

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“EVALUACIÓN DE ONCE CULTIVARES DE TOMATE
MINIATURA (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*),
CULTIVADOS EN INVERNADERO BAJO PRODUCCIÓN
ORGÁNICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

DAVID ARENAS GUEVARA

LIMA – PERÚ

2024

EVALUACIÓN DE ONCE CULTIVARES DE TOMATE MINIATURA (Solanum lycopersicum var. cerasiforme), CULTIVADOS EN INVERNADERO BAJO PRODUCCIÓN ORGÁNICA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|---------------|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 6% |
| 2 | repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | 6% |
| 3 | olericultura.files.wordpress.com Fuente de Internet | 1% |
| 4 | ucv.altavoz.net Fuente de Internet | 1% |
| 5 | es.scribd.com Fuente de Internet | <1% |
| 6 | repositorio.uaaan.mx:8080 Fuente de Internet | <1% |
| 7 | www.inta.gov.ar Fuente de Internet | <1% |
| 8 | dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet | <1% |

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE ONCE CULTIVARES DE TOMATE
MINIATURA (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), CULTIVADOS
EN INVERNADERO BAJO PRODUCCIÓN ORGÁNICA”**

David Arenas Guevara

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Klaus Raven Willwater
PRESIDENTE

Ing. Saray Siura Céspedes
ASESOR

Ing. Roberto Ugás Carro
MIEMBRO

Biol. Alfredo Rodríguez Delfín
MIEMBRO

LIMA-PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Valentina y Gabriel, por motivarme a crecer siempre.

A Laura, por su amor y apoyo incondicional.

A mis padres, por su dedicación y sacrificio para permitirme ser profesional.

A Dalmi, por su apoyo y guía.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Saray Siura, asesora del presente trabajo de investigación, por el apoyo constante y la confianza para desarrollar este proyecto,

Al Programa de Hortalizas de la Universidad Agraria La Molina por todo el apoyo brindando para la implementación, ejecución y seguimiento de este proyecto.

Al Ing. Andrés Casas y al equipo del Instituto Huayuná por facilitarnos el material genético para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mi familia y amigos que me apoyaron en el desarrollo del presente trabajo.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 2.1 TOMATE MINIATURA (<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>)..... | 3 |
| 2.1.1 Generalidades..... | 3 |
| 2.1.2 Factores que influyen en la producción de Tomate..... | 7 |
| 2.1.3 Labores de cultivo..... | 11 |
| 2.1.4 Experiencias del cultivo de Tomate Miniatura..... | 12 |
| 2.2 INVERNADEROS..... | 13 |
| 2.2.1 Cultivos protegidos..... | 13 |
| 2.2.2 Requerimientos básicos y tipos de cultivo protegido..... | 13 |
| 2.2.3 Ubicación, diseño y medidas..... | 14 |
| 2.2.4 Materiales de construcción y cobertura..... | 15 |
| 2.3 AGRICULTURA ORGÁNICA..... | 16 |
| 2.3.1 Producción Orgánica..... | 16 |
| 2.3.2 Producción Orgánica en Invernaderos..... | 17 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 21 |
| 3.1 Área Experimental..... | 21 |
| 3.1.1 Ubicación..... | 21 |
| 3.1.2 Características del Invernadero..... | 21 |
| 3.1.3 Características Climáticas..... | 23 |
| 3.1.4 Suelo..... | 25 |
| 3.2 Materiales empleados..... | 26 |
| 3.2.1 Semilla..... | 26 |
| 3.2.2 Insumos Agrícolas..... | 31 |
| 3.2.3 Otros equipos y materiales..... | 32 |
| 3.3 Metodología..... | 32 |
| 3.3.1 Labores de Cultivo..... | 33 |
| 3.3.2 Tratamientos..... | 39 |
| 3.3.3 Diseño Experimental..... | 39 |
| 3.3.4 Evaluaciones..... | 40 |

| | |
|--|-----------|
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 44 |
| V. CONCLUSIONES..... | 70 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 71 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA..... | 72 |
| VII. ANEXOS..... | 76 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------|---|----|
| Tabla N° 01: | Producción, Superficie y Rendimiento Nacional de Tomate (<i>Solanum Lycopersicum L.</i>), período 2001-2006..... | 4 |
| Tabla N° 02: | Composición del fruto de tomate maduro..... | 6 |
| Tabla N° 03: | Materiales usados para Cobertura de techo en invernaderos..... | 16 |
| Tabla N° 04: | Dimensiones del Invernadero “Pepa”..... | 21 |
| Tabla N° 05: | Condiciones ambientales registradas dentro del Invernadero “Pepa”. La Molina 2006..... | 23 |
| Tabla N° 06: | Condiciones ambientales registradas en el Observatorio Meteorológico “Alexander Von Humbolt”. La Molina 2006..... | 24 |
| Tabla N° 07: | Análisis de caracterización de suelos del “Invernadero Pepa”. Programa de Hortalizas “, La Molina, 2006..... | 25 |
| Tabla N° 08: | Características de los cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 39 |
| Tabla N° 09: | Porcentaje de Germinación, Días a Floración, Cuajado, Inicio de cosecha y Altura de Planta a la Cosecha de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 45 |
| Tabla N° 10: | Porcentaje de Materia Seca de Raíz, Tallo, Hoja y Fruto de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 48 |
| Tabla N° 11: | Numero de flores por racimo, frutos por racimo y porcentaje de cuajado de 11 cultivares de Tomate miniatura (Julio 2006 – febrero 2007) La Molina..... | 50 |
| Tabla N° 12: | Rendimiento Comercial, Descarte y Total de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 53 |
| Tabla N° 13: | Peso promedio de fruto, Altura y Diámetro de fruto de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006 | 57 |
| Tabla N° 14: | pH de 11 cultivares de Tomate miniatura (Julio 2006 – Febrero 2007) La Molina..... | 60 |
| Tabla N° 15: | Porcentaje de Sólidos Solubles de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 61 |
| Tabla N° 16: | Acidez Titulable de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 62 |

| | | |
|--------------|---|----|
| Tabla N° 17: | Relación Sólidos solubles / Acidez Titulable de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 63 |
| Tabla N° 18: | Color e intensidad del color externo del fruto maduro de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 66 |
| Tabla N° 19: | Valor de la Producción, Beneficio Neto y Margen de Utilidad por Cultivar en la producción de Tomate miniatura (<i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme) en Invernadero. La Molina 2006..... | 67 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura N° 01: | Definición de algunos Sistemas Agrícolas..... | 17 |
| Figura N° 02: | Factores que afectan la producción orgánica de tomate en invernadero..... | 19 |
| Figura N° 03: | Altura, Diámetro y Profundidad promedio de infiltración del bulbo de riego. La Molina 2006..... | 23 |
| Figura N° 04: | Comparación de Temperatura (°C) y Humedad Relativa (HR) registradas dentro y fuera del Invernadero "Pepa". La Molina 2006..... | 24 |
| Figura N° 05: | Fruto del cv. Tomasin. La Molina 2006..... | 26 |
| Figura N° 06: | Fruto del cv. Thai pink egg La Molina 2006..... | 27 |
| Figura N° 07: | Fruto del cv. Yellow Pearl La Molina 2006..... | 27 |
| Figura N° 08: | Fruto del cv. Red Cherry Large. La Molina 2006..... | 27 |
| Figura N° 09: | Fruto del cv. Ruby. La Molina 2006..... | 28 |
| Figura N° 10: | Fruto del cv. Season Red. La Molina 2006..... | 28 |
| Figura N° 11: | Fruto del cv. Golden Gem. La Molina 2006..... | 29 |
| Figura N° 12: | Fruto del cv. Golden Sweet. La Molina 2006..... | 29 |
| Figura N° 13: | Fruto del cv. Sugar Pearl. La Molina 2006..... | 29 |
| Figura N° 14: | Fruto del cv. Tropical Ruby. La Molina 2006..... | 30 |
| Figura N° 15: | Fruto del cv. Romanita. La Molina 2006..... | 30 |
| Figura N° 16: | Comparativo de cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 31 |
| Figura N° 17: | Esquema de conducción del Experimento. La Molina 2006.... | 33 |
| Figura N° 18: | Esquema de la siembra de Tomate miniatura en la subparcelas del Invernadero "Pepa". La Molina 2006..... | 34 |
| Figura N° 19: | Esquema de emergencia y desahije de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 35 |
| Figura N° 20: | Poda de plantas de Tomate Miniatura. La Molina 2006..... | 35 |
| Figura N° 21-22: | Guiado y Entutorado de plantas de Tomate Miniatura. La Molina 2006..... | 36 |
| Figura N° 23-24: | Tensiómetro y ubicación en el campo. La Molina 2006..... | 37 |
| Figura N° 25-26: | Daño de gusanos de tierra y grillos en hojas y plántulas. La Molina 2006..... | 38 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| Figura N° 27-28: | Mosca Blanca y larvas de <i>Spodoptera eridania</i> en frutos. La Molina 2006..... | 38 |
| Figura N° 29-30: | Trampas amarillas instaladas y presencia de Oidium en tallos. La Molina 2006..... | 38 |
| Figura N° 31: | Días a floración, cuajado e inicio de cosecha de 11 cultivares de tomate miniatura. La Molina 2006..... | 46 |
| Figura N° 32: | Evolución de altura en 11 cultivares de tomate miniatura. La Molina 2006..... | 47 |
| Figura N° 33: | Porcentaje de Materia Seca de Raíz, Tallo, Hoja y Fruto de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 49 |
| Figura N° 34: | Numero de flores y frutos por racimo en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 52 |
| Figura N° 35: | Porcentaje de cuajado en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 52 |
| Figura N° 36: | Rendimiento Total y porcentaje de rendimiento comercial y de descarte de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 54 |
| Figura N° 37: | Agrietamiento de frutos en planta (cracking). La Molina 2006. | 55 |
| Figura N° 38: | Curva promedio de cosecha de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 56 |
| Figura N° 39: | Peso promedio de fruto en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 58 |
| Figura N° 40: | Altura y Diámetro de fruto en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 59 |
| Figura N° 41: | Evaluación de color con Tabla Munsell. La Molina 2006 | 64 |
| Figura N° 42: | Diferencias de color entre cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 65 |
| Figura N° 43: | Costo de Producción (S/.), Valor Bruto de la Producción (S/.) y Beneficio Neto (S/.) de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 68 |
| Figuras N° 44-45-46: | Presentaciones comerciales de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 69 |
| Figura N° 47: | Rendimiento Promedio por planta de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 82 |

INDICE DE ANEXOS

| | | |
|--------------|---|----|
| Anexo N° 01: | Cronograma de Labores Realizadas en la producción de Tomate miniatura (<i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme) cultivados en Invernadero bajo producción orgánica. La Molina 2006..... | 76 |
| Anexo N° 02: | Costos de Producción en Invernadero de 210 m ² de Tomate miniatura (<i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme) bajo producción orgánica. La Molina 2006..... | 80 |
| Anexo N° 03: | Costos Unitario, Cantidad Requerida y Costo Total en nuevos soles (S/.) por Invernadero de 11 cultivares de Tomate miniatura (<i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme). La Molina 2006..... | 81 |
| Anexo N° 04: | Rendimiento Comercial, Descarte y Total de 11 cultivares de Tomate miniatura expresados en kilogramos por parcela y m ² . La Molina 2006..... | 81 |
| Anexo N° 05: | Rendimiento Promedio por planta de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006..... | 82 |
| Anexo N° 06: | Desarrollo y Crecimiento de frutos de 11 cultivares de Tomate miniatura (<i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme). La Molina 2006..... | 83 |
| Anexo N° 07: | Arquitectura de plantas de Tomate miniatura (<i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme). La Molina 2006..... | 84 |
| Anexo N° 08: | Registro de Condiciones ambientales en el interior del Invernadero “Pepa” durante el desarrollo del experimento. La Molina 2006..... | 85 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria la Molina teniendo como objetivo evaluar el desarrollo y características agronómicas de once cultivares de tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) así como determinar la relación entre el rendimiento y sus componentes agronómicos evaluados bajo manejo orgánico en condiciones de invernadero. Actualmente la producción de tomate en ambientes controlados viene en aumento, especialmente para el tomate miniatura “cherry”, debido a la diferencia de calidad y cantidad entre productos producidos al aire libre y en condiciones de invernadero. Los invernaderos facilitan la producción bajo manejo orgánico, ocupando menos superficie y aumentando el rendimiento a un menor costo comparado con sistemas de producción convencionales a campo abierto. Se evaluaron diferentes características cuantitativas y cualitativas como porcentaje de germinación, días a floración, días al cuajado, días a la cosecha, altura de planta, porcentaje de materia seca, número de flores por racimo, número de frutos por racimo, porcentaje de cuajado, peso promedio del fruto, diámetro de fruto, altura de fruto y rendimiento total; y de los frutos se evaluaron pH, porcentaje de sólidos solubles, acidez titulable, relación sólidos solubles/acidez titulable y color. Los cultivares que obtuvieron mayores rendimientos bajo las condiciones evaluadas fueron Golden gem y Sugar Pearl en contraste con los cultivares Tomasin y Thai pink egg que fueron los de menor rendimiento. Dentro de los parámetros de calidad de fruto evaluados, destacaron por un mayor porcentaje de sólidos solubles, los cultivares Ruby, Golden gem y Golden sweet. Se observó también que la producción orgánica bajo invernadero de tomate miniatura presenta un alto potencial y rentabilidad especialmente para los cultivares Romanita, Golden gem y Golden sweet por sus altos rendimientos, firmeza, resistencia al manipuleo, gran porcentaje de frutos cuajados por planta y excelentes características de calidad.

Palabras clave: Tomate miniatura, invernadero, producción orgánica

ABSTRACT

The present research work was carried out in the Program of Horticultural from the National Agrarian University la Molina with the objective of evaluating the development and agronomic characteristics of eleven cultivars of miniature tomato (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) as well as determining the relationship between yield and its agronomic components evaluated under organic management in greenhouse conditions. Currently, tomato production in controlled environments is increasing, especially for the miniature cherry tomato, due to the difference in quality and quantity between products produced outdoors and in greenhouse conditions. Greenhouses facilitate production under organic management, occupying less surface area and increasing yield at a lower cost compared to conventional open field production systems. Different quantitative and qualitative characteristics were evaluated such as percentage of germination, days to flowering, days to fruit set, days to harvest, plant height, percentage of dry matter, number of flowers per cluster, number of fruits per bunch, percentage of fruit set, average fruit weight, fruit diameter, fruit height and total yield; and the fruits were evaluated for pH, percentage of soluble solids, titratable acidity, soluble solids/titratable acidity ratio and color. The cultivars that obtained the highest yields under the evaluated conditions were Golden gem and Sugar Pearl in contrast to the Tomasin and Thai pink egg cultivars that had the lowest yield. Within the fruit quality parameters evaluated, the cultivars Ruby, Golden gem and Golden sweet stood out for a higher percentage of soluble solids. It was also observed that organic greenhouse production of miniature tomatoes has high potential and profitability, especially for the Romanita, Golden gem and Golden sweet cultivars due to their high yields, firmness, resistance to handling, large percentage of set fruits per plant and excellent quality characteristics.

