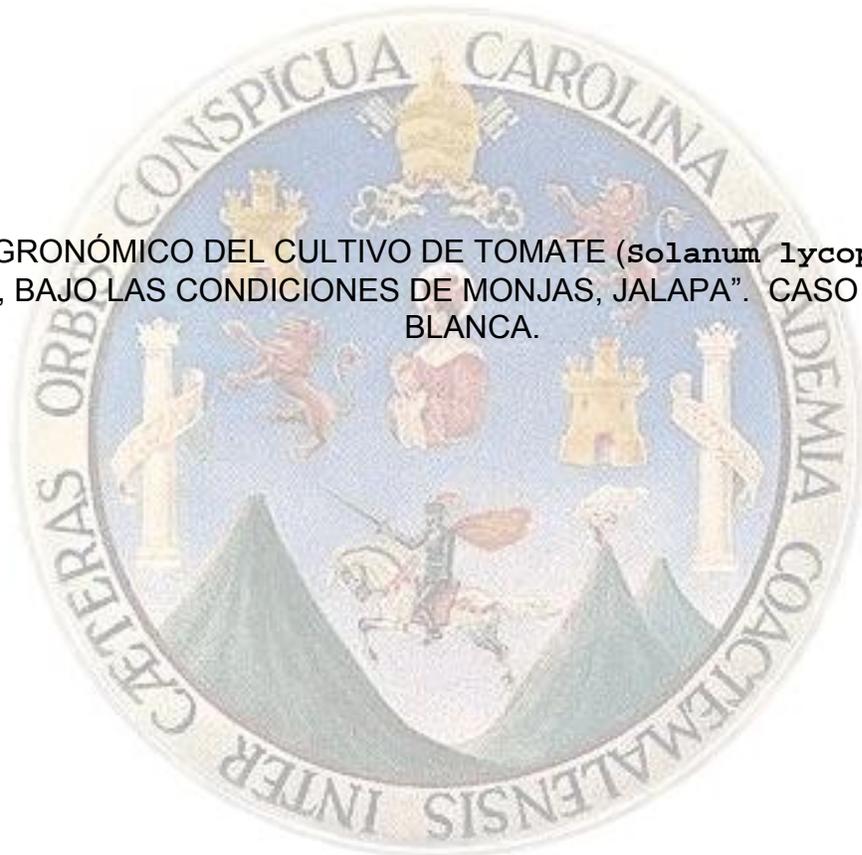


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

“MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicon* L.) EN CASA MALLA, BAJO LAS CONDICIONES DE MONJAS, JALAPA”. CASO EMPRESA MOSCA BLANCA.



CARLOS AMILCAR DUQUE RAMOS

MONJAS, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

“MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicon* L.) EN  
CASA DE MALLA, BAJO LAS CONDICIONES DE MONJAS, JALAPA”. CASO EMPRESA  
MOSCA BLANCA.

TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR  
CARLOS AMILCAR DUQUE RAMOS

En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, Noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR: Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO:	MSc. Francisco Javier Vázquez Vázquez.
VOCAL 1	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes.
VOCAL 2	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria.
VOCAL 3	MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila.
VOCAL 4	Br. Rigoberto Morales Ventura
VOCAL 5	Br. Miguel Armando Salazar Donis
SECRETARIO:	MSc. Edwin Enrique Cano Morales.

Guatemala, Noviembre de 2008

Guatemala, Noviembre de 2008

Señores:  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de san Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: "MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicon* L.). EN CASA DE MALLA, BAJO LAS CONDICIONES DE MONJAS, JALAPA". CASO EMPRESA MOSCA BLANCA, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

---

Calos Amilcar Duque Ramos

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS:**

Por que él es el ser supremo que me dio la vida y las fuerzas, el entendimiento y sabiduría para llegar a la etapa final de mis estudios.

### **MIS PADRES:**

#### **MACABEO DUQUE Y JULIA RAMOS**

Por que de ellos recibí los primeros consejos, el aliento y la motivación para seguir adelante.

### **MIS HERMANOS:**

JOSÉ LUÍS, JUAN, JULIA ESTELA, CECILIO ANTONIO Y MACO

Por que ellos me brindaron el apoyo moral, espiritual y económico.

### **MI ESPOSA:**

SILVIA PATRICIA MOLINA

Por su gran apoyo, comprensión y dedicación, para ella con mucho cariño y amor.

### **MIS HIJOS:**

ROCIO, CARLITA Y CARLOS JOSÉ

Por que ellos me brindaron todo su apoyo incondicional, su comprensión en todo momento y cariño inagotable.

### **MIS MAESTROS:**

LEONEL ORELLANA, ALVARO SAGASTUME Y MARCOTULIO URRUTIA

Por que ellos me enseñaron el valor de la sabiduría.

### **MIS AMIGOS:**

HECTOR MEDINA, RAÚL RODRÍGUEZ H., ALVARO HUGO LÓPEZ Y HUGO CERNA.

Con mucho aprecio.

### **MIS ESTABLECIMIENTOS DE ESTUDIO:**

- Escuela Nacional Urbana mixta de San Manuel Chaparrón
- Instituto Básico Moderno Jalapaneco
- Escuela Nacional Central de Agricultura

### **A LAS EMPRESAS QUE ACTUALMENTE ADMINISTRO:**

- AGRÍCOLA MOSCA BLANCA
- HYDROTECSA

### **Y AL ALMA MATER**

- Universidad de San Carlos de Guatemala

## AGRADECIMIENTOS

A todas las empresas, personas y amigos en general que de una u otra manera han contribuido directa o indirectamente a la realización de este trabajo de graduación, a los profesores y a las autoridades en general de la Facultad de Agronomía. A los directivos del Instituto de Investigaciones Agronómicas, en especial al MSc. Amilcar Sanchez Pérez, así como a mis asesores: Ing. Iván Dimitri Santos e Ing. Baudilio Contreras S., por todo el apoyo que me brindaron para la realización del trabajo de graduación.

También agradezco profundamente a las empresas distribuidoras de casas malla e invernaderos que nos brindaron el apoyo incondicional. De igual manera a los amigos y agricultores: Randolpho Rodríguez, Raúl Paredes, Mario Ramírez y Carlos Lemus.

Y de manera especial a todos los agricultores de Monjas, Jalapa que nos brindaron todos sus conocimientos, con mucho respeto para ellos.

## INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MARCO TEÓRICO.....	2
2.1	Marco conceptual.....	2
2.1.1	Descripción botánica del tomate.....	2
2.1.2	Agroecología del cultivo.....	4
2.1.3	Técnicas del cultivo.....	5
2.1.4	Labores culturales durante el crecimiento del cultivo.....	9
2.1.5	Híbridos de tomate para casa malla.....	13
2.1.6	Características de casa malla.....	15
2.1.7	Ventajas de la casa malla.....	19
2.1.8	Desventajas de la casa malla.....	20
2.1.9	Condiciones y características que debe cumplir el lugar en donde se construirá la casa malla.....	20
2.2	MARCO REFERENCIAL.....	24
2.2.1	Descripción del área.....	24
3.	OBJETIVOS.....	26
4.	METODOLOGÍA.....	26
4.1	Preparación del suelo.....	26
4.1.1	Movimiento de tierra.....	26
4.1.2	Elaboración de las camas.....	26
4.1.3	Instalación del sistema de riego por goteo.....	27
4.1.4	Colocación del acolchado.....	27
4.1.5	Siembra.....	28
4.2	Manejo agronómico del cultivo de tomate.....	28
4.2.1	Preparación del tutorado y selección de los ejes.....	28
4.2.2	Programa de control de plagas y enfermedades.....	29
4.2.3	Programa de nutrición.....	33
4.2.4	Medidas de cuarentena.....	34
4.2.5	Cosecha y embasado.....	34
4.2.6	Comercialización.....	35
4.2.7	Costo de producción parcial.....	35
5	CONCLUSIONES.....	36
6	RECOMENDACIONES.....	36
7	BIBLIOGRAFÍA.....	37
8	APÉNDICES .....	39

Cuadro 15 “A”	Principales fertilizantes químicos utilizados en El cultivado de tomate en casa malla.....	39
---------------	---	----

Cuadro 16 “B”	Resultados de laboratorio de suelos.....	39
---------------	--	----

Figura 17 “C”	Mapa de localización del municipio de Monjas, Jalapa.....	40
---------------	--	----

Figura 18 “D”	Mapa de series de suelos.....	41
---------------	-------------------------------	----

“MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicon* L.). EN CASA DE MALLA, BAJO LAS CONDICIONES DE MONJAS, JALAPA”. CASO EMPRESA MOSCA BLANCA”.

RESUMEN

Se construyó una casa malla de 7,000 m<sup>2</sup> en un terreno con una pendiente de entre 0 y 5%, con las dimensiones, altura y características de acuerdo a las normas internacionales de construcción, Popoyan, 2007 (6). Se preparó el suelo en el interior, que consistió en un picado de la tierra con azadón a una profundidad de 25 cm, luego el suelo se mulló, al mismo tiempo se realizó un encalado general, en base al análisis de suelo, a razón de 1,000 kg/ha de cal agrícola. Un mes después, se elaboró 33 camas de 138 m de largo a una distancia de 1.40 m entre cada una, a 0.20 m de altura. Seguidamente se instaló el sistema de riego por goteo. Sobre las camas, siguiendo recomendaciones del análisis de suelo, se esparcieron 150 kg/ha de 18-46-00 y 250 kg/ha 00-00-60; y al mismo tiempo se colocó el acolchado plástico sobre las camas.

Se aplicó un riego profundo siete días antes de la siembra de un total 14,286 plantas por hectárea de tomate híbrido comercial Sheila, a un distanciamiento de 1.40 x 0.45 m. Se prepararon las pitas para los tutorados de las plantas colocándose dos para cada mata, amarradas desde las barras de tensión de la casa malla para cada uno de los brotes seleccionados del cultivo; estos brotes fueron deshijados cada ocho días con el fin de mantener dos ejes por planta.

Durante todo el proceso del cultivo se realizó un control preventivo de plagas y enfermedades tanto del suelo como del follaje, cada uno con sus respectivos programas, de igual manera se elaboró un programa de fertiriego de acuerdo al análisis de suelos.

Como medidas de cuarentena, se colocó un recipiente en la entrada con yodo al 5% para desinfección de los zapatos del personal y de los visitantes; en el recinto de la entrada se colocó un atomizador con amonio cuaternario al 2% para desinfección de manos.

Con este manejo agronómico se produjo un total de 116,717 kg/ha de tomate, de los cuales 93,374 kg fueron de primera calidad (80%) y 23,343 kg fueron de segunda (20%). El tomate de primera se exportó, mientras que el tomate de segunda se comercializó en el mercado nacional, en la Central de Mayoreo (CENMA).

## 1. Introducción

Producir tomate (*Solanum lycopersicon L.*) en Guatemala, se ha convertido en una actividad costosa, como consecuencia de la presencia de enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus, así como la presencia de plagas que afectan considerablemente la producción, sumado a todo esto, tanto plagas y enfermedades han adquirido resistencia a los agroquímicos que se utilizan para su control, de tal manera que los costos de producción son cada vez más elevados, ocasionando pérdidas económicas a quienes lo cultivan.

Actualmente, se está cultivando tomates en ambientes protegidos, en estructuras denominadas “Casa Malla”, diseñada para ser utilizada en climas secos. Esta estructura está construida con tubos galvanizados atornillados en sus vértices y tensionados por cables de acero para que resistan cargas ocasionadas por vientos y tutorados del cultivo; en el exterior recubierta completamente por una malla de polipropileno color blanca llamada “Malla Antivirus” que no permite la entrada de insectos que puedan dañar al cultivo. Este nuevo sistema para cultivar tomate, nos proporciona grandes ventajas de manejo, pues, las labores que el cultivo requiere desde el control de malezas, control de enfermedades y de alguna plaga ocasional, labores de tutorados y podas de formación de la planta y el manejo del programa de fertirriego se vuelven actividades mas cómodas y sencillas de realizar; adicional a esto, la cosecha se alarga por un período mayor que el de un sistema tradicional, esta labor es mas rápida, ya que la fruta se selecciona directamente en la planta depositándose en el embase para su respectiva comercialización; además, la producción es mayor y de mejor calidad obteniéndose los mejores precios del mercado, tanto nacional como del extranjero.

Este trabajo se realizó del 4 de Octubre de 2006 hasta el 15 de Abril de 2007, con una duración de cinco meses y medio, en una casa malla de 0.7 hectáreas, bajo las condiciones de Monjas Jalapa, caso empresa “Mosca Blanca”.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Marco conceptual

#### 2.1.1 Descripción botánica del cultivo de tomate, (*Solanum lycopersicon* L.). (Cronquist 1988)

Clase: Magnoliopsida  
Subclase: Asteridae  
Orden: Solanales  
Familia: Solanaceae  
Genero: *Solanum*  
Especie: *Solanum lycopersicon* L. (Knapp, et al; 2005)

Planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta. Existen de crecimiento limitado (determinado) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminado) (4).

El sistema radicular consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores del transplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presenta una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (3).

El tallo de tomate es herbáceo, aunque, tiende a lignificarse en las plantas viejas. Visto en sección transversal parece más o menos circular. Con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor soporte del tallo. Sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares finalmente, el cilindro vascular se compone de afuera hacia de adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas de xilema de forman un tejido continuo. La médula que ocupa gran parte

del tallo tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo inferior (7).

Las hojas compuestas imparipinadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen en forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés y constan de un nervio central. Las flores se desarrollan en racimos y se abren simultáneamente (5).

En una misma ramilla hay siempre botones, flores y frutos. La antesis ocurre por lo común en las mañanas, 24 horas después de iniciar la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La auto polinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a los insectos ocurre en un 5% (5).

El fruto es una baya bi o plurilocular de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada), con reborde longitudinales o lisos; hay también elipsoides y periformes. En los tamaños silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóbulos en los frutos de tomate silvestre es de dos. En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente la presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay 3 o 4 estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina resistente. En ella hay pigmentos amarillos y rojos, según la variedad. El resto del

fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellenan las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpidos por cordones aislados de haces vasculares. Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color mas claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón (3).

Las semillas, planas y ovaladas, miden de 2 a 5 mm de largo y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollados cerca de la superficie (3).

### **2.1.2 Agroecología del cultivo**

#### **A. Temperatura**

El Tomate es un cultivo de clima calido y templado, que no soporta heladas. La temperatura del suelo debe estar en el rango de los 12° a 16° C, mientras que la temperatura ambiente para su desarrollo debe estar entre los 21° y 24° C, siendo 22° C la temperatura óptima. Temperaturas más altas o más bajas pueden detener su crecimiento, provocar poco amarre del fruto, o aborto de flores. El rango óptimo de temperatura para la maduración del fruto es de 18° a 24° C- Por otro lado, para lograr una óptima pigmentación rojiza el rango adecuado de temperatura es de 22° a 28° C (5).

#### **B. Humedad**

En cuanto a la humedad relativa del ambiente se recomienda un rango de 65 a 85%. Para el cultivo en invernadero, la humedad debe mantenerse en el rango de 50 a 60% (5).

### C. Luminosidad

El tomate es un cultivo que no requiere cambios en la cantidad de horas luz recibidas para cumplir con los procesos de crecimiento y desarrollo; sin embargo, requiere de una buena iluminación, la cual será modificada según la densidad de siembra, el sistema de poda o el tutorado (5).

### D. Requerimientos edáficos

El tomate es una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH 5.0-6.8. En lo referente a la salinidad, es medianamente tolerante, con valores máximos de 6400 ppm (10mmho).

El tomate se desarrolla sobre suelos de diversa Textura, desde livianos (arenosos), hasta pesados, (arcillosos); siendo los mejores los francos, franco-arenosos, franco-Arcillosos y limo-arenosos, con un buen drenaje y profundos, Deben tener un contenido de materia orgánica superior al 3.5% (5).

## 2.1.3 Técnicas del cultivo

### A. Preparación del suelo

Se recomienda el uso de subsolado al menos una vez cada 3 a 5 años, que debe efectuarse en la época seca. En el establecimiento normal del cultivo es necesario realizar varios pasos de arado y rastra, a fin de enterrar los restos del cultivo anterior. Esta práctica reduce la transmisión de enfermedades entre los cultivos. A continuación es necesarios nivelar el terreno para proceder al levantamiento de las camas o camellones y de los canales de drenaje. Se recomienda hacer camas de 1.2 a 1.8 m de ancho (dependiendo de la maquinaria disponible y el tipo de crecimiento de la planta), con una altura de 20 a 30 cm (5).

## B. Uso de coberturas plásticas en las camas

En Florida, México, Guatemala, Costa Rica y Panamá, una práctica muy difundida es el uso de coberturas o "Mulch", particularmente en los sistemas de producción bajo invernadero que generalmente es de polietileno en varios colores, espesores, cuya elección depende de la época de siembra, de la variedad a sembrar y de las condiciones físico-químicas de suelo.

El uso de esta cobertura trae los siguientes beneficios: mejora el control de malezas, ayuda a conservar la humedad del suelo, se conserva mejor el fertilizante y hay una mejora en la calidad del fruto, todo lo anterior se traduce en un incremento en el rendimiento (5).