Keywords: Miniature tomato, greenhouse, organic production

I. INTRODUCCION

En la actualidad, el tomate miniatura “*cherry*” junto con otras hortalizas miniatura “bebés” están experimentando un crecimiento en los mercados locales y extranjeros por su alto contenido vitamínico, buen sabor y características visuales atractivas. La producción y calidad de estas hortalizas se ve influenciada por el manejo agronómico, siendo el manejo orgánico el más adecuado para este tipo de hortalizas por su influencia en el contenido nutricional, inocuo y libre de agroquímicos. Estas características mencionadas representan la tendencia actual de las exigencias de los consumidores en conocer el origen de los productos que consumen, cómo fueron cultivados o si son seguros para ser consumidos, enfatizando su preocupación por la posible contaminación de agroquímicos, especialmente los de consumo fresco como las hortalizas de fruto, entre ellas el tomate miniatura; es decir las tendencias del mercado están cada vez más encaminadas a exigir productos provenientes de un sistema de producción orgánico.

El cultivo del tomate a campo abierto, por lo general, es más afectado por plagas y enfermedades a nivel mundial y el control químico es muy intensivo, incluso, dentro del manejo orgánico las opciones resultan insuficientes para la conducción adecuada del cultivo. Sin embargo, existe la alternativa de usar estructuras protegidas como los invernaderos, los cuales constituyen una opción rentable para la producción de tomate y otras hortalizas de fruto bajo manejo orgánico a pesar del costo de inversión inicial.

Actualmente la producción de tomate en superficies con ambientes controlados ha aumentado en los últimos años. Esto se debe a la gran diferencia de calidad y cantidad entre productos producidos al aire libre y productos producidos bajo condiciones de invernadero. Por otro lado, el tomate cultivado en invernadero y bajo manejo orgánico, ocupa diez veces menos superficie y alcanza un precio muy atractivo, que los cultivados al aire libre bajo manejo convencional, además de cumplir con estándares de calidad e inocuidad alimentaria requeridos por los cada vez más exigentes mercados internacionales.

Por lo que en presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el rendimiento y calidad de once cultivares de tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) conducido bajo condiciones de Invernadero.
- Determinar la productividad de tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) bajo un sistema de producción orgánico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 TOMATE (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)

2.1.1 Generalidades

a. Origen

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta originaria de la planicie costera occidental de América del Sur y más concretamente en la región andina. Fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI; a principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, se inició su industrialización y la diferenciación de variedades para mesa y para industria (Pérez et al, 2005).

Actualmente se conocen nueve especies pertenecientes al género *Solanum* todas ellas diploides con $2n = 2x = 24$ cromosomas. La base de las relaciones de parentesco entre estas especies se ha establecido sobre la morfología, citogenética y cruzabilidad. El posible origen de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate *cherry*) pudo haber sido de formas cultivadas a través de introgresión de genes de *Lycopersicon pimpinellifolium*, que se encuentra en la zona oriente del Perú (Nuez, 1995).

b. Situación Actual del Cultivo

En la actualidad, el cultivo de tomate ocupa en el mundo alrededor de tres millones de hectáreas, que suponen una producción de casi 85 millones de toneladas. Los principales productores son Europa, América Central y del Sur, con producciones de 400 000 y 330 000 toneladas, respectivamente. En América del Sur se obtiene algo más de 150 000 toneladas anuales, con Argentina, Brasil y Chile a la cabeza de la producción (Grupo Océano, 2000).

En el Perú el tomate se siembra principalmente en los departamentos de la Costa: La Libertad, Lima (Valles del Rímac, Chillón, Lurín, Huaral, Supe, Cañete), Ica y Arequipa. La superficie total, producción y rendimiento de los últimos años, según el Ministerio de Agricultura, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 01: Producción, Superficie y Rendimiento Nacional de Tomate (*Solanum lycopersicum L.*), 2001-2006

| | PRODUCCIÓN (miles de t) | SUPERFICIE (ha) | RENDIMIENTO (t/ ha) |
|------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 2000 | 250.429 | 3539 | 31.473 |
| 2001 | 188.464 | 2123 | 25.913 |
| 2002 | 130.103 | 2448 | 24.976 |
| 2003 | 148.942 | 2401 | 29.543 |
| 2004 | 183.518 | 2119 | 34.145 |
| 2005 | 159.206 | 2166 | 32.523 |
| 2006 | 158.502 | 2305 | 30.334 |

Fuente: MINAG, 2006

c. Características Botánicas

Taxonomía

De acuerdo a la Integrated Taxonomic Information System of North América (ITIS) la taxonomía vegetal del Tomate *cherry* (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) es de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Sub división: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum L.*

Especie: *Solanum lycopersicum*

Subespecie: *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*

Descripción de la Planta

La especie *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* es una planta de crecimiento indeterminado que puede cultivarse como anual o por varios años, cuya característica varietal más importante, además del escaso tamaño de los frutos, es su sabor dulce y agradable. Posee un sistema radicular pivotante que, por lo general, se modifica con el

tipo de siembra, llega a desaparecer y es sustituido por otro adventicio, más superficial (Fernández, 1990).

El tallo típico tiene 2-4 cm. de diámetro en la base y está cubierto de pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; en el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inician los nuevos primordios foliares y florales, esta yema vegetativa puede crecer indefinidamente (indeterminado) produciendo una inflorescencia cada tres hojas pudiendo llegar a medir más de 10 metros por año con un porte rastroso o trepador (Nuez, 1995). Es erecto al inicio del desarrollo y se inclina posteriormente durante la fase de llenado de frutos (Grupo Océano, 2000).

Las hojas se disponen en forma alternada, son compuestas e imparipinadas, con un tamaño promedio de 0.25 metros de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta ocho grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados, las hojas son de tipo dorsiventral o bifacial, recubiertas de pelos del mismo tipo que los del tallo (Nuez, 1995; Rodríguez et al, 1997). La iniciación de las hojas se produce a intervalos de 2-3 días, en función de las condiciones ambientales. En general, la producción de hojas y de primordios foliares aumenta con la irradiación diaria y con la temperatura (Nuez, 1995). Al desarrollarse la planta, las hojas inferiores mueren debido a la iluminación insuficiente y a la falta de nutrientes, que son consumidos por los frutos en formación (Folquer, 1976).

Las flores aparecen agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, que surgen de las axilas de las hojas cada 3 en promedio. La flor es perfecta, regular e hipogina y está conformada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre sí, y la corola gamopétala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo, el gineceo presenta de dos a más carpelos que al desarrollarse dará lugar a los lóculos o celdas del fruto (Rodríguez et al, 1997). El primer signo de inflorescencia aparece entre los 16 y 45 días después de la expansión de los cotiledones (Folquer, 1976).

El fruto es una baya que se desarrolla a partir de un ovario de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopeno y carotina, en distintas y variables proporciones. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera, y su superficie lisa o asurcada, siendo el tamaño muy variable según las variedades. El fruto está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión. El fruto adulto está constituido, básicamente, por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Nuez 1995; Rodríguez et al, 1997).

Valor Nutritivo

El tomate fresco es rico en vitaminas A y C, pero la cantidad de calorías es bastante modesta debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. Tanto el contenido en agua como los restantes componentes depende tanto de la variedad, nutrición, condiciones de cultivo, etc. Posee además licopeno, un flavonoide con propiedades similares a los β -carotenos, es decir propiedades antioxidantes (Tabla N° 02). Las especies *L. esculentum* var. *cerasiforme* y *L. pimpinellifolium* presentan contenidos de β -carotenos tres a cuatro veces superior al del tomate rojo normal (Izquierdo et al, 1992; Nuez, 1995). Davies mencionado por Blas (1974) indica que los ácidos cítrico y málico constituyen un 70 - 80% de la acidez total del fruto de tomate, pero que la cantidad de estos ácidos difiere con la variedad. El pH del jugo oscila entre 4 - 4.5 (Folquer, 1976).

Tabla N° 02: Composición del fruto de tomate maduro

| COMPONENTE | PESO FRESCO (%) |
|----------------------------------|-----------------|
| Materia seca | 6.50 |
| Carbohidratos totales | 4.70 |
| Grasas | 0.15 |
| N proteico | 0.10 |
| Azúcares reductores | 3.00 |
| Sacarosa | 0.10 |
| Sólidos solubles totales (°Brix) | 4.50 |
| Acido málico | 0.10 |
| Ácido cítrico | 0.20 |
| Fibra | 0.50 |
| Vitamina C | 0.02 |
| Potasio | 0.25 |

Fuente: Nuez, 1995

2.1.2 Factores que influyen en la producción de Tomate

a. Clima

El tomate es una planta que se adapta bien a una gran variedad de climas y pisos ecológicos, con la sola excepción de aquellos en que se producen heladas, puesto que resulta sensible a este fenómeno. Pero además, los vientos fuertes dañan considerablemente la planta, reduciendo la producción y si son secos y calientes, producen la abscisión de las flores con similares resultados (Nuez, 1995).

Existen tres factores climatológicos que ejercen una gran influencia sobre el cultivo y que merecen una consideración especial: temperatura, humedad y luminosidad. La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etc., teniendo un rango de temperatura en que el desarrollo de esas funciones es normal y una temperatura ideal (óptima). En el tomate las temperaturas óptimas según el ciclo de vida son: 24 - 30 °C para el día, 15 -16 °C para la noche, 21 °C para floración, 22 – 23 °C para desarrollo vegetativo, y por debajo de 12 °C la actividad vegetativa se paraliza. Temperaturas diurnas de 24° C y nocturnas de 18° C favorecen la emergencia en 6 días y plantas más robustas (Folquer, 1976). La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades criptógamas, siendo preferibles rangos de 50 – 80%. Por último, la luminosidad tiene una gran influencia tanto en la fotosíntesis como sobre el fotoperiodismo, crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos. En el tomate la influencia de la duración del día es menor que en otros cultivos, debiéndose tener en cuenta solamente para la maduración homogénea de los frutos (Rodríguez et al 1997; Pérez et al, 2005). La importancia de la luz como factor de producción está asociada con su duración, intensidad y longitud de onda. El tomate es indiferente al fotoperíodo, pudiéndose desarrollar tanto en épocas de días cortos como de días largos (Izquierdo et al, 1992; Dogliotti, 2006).

La polinización puede verse afectada por las condiciones atmosféricas, temperaturas demasiado altas (más de 30°C) o demasiado bajas (menos de 10°C), pueden dar lugar a la formación de polen estéril. Una humedad relativa (HR) menor del 50% puede afectar negativamente a la fijación del polen al estigma y una HR mayor del 85-90% puede repercutir también negativamente en la dehiscencia de las anteras y en la polinización. También la baja luminosidad (días nublados) reduce el porcentaje de polen germinado y

disminuye el crecimiento del tubo polínico. Las temperaturas elevadas pueden dar lugar a caída de flores y frutos recién cuajados, frutos pequeños o inmaduros, con podredumbre apical y de carne acuosa (Nuez, 1995).

b. Suelo

El tomate no es una planta especialmente exigente, creciendo en las más variadas condiciones y, aunque prefiere los suelos profundos, se adapta a los superficiales, debido a características de su sistema radicular, siempre que no existan problemas de encharcamiento (drenaje). El pH neutro es el que más le conviene, aunque resiste la acidez y la basicidad en el intervalo de pH entre 4 y 9. El contenido de caliza más adecuado para el cultivo se sitúa entre el 2 y el 5 %, y el de materia orgánica entre 1.5 y el 2 %. La salinidad del suelo influye de modo considerable en la productividad y las características de los frutos (Fernández, 1990). El tomate requiere de suelos sueltos, ricos en materia orgánica y bien drenados con un rango de pH óptimo entre 5.5 y 6.8 (Ugás et al 2000).

c. Fertilización

Dependiendo de las condiciones concretas de cada caso (clima, cultivar, fertilidad del suelo, tipo de riego, etc.) la fertilización del tomate varía notablemente (Nuez, 1995; Navejas, 2002). En sistemas de producción convencional, el tomate responde bien a la aplicación de materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco; el fósforo y potasio a la preparación del terreno al primer cambio de surco y el nitrógeno fraccionado en 2-3 momentos. Toda esta fertilización acompañada de aplicaciones de abonos foliares a partir de los dos meses, obteniendo mayores rendimientos con riego tecnificado y fertirrigación (Ugás et al 2000). Bajo condiciones de invernadero y fertirrigación para un ciclo de cultivo de siete meses, con siete a nueve racimos en producción y un rendimiento promedio de 120 t/ha las necesidades de nutrientes en Kg / ha son: N 400 P₂O₅ 200 K₂O 850 (Nuez, 1995).

El orden de extracción de nutrientes por la planta de tomate en forma decreciente es K, N, Ca, S, Mg y P (Pérez et al 2005). Rincón mencionado por Márquez et al (2006) determinó que se necesitan 3, 1, 5, 2.5 y 1 Kg. de N, P₂O₅, K₂O, Ca y Mg, respectivamente, por tonelada de tomate producido. Si el nitrógeno del suelo es pobre, el desarrollo de la planta será lento, el contenido de almidones alto, el de proteínas bajo y la fructificación deficiente. En el otro extremo, si el nitrógeno es muy alto, el crecimiento

vegetativo es rápido, frondoso y prolongado, con mucha proteína foliar, bajo contenido de almidones y a veces las flores se caen o dejan de formarse, generando una producción tardía y deficiente (Benites, 1992).

La adición de materia orgánica ayuda a mantener el equilibrio de nutrientes en el suelo y disminuye la utilización de abonos químicos, reduciendo los costos de producción (Pérez et al 2005). En producción orgánica es recomendable rotar este cultivo con siembras de leguminosas mejoradoras del suelo, especies aportadoras de nitrógeno y realizar, de ser posible, abonado en verde mediante el corte e incorporación de este cultivo en el suelo. Se sugieren dos aspersiones foliares con ácidos húmicos al 12% en dosis de 2 litros por hectárea (Navejas, 2002).

d. Riego

Los riegos deben ser frecuentes y ligeros al inicio del cultivo y luego distanciados, siendo importante alejar el surco de riego del pie de planta para evitar inundación de la cama evitando la aparición de enfermedades criptógamas por las condiciones de excesiva humedad (Ugás et al 2000).

Un riego excesivo durante el periodo de floración aumenta la caída de la flor y reduce la formación del fruto. También esto puede ocasionar un crecimiento vegetativo excesivo y un retraso en la maduración. Para la producción de tomate para consumo fresco con más de una cosecha, el cultivo florece mejor con riegos ligeros y frecuentes, bien distribuidos durante los distintos periodos del ciclo vegetativo, que se mantenga inferior al 40% del nivel de agotamiento del suelo (Padilla, 1992).

El tomate y en especial el *cherry*, es una de las especies cultivadas que toleran, e incluso se benefician, con una conductividad eléctrica elevada del suelo, se trata también de una planta bastante sensible, tanto a la escasez como el exceso de agua. Los riegos deberán ser regulares y frecuentes, evitando los excesos. La lámina a utilizar deberá ser creciente en el tiempo, acompañando las necesidades del cultivo.