## C. Transplante

El trasplante debe realizarse cuando las plantitas tengan de cuatro a cinco folios (aproximadamente 15 a 20 cm de altura). El trasplante puede realizarse hasta entre los 25 a 30 días después de la siembra (5).

Las plántulas que se trasplantan, son colocadas en el campo en el medio de crecimiento adherido a las raíces. Hay pérdidas menores de esta manera que con el trasplante a raíz desnuda. Lo que resulta en cultivos mas uniformes. Además, en el caso de que se utilice una cubierta plástica, hay menor tendencia ala marchites, ocasionada por las quemaduras debido a que el plástico se calienta en días de sol. Por otro lado, si se emplea maquinaria para esta labor, la misma requiere de la presencia del pilón para funcionar apropiadamente. Cuando se efectúe el trasplante, especialmente en suelos fríos, el establecimiento de las plántulas pude mejorarse con el uso de pequeñas cantidades de solución fertilizante iniciador.

Cualquier fertilizante alto en Fósforo soluble, empleando entre 3 y 4 libras por 50 galones de agua para el trasplante, a menudo estimula el desarrollo temprano de las raíces. En recientes investigaciones se ha encontrado que soluciones de fosfato monopotásico amoniacado han

dado buenos resultados (5).

#### D. Uso de coberturas al cultivo para protección antiviral

Se recomienda el uso de “cubierta de polipropileno no tejido”, material que impide el paso de insectos vectores y proporciona suficiente luz para que crezca el cultivo. Se remueva al empezar la floración (5).

#### E. Uso del sistema de riego por goteo

Reduce la cantidad de agua a emplear, se puede fertilizar mientras se riega y realizar el control de enfermedades y plagas, porque permite realizar satisfactoriamente el proceso de quimigación. Estos conceptos de fertirrigación y quimigación son importantes por el uso de pequeñas cantidades de fertilizante, fungicidas e insecticidas, aplicados en forma constante y en concentraciones expresadas en partes por millón (ppm), a través de agua de riego; son aplicaciones más eficientes y evitan problemas de fototoxicidad por excesos de sales en el suelo además permite colocar los productos directamente en la zona radicularmente activa de la planta en la rizósfera. Esta tecnología tiene un efecto significativo en el aumento de la cantidad y calidad de la cosecha, así como también en la sanidad general del cultivo (10).

El establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros: Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares. Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación). Evapotranspiración del cultivo), eficacia de riego, uniformidad de caudal de los goteros. Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que, es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad) (5).

## F. Fertirrigación y fertilización

Para cultivos con riego por goteo, distribuir todo el  $P_2O_5$  y los micro nutrientes al voleo, y un 20 a 25% de N y  $K_2O$  en el área de las camas. Inyectar el remanente de fertilizante a través del sistema de riego.

Los cultivos de tomate con cobertura, el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va a ser en función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que esta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.) (5).

En cuanto a la nutrición del cultivo, es importante considerar la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el periodo de recolección. El calcio es otro macro elemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical o "blossom-end rot". Entre los micro elementos de mayor importancia en nutrición del tomate se encuentra el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno. Al momento de fertilizar, existen un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar recetas muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, se recomienda no sobrepasar la dosis de fertilizante total superior a 2 g/l, siendo común aportar 1 g/l para aguas de conductividad próxima a 1 mS/cm (5).

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de fertilización: en función de las extracciones del cultivo, sobre las que existen una amplia variada

bibliografía y en base a una solución nutritiva ideal a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Los fertilizantes de uso mas extendido son los simples en forma de sólidos solubles (nitrato de calcio, citrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato mono amónico sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo ya que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque, existen en el mercado fertilizante complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simple, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo de cultivo. El aporte de micro elementos, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo su absorción por la planta. También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micro nutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos e uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo bajo condiciones ambientales desfavorable, así, como otros productos (ácidos húmicos, fúlvicos, correctores salinos etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta (5).

Si la fertilización se realiza de la forma convencional, es necesario resaltar que la fertilización del cultivo debe hacerse sobre la base de los resultados del análisis de suelo; y en términos generales los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate en kg/ha son:

Nitrógeno: 170, Fósforo: 225, Potasio: 275, Calcio: 150, Magnesio: 25 y Azufre: 22 (5).

#### **2.1.4 Labores culturales durante el crecimiento del cultivo**

##### **A. Estacado y tutorado**

En sistemas de producción abiertos, consiste en poner un sostén a la planta, a fin de

mantenerla erguida y evitar que las hojas y en especial los frutos toquen el suelo. Esto mejora la aireación general de la planta, favorece el aprovechamiento de la luminosidad y facilita el manejo del cultivo en las labores restante. Lo anterior permitirá obtener frutos de mejor calidad, y un mejor control de enfermedades (5).

Para esta práctica se pueden emplear estacas de madera (provenientes de la región y debidamente desinfectadas), de aproximadamente 5 cm de diámetro y 2 m de largo. Cada estaca se coloca en la cama, en la mitad entre cada plata, o también cada 3m clavándolas a una profundidad de 40 ó 50 cm. Esta práctica debe hacerse 2 ó 3 semanas después del trasplante (5).

Para sistemas de producción en ambientes protegidos, consiste en la sujeción de las plantas con hilo de polipropileno (pita de rafia) sujeto a un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anilla) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hijo tutor mediante anilla, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones: Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra; consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips; de esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción. Dejar que la planta crezca cayendo por su propia gravedad, y dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del tutorado (5).

## B. Poda de formación

Es una labor cultural muy importante ya que permite lograr un equilibrio entre el follaje formado, el cuaje y desarrollo de los frutos. Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado (en sistemas de producción abiertos). Así mismo, se determinara el número de tallos a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 ó 2 tallos, aunque en tomates de tipo cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (5).

## C. Eliminación de los brotes axilares y deshojados

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en época de temperatura cálida y cada 10-15 días en época fría) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas (5).

Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre. Además, es recomendable eliminar tanto las hojas más viejas, con el objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos como las hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del cultivo, eliminado así la fuente de inóculo (5).

## D. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Se realizan con el fin de homogenizar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad (5).

## E. Cosecha

La cosecha debe estar acorde con las exigencias del mercado, y considerando si las variedades o híbridos sembrados son para consumo fresco o para industrialización.

En todo caso, los comercializadores, escogen tomates de piel lisa, clara y brillante, de buen color, pulpa firme en cualquier etapa de maduración. Se busca un buen peso en relación a tamaño. La fruta debe estar madura (no sobre madura) y bien formada. Cicatrices alrededor del hoyo pedúnculo resultan en desperdicios pero no afectan el sabor, mientras que un tomate aguado señala un sabor deficiente. Siendo la firmeza y la textura consideraciones importantes en la determinación de la calidad del tomate. En el cuadro 1, se presentan índices objetivos de medidas de estos parámetros (13),

**Cuadro 1 Índices para determinar firmeza y textura del fruto de tomate.**

CLASIFICACIÓN DE FIRMEZA	DESCRIPCIÓN BASADA EN RESISTENCIA A LA DEFORMIDAD	FIRMEZA (mm DE COMPRESIÓN)	DESCRIPCIÓN BASADA EN CARACTERÍSTICAS DE CORTE
Muy firme	La fruta cede levemente a presión considerable	0.5 – 1.0	No se pierde jugo o semillas cuando se corta
Firme	La fruta cede levemente a presión moderada	1.0 – 1.5	Se puede perder unas pocas gotas de jugo o semillas cuando se corta
Moderadamente firme	-----	1.5 – 2.0	-----
Moderadamente suave	-----	2.0 – 2.5	-----
Suave	La fruta cede fácilmente a presión suave	2.5 – 3.0	Se pierde algo de jugo y semillas al cortar
Muy suave	La fruta cede muy fácilmente a presión suave	>3.0	Bastante jugo y semillas se pierden al cortar

Fuente: VADEAGRO, 2008

En nuestro medio la manera más común de clasificar la fruta en el campo es de acuerdo al tamaño, de donde se denominan la clase de tomate: de primera, de segunda, de tercera y de desecho. El cuadro 2, muestra la clasificación de acuerdo al peso y tamaño de la fruta.

**Cuadro 2 Tabla de clasificación por peso y tamaño de frutos de tomate.**

DENOMINACION	PESO (gr)	DIÁMETRO (cm)
Grande	$\geq 101$	$\geq 5.01$
Mediano	81-100	4.51-5.0
Pequeño	$\leq 80$	$\leq 4.5$

Fuente: Empresa comercializadora de frutas y verduras de Guatemala (la fragua s.a.)