En sistemas de riego tecnificado (por goteo) el intervalo de riego puede variar de 2 – 3 días en suelos livianos, y de 3 – 5 días en suelos pesados dependiendo de las condiciones agroclimáticas de la zona. Una de las grandes ventajas de este sistema es la eficiencia en

la aplicación de agua, por lo que con pequeñas fuentes se puede establecer este cultivo. Antes de establecer la plantación se recomienda realizar un riego de saturación hasta la profundidad que alcanzarán las raíces (Pérez et al 2005). Un exceso de humedad puede provocar rajadura de frutos verdes y maduros por la turgencia de las células, mayor susceptibilidad a enfermedades fungosas y bacterianas y un excesivo crecimiento apical desarrollando poco grosor del tallo mientras que una deficiencia en el riego provoca caída de frutos y flores, coloraciones amarilla a violácea de la planta, se detiene el crecimiento vegetativo, específicamente en puntos apical y en el fruto y necrosis en puntas de hojas y extremos apicales (Nuez, 1995 y Pérez et al 2005).

e. Poda y entutorado

La conducción y poda permite reorientar la arquitectura de crecimiento indeterminado (que puede alcanzar longitudes enormes) al amarrar las plantas a un hilo plástico o alambre y colocarlas en forma vertical. La finalidad es la de aprovechar el volumen disponible dentro del invernadero y controlar mejor las plagas y enfermedades a través de una óptima exposición de la planta a las pulverizaciones con agroquímicos y permitir la mayor accesibilidad de los operarios para el manejo agronómico. Los tipos básicos de podas son dos: a un tallo (un eje) y a dos tallos. En la poda a un tallo se eliminan todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de la guía principal hasta su eventual despunte. En la poda a dos tallos, se deja crecer uno de los brotes axilares (a partir de la 2º o 3º hoja tras la primera inflorescencia); con ello se disponen de dos guías o tallos (Nuez, 1995). Otro tipo de poda que se tiene es a brazos múltiples que consiste en despuntar antes del primer racimo floral dejando dos brazos, que a su vez se podan antes de la aparición de la inflorescencia, quedando así cuatro ó más brazos. Tiene altos requerimientos de mano de obra, por esta razón no es de uso común. Al incrementar el número de brazos, tiende a dejar un mayor número de racimos florales por planta, se aplica para tomate *cherry* o en variedades al aire libre.

En la poda además se deben controlar los brotes axilares, cuando estén pequeños evitando la pérdida de energía, la cual aprovecha la planta en el desarrollo de la flor y fruto. También se realizan podas del follaje, con ello se favorece la aireación de la planta evitando la incidencia de enfermedades y permitiendo el equilibrio entre el follaje, fecundación y el desarrollo de frutos; esta poda se realiza en las hojas que se encuentran cercanas al suelo, por debajo del primer racimo floral y continuando hasta una altura de

0.35 m. a 0.60 m (Pérez et al, 2005). Si las condiciones del medio ambiente, la nutrición y el abastecimiento de agua son adecuados lo normal es que la capacidad de la planta sea suficiente para producir un número de frutos igual al número de flores. Sin embargo, el desarrollo de los frutos es desigual en la inflorescencia y con un cierto grado de competencia. La consecuencia es una maduración desuniforme y desigualdad en el tamaño con una disminución en el promedio del calibre de frutos, para obtener frutos uniformes y de mejor tamaño se ralean las flores más pequeñas y atrasadas del racimo, dejando menos frutos por inflorescencia (Nuez, 1995).

En cuanto al sistema de conducción, puede variar de acuerdo a los recursos de la zona, cultivares, insumos etc., siendo los más usados:

- Entutorado individual, en donde los tutores se colocan uno por cada planta pudiendo ser una rafia sujeta a un alambre horizontal o una estaca de madera.
- Entutorado doble, cuando las plantas han alcanzado una altura de 20 a 30 cm. Se coloca una estaca por planta y se amarra dos hileras en estacas juntas sobre un alambre (sistema utilizado en invernaderos cortos).
- Sistema de espalderas, consiste en una estructura vertical con varios alambres a intervalos de 20 a 30 cm hasta una altura de 150 a 180 cm., sobre estos alambres descansan las plantas amarrando los tallos a los mismos con cintas o rafia, existen variantes a este sistema como la utilización de mallas de polipropileno (Kiyam, 2002; Padilla, 1992).

En invernadero, el entutorado se sustenta en un entramado de alambre, unido con la estructura del invernadero. Para cada planta se emplea un hilo de plástico o rafia de polipropileno al cual se une la planta a través de anillos o atándolo con el tallo, por la base y al alambre con un gancho o directamente (Nuez, 1995).

2.1.3 Labores de Cultivo

La siembra puede ser directa o por transplante siendo esta última la más adecuada para el caso de semillas híbridas por el alto costo. El transplante se realiza cuando las plántulas tengan 3 a 4 hojas verdaderas, es importante indicar que este método de siembra puede ser una forma importante de diseminación de enfermedades por lo que se deberá tener un estricto control del mismo (Ugás et al; 2000).

Para el sistema de producción convencional el control de malezas puede ser manual o químico, en este último se recomiendan dosis bajas cuando las malezas están pequeñas, principalmente herbicidas pre transplante o pre siembra no selectiva (Pérez et al 2005) o post transplante dirigido al fondo del surco (Ugás et al 2000). En el sistema de producción orgánica, el uso de herbicidas está prohibido por lo que el control de malezas es estrictamente manual.

La cosecha consiste en la recolección manual de frutos, desprendiendo el fruto del resto del racimo o cortando el racimo completo con ayuda de una tijera de podar, el momento de cosecha depende de la madurez comercial del fruto. Los grados de madurez más usados son: Pintón (10% de coloración roja), rosado (30 a 60% de coloración roja) y Rojo (con más de 90% de coloración roja) (Nuez, 1995).

El tomate para consumo fresco se puede cosechar con pedúnculo o sin él, dependiendo de las preferencias de los mercados. Es necesario dedicar la máxima atención en las operaciones de recolección y clasificación, ya que estas son consideradas como las que provocan mayor cantidad de merma (Pérez et al 2005). La recolección debe ser efectuada cuando está exento de humedad procedente del rocío o de la lluvia, porque ella favorece la descomposición y putrefacción. Se recomienda también cosechar en horas frescas y mantener los tomates en lugares sombreados (Nuez, 1995 y Pérez et al 2005).

2.1.4 Experiencias del cultivo de Tomate Miniatura

Márquez et al (2006) evaluó el rendimiento y calidad de tomate *cherry* cv. Hazera 647 cultivado en diferentes mezclas de compost con distintas combinaciones de arena o perlita bajo condiciones de invernadero en México. Los resultados indicaron que los mejores cuatro mezclas fueron: vermicompost (humus de lombriz) al 50% más arena y vermicompost con perlita al 25, 37 y 50%, con un rendimiento promedio de 48.50 t/ha.

En otra investigación, Márquez y Cano (2005) evaluaron el efecto de diferentes mezclas de sustratos orgánicos en el rendimiento y calidad del genotipo FA1325 de tomate *cherry* producido bajo invernadero. Los resultados mostraron diferencias significativas siendo los mejores vermicompost al 50% más perlita con 58.20 t/ha, vermicompost al 25% más perlita con 57.51 t/ha, biocompost (compost) al 12.5% con arena con 47.79 t/ha y

vermicompost al 37.5% más perlita con 47.41 t/ha. En todos los casos la calidad de fruto no se vio perjudicada.

2.2 INVERNADEROS

2.2.1 Cultivos protegidos

El concepto de proteger un cultivo mediante una cobertura puede definirse como: cerrar un volumen de espacio, para aislar el cultivo que se desarrolla en dicho espacio de las condiciones naturales adversas y suministrarle condiciones agrotécnicas ideales. Las condiciones adversas pueden ser: Lluvia (y otras precipitaciones), viento, temperaturas extremas (generalmente bajas), intensa radiación solar y plagas (Shany, 2004). El elemento clave del cultivo protegido sin duda es el invernadero, éste se define como un recinto cerrado o delimitado por una estructura de madera o metal, recubierta por vidrio o plástico transparente, en cuyo interior se desarrolla un cultivo en condiciones controladas (Yuste, 1997).

Los factores que definen la necesidad de cultivar bajo cobertura son: tipo de cultivo, mejoramiento de la calidad de los frutos, necesidad de reemplazar el suelo, protección contra plagas e incremento de los rendimientos (Shany, 2004).

Un cultivo bajo cobertura, desde el momento de su establecimiento, puede sufrir una serie de problemas, que provienen del microclima especial, que existe dentro de la construcción cerrada. Debe considerarse que las temperaturas durante el día son mayores que las de afuera y durante la noche pueden ser menores que las de afuera debido a la falta de movimiento de aire, la humedad relativa es muy alta dentro de la construcción debido a la falta de aireación ya que la construcción ejerce una barrera física que impide el movimiento natural del aire, afectando el cuaje de los frutos y favoreciendo la aparición de enfermedades de los cultivos dentro del invernadero y además el suelo del invernadero puede sufrir un rápido agotamiento debido a la intensidad de uso (Yuste, 1997 y Shany, 2004).

2.2.2 Requerimientos básicos y tipos de cultivo protegido

Para obtener un cultivo productivo y aprovechar el potencial que ofrece el invernadero, es sumamente importante el diseño correcto de la construcción. Sin olvidar que un cultivo protegido, tiene una serie de requerimientos que son parte integral de su manejo como

alta inversión primaria (construcción) y secundaria (manejo), conocimiento profundo del cultivo y uso de alta tecnología (cultivares, preparación del suelo, cobertura de camas, semillas de calidad, distanciamientos adecuados, manejo fitosanitario, sistema de riego localizado, fertirrigación, tutorado y poda del cultivo) (Yuste, 1997 y Shany, 2004).

Entre los principales tipos de instalaciones tenemos:

- Túneles bajos: Conformado por una hilera de doble arco entre los cuales se extiende un polietileno transparente. Es apto únicamente para cultivos de porte bajo ayuda a proteger a los cultivos en sus primeras etapas contra la lluvia y elevar las temperaturas durante el día.
- Túneles altos: Permiten el uso de variedades indeterminadas y cultivar en temporadas más frías del año. Los arcos pueden ser de algún material local como el bambú, pero se prefiere el hierro galvanizado o el PVC.
- Túneles altos con cortinas: Construcciones más altas (3 – 3.5 m de altura), que permiten generar condiciones micro climáticas más parecidas a los invernaderos.
- Construcciones livianas de malla sombreadora (casas de sombra): Se utilizan para proteger cultivos de una intensa radiación solar; son construcciones movibles, que se cubren con un tipo de malla negra (zarán o rashell), con un sombreado de 30 – 50%.
- Construcciones altas (tropicales): Sirven para proteger cultivos en zonas cálidas y lluviosas, tienen que ser altos (mínimo 4 m de altura) y con aberturas en el techo además de poseer cortinas en las paredes laterales.
- Invernaderos: Son construcciones altas (4.0 – 4.5 m), herméticamente cerradas mediante el material de cobertura, plástico o vidrio que poseen cortinas frontales y laterales pudiendo incluir aberturas en el techo. Además permiten incorporar ventiladores y otros sistemas para el control climático según las necesidades de las plantas (Yuste, 1997; Shany, 2004 y Editorial Océano, 2000).

2.2.3 Ubicación, diseño y medidas

Los invernaderos deben ubicarse siempre en un lugar alto. Este principio asegura la buena aireación. No se recomienda situar el invernadero cercano a hileras de árboles o edificios, la distancia mínima necesaria desde un obstáculo, es de 2 m, dependiendo de su altura.

En zonas con peligro de heladas, deben evitarse los lugares más bajos pues allí se registrarán las temperaturas más bajas (Shany, 2004). La orientación del invernadero debe ser según la dirección de los vientos permanentes en la zona. Además esta orientación permite que el viento pase a lo largo de las hileras del cultivo y llegue de un lado a otro del invernadero (Yuste, 1997).

En el invernadero deben mantenerse ciertas medidas que aseguren un buen flujo de aire a lo largo de las hileras del cultivo, estas medidas son: por lo menos 4.0 m de altura que se mide como la altura de la columna, desde el suelo y hasta la zanja del drenaje del techo (y no hasta la punta del techo). La altura del invernadero es el factor más importante que determina el microclima final dentro de la construcción. El ancho del invernadero debe ser generalmente entre 7 a 8 m y la longitud nunca debe exceder de 32 m, la explicación a esta determinación es que, si la altura máxima del invernadero es de 5 m, el aire que penetra a la construcción a una velocidad normal (viento o ventilación), no puede recorrer una distancia que es mayor a 32 m debido al rozamiento del aire contra el suelo, las plantas y la construcción provocando la falta de aireación en el interior y favoreciendo condiciones adecuadas para el desarrollo de enfermedades para el cultivo. Estas medidas ayudan a mantener además una temperatura uniforme en todo el ambiente del invernadero (Yuste, 1997; Shany, 2004 y Editorial Océano, 2000).

2.2.4 Materiales de construcción y cobertura

Para el caso de la construcción se usa madera o fierro, preferentemente fierro galvanizado tratado con ácido de zinc, que lo protege de la corrosión. Si se usa madera, tiene que ser de una buena calidad, tratada contra plagas y pintada (Shany, 2004). En cuanto al material de cobertura, en general, debe ser de material transparente que permita el paso de la luz solar que se convierte en calor. La cantidad y la calidad de luz solar, transmitida por el material que cubre el techo del invernadero son los factores más importantes que determinan la calidad y rendimiento del cultivo. Ambos factores dependen, sin lugar a duda, de la calidad del material de cobertura (Yuste, 1997, Shany, 2004 y Océano, 2000).

Los materiales comúnmente utilizados para la cobertura del techo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 03: Materiales para Cobertura en invernaderos

| Material | Característica |
|-----------------|--|
| Vidrio | Mayor transparencia, buena filtración de la radiación Infrarroja (IR). Es muy frágil y peligroso, relativamente caro |
| Polietileno | Plástico flexible, con buena transparencia, resistente y más barato. Puede ser tratado con aditivos para una mayor duración. Vida útil determinada. |
| Poli-carbonato | Material del tipo plástico rígido, transparente y con ciertas cualidades ópticas. Con buena resistencia y durabilidad, usado en zonas donde se necesita alta resistencia física (contra vientos, nieve, etc.). |
| Malla antiáfido | Es una malla de polietileno que evita la penetración de plagas pero a su vez permite el paso de aire natural. Usada para cubrir ventanas de las cortinas, pero en ciertas condiciones climáticas (cálidas y sin lluvias), se usa como única cobertura de construcción. |

Fuente: Shany, 2004

2.3 AGRICULTURA ORGÁNICA

2.3.1 Producción Orgánica

La agricultura orgánica, ecológica o biológica, se define como un conjunto de técnicas que pretenden obtener una producción abundante sin utilizar elementos (fertilizantes sintéticos, plaguicidas, reguladores del crecimiento y aditivos para la alimentación animal) o procedimientos que puedan perjudicar la fertilidad de la tierra a corto o largo plazo; respetando así los ciclos de crecimiento, muerte y descomposición que conserva al suelo vivo o producir contaminación para el medio ambiente. Este manejo propone la sustitución de los abonos artificiales por orgánicos como: restos de cosechas, abonos verdes, residuos de la propia granja y externos, la rotación y asociación de cultivos y el reemplazo de agroquímicos por el control biológico, físico y cultural de plagas y enfermedades (Altieri, 1997; Lampkin, 2001; Suquilanda, 2003). Según el Reglamento Técnico Peruano para los Productos Orgánicos establecido por la Comisión Nacional de Productos Orgánicos (CONAPO; 2005), se considera producto orgánico, a todo aquel producto originado de un sistema de producción agrícola o que en su transformación emplee tecnologías que, en armonía con el medio ambiente, y respetando la integridad

cultural, optimicen el uso de los recursos naturales y socioeconómicos, con el objetivo de garantizar una producción agrícola sostenible. Eyhorn et al (2002) mencionan a la agricultura orgánica como un sistema agrícola basado en principios agroecológicos enfocados en la fertilidad del suelo y la ausencia de uso de agroquímicos y que además incluye a la agricultura biodinámica y a su vez forma parte del sistema de Agricultura sostenible (Figura N° 1).