### 2.1.5 Híbridos de tomate para casa malla

#### A. Principales criterios de elección del material vegetal

En el mercado regional, la mayoría de variedades e híbridos presentan tolerancia o resistencia a varias de las siguientes enfermedades: Marchites por Fusarium Virus del mosaico del tabaco y/o del mosaico de tomate, Nemátodos de las raíces, Alternaria (cáncer del tallo), Stemphylium, *Cladosporium fulvum*, entre otros. Este es un criterio importante de selección, por cuanto la presencia y posterior control de alguna o más de las enfermedades listadas, influirá en el rendimiento y beneficio final del productor (13).

Variedades o híbridos exitosos deben tener un buen desempeño bajo las condiciones ambientales comunes en el lugar en el que se va a producir; para lo cual hay que considerar el tipo de suelo, clima, calidad de agua de riego entre otros factores. También se debe considerar el grado de tecnificación de la producción (13).

Finalmente, el tomate debe tener características aceptables para el empaque, transporte, almacenamiento, venta y para el consumidor final. Entre estas características se incluyen la forma de la fruta, su velocidad de madurez, su firmeza y sabor; siendo las formas de mayor consumo los redondos, achatados, ciruela, tipo jocote (13).

#### B. Principales híbridos utilizados en casas malla

- HERMOSA: Híbrido de crecimiento indeterminado del tipo saladette. Tiene una planta muy vigorosa con alta productividad de frutos uniformes y de excelente firmeza y larga vida de anaquel. Resistente a *Verticillium* raza 1, *Fusarium* razas 1 y 2 y virus del mosaico del tomate (TMV) (13).

- MARINA: Híbrido del tipo saladette de planta semi determinada, produce frutos de buen tamaño, consistencia y uniformidad. Ha demostrado una excelente tolerancia al llamado mal del chocolate (13).

- SHEILA: Híbrido indeterminado para cultivo en invernadero. De madurez mediana al primer corte, frutos de 200-250 gramos con planta vigorosa y muy sana. Frutos de larga vida de anaquel de excelente calidad en cuanto a color y firmeza. Adaptable a mercado de hamburguesas y venta en bandejas (13).

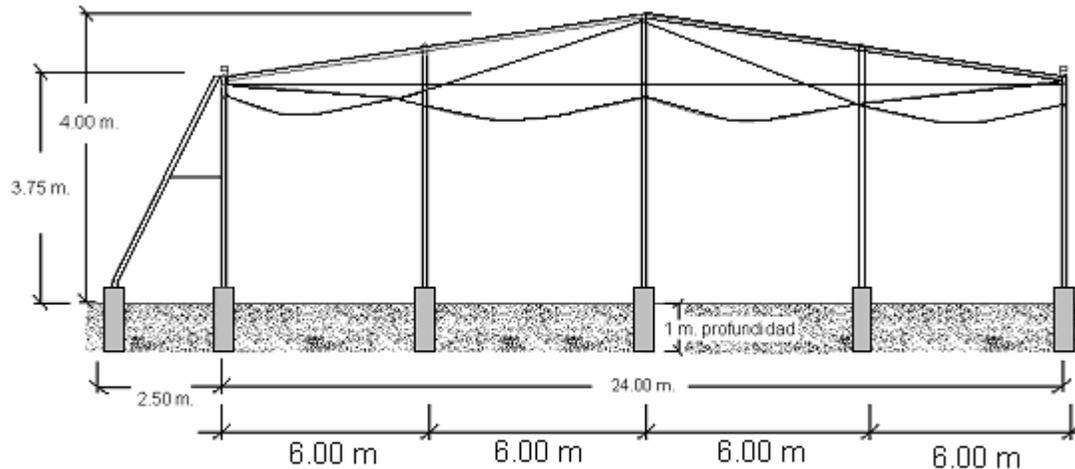
- TITAN: Híbrido indeterminado para cultivo en invernadero. Precoz al primer corte con frutos de 180-220 gramos, planta vigorosa, muy sana. Frutos de larga vida de anaquel, muy buena para la industria de hamburguesas y venta en bandejas. Excelente color y firmeza (13).

- VERÓNICA: Es un híbrido del tipo saladette, Roma con planta muy vigorosa. Es una planta

de crecimiento semi-determinado. Tiene una amplia adaptación y se adapta muy bien al cultivo con estaca. Frutas uniformes y firmes de excelente color (13).

### **2.1.6 Características de casa malla**

Diseñada de acuerdo a las normas internacionales para soportar ráfagas de vientos de hasta 150 km/h y tolerar cargas de tutorados de hasta 25 Kg/m<sup>2</sup>. Estructura cubierta por malla de polipropileno de color blanco que evita la entrada de plagas insectil es, también se le conoce como malla antivirus, la cubierta de malla esta firmemente sostenida sobre estructuras de hierro galvanizado llamados parales de 1.5 pulgadas de diámetro, los cuales está ubicados a una distancia de 6 x 4 metros y en la parte superior están tensionados con estructuras también galvanizadas llamadas costaneras angulares de 2 x 3 pulgadas a lo largo y ancho de la casa malla, en estas uniones no existe soldaduras, sino que están unidas con mecanismos especiales utilizando bisagras, Además, los parales juntamente con las costaneras están fuertemente tensionados por cables acerados de 6 hilos, la cubierta de malla continúa hasta los extremos con bajadas a 45 grados hasta el suelo en donde se le coloca un borde de tierra para hermetizar el ambiente. Cada uno de los parales de hierro galvanizado está ubicado sobre bases de cemento a una profundidad de un metro con el fin de que la estructura metálica no haga contacto con el suelo y tenga mayor duración (9). Como lo muestra la figura 3.



**Figura 3 Vista Frontal de la casa malla, mostrando dimensiones y elementos internos. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

A lo largo de todos los surcos se encuentran colocadas varias filas de alambre galvanizado con el fin de colocar ahí las pitas para el tutorado de las plantas, de acuerdo a las necesidades.

El ensamblaje está montado con uniones utilizando bisagras, tuercas y tornillos, con el fin de lograr mayor resistencia a las ráfagas de vientos y movimientos de torción, horizontales y laterales ocasionados por las mismas tensiones que existen en la estructura, presión de lluvia, granizo, viento y fuerzas del peso del tutorado. La casa malla está diseñada para climas secos, como en las regiones de Sanarate, Salamá, Guastatoya, Zacapa y en aquellas regiones en donde el verano es severo y se registran pocos meses de lluvia, ya que, en climas fríos y lluviosos se recomienda utilizar invernaderos que son muy caros comparados con la casa malla. La casa malla es una estructura que está diseñada para una duración de hasta de 15 años para la estructura galvanizada y de 5 años para la malla antivirus (9). Ver figura 4.





**Figura 5 Vista lateral de la casa malla. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

La casa malla, posee una entrada de 3 X 3 metros previo al lugar en donde se encuentra el cultivo, con dos puertas corredizas de 1.5 metros de ancho X 2.00 metros de alto, debiendo permanecer cerradas todo el tiempo; en este lugar se guarda el equipo de trabajo y la ropa de los empleados. Así mismo, en este espacio, se encuentra un spray para desinfección manos y una pileta con agua tratada con amonio cuaternario al 2% para desinfección de los zapatos de empleados y visitantes. El manejo de este recinto es muy importante, pues, es el único lugar por donde pudiese entrar algún insecto, por lo que no es conveniente la entrada de muchas personas a la vez (9). Ver figura 6.



**Figura 6 Entrada principal de la casa malla, EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

### **2.1.7 Ventajas de la casa malla**

- A. Mayor productividad, los rendimientos por unidad de superficie aumentan considerablemente y con ello los ingresos para el productor.
- B. Mejora la calidad comercial, ya que, los productos obtenidos son más uniformes, de mayor tamaño, mejor presentación y realza las características organolépticas.
- C. Mayor control de las condiciones ambientales, evitando grandes variaciones térmicas, daño por viento, lluvia, granizo, heladas, escaldaduras del sol, etc., logrando con ello además la primicia y prolongar el período de cosecha.
- D. Permiten mejor manejo, prevención y control de enfermedades y plagas.
- E. El trabajo se hace más cómodo, placentero y seguro, evitando la pérdida de jornales por condiciones climáticas adversas o ausencias por enfermedades.
- F. El uso de pesticidas se ve reducido considerablemente (12).

### **2.1.8 Desventajas de la casa malla**

- A. Inversión inicial alta, ya que, desde el punto de vista financiero se debe disponer de un capital inicial importante, aunque económicamente se lo amortice en los años de vida útil de cada uno de los materiales.
- B. El capital arriesgado es mayor.
- C. El costo de producción es más alto, exige mayor incorporación de tecnología.
- D. El productor y los operarios deben tener conocimientos específicos de la actividad, (asesoramiento y capacitación) (12).

### **2.1.9 Condiciones y características que debe cumplir el lugar en donde se construirá la casa malla**

#### **A. Orientación**

La casa malla deberá estar orientada de tal manera que los rayos del sol entren por todo el largo de los surcos, de preferencia que la estructura quede de norte a sur cuando el sol nace en el oriente, esto para conseguir surcos cortos en una casa malla de forma rectangular. Tomar en cuenta la dirección del viento de tal manera que también el aire pueda pasar por entre el surco o hilera del cultivo; con esto se logra mayor ventilación y mayor cantidad de luz en el follaje (9). Como lo muestra la figura 7.



**Figura 7 Vista interior de la casa malla mostrando la dirección de los surcos. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

#### B. Pendiente

La pendiente del terreno recomendada para la construcción de una casa malla debe ser entre 0 a 5 %, esto es bueno para que la estructura no se sobrecargue en uno de los lados y pueda soportar fuerzas originadas de la estructura misma y de las ráfagas de vientos. Además, ayuda para mayor funcionamiento y eficiencia del sistema de riego por goteo, evitando así diferencias de presión del sistema, de tal manera que el goteo sea uniforme en todo el largo del surco, con esto se logrará el crecimiento uniforme de la plantación (9).

#### C. Humedad

En cuanto a la humedad del suelo, cuando ya está establecida la estructura, deberá manejarse adecuadamente de acuerdo a ciertos parámetros, por ejemplo: va ha depender mucho de las condiciones física del suelo. Un exceso de humedad acarrearía o desencadenaría una serie de problemas fitopatológicos. Se recomienda auxiliarse de algún instrumento que nos permita calcular el momento cuando la planta necesite el agua. En el mercado ya se encuentran

aparatos para este propósito (9).

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y un 80%, humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico, también una humedad relativa baja, dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (3).

#### D. Temperatura

El cultivo de tomate es más exigente que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 11 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y el desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a los 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas, no obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura en el resto de los factores climáticos. Tomar en cuenta también que bajo esta estructura la temperatura es mayor que la normal, en aproximadamente entre 5 y 7 °C (3).

#### E. Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir en forma negativa sobre los procesos de la

floración, fecundación, así como, el desarrollo vegetativo de la planta. Para lograr mayor luminosidad se debe tomar en cuenta el ancho de los surcos, variando de 1.40 a 1.60 metros, considerado el modelo de siembra a utilizar surco único o doble surco respectivamente. Actualmente, se recomienda que el acolchado y la pita para el tutorado sean de color blanco para lograr este efecto (5).



**Figura 8 Vista interior de la casa malla mostrando el ancho de los surcos. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

#### F. Suelo

El suelo para que se desarrolle el tomate deberá ser preferentemente los francos-arcillosos y francos ricos en materia orgánica, bien drenados y con PH de 6 a 7. Si el PH está debajo de 5 será necesario el encalado y si se encuentra por encima de 7 provocará disminución del rendimiento. Cuando lo importante es la precocidad en la maduración del fruto, se prefieren los suelos franco-arenosos que sean bien drenados. Al contrario, cuando la precocidad no es importante y se requieren altos rendimientos, son importantes los suelos franco-arcillosos y

franco-limosos. Las lluvias excesivas causan lavado de nutrientes y favorecen la aparición de enfermedades diversas (5).

## **2.2 Marco Referencial**

### **2.2.1 Descripción Del Área**

#### **A. Ubicación geográfica**

El trabajo se realizó en EL municipio de Monjas, del departamento de Jalapa. Este departamento se encuentra situado en la región IV o sur oriente de la república de Guatemala.

El municipio de Monjas está localizado a 960 msnm y a 14°30'18" Latitud y 89°52'33" Longitud.

Con una extensión territorial de 256 km<sup>2</sup> (8).

#### **B. Clima**

El municipio de Monjas se encuentra localizado en la zona de vida "Bosque Seco Subtropical".

(2). Con una temperatura promedio anual 22° C y una precipitación pluvial promedio anual de 855 mm. La velocidad promedio del viento es de 6.5 km/hora (6).

#### **C. Suelo**

El suelo en donde se construyó la casa malla posee las características siguientes:

Suelo de color rojizo oscuro, con una textura pesada formando bloques al secarse de apariencia dura, de textura arcillo-arenoso, con un PH 5.3 y 1.7% de materia orgánica.

Según Simmons (11). El municipio de Monjas posee suelos del grupo III, "Clases misceláneas de terreno". Y pertenece a la serie de suelos "Suelos de los Valles".

Según MAGA, pertenece a la serie taxonómica Eo-Ps (8).

D. Descripción de la serie taxonomica:

- Orden: Inceptisoles
- Sub orden: Usteps
- Características de diagnóstico: Cámbico
- Características de sub orden: Ustico
- Potencial de fertilidad: Medio
- Característica física: Regulares
- Saturación de bases: Regular a alta
- Materia orgánica: Variable
- Limitante: Deficiencia de humedad (8).

E. Descripción de la serie de suelos “suelos de los valles”:

La serie de suelos “Suelos de los Valles”, no tiene descripción

F. Descripción del híbrido utilizado

- SHEILA: Híbrido indeterminado para cultivo en invernadero. De madurez mediana al primer corte, frutos de 200-250 gramos con planta vigorosa y muy sana. Frutos de larga vida de anaquel de excelente calidad en cuanto a color y firmeza. Adaptable a mercado de hamburguesas y venta en bandejas (13).

### **3. Objetivos**

#### **3.1 General**

Realizar una descripción del manejo agronómico del cultivo de tomate en casa malla en el municipio de Monjas, Jalapa. Caso empresa Mosca Blanca.

#### **3.2 Específicos**

3.2.1 Realizar un costo de producción parcial para el cultivo de tomate en casa malla.

Caso empresa Mosca Blanca.

3.2.2 Documentar con experiencias una base para el manejo agronómico del cultivo de tomate en casa malla en el municipio de Monjas, Jalapa. Caso empresa Mosca Blanca.

### **4. Metodología de trabajo**

#### **4.1 Preparación del suelo**

##### **4.1.1 Movimiento de tierra**

Se hizo un movimiento de tierra con azadón a 0.25 m de profundidad, hasta que el suelo quedó preparado. Al mismo tiempo de la preparación del suelo se procedió a realizar un encalado general, en base al análisis de suelo, a razón de 1000 kg/ha (Hidróxido de Ca al 35%), aproximadamente 30 días antes del transplante. Fue necesario nivelar el terreno, antes de proceder a la elaboración de las camas.

##### **4.1.2 Elaboración de las camas**

Se procedió a la elaboración de las camas, colocando pitas amarradas en sus extremos a estacas con el propósito de que las camas quedaran bien rectas, a una distancia de 1.40 m entre cada una, haciendo un total de 33 camas a una altura de 0.25 m de 138 m de largo. Sobre

las camas ya elaboradas, se procedió a realizar la fertilización de fondo, 10 días antes de la siembra de pilones, y consistió en aplicar: 00-00-60 250 kg/ha y 18-46-00 150 kg/ha incorporándose uniformemente. Según recomendaciones del análisis de suelos, fueron necesarias estas cantidades para mejorar la fertilidad del suelo.

#### **4.1.3 Instalación del sistema de riego por goteo**

Se colocó manguera de riego con un espesor de 18 milésimas de pulg. Con gotero a cada 0.20 m en cada una de las camas, cada cama con su respectivo elevador insertado en la tubería auxiliar de PVC de 1.5 Pulgadas de diámetro. Se instaló cuatro llaves universales de 1.50 pulgadas para la distribución del agua, con una válvulas de aire, cada llave alimentó 8 surcos, a excepción de la cuarta llave con 9 surcos, cubriendo un total de 33 surcos. El sistema fue diseñado de tal manera que en caso existiera variabilidad de tamaño en la plantación o cualquier otra situación, se puedan manejar áreas relativamente pequeñas por cada llave para compensar ya sea el riego, la fertilización o para tratar cualquier enfermedad localizada, con productos químicos al suelo como fungicidas o materia orgánica. En el sistema de riego se utilizó un sistema de filtrado de anillos de 2 pulgadas, un inyector de fertilizantes de 1.0 pulgada y un motor de 5.3 Hp. accionado por gasolina.

#### **4.1.4 Colocación del acolchado**

Se procedió a colocar sobre las camas, el acolchado plástico (plateado), ahoyado a 0.45 m colocando un total de 5 rollos de 1000 m de largo, con el objeto de conservar la humedad, control de malezas, así como mantener la temperatura homogénea. En las primeras siembras, no se aplica ningún biocida, pero a partir de la tercera siembra, se realizan tratamientos de productos como Metan Sodio en dosis adecuadas de acuerdo al grado de infección e infestación, que es otro de los objetivos por lo que se coloca acolchado sobre las camas.