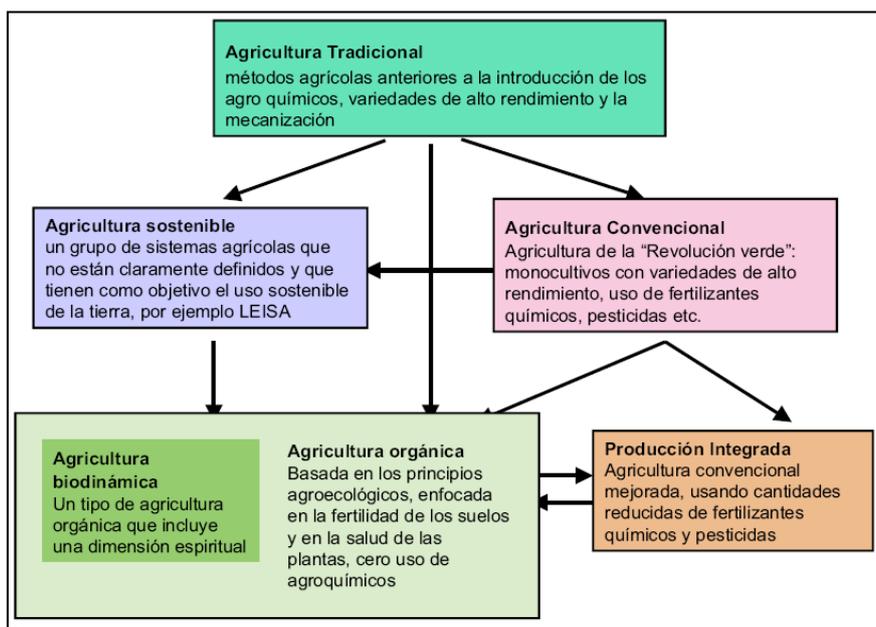


Figura N° 01: Definición de algunos Sistemas Agrícolas - Fuente: Eyhorn et al, 2002

Los productores de hortalizas optan por el manejo orgánico por diversas razones, una de ellas es la creciente demanda de productos orgánicos que a veces aporta un plus en el precio de 10 - 30% en los diferentes mercados nacionales e internacionales. Con los productos cultivados orgánicamente se hace más común, sin embargo, que las exigencias del mercado apunten además a incluir la mejora de la seguridad agrícola, la reducción de impacto ambiental, un mejor funcionamiento del agroecosistema y todo esto avalado por un organismo certificador que garantice los aspectos mencionados (Dobson et al, 2002).

2.3.2 Producción orgánica en Invernaderos

a. Aspectos generales

La producción hortícola en invernadero y la tecnología utilizada difieren poco entre la producción convencional y la producción orgánica. Las principales variaciones se refieren a la lucha contra las plagas y la fertilidad (Dobson et al, 2002; Greer and Diver, 2000).

En cuanto a la fertilidad, aunque el proceso es más complicado, es posible obtener suficientes nutrientes de fuentes orgánicas, pero se necesita más cuidados y un manejo creativo. Únicamente los fertilizantes no proporcionan todos los elementos esenciales necesarios, una combinación de los productos orgánicos pueden ser ideal, entre ellos el uso de algas marinas y ácidos húmicos muestran buenos resultados en producción orgánica en invernaderos. Por otro lado el control de plagas y enfermedades en el invernadero sigue las mismas pautas que la producción orgánica a campo abierto (control biológico, rotación de cultivos, control etológico, preparados naturales, etc.) (Dobson et al, 2002; Greer and Diver, 2000).

La producción orgánica en invernadero puede ser en suelo o en cultivo sin suelo. La producción orgánica en invernadero usando suelo natural es más usada que los sustratos. Una de las razones es que en este sistema de producción en suelo, las prácticas son ya conocidas y son un concepto basado en décadas de investigación y experiencia frente al uso de sustratos que son tecnologías menos investigadas en producción orgánica. Una de las principales preocupaciones dentro de la producción orgánica en invernadero es la pasteurización o esterilización del suelo para el control de los agentes patógenos del suelo ya que no se puede optar por el uso de químicos, sin embargo para la producción orgánica se opta por la desinfección por métodos como la solarización, vapor, calor eléctrico y uso de control biológico con microorganismos (Greer and Diver, 2000).

b. Producción orgánica de tomate en invernadero

La gran mayoría de tomates producidos en invernadero a nivel mundial, utiliza sistemas de producción convencionales. La producción convencional y orgánica en invernadero difiere en los tipos de insumos, prácticas de fertilización y métodos de control de plagas y enfermedades que ambos usan (Dobson et al, 2002). Grubinger (2005), señala que para tener éxito como productor orgánico de tomate en invernadero o cualquier otro cultivo es necesario tener una buena experiencia técnica es decir muchos de los conocimientos necesarios y las técnicas no son ni orgánica ni convencionales, estas técnicas incluyen: la construcción del invernadero (estructura, calefacción, la refrigeración, el riego), el manejo del medio ambiente (la luz, la temperatura, la humedad del suelo, CO₂), el manejo de la planta (selección de la variedad, trasplantes, injertos, podas, polinización, control fitosanitario, abonamiento) y la comercialización (Figura N° 02).

Los tomates de invernadero pueden cultivarse en el suelo o en sustratos. El suelo es generalmente mejorado con abonos orgánicos como el compost y otras enmiendas orgánicas comerciales. El potencial de las enfermedades y nemátodos en sistemas de producción orgánica de invernadero con suelo es bastante elevado en muchas zonas. Los tomates en particular, son vulnerables a muchas enfermedades transmitidas por el suelo, incluidos *Verticillium* y *Fusarium*. Los nematodos también pueden ser un problema en algunos suelos pero el uso de variedades resistentes y un buen manejo de la materia orgánica puede suprimir altos niveles de estas enfermedades y plagas. Por lo tanto mantener un control riguroso de plagas y enfermedades es la clave para mantener la sanidad y una alta producción de tomate en invernadero bajo manejo orgánico (Dobson et al, 2002).



Figura N° 02: Factores que afectan la producción orgánica de tomate en invernadero

En cuanto a prácticas culturales en invernaderos bajo producción orgánica, estas juegan un rol importante para el control de algunas enfermedades que pueden literalmente propagarse de la noche a la mañana, los patógenos ingresan y entran en contacto con las plantas de muchas maneras: suelo infestado, rastros, movimiento del aire, el agua, contaminación por operarios y herramientas infectadas. Una buena circulación del aire y ventilación, rigurosas prácticas de saneamiento y mantener óptima la humedad y temperatura del invernadero, puede mantener buenos niveles de eficiencia en el control de enfermedades y plagas en el manejo orgánico del invernadero. Según el Dobson et al (2002), el mantenimiento del invernadero bajo manejo orgánico debe ser más riguroso

que una producción convencional debido a la restricción de insumos y prácticas para eliminar enfermedades y plagas. El mantenimiento consiste principalmente en:

- Mantener las puertas cerradas y asegurarse que todas las paredes y coberturas estén en buen estado
- Asegurarse que los desechos vegetales (restos de poda, malezas y otros) sean eliminados rápidamente fuera del invernadero.
- Desinfectar manos, herramientas, maquinaria y equipos cuando se desplaza de nave (invernadero) en nave.
- Tener una poza de desinfección de zapatos en cada entrada
- No almacenar plantas en los invernaderos de producción

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área Experimental

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de Julio del 2006 y Febrero del 2007 en el Invernadero “Pepa” del Programa de Hortalizas “El Huerto” de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El suelo se encontraba en un periodo de descanso desde hace tres años y se decidió que el manejo del invernadero fuera orgánico.

3.1.2 Características del Invernadero

Las medidas del invernadero se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 04: Dimensiones del Invernadero “Pepa”. La Molina 2007

| Sección | Dimensiones |
|--|--------------------|
| Túnel | |
| Ancho | 7.00 m |
| Largo | 30.00 m |
| Altura de pared | 1.50 m |
| Altura de cumbrera | 3.50 m |
| Distancia entre arcos | 3.20 m |
| Área cubierta | 210 m ² |
| Estructura de soportes (espaldas) | |
| Ancho | 6.50 m |
| Altura | 2.00 m |
| Puerta del extremo frontal | |
| Ancho | 0.90 m |
| Altura | 2.10 m |
| Antecámara de la puerta del extremo frontal | |
| Altura | 2.10 m |
| Ancho | 0.90 m |
| Puerta de la antecámara del extremo frontal | |
| Altura | 2.10 m |
| Ancho | 0.90 m |

Las estructuras del invernadero estaban compuestas de tubos de acero galvanizado ARMCO (515 g. Zinc/cm²), con un diámetro de 1 ¼ de pulgada por 2 mm de espesor. El material de cobertura fue film plástico transparente hecho de una película de polietileno de baja densidad, con tratamiento U.V, galga (espesor) de 0.006 pulgadas. Las paredes y puertas estaban recubiertas de malla antiáfida de 14 x 10 monofilamento de polietileno de alta densidad (Beniagro PM 14x10 Cristal), estabilizada U.V, que permitía un flujo de aire e impedía el paso de insectos como áfidos y lepidópteros. El invernadero contó con un sistema de riego tecnificado con las siguientes partes:

- a) **Equipo de Bombeo:** es un equipo de bombeo de 3 HP con componentes de succión y descarga, el cual extrae agua proveniente de un reservorio a tajo abierto, ubicado a 12m del sector Tinglado; además cuenta con un tanque hidroneumático de capacidad de 150 gln. que se encarga de mantener presurizada toda la red, trabajando en un rango de presión de 60 a 70 PSI.
- b) **Equipo de Filtrado:** dado que el agua proviene de un canal y es almacenada en un reservorio, tiende a formar algas y acumular otros sedimentos que impiden el libre paso del agua, para ello el sistema cuenta con dos filtros; el primero es un filtro de malla con limpieza totalmente automatizada de 2” modelo TAF, el cual realiza la limpieza de la malla a través de un scanner interior que gira con energía hidráulica y succiona las impurezas a través de toda la pared interna de la malla, para luego expulsarla mediante una válvula hidráulica. El segundo es un filtro complementario de anillo de 2”, cuya limpieza es manual.
- c) **Equipo de Fertilización:** conformado por un inyector del tipo Venturi de ½”, que se conecta a la red troncal a través de miniválvulas de paso de 16 mm x 3/4” y un recipiente de plástico para la preparación de la solución nutritiva.
- d) **Equipo de Seguridad:** para evitar la acumulación de aire dentro de las tuberías, el sistema cuenta con válvulas de aire de 3/4” en puntos estratégicos que permiten un flujo continuo sin problemas.

Dentro del invernadero se cuenta con dos tipos de riego: nebulización y goteo. La operación del sistema de nebulización, se efectúa de manera automática mediante un programador de riego MiniGalcon de 220v – 24 VAC de 6 zonas, el cual abre un solenoide en un lapso de segundos y repite el ciclo durante las horas programadas, para evitar el continuo encendido de la electrobomba. El sistema de goteo está compuesto por 8 tuberías de polietileno de baja densidad de 16 mm C-4 con goteros Katif

autocompensados con un caudal de 2.3 l/h colocados cada 0.6 m. los cuales se operan manualmente a través de una válvula oblicua de 3/4"; asimismo cada lateral incluye una miniválvula de 16 mm, para independizar el riego por línea. En la figura N° 03 se puede observar el desarrollo promedio del bulbo de riego por cada gotero en un período de tiempo de 2 horas.

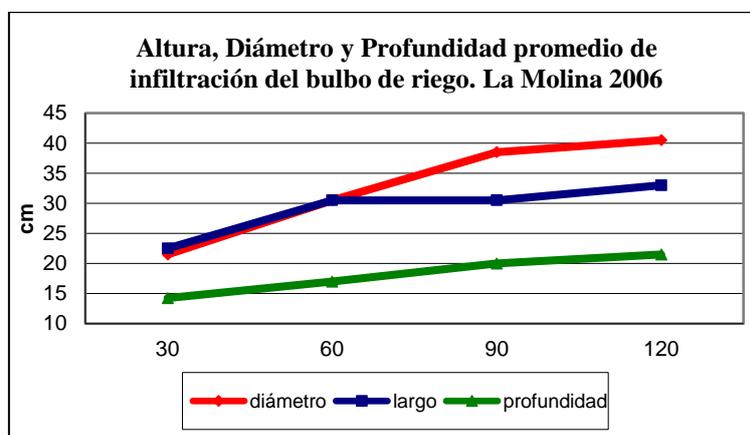


Figura N° 03: Altura, Diámetro y Profundidad promedio de infiltración del bulbo de riego. La Molina 2006

3.1.3 Características Climáticas

Los datos climatológicos (Temperatura y Humedad Relativa) en el interior del invernadero fueron registrados con ayuda de un termómetro electrónico modelo Casio 80027, la toma de datos se realizó 3 veces al día (8:00 a.m., 12:00 p.m. y 4:00 p.m.) en intervalos de 3 a 4 días durante el desarrollo del experimento, para ello se ubicó el termómetro en el centro del invernadero y se registró en una tabla la temperatura y Humedad Relativa. Los datos se pueden observar en el Tabla N° 05 y Figura N° 04,

Tabla N° 05: Condiciones Micro ambientales registradas dentro del Invernadero “Pepa”. La Molina 2006-2007

| Año | Mes | Temperatura Promedio (C°) | Humedad Relativa (%) promedio | Temperatura Máxima (C°) | Temperatura Mínima (C°) |
|------|------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2006 | Julio | 23.9 | 60.3 | 27.0 | 21.0 |
| | Agosto | 21.5 | 65.8 | 28.4 | 17.2 |
| | Septiembre | 22.4 | 63.7 | 26.7 | 17.0 |
| | Octubre | 24.7 | 61.0 | 35.1 | 19.3 |
| | Noviembre | 25.9 | 56.6 | 33.3 | 19.9 |
| | Diciembre | 24.9 | 60.0 | 30.2 | 21.0 |
| 2007 | Enero | 28.6 | 58.6 | 33.5 | 23.5 |
| | Febrero | 29.9 | 57.8 | 36.9 | 24.5 |

Tabla N° 06: Condiciones Micro ambientales registradas en el Observatorio Meteorológico "Alexander Von Humboldt". La Molina 2006-2007

| Año | Mes | Heliofanía (horas y décimas) | Temperatura Media (°C) | Temperatura Máxima (°C) | Temperatura Mínima (°C) | Humedad Relativa (%) |
|------|------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 2006 | Julio | 4.9 | 17.73 | 20.25 | 15.21 | 87 |
| | Agosto | 1.75 | 17.30 | 19.57 | 15.03 | 87 |
| | Septiembre | 3.36 | 17.55 | 20.66 | 14.43 | 85 |
| | Octubre | 4.07 | 18.57 | 21.95 | 15.18 | 83 |
| | Noviembre | 3.75 | 22.86 | 29.79 | 15.92 | 84 |
| | Diciembre | 9.2 | 20.31 | 23.26 | 17.35 | 83 |
| 2007 | Enero | 14.4 | 24.57 | 28.45 | 20.68 | 79 |
| | Febrero | 18.3 | 24.29 | 28.42 | 20.15 | 75 |

Durante la fase experimental se presentaron temperaturas ambientales entre 21.5 °C y 29.9 °C, siendo la mínima promedio de 21.5 °C registrada en el mes de Agosto y la más alta promedio en el mes de Febrero con 29.9 °C, las temperaturas registradas se encontraron dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. Como ya se mencionó, la temperatura influye en el metabolismo de las plantas y especialmente en la tasa de producción y distribución de los productos de la fotosíntesis. En cuanto a la Humedad Relativa se puede observar que fluctuó entre 57.8 y 65.8%, el cual se encuentra en un rango adecuado (valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades en el follaje).

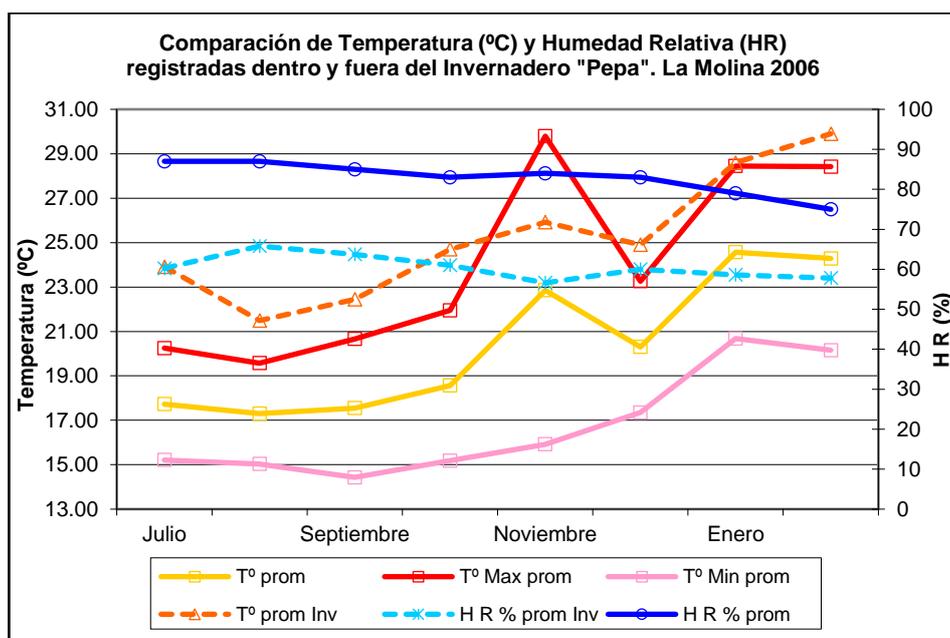


Figura N° 04: Comparación de Temperatura (°C) y Humedad Relativa (HR) registradas dentro y fuera del Invernadero "Pepa". La Molina 2006

Paralelo al registro de datos dentro del invernadero se tomaron algunos datos registrados por el Observatorio Meteorológico “Alexander Von Humboldt” (Tabla N° 06). Se puede apreciar que la temperatura promedio dentro del invernadero estuvo alrededor de 4.8 °C por encima de la temperatura registrada en el exterior por el observatorio y, que la Humedad Relativa registrada por el observatorio fue ligeramente superior, a la registrada dentro del invernadero por 22.4 % (Figura N° 04), se observó además una mayor cantidad de horas de sol en los 3 últimos meses del experimento que pudo haber favorecido la maduración e incremento del contenido de azúcares en los frutos.

3.1.4 Suelo

Para la caracterización físico-química del suelo se realizó un muestreo al azar del área de estudio, es decir, dentro del invernadero. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla N° 07: Análisis de caracterización del suelo del Invernadero Pepa. Programa de Hortalizas. La Molina 2006

| Medida | Unidad | Valor | Método de análisis |
|-----------------------------------|----------|----------------|---|
| pH | | 7.7 | Potenciómetro |
| C.E | dS/m | 0.91 | C.E. del extracto de saturación Suelo - agua 1:1 |
| CaCO ₃ | % | 4.40 | Calcímetro |
| M.O. | % | 2.1 | Método de Walkley y Black |
| P | ppm | 56.9 | Método de Olsen modificado |
| K | ppm | 491 | Extracción de Acetato de Amonio |
| Clase Textural | | Franco arenoso | Hidrómetro |
| CIC | meq/100g | 11.20 | Saturación con Acetato de Amonio |
| Ca ²⁺ | meq/100g | 8.26 | Fotometría de llama y/o Absorción Atómica |
| Mg ²⁺ | meq/100g | 1.78 | Fotometría de llama y/o Absorción Atómica |
| K ⁺ | meq/100g | 0.97 | Fotometría de llama y/o Absorción Atómica |
| Na ⁺ | meq/100g | 0.20 | Fotometría de llama y/o Absorción Atómica |
| Al ³⁺ + H ⁺ | meq/100g | 0.00 | Método de Yuan |

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2006

De acuerdo a los resultados del análisis de caracterización, se trata de un suelo Franco Arenoso, con una moderada capacidad de retención de humedad, una adecuada

permeabilidad y una buena aireación. El suelo posee una reacción muy ligeramente alcalina, presentando un nivel medio de calcáreo total. El valor de la conductividad eléctrica indica que no hay problema de sales. Presenta un nivel medio en el contenido de materia orgánica y por lo tanto de nitrógeno total, por lo que se esperaba una producción eficiente. El nivel de fósforo y potasio es alto. Por lo tanto, se esperaba que la probabilidad de respuesta a la fertilización sea de media a alta. Asimismo, los valores de la CIC indican una baja fertilidad potencial, sin embargo, el alto porcentaje de saturación de bases (100%) indica una adecuada fertilidad actual. Finalmente, de las relaciones catiónicas en el complejo de cambio Ca/Mg (4.64) y K/Mg (0.54), indican una deficiencia de los cationes Mg^{2+} y K^{+} .

3.2 Materiales empleados

3.2.1 Semilla

Se utilizaron semillas de 11 cultivares de tomate tipo cherry entre híbridos y de procedencia local, la descripción de los cultivares se presenta a continuación:

- 1) **Tomasin (T1):** Planta indeterminada vigorosa, con frutos redondos de color rojo opacos en racimos de 5 a 8 frutos, con un alto contenido de azúcar y un peso promedio de fruto de 5 g. Es utilizado mayormente para tomate deshidratado, de procedencia local (La Molina).



Figura N°05: Fruto del cv. Tomasin. La Molina 2006

- 2) **Thai Pink Egg (T2):** de frutos ligeramente ovalados, color rojo con un peso promedio de 3 g. El contenido de azúcar puede alcanzar 8%, plantas poco vigorosas, de procedencia local (Mala).



Figura N°06: Fruto del cv. Thai Pink Egg. La Molina 2006

- 3) **Yellow Pearl (T3):** caracterizada por frutos de forma aperada con un peso promedio de 5 gramos, de color amarillo y dulzor suave. Plantas indeterminadas, muy vigorosas y son de polinización abierta, de procedencia local (Mala).



Figura N° 07: Fruto del cv. Yellow Pearl. La Molina 2006

- 4) **Red Cherry Large (T4):** con abundantes racimos, frutos tipo cereza, firmes y redondos, de 2.5 cm. de diámetro promedio. Las ramas vigorosas producen toda la estación y son prolíficas, de crecimiento indeterminado, entra en producción a los 75 días. Procedencia: Emerald seeds



Figura N° 08: Fruto del cv. Red Cherry Large. La Molina 2006

- 5) **Ruby (T5):** fruto pequeño, con forma globosa y peso promedio de 9 g, pedúnculo verde claro. El contenido de azúcar puede alcanzar hasta 10.6 %, con resistencia

a Fusarium (raza 1). Es un cultivar precoz (75 días después de la siembra), de sabor muy fuerte. Procedencia: Known – You Seed.



Figura N° 09: Fruto del cv. Ruby. La Molina 2006

- 6) **Season Red (T6):** tomate *cherry* tolerante a alta humedad y temperatura, con frutos pequeños y abundantes. Las plantas son determinadas, enanas, vigorosas, y pueden crecer con cuidado mínimo. Los frutos pesan en promedio 15 g, de color rojo uniforme, y de forma levemente oblonga. Procedencia: Known – You Seed.



Figura N° 10: Fruto del cv. Season Red. La Molina 2006

- 7) **Golden Gem (T7):** Las plantas son altas con hojas verde oscuro, levemente encrespadas. Variedad precoz, puede ser cosechada cerca de los 75 días después de la siembra, es muy prolífica con 16 a 20 frutos por racimo y puede producir 500 frutos en una planta. El fruto tiene forma de globo, tiene un color anaranjado brillante en la cáscara, con contenido de azúcar de hasta 10%, es firme y difícil de agrietarse, pesa aproximadamente 16 g. Este cultivar es ideal para el otoño en regiones tropicales y subtropicales. Procedencia: Known – You Seed.

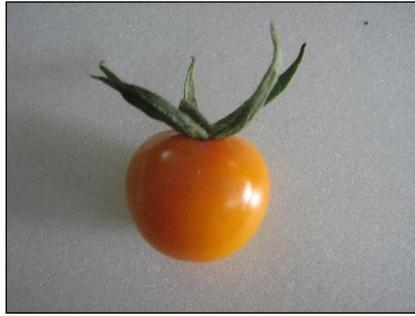


Figura N° 11: Fruto del cv. Golden Gem. La Molina 2006

- 8) Golden Sweet (T8):** Cultivar con frutos amarillos de tamaño mediano que pesan en promedio 15 a 18 g, dulces y con un sabor distintivo resistente a rajaduras. De crecimiento indeterminado, son plantas precoces que inician su cosecha a los 100 días después de la siembra. Poseen resistencia a *Fusarium* y nematodo del nódulo. Procedencia: Known – You Seed.



Figura N° 12: Fruto del cv. Golden Sweet. La Molina 2006

- 9) Sugar Pearl (T9):** tomate de tipo cereza vigoroso, precoz, y puede cultivarse todo el año. Los frutos son rojos, redondos, con gusto quebradizo muy bueno y pesan entre 15 -20 g cada uno, usados en jardines caseros. Tolerante al calor y resistente a *Verticillium*. Procedencia: Known – You Seed.



Figura N° 13: Fruto del cv. Sugar Pearl. La Molina 2006

10) Tropical Ruby (T10): La planta es semi determinada, tolerante al calor, alta humedad y marchitez producida por la raza 1 de *Fusarium*. La fruta es de forma oblonga, con un peso promedio de 13 gramos. Es de color rojo uniforme y brillante, dulce (hasta 8.5% de azúcar) con sabor excelente. Su textura firme permite envíos a grandes distancias. Algunas plantas pueden retardar su crecimiento y no producir muchos frutos debido a los genes hereditarios y a las condiciones climáticas. Procedencia: Known – You Seed.

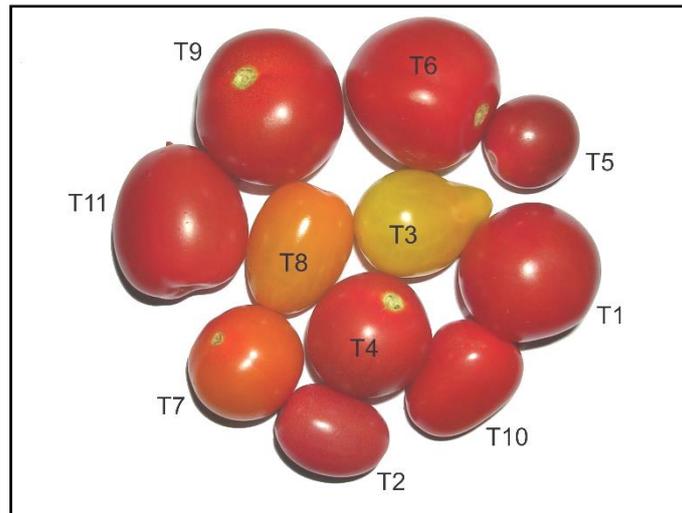


Figura N° 14: Fruto del cv. Tropical Ruby. La Molina 2006

11) Romanita (T11): es una variedad clasificada como tomate miniatura de Roma, híbrido, de sabor dulce y color rojo intenso, tiene un contenido de 5.5% de azúcares, planta de crecimiento indeterminada y muy vigorosa. Procedencia: USA



Figura N° 15: Fruto del cv. Romanita. La Molina 2006



**Figura N° 16: Comparativo de cultivares de Tomate miniatura.
La Molina 2006**

3.2.2 Insumos Agrícolas:

a. Abonos orgánicos:

- Estiércol seco de Ganado Vacuno (2 TM). proveniente de la granja de vacunos de la Facultad de Zootecnia
- Biol, el cual es un bioestimulante líquido resultante de la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos, elaborado por Bioagricultura Casablanca.
- Humic Acid Granular, ácidos húmicos granulados provenientes de la descomposición de la materia orgánica, extraído de minas de Leonardita, importado por Conagra S.A.C.
- Humic Acid líquido, bioestimulante constituido por ácidos húmicos al 12% y ácidos fúlvicos al 3%, extraídos de minas de Leonardita, lo que le da la propiedad de poseer un valor de CIC muy alto, importado por Conagra S.A.C.
- Bio Energy, es un abono líquido natural el cual contiene algas marinas, extracto de cebada y alfalfa, aminoácidos (2%), complejo de azúcares (5.9%), vitaminas (0.7%), quelatos naturales y complejos de agentes y elementos menores (4%). Derivado de procesos de extracción y purificación de la fermentación bacteriana. Importado por Conagra S.A.C.
- Grow More Orgánico para hortalizas, es un abono orgánico derivado de harina de pescado (6%), harina de huesos, compost de guano de aves (3%), harina de semilla de algodón, harina de alfalfa y roca fosfatada (6%). Además se encuentra inoculado con microorganismos benéficos del suelo. importado por Conagra S.A.C.

b. Control de Plagas y Enfermedades:

- Plástico Amarillo para la construcción de trampas cromáticas
- Aceite de motor multigrado para untar trampas cromáticas
- Agree 50 WP, producto a base de *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki, actúa por ingestión produciendo en larvas de lepidópteros una muerte por shock osmótico, septicemia o inanición. Es un producto permitido para el control de plagas según el reglamento técnico de productos orgánicos. Importado por Conagra S.A.C.
- Azufre Pantera procesado en polvo, permitido para el control de plagas y enfermedades según el reglamento técnico de productos orgánicos. Distribuido por SMI.

3.2.3 Otros equipos y materiales:

Otros materiales y equipos que se utilizaron para el desarrollo y evaluación del experimento fueron un tensiómetro para el monitoreo del riego, una mochila de aplicación manual de uso exclusivo para actividades de agricultura orgánica en el Programa de Hortalizas, rafia torcida para el tutorado de las plantas; herramientas agrícolas (pala, rastrillo, pico, escarda, tijera de podar, caretilla, etc.); jabs de plástico para la cosecha, balanza, hipoclorito de sodio al 10% para la desinfección de materiales de corte; cal agrícola para desinfección de heridas y entrada al invernadero, termómetro electrónico para el monitoreo de variables climáticas dentro y fuera del invernadero, estufa para análisis de materia seca, materiales de laboratorio para el análisis de calidad interna del fruto (placas, refractómetro, pH metro, reactivos, agua destilada, etc.) y materiales de escritorio (wincha, libreta de campo, lapiceros, etc.)

3.3 Metodología

El manejo del cultivo se hizo teniendo como guía de apoyo el Reglamento Técnico de Productos Orgánicos de la Comisión Nacional de Productos Orgánicos (CONAPO), en base a la aplicación de materia orgánica para el abonamiento, uso de insumos naturales, técnicas culturales para el control de plagas y enfermedades y uso eficiente del agua aplicada a través del sistema de riego presurizado (goteo).



Figura N° 17: Esquema de conducción del Experimento.

La Molina 2006

Se condujo con espalderas, de tal forma que las plantas de tomate mostraban un crecimiento vertical al ser guiadas sobre dichos tutores (Figura N° 17).