#### **4.1.5 Siembra**

Después de colocar el acolchado plástico (plateado), sobre la manguera de riego se procedió a realizar el primer riego de dos horas diarias durante tres días consecutivos antes de la siembra, con la finalidad de extraer las bolsas de aire de las mesas, para evitar el fenómeno de chimenea y luego se procedió a la siembra de pilones sobre el suelo bien húmedo para asegurar un 100% de pegue; sembrándose un total de 14,286 unidades de tomate por hectárea, se adoptó un sistema de siembra en surco único a una distancia de 1.40 x 0.45 m.

En el momento de sembrar los pilones de tomate se realizó el tratamiento siguiente: Inmersión de los pilones por 2 minutos antes del transplante en una solución: Materia orgánica+Aminoácidos 5 lt. + Fitoalexinas 5 lt. + Cinc al 10% 25 kg por 100 litros de agua.

### **4.2 Manejo agronómico del cultivo de tomate**

#### **4.2.1 Preparación del tutorado, y selección de los ejes**

Se procedió a la colocación de las pitas de color negro, las cuales se amarraron a los alambres galvanizados ubicado en la parte de superior de la estructura para el tutorado de las plantas de tomate, colocándose 2 pitas por planta, ya que, se seleccionaron dos ejes por cada planta, haciendo un total de 28,572 ejes aproximadamente, de esta manera se logró que la plantación tuviera buena ventilación e iluminación, así como, uniformidad en la cosecha y suficiente espacio para las labores culturales.

Los ejes de las plantas se seleccionaron a partir de los 0.20 m del suelo, ubicándolos en su respectiva pita para que el crecimiento siempre fuera verticalmente. Constantemente, se estuvo deshijando hasta la edad de 4 meses para conservar los dos ejes por planta únicamente. Para estas labores culturales se requirió del entrenamiento de los trabajadores por un técnico capacitado y con experiencia.

#### 4.2.2 Programa de control de plagas y enfermedades

Bajo estas condiciones protegidas la presencia de plagas y enfermedades es bien reducida, de igual manera el uso de productos químicos también se reduce. Sin embargo, algunos insectos o enfermedades ingresan ya sea por medio de los pilones, en el caso de mosca blanca y de araña roja, por medio de los utensilios, herramienta de trabajo o la ropa de los trabajadores y de los visitantes. Para un mejor control se elaboró dos programas por separado, uno para el control de plagas y otro para el control de enfermedades. Ver cuadros 10 y 12.

Es importante realizar muestreos para descubrir a tiempo brotes o indicios de plagas y enfermedades, por lo menos a cada tres días. Antes de cualquier presencia intensificar las aplicaciones de productos preventivos.

**Cuadro 9 Plagas que se encontraron en el cultivo de tomate en casa malla. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

PLAGA	NOMBRE CIENTÍFICO	DAÑOS QUE OCASIONA	OBSERVACIONES
Nemátodos	<i>Meloydogyne</i> sp.	Agallas o nudos en las raíces del cultivo, del tamaño de la cabeza de un alfiler hasta tres cm de diámetro.	Temperaturas de 16 y 17 grados centígrados son óptimas para su desarrollo.
Mosca blanca	<i>Bemisia</i> <i>tabaci</i>	Transmisora de virus. Virus del acoloramiento del tomate, virus del mosaico.	Altamente resistente al control químico. Su diseminación es explosiva.
Araña roja	<i>Tetranychus</i> sp	Daños al follaje. Trasmisores de virus.	Se disemina rápidamente en condiciones de altas temperaturas existen varias especies
Trips	<i>Trips</i> <i>tabaci</i>	Daños al tallo, ocasionando una ventana de infección.	Es capaz de penetrar la malla antiviral. Intensificar controles preventivos.
Mosca minadora	<i>Liriomyza</i> sp.	Ocasionan galerías en las hojas reduciendo el área fotosintética de la planta.	La presencia en casa malla es ocasional. Intensificar controles preventivos.
Pulgones	<i>Aphis</i> <i>gossipy</i>	Consumen altas cantidades de sabia dañando considerablemente el follaje. Trasmisores de virus	La presencia en casa malla es ocasional. Intensificar controles preventivos.

**Cuadro 10 Programa utilizado para el control de plagas en el cultivo de tomate en casa malla. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS /ha, gr,lt	FORMA DE APLICACIÓN	FRECUENCIA DE APLICACIÓN	PLAGA QUE CONTROLA
Furadan	Carbofuran	5.60	Inyectado	Única aplicación 3 DAT*	Nemátodos
Vanodine	Yodo	5.00	Desinfección	Única aplicación 2 DAT	Desinfección de la casa malla
Thiodan	Thiodan	1.00	Fumigación General En La Casa Malla	Única aplicación 1 DAT	Desinfestación de la casa malla
Actara	Tiametoxan	0.43	Tronqueado	Única aplicación 1 DDT**	Mosca blanca (Bemisia tabaci)
Vertimec	Avamectina	0.20	Foliar	Única aplicación 3 DDT	Araña roja y mosca minadora
Bralic	Extracto Esencial De Ajo	1.50	Foliar	5 aplicaciones a 6, 63, 93, 143 y 193 DDT	contra araña roja, mosca blanca, trips, minador de la hoja y afidos
Act-Botanic	Azadirachta Indica	2.50	Foliar	Única aplicación 21 DDT	Como repelente
Insecfon 85 Ec	Limonoides De Azadirachta Indica	1.50	Foliar	2 aplicaciones a 83 y 183 DDT	contra araña roja, mosca blanca, trips, minador de la hoja y ácaros
Vidate	Oxamil	2.50	Inyectado	Única aplicación 114 DDT	Nemátodos

\* Días Antes del Trasplante

\*\* Días Después del Trasplante

**Cuadro 11 Enfermedades que se encontraron en el cultivo de tomate en casa malla.  
EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	DAÑOS QUE OCASIONA	OBSERVACIONES
Tizón tardío	<i>Phitophthora infestans</i>	Hojas y frutos con manchas negras con un halo color gris.	Se debe controlar a tiempo, por que en pocos días se pierde la plantación.
Tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>	Hojas con manchas neuróticas rodeadas por un halo amarillento.	Se disemina fácilmente por el viento y la lluvia.
Botrytis	<i>Botrytis sp.</i>	Lesiones circulares color café claro que se ubican especialmente en el pedúnculo de las flores ocasionando abortos masivos.	Se confunde con las deficiencias de boro. Condiciones húmedas del ambiente seguidas de sequedad favorecen su diseminación.
Moho ó polvorosa	<i>Cladosporium fulvum</i>	Hojas viejas con manchas amarillas pálido, aparece un moho dando la apariencia polvosa, las hojas se vuelven amarillas y caen.	Se disemina a través de las corrientes de aire. La favorece la humedad relativa de 90%. Temperatura de invernadero es apropiada para su diseminación
Pudrición de la Raíz	<i>Phytophthora parasitica</i>	Lesiones negras por debajo y por encima de la raíz, bloqueando el sistema vascular	Excesiva humedad del suelo ocasionada por el excesivo riego o lluvia combinados con suelos pesados y compactos, condiciones ideales para su diseminación
Marchites por fusarium	<i>Fusarium sp</i>	Las hojas se marchitan y luego se tornan amarillentas.	Se disemina por las semillas, rastrojos y tierra que se adhiere a la maquinaria.
Cáncer bacteriano	<i>Clavibacter michiganense,</i>	En las hojas se tornan color marrón claro, y los frutos con pequeñas manchas marrón rodeadas de un halo dándole apariencia de ojo de ave	Se transmite por la semilla daños causados por el transplante o heridas de podas.
Marchites bacteriana	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Marchitamiento parcial de la planta en las horas más calidas del día, sin amarillamiento finalmente marchitamiento total.	Utilizar pilones injertados. Un tallo recién cortado al ponerlo en un vaso con agua se ve un exudado blanco lechoso, indica presencia de <i>Ralstonia solanacearum</i>
Peca bacteriana	<i>pseudomona syringae</i>	Tallos, hojas, flores y frutos con manchas circulares de 2 a 5 mm de diámetro	El organismo puede sobrevivir en raíces y hojas del cultivo y malezas.