3.3.1 Labores de Cultivo

a. Preparación del Terreno

Luego de haber aplicado un riego pesado se procedió a extraer las malezas existentes, luego se incorporó con ayuda de una lampa estiércol seco de vacuno a razón de 40 t/ha, finalmente se niveló el terreno con ayuda del rastrillo.

b. Instalación del Sistema de Tutorado

Se colocaron líneas paralelas de alambre galvanizado N° 16 sobre cada cama del invernadero por un extremo ajustadas en la parte frontal del tubo de soporte y por el otro extremo al tensador, el cual facilitó la distribución uniforme del peso y guiado de plantas con ayuda de la rafia torcida.

c. Instalación del Sistema de riego

Una vez nivelado el terreno, se extendieron las mangueras de riego por goteo sobre el terreno previamente marcado con el diseño de las camas, el distanciamiento entre mangueras fue de 1.1 m por cada cama (2 mangueras por cama). Posteriormente se abrió la válvula y las mangueras se llenaron de agua, notándose rápidamente la emisión de agua por los goteros.

d. Siembra

La siembra fue directa, colocando 3 semillas por golpe, distanciados a 20 cm. entre si a doble hilera en tresbolillo, dejando al desahije una sola planta por golpe que permitió manejar 5 plantas/m². Se utilizó Grow More (3-6-6) como abonamiento de fondo en la línea de siembra, la dosis usada fue de 200 Kg / ha. El esquema de la siembra en las subparcelas se muestra en el Figura N° 18.

e. Desahije y desbrote

Se realizó a los 25 días después de la siembra un desahije dejando una planta por golpe, el desahije se realizó podando a ras del suelo con ayuda de una tijera de podar para no dañar las raíces de la planta restante (Figura N° 19). La herramienta de corte fue desinfectada entre golpe y golpe en una solución de agua con hipoclorito de sodio al 10%. El desbrote consistió en el corte manual de los brotes secundarios antes de que excedieran los 3 cm. de longitud previos al guiado y entutorado, esta operación fue realizada semanalmente dada la fisiología de la planta, la herramienta de corte fue desinfectada cada 10 plantas.

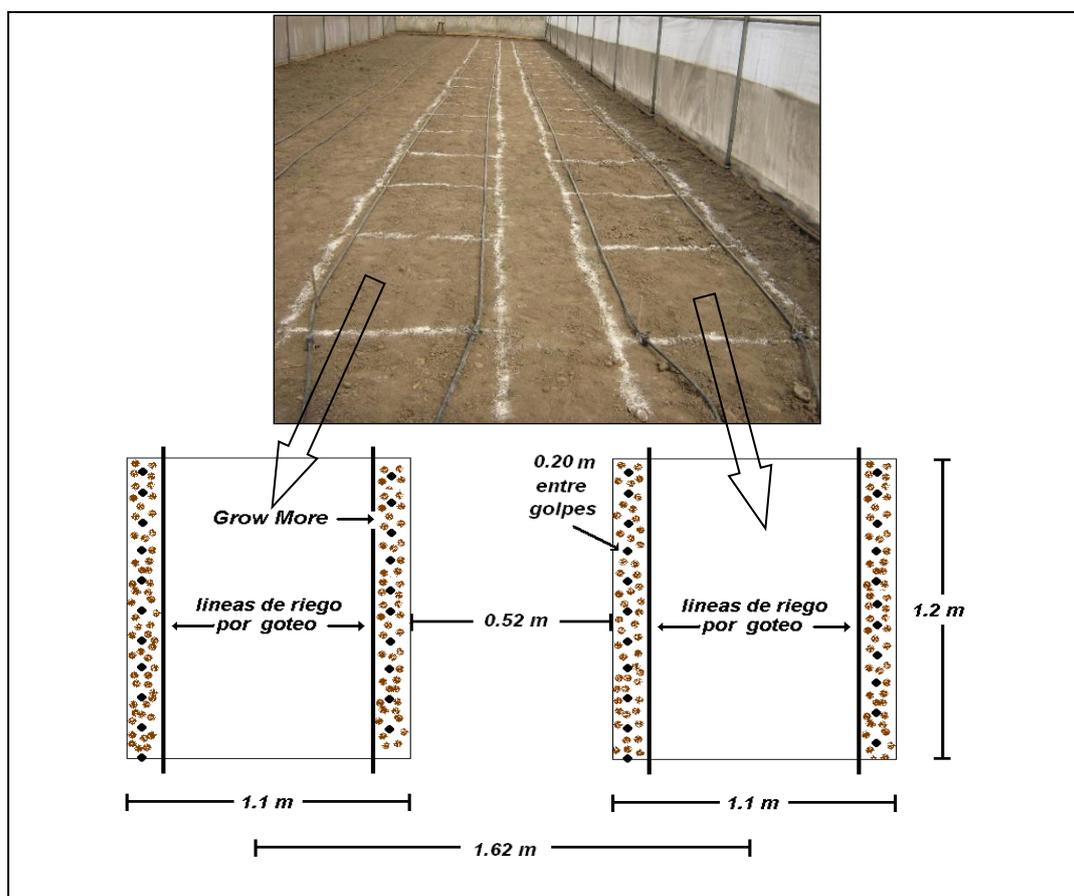


Figura N° 18: Esquema de la siembra de Tomate miniatura en la subparcelas del Invernadero “Pepa”. La Molina 2006

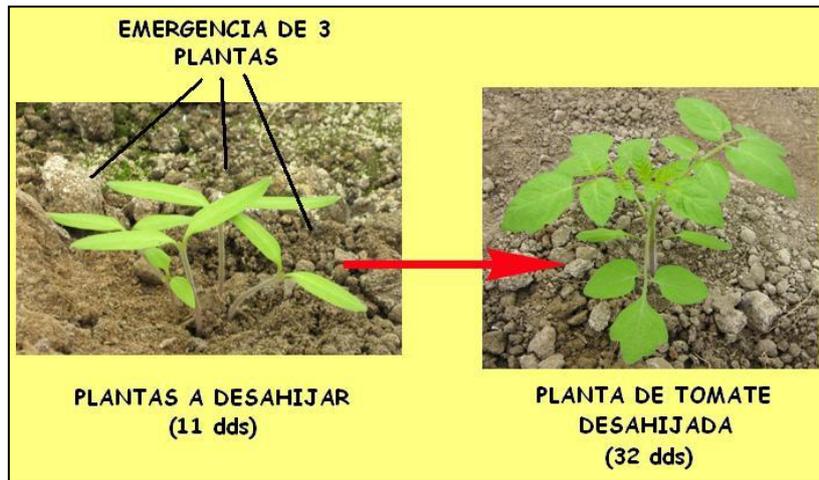


Figura N° 19: Emergencia y desahije de Tomate miniatura. La Molina 2006

f. Poda de brotes

Se realizó a partir de la sexta semana después de la siembra. Consistió en la eliminación de los brotes laterales con la finalidad de brindar el máximo vigor y crecimiento al tallo principal. Se efectuó manualmente con los tallos más débiles (8 – 10 cm.), pero en los tallos más fuertes se usó una tijera de podar desinfectada con hipoclorito de sodio al 10% para evitar desgarres y contaminación de la herida. Para la cicatrización de heridas de poda de más de una 2.5 cm de diámetro se utilizó cal agrícola sobre la superficie de la herida.



Figura N° 20: Poda de plantas de Tomate Miniatura. La Molina 2006

g. Poda de Hojas

Esta actividad se realizó principalmente entre la 6ª y 15ª semana del ensayo, consistió en el corte manual de parte de las hojas alrededor del racimo, el corte de hojas por debajo de los racimos totalmente cosechados y la eliminación de hojas enfermas y viejas, las mismas que fueron posteriormente apiladas y retiradas fuera del invernadero. Esta operación permitió una mejor aireación de la planta.

h. Guiado y entutorado

Esta actividad se efectuó a los 49 días después de la siembra, incluyó el corte y la distribución de hilos de plástico (rafia torcida) en la espaldera, su atado a la base de los tallos, su enredo en la planta y atado sobre el alambre superior, tendido previamente a la siembra y tensado con ayuda de los tensadores ubicados en la pared posterior del invernadero.



Figuras N° 21 y 22: Guiado y Entutorado de plantas de Tomate Miniatura. La Molina 2006

i. Fertilización

La fertilización al suelo fue a base de materia orgánica (estiércol seco de vacuno) a razón de 40 t/ha, complementada con productos como Grow more (3-6-6) a la siembra y 34 días después de la siembra y Humic Acid Granular a razón de 200 Kg. / ha a los 137 días después de la siembra.

Se realizaron aplicaciones foliares de Biol al 20% y 30% a los 39 y 57 días después de la siembra, respectivamente, Humic Acid (ácidos húmicos al 12%) a dosis de 2 l/ha a los 68

y 137 días después de la siembra y Bio Energy (extractos de algas, cebada y alfalfa) a dosis de 2 l/ha a los 68 días después de la siembra.

j. Deshierbo

Se realizaron en forma manual, siendo en total 4 deshierbos en los primeros 46 días a intervalos de 8 a 10 días.

k. Riegos

El sistema de riego por goteo permitió mantener un nivel adecuado y constante de humedad en la zona radicular. Un tensiómetro ubicado a 20 cm. de profundidad permitió un control adecuado y establecer la frecuencia de riego a capacidad de campo permanente.

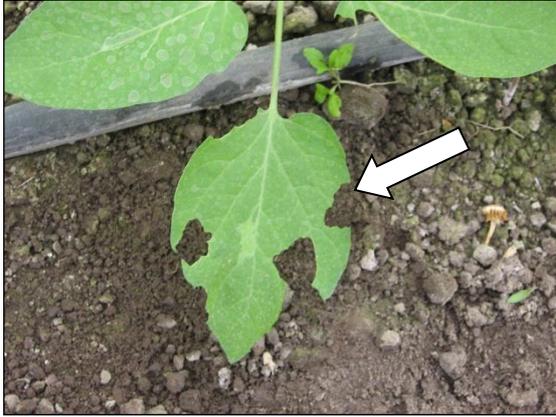
l. Control fitosanitario

Para un adecuado control se realizó un monitoreo semanal del cultivo, revisando entre 20 a 25 plantas al azar, distribuidas por todo el invernadero. La malla antiáfida impidió el paso de plagas dando como resultado niveles bajos de plagas, entre ellos se pudo destacar algunas comeduras de gusanos de tierra y grillos al inicio del cultivo y mosca blanca y *Spodoptera eridania* en la última etapa del cultivo.

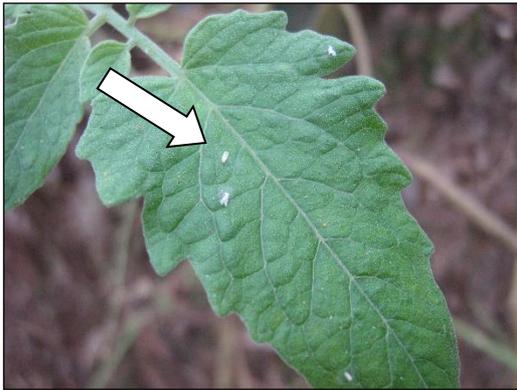
Se realizó una aplicación preventiva de Agree 50 WP (*Bacillus thuringiensis*) para el manejo de gusanos de tierra a los 11 días después de la siembra. Se instaló trampas amarillas para el control de moscas minadoras y pulgones. En cuanto a enfermedades sólo se presentaron algunos focos de Oidium el cual fue controlado con aplicaciones foliares de azufre (100 gramos por mochila de 20 L) y podas adecuadas.



Figuras N° 23 y 24: Tensiómetro y ubicación en el campo. La Molina 2006



Figuras N° 25 y 26: Daño de gusanos de tierra y grillos en hojas y plántulas. La Molina 2006



Figuras N° 27 y 28: Mosca Blanca y larvas de *Spodoptera eridania* en frutos. La Molina 2006



Figuras N° 29 y 30: Trampas amarillas instaladas y presencia de *Oidium* en tallos. La Molina 2006

m. Cosecha

La cosecha se inició en promedio a los 111 días después de la siembra, cuando los frutos se presentaban pintones. La frecuencia fue variable de acuerdo al incremento de temperatura conforme se acercaba el verano, al inicio las cosechas se efectuaban cada 3 a 4 días posteriormente la recolección era cada 2 a 3 días.

n. Mantenimiento del Material de cobertura del techo

El film plástico del techo acumulaba polvo, el cual reducía la penetración de la luz reduciendo la fotosíntesis de las plantas, por lo que fue necesario limpiarlo cada 30 días usando agua a presión.

El resumen de las actividades efectuadas en el ensayo se presenta en el anexo N° 01.

3.3.2 Tratamientos

Cada uno de los cultivares correspondió a cada a uno de los tratamientos.

Tabla N° 08: Características de los cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| Tratamiento | Cultivar | Polinización | Forma del Fruto | Forma terminal del fruto | Color exterior del fruto maduro | Intensidad del color del fruto |
|--------------------|------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1 | Tomasin | OP* | Redondeado | Aplanada | Rojo | Baja |
| 2 | Thai Pink Egg | OP* | Elipsoide | Aplanada | Rosado | Intermedia |
| 3 | Yellow Pearl | OP* | Piriforme | Aplanada | Amarillo | Intermedia |
| 4 | Red Cherry Large | Hibrido | Ligeramente achatado | Aplanada | rojo | Intermedia |
| 5 | Ruby | Hibrido | Redondeado | Aplanada | Rojo | Alta |
| 6 | Season Red | Hibrido | Cordiforme | Aplanada | Rojo | Alta |
| 7 | Golden Gem | Hibrido | Redondeado | Aplanada | Naranja | Alta |
| 8 | Golden Sweet | Hibrido | Elipsoide | Aplanada | Naranja | Alta |
| 9 | Sugar Pearl | Hibrido | Redondeado | Aplanada | Rojo | Alta |
| 10 | Tropical Ruby | Hibrido | Cordiforme | Puntiaguda | Rojo | Alta |
| 11 | Romanita | Hibrido | Redondo - alargado | Puntiaguda | Rojo | Alta |

* OP: Polinización abierta

3.3.3 Diseño Experimental

El diseño experimental en el presente trabajo de investigación fue de bloques completos al azar con 4 bloques, 11 tratamientos (los cultivares de tomate) y 4 repeticiones. Las medidas del campo experimental fueron las siguientes:

Del Ensayo:

Área de cada bloque (1.1m x 13.2m): 14.52 m²

Número de bloques: 4

Área de la calle: (0.52m x 13.2m): 6.86 m²

Área efectiva del experimento: 58.08 m²

Área Total experimental: 85.52 m²

De la parcela:

Área de parcela: (1.20m x 1.62m): 1.94 m²

Numero de parcelas (tratamientos x bloques): 44

Hileras de plantas por parcela: 2

Numero de plantas por parcela: 5 -6

3.3.4 Evaluaciones

a. Evaluaciones Biométricas

Porcentaje de Germinación

Se evaluó el porcentaje de germinación en base a la cantidad de semilla sembradas en campo por cada cultivar con respecto a la cantidad de plántulas emergidas.

Días a la floración

Se contaron los días desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de la población de cada parcela mostraba racimos florales en antesís (flores abiertas).

Días al cuajado

Se contaron los días desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de plantas de cada parcela presentaba el primer racimo con frutos cuajados.

Días a la cosecha

Se contaron los días desde la siembra hasta el momento en que las plantas de cada parcela iniciaran su primera cosecha.

Altura de planta

Se evaluó la altura promedio de cada planta tomando 3 plantas al azar por parcela con el fin de hacer el seguimiento del incremento de altura en forma semanal a quincenal hasta la 14^a semana después de la siembra. La medición se realizó con una wincha de 3m tomando la medida desde la base (cuello) de la planta hasta el ápice de la misma.

Porcentaje de Materia Seca

Se obtuvo el peso seco de los componentes parciales (hojas, tallos, frutos y raíces) colocados en una estufa a 70 °C por 48 horas hasta obtener un peso constante. Para el caso de hojas, tallos y raíces la muestra se colocó en bolsas de papel periódico, mientras que para los frutos se trabajó en placas de vidrio, este se comparó con el peso fresco de cada muestra para obtener un porcentaje de materia seca.

b. Rendimiento

Número de flores por racimo

Se evaluó 5 plantas de cada parcela, marcando un racimo en cada una de ellas para evaluarlas hasta la 15ª semana después de la siembra.

Número de frutos por racimo

Se realizó tomando las plantas marcadas de la evaluación anterior para cada parcela. De esta forma se tuvo la certeza de evaluar cuantos frutos cuajaron de cada racimo floral evaluado anteriormente, también se realizó hasta la 15va semana después de la siembra.

Porcentaje de cuajado

Se obtuvo del cociente del número de frutos por racimo entre el número de flores por racimo multiplicado por 100 expresado en porcentaje para cada tratamiento.

Rendimiento total

Se tomó registro en forma acumulativa de los rendimientos obtenidos en cada cosecha y cada uno de los tratamientos, de los frutos obtenidos en cada cosecha se realizó una clasificación entre frutos comerciales y descarte.

Peso promedio del fruto

Se obtuvo pesando individualmente una muestra de 10 frutos al azar de cada parcela por cosecha.

Diámetro y altura del fruto

Se obtuvo tomando 5 frutos por cada tratamiento midiendo el diámetro y altura de cada uno con ayuda de un vernier.

c. Calidad Interna del fruto

Las evaluaciones se realizaron en dos oportunidades a los 149 y 160 días después de la siembra, en cada una de las parcelas. Se tomaron 12 frutos al azar de cada tratamiento con el mismo grado de madurez (100% color maduro) en ambas mediciones y con ayuda de un extractor y una centrifuga se obtuvo el jugo sin mucílago para cada evaluación.

pH

Con un potenciómetro digital se midió el pH del jugo 2 veces en cada oportunidad. Estos valores se promediaron para obtener un valor representativo por tratamiento.

Porcentaje de sólidos solubles

Con parte del jugo obtenido, se tomaron unas gotas para depositarlas en la placa del refractómetro. Las lecturas se midieron 2 veces como en el caso anterior y se expresaron en porcentaje.

Acidez titulable

Se tomó una alícuota de 5 ml de jugo, luego fue diluida hasta 50ml con agua destilada y titulada con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N hasta cambio de color. Las lecturas fueron convertidas y se expresaron como porcentaje de acidez titulable.

Relación Sólidos Solubles / Acidez Titulable

Luego de conocidos los valores de sólidos solubles y acidez titulable se calculó la relación Sólidos solubles / acidez titulable, el cual es un indicador de sabor descrito por Kader et al (1978).

d. Calidad externa del fruto

Color

Se tomaron muestras de los terceros frutos maduros de los terceros racimos de cada cultivar y usando una tabla Munsell y la Guía de descriptores para el Tomate del Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), se asignó valores y características al color externo del fruto e intensidad del color externo.

e. Análisis Económico

Se realizó la evaluación del Costo de Producción por hectárea de cada uno de los tratamientos, el Valor Bruto de Producción; calculado de acuerdo al rendimiento comercial y al precio de mercado del tomate miniatura y Margen de Utilidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluaciones Biométricas

4.1.1 Porcentaje de Germinación, Días a la floración, Cuajado y Cosecha

El porcentaje de germinación constituye un dato importante e indicativo para la cantidad de semilla a usarse tanto en siembra directa como en la preparación del almácigo, especialmente cuando se trata de semilla híbrida cuyo costo es alto.

Los resultados se presentan en la Tabla N° 09, donde no se presentaron diferencias significativas entre los cultivares y el porcentaje promedio de germinación fue de 83.90% el cual se encuentra dentro del rango de germinación mínima para tomate (75%) mencionado por Nuez (1995). La germinación se verificó a los 9 días para todos los cultivares. El mayor porcentaje fue obtenido por los cultivares Thai Pink Egg (93.75%) y Ruby (91.67%) siendo superior a los otros tratamientos, de acuerdo a la prueba de Duncan, pero los resultados fueron independientes del tipo de semilla (OP o híbrida).

El resultado obtenido para los días a floración, cuajado y cosecha fueron diferentes estadísticamente. En cuanto a los días a floración, Golden Gem, Ruby, Golden Sweet y Romanita fueron superiores por su precocidad mientras que los otros cultivares fueron los más tardíos. Respecto a días a cuajado destacaron por su precocidad los cultivares Thai Pink Egg, Ruby, Golden Gem, Tropical Ruby, Goldem Sweet y Romanita. Finalmente en la evaluación de días a cosecha destaco por su precocidad el cultivar Season Red. (Tabla N° 09).

Los valores entre días a cuajado y cosecha se ubican dentro del rango mencionado por Nuez (1995), quien precisa que el tiempo necesario para que el ovario fecundado se desarrolle a un fruto maduro es entre 7 a 9 semanas, en función al cultivar y las condiciones ambientales.

Comparando todas las variables el cultivar Yellow Pearl destaca como el más tardío con 68.3, 80.3 y 124 días para la floración, cuajado y días a cosecha mientras que el cultivar Season Red destacó por su precocidad con 67.8, 80.3 y 111 días para la floración, cuajado y cosecha respectivamente (Tabla N° 09).

Tabla N° 09: Porcentaje de Germinación, Días a Floración, Cuajado, Inicio de cosecha y Altura de Planta a la Cosecha de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | PORCENTAJE DE GERMINACION | DIAS A FLORACION | DIAS A CUAJADO | DIAS A COSECHA | ALTURA DE PLANTA A LA COSECHA |
|-----------------------------|---------------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------------------|
| 1. Tomasin | 87.5 ab | 68.0 b | 80.3 b | 115.3 b | 167.59 c |
| 2. Thai Pink Egg | 93.75 a | 75.3 c | 76.8 a | 117.0 b | 165.17 c |
| 3. Yellow Pearl | 85.42 ab | 68.3 b | 80.3 b | 124.0 c | 176.5 bc |
| 4. Red Cherry Large | 85.42 ab | 68.0 b | 81.0 b | 117.0 b | 194.42 ab |
| 5. Ruby | 91.67 a | 61.0 a | 76.8 a | 115.0 b | 215.33 ab |
| 6. Season Red | 81.25 ab | 67.8 b | 80.3 b | 111.0 a | 113.33 e |
| 7. Golden Gem | 83.34 ab | 60.5 a | 76.8 a | 115.3 b | 189.42 bc |
| 8. Golden Sweet | 85.42 ab | 61.0 a | 77.0 a | 115.3 b | 183.59 bc |
| 9. Sugar Pearl | 72.92 b | 75.0 c | 80.3 b | 115.0 b | 198.59 ab |
| 10. Tropical Ruby | 77.08 ab | 68.0 b | 76.8 a | 115.3 b | 141.25 d |
| 11. Romanita | 79.17 ab | 61.3 a | 77.0 a | 115.3 b | 178.42 bc |
| Promedio | 83.90 | 66.73 | 78.45 | 115.93 | 174.87 |
| Nivel de significación | n.s. | ** | ** | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad (%) | 11.82 | 2.25 | 2.10 | 1.12 | 9.06 |

Los días al inicio de floración, cuajado y cosecha nos dan una idea de la precocidad de los cultivares; Márquez y Cano (2005) señalan que mayor precocidad en algunos casos implica un mayor precio en el mercado. Los cultivares además se encuentran influenciados por la temperatura dentro del invernadero, la cual es mayor con respecto a la exterior aumentando la velocidad de desarrollo de las plantas. Como ya se mencionó en la literatura la planta de tomate no es sensible al fotoperíodo ni requiere de vernalización para florecer sino que la diferenciación del primer racimo es determinada por la disponibilidad de asimilados en la planta (Dogliotti, 2006). Santiago et al (1998) señala que los principales factores que afectan las etapas fenológicas del cultivo (como el inicio de floración) son la temperatura, la captación de energía solar (fotosíntesis), la transpiración y el buen suministro de agua, Rojas (2006), señala además que la primera

inflorescencia se ve retardada en condiciones de baja luminosidad, como ocurre en un invernadero.

La alta temperatura y la baja luminosidad en el invernadero pudieron afectar la diferenciación del primer racimo. Kiyán (1996) obtuvo con cultivares de tomate indeterminado 31, 44 y 80 días a floración, cuajado y cosecha respectivamente después del trasplante a campo abierto, logrando producciones ligeramente más precoces comparadas con el presente ensayo debido a mejores condiciones de temperatura favorables para el desarrollo de este cultivo .

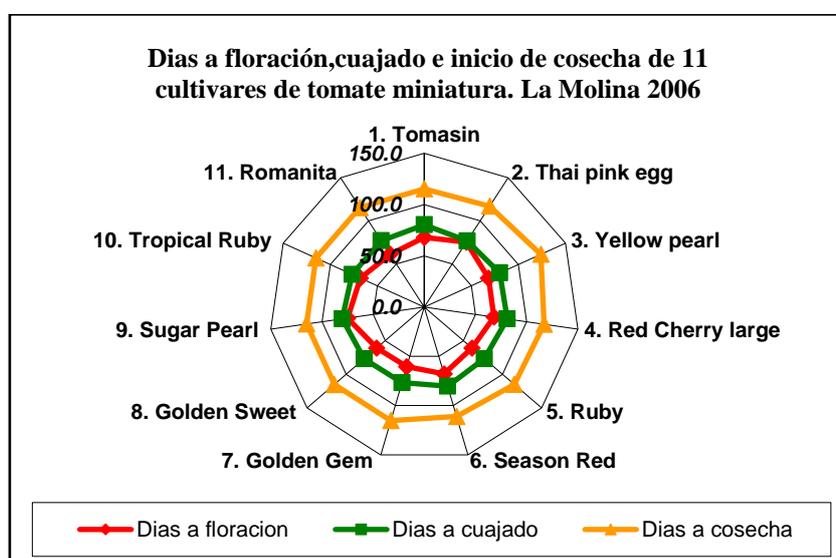


Figura N° 31: Días a floración, cuajado e inicio de cosecha de 11 cultivares de tomate miniatura. La Molina 2006

La altura de planta a la cosecha, obtuvo diferencias altamente significativas entre los tratamientos como lo muestra la figura N° 32, en donde los cultivares Ruby, Sugar Pearl y Red Cherry Large, presentaron un crecimiento acelerado a lo largo de los 97 días de evaluación, alcanzando 215.33 cm., 198.59 cm. y 194.42 cm. de altura, respectivamente, para cada cultivar entre los 80 y 97 días después de la siembra. Los cultivares Tropical Ruby y Season Red mostraron un crecimiento menor, debido a características propias de los cultivares (crecimiento semideterminado, variedades enanas). Márquez y Cano (2005), reportaron una altura máxima de 202. 86 cm. al evaluar el genotipo FA1325 de tomate *cherry* a los 80 días después del trasplante y Márquez et al (2006), obtuvieron una altura promedio de 288.29 cm. con otro cultivar de tomate *cherry*. Dogliotti (2006) señala que el crecimiento se detiene a temperaturas medias por encima de 30 °C lo cual coincide con las temperaturas promedio en las últimas semanas del cultivo donde el

crecimiento fue menor. El mismo autor señala que la forma en que se distribuye la producción de asimilados varía fuertemente a lo largo del ciclo fenológico del cultivo y depende del desarrollo y crecimiento del mismo.

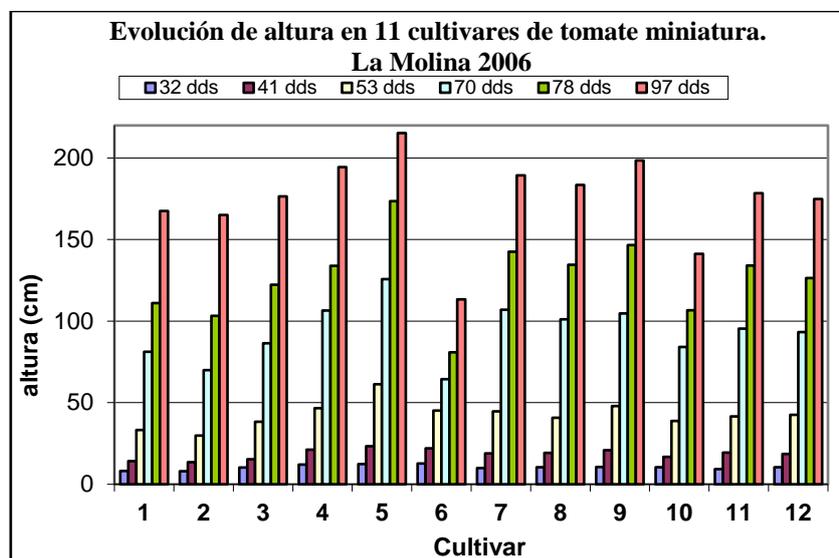


Figura N° 32: Evolución de altura en 11 cultivares de tomate miniatura. La Molina 2006

Cultivares:

- | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Tomasin | 5. Ruby | 9. Sugar Pearl |
| 2. Thai Pink Egg | 6. Season Red | 10. Tropical Ruby |
| 3. Yellow Pearl | 7. Golden Gem | 11. Romanita |
| 4. Red Cherry Large | 8. Golden Sweet | 12. Promedio |

De acuerdo a las características presentadas en este ensayo se tiene que el cultivo de tomate miniatura en invernadero presentó en promedio una altura de 1.74 m, un porcentaje de germinación de 83.9 % y 66, 78 y 115 días a floración, cuajado y cosecha respectivamente, sin embargo cada cultivar mostró características propias.

4.1.2 Materia Seca

En la tabla N° 10 y Figura N° 33 se presenta el porcentaje de materia seca de las partes aéreas y radicular en los diferentes cultivares.

Con respecto al porcentaje de materia seca en hojas no hubieron diferencias significativas entre los cultivares. Para el tallo el análisis mostró resultados estadísticamente significativos siendo el cultivar Golden Gem el que presentó el mayor valor (18.94%) y los cultivares Golden Sweet, Romanita, Tomasin y Tropical Ruby con valores de 12.15%, 12.08%, 11.62% y 10.48, respectivamente, fueron los menores.

Dogliotti (2006) señala que en tomate indeterminado, una vez iniciada la cosecha, la acumulación de materia seca en las hojas permanece constante porque las hojas que se eliminan por efecto de la poda (hojas viejas y enfermas) son repuestas por hojas jóvenes que están en plena expansión. Schapendonk y Brouwer citados por Peil y Gálvez (2005), señalan que en plantas adultas, la distribución de materia seca entre tallos y hojas parece ser constante independiente de la edad y tamaño de la planta.