**Cuadro 12 Programa utilizado para el control de enfermedades en el cultivo de tomate en casa malla. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS /Ha Gr-Lt	FORMA DE APLICACIÓN	FRECUENCIA DE APLICACIÓN	ENFERMEDAD QUE CONTROLA
Previcur + Derosal	Propampcarb + Carbendazin	0.86 + 0.86	Tronqueado	2 aplicación a 2 y a 53 DDT*	Cladosporium fulvum, Phytophthora parasitica, Fusarium sp.
Captan	Captan	1.43	Foliar	5 aplicaciones a intervalos de 15 días	Preventivo
Agri-Mycin	Estreptomycin+ Oxitetraciclín	2.86	Foliar	2 aplicaciones a intervalos de 30 días	Clavibacter michiganense, Ralstonia solanacearum, (detiene la infección) Ralstonia syringae
Clorotalonil	Clorotalonil	1.50	Foliar	Única aplicación a 30 DDT	Alternaria solani, Phitophthora infestans, Como preventivo
Manzate	Mancozeb	1.43	Foliar	2 aplicaciones a 38 y 113 DDT	Prventivo
Amistar	Asoxistrobina	0.15	Foliar	3 aplicaciones a 98, 173, 193 DDT	Phitophthora infestans, Alternaria solani
Bellis	Borcalid + Piraclostrobina	0.8	Foliar	2 aplicaciones a 143 y 183 DDT	Botrytis sp.
Curzate	Cymoxanil+ Mancozeb	1.43	Foliar	Única aplicación a 153 DDT	Phitophthora infestans, Alternaria solani

\* Días después del trasplante

### 4.2.3 Programa de nutrición

#### A. Análisis del suelo:

Se realizó un análisis de suelo, antes de la preparación del terreno, con el fin de conocer las características físicas y químicas del suelo, y poder tomar decisiones con respecto a la elaboración del programa de fertilización. Cuadro 16 "C".

#### B. Programa de fertiriego

En base al análisis de suelos se realizó el siguiente programa de fertilización utilizado durante todo el proceso del cultivo de tomate en la casa malla:

**Cuadro 13 Programa de fertiriego utilizado en la casa malla (lt. ó kg/ ha). EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

FERT. POR SEMANA	33.5-0-0	0-0-50	12-61-0	ZINC 10%	11-45-14	M.O.+ A.A.	ENRRAIZADOR	15-0-0-26.5	BORO 11%
1	0	0	7.2	0	2	0	1.0	0	0
2	8.3	0	7.0	0.5	3.0	0	1.0	6.7	0.06
3	9.1	0	15.6	0	6.6	0	1.0	8.2	0.07
4	10.2	0	17.5	0.5	8.8	0	1.0	8.9	0.08
5	24.75	40.39	23.64	0	10.0	0	0	13.37	0.19
6	30.3	49.4	28.9	0.5	0	5.0	0	16.3	0.23
7	49.5	60.6	17.7	0	0	0	0	20.1	0.28
8	60.5	74.1	21.7	0.5	0	5.0	0	24.5	0.34
9	66.0	89.8	31.5	0	0	0	0	50.5	0.70
10	60.5	98.7	15.9	0.5	0	5.0	0	32.7	0.46
11	49.5	80.8	13.0	0	0	0	0	26.7	.037
12	42.4	103.7	14.4	0.5	0	5.0	0	22.9	0.32
13	34.7	84.8	11.8	0	0	0	0	18.7	0.26
14	25.7	51.7	7.6	0.5	0	5.0	0	15.4	0.19
15	24.3	48.8	7.1	0	0	0	0	13.1	0.18
16	21.5	43.1	6.3	0.5	0	5.0	0	12.4	0.16
17	11.9	25.9	5.7	0	0	0	0	7.1	0.09
18	11.2	24.4	5.4	0.5	0	5.0	0	6.1	0.08
19	9.9	21.5	4.7	0	0	0	0	5.7	0.07
<b>TOTAL Kg.</b>	<b>550.1</b>	<b>897.6</b>	<b>262.6</b>	<b>0.0</b>	<b>30.4</b>	<b>35.0</b>	<b>4.0</b>	<b>309.4</b>	<b>4.14</b>
<b>TOTAL UNIDADES</b>	<b>184.3</b>	<b>448.8</b>	<b>160.2</b>	<b>0.0</b>	<b>13.7</b>	<b>4.5</b>	<b>0.0</b>	<b>82.0</b>	<b>0.60</b>
<b>UNIDADES ADICIONALES</b>	<b>80.3</b>	<b>0.0</b>	<b>31.5</b>	<b>0.0</b>	<b>2.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>46.4</b>	<b>0.0</b>

#### **4.2.4 Medidas de cuarentena**

En la entrada principal a la casa malla se colocó un recipiente grande partido a la mitad con yodo al 5% para la desinfección de los zapatos de los trabajadores y personas que ingresaban al cultivo. En la segunda puerta para ingresar al cultivo se colocó un atomizador con amonio cuaternario al 2% para la desinfección de las manos.

Como medida de precaución los trabajadores contaban con dos overoles uno para trabajar dentro de la casa malla y otro para salir de la estructura.

Otra medida fue la de prohibir la entrada a visitantes que vinieran de otros cultivos, pues, son portadores de esporas de hongos e insectos.

Dentro de la casa malla los empleados encargados del deshije y podas siempre portaban un atomizador con amonio cuaternario para desinfectarse las manos y las herramientas a cada cierto número de plantas trabajadas, y cada vez que era necesario se asperjaba el equipo, los utensilios y las herramientas que entraban a la estructura.

#### **4.2.5 Cosecha y envasado**

El proceso de cosecha, se realizó con mucho cuidado para no dañar la fruta, tomando en cuenta el tamaño, clasificándose la fruta de primera, con un diámetro mayor o igual que 5.01 cm, fruta con diámetro entre 4.51 a 5.00 cm de segunda y fruta menor o igual que 4.50 cm de tercera. En cuanto a la fruta de primera y segunda debía tener un color anaranjado o semi maduro y de una consistencia maciza. La fruta fue colocada directamente en el envase final para su comercialización. La fruta que no clasificaba se dejaba en la planta, como la pequeña, deforme y sobre madura, para recolectarse en otro tipo de envase para ser comercializado en el mercado local.

#### 4.2.6 Comercialización

Del total de tomate producido en la casa malla el 80% (que corresponde a 93,374 kg de primera y segunda calidad.) fue destinado para exportar, y el 20% restante (que corresponde a 23,343 kg) se comercializó en La Central de Mayoreo (CENMA). Vendiendo a un promedio de Q1.85/kg de tomate producido.

#### 4.2.7 Costo de producción parcial

Este sistema de producción de tomate en casa malla es rentable desde el principio en el primer año, ya que el precio por kilogramo producido fue de Q 1.85, obteniendo una rentabilidad de 35% como lo muestra el cuadro 14.

**Cuadro 14 Costo de producción parcial por hectarea del cultivo de tomate en casa malla. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

CONCEPTOS	MEDIDA	CANTIDAD	VALOR ANUAL (Q)	COSTO TOTAL (Q)
<b>EGRESOS</b>				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
Arrendamiento de terreno	Unidad	1 año	1,100.00	
Sistema de riego por goteo	Unidad	1	19,900.00	
Acolchado (color plata)	Unidad	6	3,500.00	
Rafia (Pita negra)	Unidad	10	500.00	
fertilizantes	25 kg.	16	8,000.00	
Insecticidas y fungicidas			4,900.00	
Transporte y comercialización			5,900.00	
Pilones	Unidad	14,286	5,000.00	
Mano de obra	Jornal	825	41,250.00	
Mantenimiento	Unidad	1 año	800.00	90,850.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
Depreciación casa malla (6.67%)	1	620,000.00	41,333.33	
Depreciación sistema de riego por goteo (10%)	1		1,990.00	
Gastos administrativos (3%)			6,450.00	49,773.33
<b>TOTAL EGRESOS</b>				140,633.33
<b>INGRESOS</b>				
Ventas primer año 116,717 kg	Q 1.85		216,000.00	
$R = \text{Ingresos} - \text{Total egresos} / \text{Ingresos} \times 100 = 35 \%$				

## **5. Conclusiones**

5.1 Al reducir el área en este ambiente protegido es más fácil el manejo agronómico del cultivo controlando fácilmente plagas y enfermedades, reduciendo las cantidades de agroquímicos, eficiencia en el uso del sistema de fertirrigación. Finalmente el proceso de cosecha y embasado es más fácil y cómodo para el personal, lográndose con todo esto una alta producción de mucha calidad y cantidad.

5.2 La producción total fue de 116,717 kg/ha, la cual supera un sistema tradicional a campo abierto en un 90%.

5.3 Producir tomate en este sistema es rentable, en este caso en particular, se alcanzó un 35% de rentabilidad, sin considerar el precio total de la casa malla.

## **6. Recomendaciones:**

6.1 Se recomienda cultivar tomate en casa malla, porque se obtienen rendimientos óptimos, mayores a los que se obtienen en sistemas de cultivo tradicionales.

6.2 El híbrido seleccionado posea características para exportación y para consumo local, bajo condiciones de Casa Malla.

6.3 Utilizar acolchado plástico y pita para el tutorado color blanco para disipar el calor.

6.4 Subsolar antes de construir la casa malla, de esta manera se mejoran las características físicas del suelo.

6.5 Que el sistema de riego sea de circuito cerrado, para que tanto el riego como los fertilizantes sean uniformes en todos los surcos.

6.6 Utilizar únicamente fertilizantes hidrosolubles, para que los goteros no se tapen y funcionen todo el tiempo.

## 7. Bibliografía

1. Castillo Galilindo, MA. 1984. Evaluación agronómica de ocho materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) bajo dos sistemas de manejo y su tolerancia al virus del acolchamiento de la hoja, en Barcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. P. 75.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de reconocimiento de las zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 16-17.
3. FASAGUA (Federaciones de Asociaciones Agrícolas de Guatemala, GT). 2005. Adopción de tecnología en la producción agrícola de los valles centrales de Baja Verapaz. Nuestro Campo no. 10. p. 12.
4. \_\_\_\_\_. 2006. Manual técnico de cultivo de tomate a campo abierto. Nuestro Campo no. 13:14
5. Infoagro.com. 2003. Cultivo del tomate (en línea). España. Consultado 25 set 2007. Disponible en : <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
6. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1990. Hojas de archivo de los registros climático logísticos en la región sur-oriente. Guatemala. s.p.
7. Knapp, S; Peralta, L; Spooner, D. 2005. Comparison of AFLPs with other for phylogenetic inference in wild tomatoes (*Solanum* L. section *lycopersicon* (Mill.). Wettst) Taxon. 54(1):43-60.
8. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. 170 p. (Libros y Materiales Educativos no. 84).
9. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala. 1 CD.
10. Popayán, GT. 2007. Guía practica para el uso de fertilizantes en los cultivos de tomate y chile. Guatemala, Technigro. p. 1–6.
11. Rodríguez Martínez, DJ. 2007. Determinación de biovares y rasas de *Ralstonia solanacearum*, E. F. Smith. asociado a la marchites bacteriana en los cultivos de tomate y chile en el oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 55–65.
12. Simmons, C; Tárano T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. p. 393-399.
13. Szcesny, A. 2000. Cultivos productivos: producción en invernáculo: ventajas de los cultivos protegidos en el sureste Bonaerense; diferentes tipos de unidades productivas (en línea). Consultado 25 set 2007. Disponible en <http://www.agromail.net/agro/datos/a2381166.html>

14. Vadeagro, GT. 2008. Vademécum de productos químicos para la agricultura de las casas comerciales de Guatemala. 4 ed. Guatemala, Edifarm Internacional Centroamérica. tomos 1 y 2.
15. Watterson, JC. 1988. Enfermedades del tomate: guía práctica para agrónomos y agricultores. Plant Pathologist, Petoseed. no. 1: 4-18, 26-31.

## 8. Apéndices

**Cuadro 15“A” Principales fertilizantes químicos utilizados en el cultivo de tomate en casa malla. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

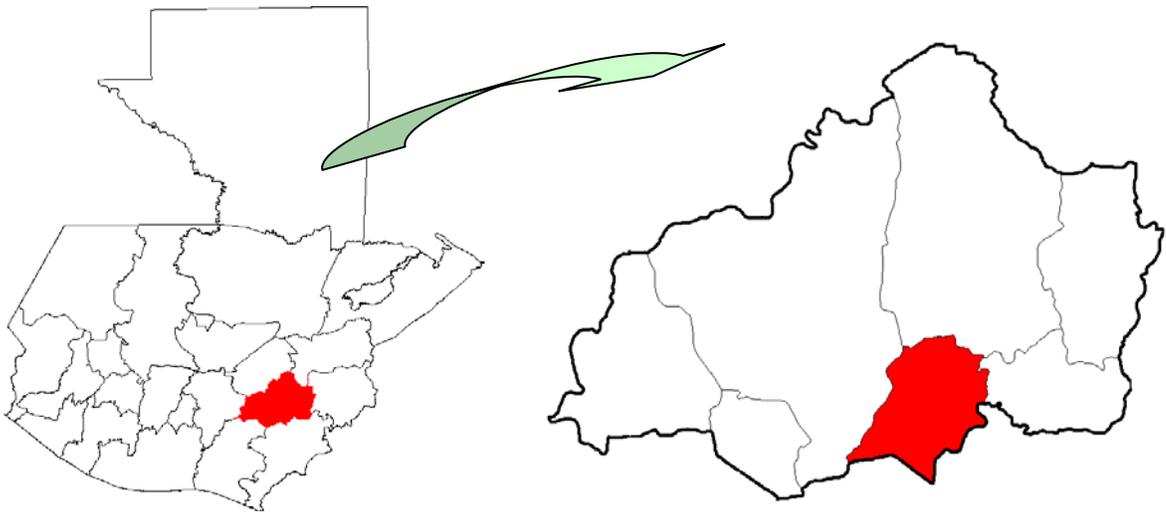
FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES	FERTILIZANTES GRANULADOS	FERTILIZANTES LIQUIDOS
33.5 – 00 – 00 00 – 11 – 14 00 – 00 – 50 12 – 61 – 00 11 – 45 – 14 15 – 00 – 00 – 26.5	Cal agrícola al 35 % MOP 18 – 46 – 00	Radifarm Viva Boro plus Calvit C Kendal Brexil Zn

**Cuadro 16 “B” Resultados de laboratorio. EMPRESA MOSCA BLANCA, MONJAS, JALAPA.**

AGRICULTOR		CARLOS DUQUE							
LOCALIDAD		MONJAS, JALAPA							
CULTIVO		TOMATE							
FECHA DE ENVIO		5/08/06							
DEPARTAMENTO TECNICO		VALAGRO, MEXICO							
CONTACTO EN MEXICO		Ing. ALFONSO SERRANO							
VAR	MUESTRA	LOTE	PH	C.E. mmohs	C.I.C. meq	M.O. %	P FIJ	BRAY2	% Na
hibrido	SHEILA	Casa malla	5.3	0.12	8	1.7	33.9	45.4	0
Kg/Ha					PPM				
NITRO.	FOSFORO	POTASIO	MAGNESIO	Ca	BORO	AZUFRE	ZINC	FIERRO	MN
79.48	30	156.5	226.5	1055.2	0	0	11	449	132

Fuente: VALAGRO, México 2006

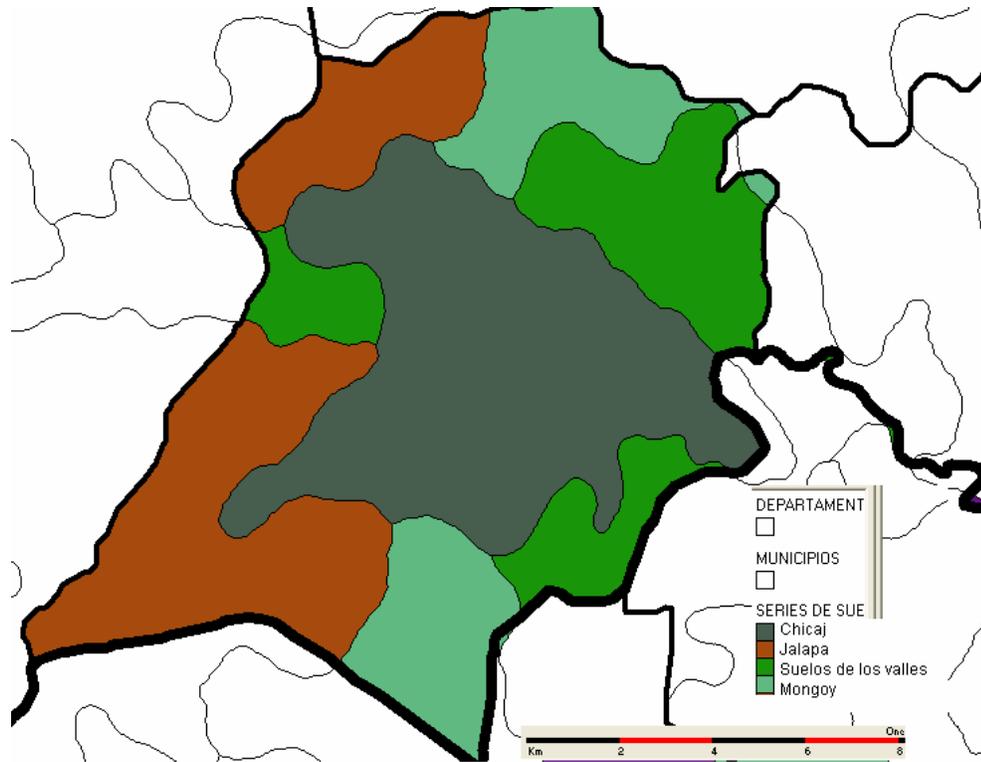
**Figura 17 “C” Mapa de localización del municipio de Monjas, Jalapa.**



Fuente:

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas climáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala.1 CD.

**Figura 18 “D” Mapa de series de suelos (Simmons, Tárano y Pinto) del municipio de Monjas, Jalapa.**



Fuente:

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas climáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala.1 CD.