Tabla N° 10: Porcentaje de Materia Seca de Raíz, Tallo, Hoja y Fruto de once cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | HOJA | TALLO | RAIZ | FRUTO |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 1. Tomasin | 12.83 b | 11.62 c | 17.82 d | 7.23 ab |
| 2. Thai Pink Egg | 15.90 ab | 13.89 bc | 20.06 bcd | 7.12 b |
| 3. Yellow Pearl | 16.57 a | 13.57 bc | 19.16 bcd | 6.14 d |
| 4. Red Cherry large | 15.05 ab | 17.43 ab | 22.41 abc | 4.98 f |
| 5. Ruby | 13.73 ab | 15.74 abc | 18.39 cd | 7.32 a |
| 6. Season Red | 13.84 ab | 13.62 bc | 21.40 bcd | 4.95 f |
| 7. Golden Gem | 13.94 ab | 18.94 a | 23.40 ab | 6.41 c |
| 8. Golden Sweet | 13.68 ab | 12.15 c | 19.14 bcd | 6.39 c |
| 9. Sugar Pearl | 14.80 ab | 12.61 bc | 21.35 bcd | 4.59 g |
| 10. Tropical Ruby | 14.54 ab | 10.48 c | 20.20 bcd | 6.33 c |
| 11. Romanita | 14.26 ab | 12.08 c | 26.17 a | 5.37 e |
| Promedio | 14.47 | 13.83 | 20.86 | 6.08 |
| Nivel de significación | n.s. | * | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad (%) | 13.43 | 23.05 | 13.14 | 1.40 |

El porcentaje de materia seca en la raíz resultó altamente significativo entre los cultivares siendo el cultivar Romanita el que presentó un mayor porcentaje con 26.17% y el cultivar Tomasin con el menor valor 17.82%. Estos valores coinciden con los encontrados por Ehret y Ho (1986), quienes señalan que para el tomate, la fracción de materia seca destinada a las raíces varía entre 17% y 20%. Marcelis y De Konning citados por Peil y Gálvez (2005) señalan que las raíces forman, frecuentemente, una pequeña fracción de la materia seca total de los cultivos desarrollados bajo invernaderos. Estos mismos autores señalan que los factores que estimulan la actividad específica de la parte aérea (incremento de la concentración de CO₂, luminosidad y fotoperíodo) aumentan la distribución de materia seca a las raíces.

Para el fruto los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas, los cultivares Ruby y Tomasin presentaron los mayores porcentajes de materia seca en el fruto con 7.32% y 7.23%, respectivamente, encontrándose por encima del promedio

(6.08%), mientras que el cultivar Sugar Pearl fue le menor con tan solo 4.59% de materia seca en el fruto, los valores registrados en el presente ensayo coinciden con los registrados por Davies and Hobson (1981), los cuales señalan que el fruto de tomate contiene 92.5% - 95% de agua y 5 – 7.5% de materia seca constituida principalmente por azúcares, ácidos orgánicos, ácidos cítrico y málico, minerales y una pequeña fracción compuesta por vitaminas y pigmentos. Rojas (2006) señala que como los frutos atraen asimilados localmente, el suministro de ellos hacia el ápice y las raíces puede ser atribuido a unas pocas hojas superiores y basales, respectivamente, este patrón de distribución de asimilados durante la fructificación consiste en una mayor acumulación de materia seca en los frutos.

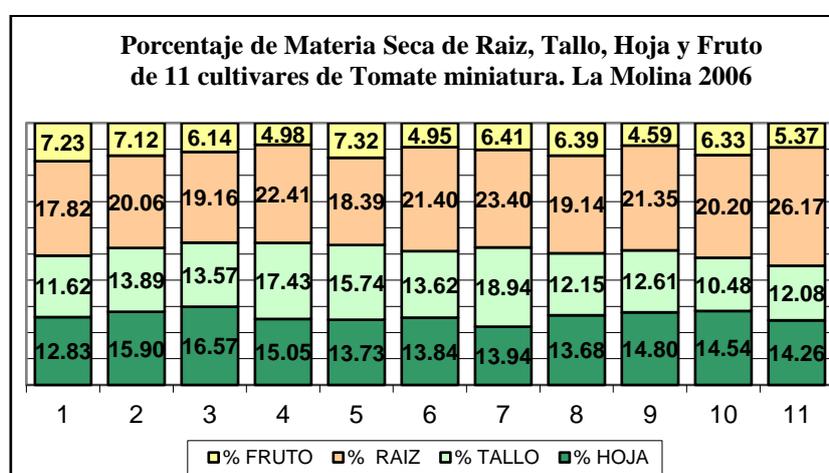


Figura N° 33: Porcentaje de Materia Seca de Raiz, Tallo, Hoja y Fruto de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

Cultivares:

- | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Tomasin | 5. Ruby | 9. Sugar Pearl |
| 2. Thai Pink Egg | 6. Season Red | 10. Tropical Ruby |
| 3. Yellow Pearl | 7. Golden Gem | 11. Romanita |
| 4. Red Cherry Large | 8. Golden Sweet | 12. Promedio |

Korbonits mencionado por Blas (1974) indica que un alto contenido de humus del suelo y una alta densidad de plantas incrementa la materia seca de frutos. Cuando la densidad de plantación en un cultivo es alta, aumenta la producción total de materia seca por cultivo pero disminuye la producción por planta (Dogliotti, 2006). Dependiendo de la etapa de desarrollo, la materia seca acumulada se distribuye de manera diferente en cada uno de los órganos de la planta siendo los frutos un órgano reproductivo que acumula la mayor cantidad de materia seca en la planta. Dogliotti (2006) menciona que la partición de asimilados a los frutos está estrechamente relacionada al número de frutos o “carga” de frutos en la planta, es decir que una vez iniciada la cosecha de los frutos del primer racimo,

la cantidad de frutos que hay en la planta creciendo en forma simultánea se mantiene constante debido a que los frutos maduros que se cosechan son reemplazados por nuevos frutos que cuajan en los racimos cercanos al ápice de la planta por lo que la fracción de materia seca a los frutos, iniciada la primera cosecha, se mantiene constante y para el resto de la planta disminuye. Por lo tanto valores altos de materia seca se traducen en un mayor rango de vida de anaquel y mayor contenido de sólidos solubles, vitaminas y minerales (valor nutricional), además si el objetivo final del fruto es un producto deshidratado, altos contenidos de materia seca en un cultivar se traducirán en mayores rendimientos del producto luego del proceso de deshidratado.

4.2 Rendimiento

4.2.1 Número de flores por racimo, Número de frutos por racimo y Porcentaje de cuajado

Se puede ver en la tabla N° 11 que el número promedio de flores por racimo fue de 14.77, el de frutos 12.89 y el porcentaje de cuajado fue 85.65% en promedio respectivamente. En la tabla N° 11 y Figuras N° 34 y N° 35, se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos para las evaluaciones de número de flores, frutos por racimo y porcentaje de cuajado.

Tabla N° 11: Numero de flores por racimo, frutos por racimo y porcentaje de cuajado de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | NUMERO DE FLORES POR RACIMO | NUMERO DE FRUTOS POR RACIMO | PORCENTAJE DE CUAJADO |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Tomasin | 13.56 de | 11.15 c | 82.16 cd |
| 2. Thai Pink Egg | 8.40 f | 5.45 e | 64.96 e |
| 3. Yellow Pearl | 12.05 e | 8.86 d | 73.59 de |
| 4. Red Cherry large | 12.95 de | 11.10 c | 85.71 bc |
| 5. Ruby | 17.70 ab | 15.35 ab | 86.88 bc |
| 6. Season Red | 13.22 de | 11.86 c | 89.87 abc |
| 7. Golden Gem | 18.05 ab | 17.60 a | 97.41 a |
| 8. Golden Sweet | 18.60 a | 17.45 a | 93.92 ab |
| 9. Sugar Pearl | 14.60 cd | 12.30 c | 83.68 c |
| 10. Tropical Ruby | 17.20 ab | 16.05 ab | 93.51 ab |
| 11. Romanita | 16.15 bc | 14.60 b | 90.51 abc |
| Promedio | 14.77 | 12.89 | 85.65 |
| Nivel de significación | ** | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad | 9.99 | 11.17 | 7.02 |

El cultivar que presentó un mayor número de flores fue Golden Sweet con 18.05 flores por racimo, el cual también presentó un mayor número de frutos por racimo con 17.45 junto con el cultivar Golden Gem con 17.60 frutos por racimo. Por otro lado, el cultivar Thai Pink Egg obtuvo los valores más bajos de flores y frutos por racimo con 8.40 y 5.45, respectivamente. La diferencia en el número de flores por racimo se da principalmente por las características propias de cada cultivar. Santiago et al (1998), indica que la temperatura y la luz son los factores del medio ambiente más importantes, que afectan el tamaño de la inflorescencia y por ende el número de flores por racimo. Se pudo observar además que los cultivares de tomate miniatura de polinización abierta presentaron menor número de flores con respecto a los cultivares híbridos durante el ensayo.

En cuanto a porcentaje de cuajado, el cultivar Golden Gem obtuvo el mayor porcentaje de cuajado con 97.41% mientras que, el cultivar Thai Pink Egg obtuvo el menor valor con 64.96%. El dato del porcentaje de cuajado es importante porque es una característica que va a influenciar en el rendimiento. El bajo porcentaje de cuajado en los cultivares Thai Pink Egg (64.96%), Yellow Pearl (73.59%), Tomasin (82.16%) y Sugar Pearl (83.68%) puede ser explicado por presentar susceptibilidad a factores como las condiciones medio ambientales dentro del invernadero (altas temperaturas y baja humedad relativa) que producen desecamiento del polen, el manejo de riego (exceso o deficiencia de humedad) que provoca caída de flores y frutos cuajados y daños a las plantas durante el guiado en la conducción sobre las espalderas. Al respecto Dogliotti (2006) señala que el porcentaje de cuajado es afectado por factores internos de la planta y por el ambiente. Condiciones de temperatura menores de 12 °C o superiores de 35 °C y condiciones de Humedad Relativa menores de 70% o mayores a 90% en los días cercanos a la antesis, disminuyen el porcentaje de cuajado porque dificultan la polinización y bajan la viabilidad del polen.

4.2.2 Rendimiento

La cosecha se inició a los 111 días después de la siembra en los cultivares más precoces y se extendió hasta los 229 días después de la siembra para los cultivares tardíos, es decir un período promedio de 118 días de cosecha distribuidos en 32 cosechas, las cuales estuvieron distanciadas en un inicio cada 3 días y posteriormente llegaron a ser interdiarias.

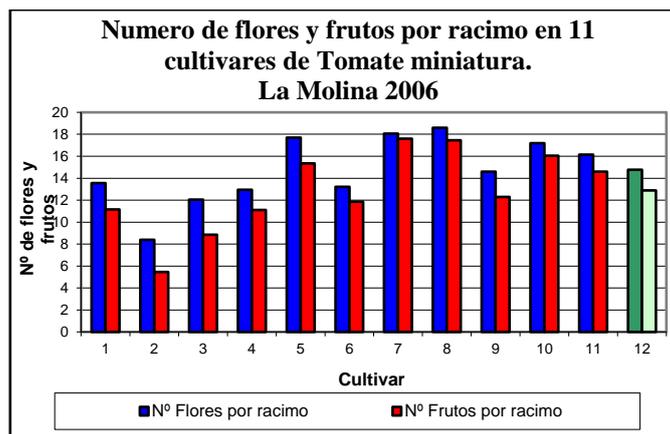


Figura N° 34: Numero de flores y frutos por racimo en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

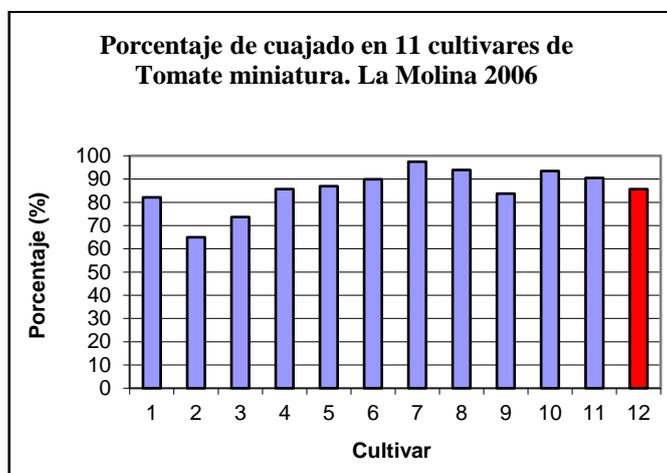


Figura N° 35: Porcentaje de cuajado en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

Cultivares:

- | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Tomasin | 5. Ruby | 9. Sugar Pearl |
| 2. Thai Pink Egg | 6. Season Red | 10. Tropical Ruby |
| 3. Yellow Pearl | 7. Golden Gem | 11. Romanita |
| 4. Red Cherry Large | 8. Golden Sweet | 12. Promedio |

La Tabla N° 12 y Figura N° 36 presentan los resultados del rendimiento del cultivo (comercial, descarte y total) de los once cultivares de tomate miniatura expresado en t/ha (incluyendo el espacio que ocupan pasillos y caminos dentro de un invernadero). En promedio, el rendimiento comercial alcanzó 58.72 t/ha y el rendimiento del descarte fue de 0.52 t/ha. Márquez et al (2006) señalan que el rendimiento promedio de tomate *cherry* orgánico en México en el 2003 fue de 3.05 t/ha a campo abierto, es decir 28.37 veces menor que el obtenido en el presente trabajo y las condiciones de mismo (hábito de crecimiento de las variedades y la infraestructura utilizada). En la Tabla N° 12 se puede

observar que en las tres categorías (comercial, descarte y total) hubo diferencias altamente significativas entre los cultivares.

Tabla N° 12: Rendimiento Comercial, Descarte y Total de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | RDTO COMERCIAL (t/ha) | DESCARTE (t/ha) | RDTO TOTAL (t/ha) |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|
| 1. Tomasin | 26.20 g | 0.50 c | 26.70 de |
| 2. Thai Pink Egg | 13.42 h | 0.62 b | 14.05 e |
| 3. Yellow Pearl | 27.21 g | 0.46 c | 27.68 de |
| 4. Red Cherry large | 71.45 c | 0.65 ab | 72.10 b |
| 5. Ruby | 68.96 c | 0.48 c | 69.43 b |
| 6. Season Red | 54.53 e | 0.47 c | 55.00 c |
| 7. Golden Gem | 108.16 a | 0.47 c | 108.63 a |
| 8. Golden Sweet | 65.04 d | 0.45 c | 65.49 bc |
| 9. Sugar Pearl | 100.69 b | 0.73 ab | 101.41 a |
| 10. Tropical Ruby | 39.71 f | 0.51 c | 40.22 d |
| 11. Romanita | 70.57 c | 0.44 c | 71.01 b |
| Promedio | 58.72 | 0.52 | 59.25 |
| Nivel de significación | ** | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad % | 3.82 | 11.35 | 15.66 |

En el rendimiento comercial, el cultivar golden Gem, fue el que presentó el mayor rendimiento con 108.16 t/ha mientras que el cultivar Thai Pink Egg fue el menor con sólo 13.42 t/ha. Al respecto Márquez et al (2006), en un ensayo con variedades híbridas de tomate *cherry*, obtuvieron un rendimiento de 78.32 t/ha con fertilizantes sintéticos y en los mejores tratamientos con sustratos orgánicos un rendimiento promedio de 48.507 t/ha; es decir que el cultivar Golden Gem del presente trabajo fue superior en 1.38 y 2.23 veces más a los rendimientos reportados, respectivamente, sin embargo, el uso de fertilizantes químicos no está permitido en la normatividad para producción orgánica certificada, por lo cual destacan los resultados obtenidos en algunos cultivares del presente estudio.

Los altos rendimientos obtenidos en los cultivares híbridos Golden Gem y Sugar Pearl están relacionados con características importantes que determinan el rendimiento en el cultivo de Tomate como el número de flores por racimo, número de frutos por racimo y peso de fruto, que fueron mayores comparados con los valores obtenidos por el resto de cultivares durante el ensayo especialmente con los de polinización abierta. Al respecto Ho y Hewitt mencionados por Rojas (2006) señalan que el rendimiento de una planta de tomate depende tanto del número como del peso de los frutos y de la relación que exista entre ellos. Los altos rendimientos también estarían relacionados con una mayor

adaptación de estos cultivares a las condiciones ambientales especiales dentro del invernadero como la temperatura.

El cultivar Thai Pink Egg además del menor rendimiento presentó problemas de quemaduras de hojas después de la aplicación foliar de biol lo redujo el área foliar de las planta, afectando la producción frutos y disminuyendo el rendimiento. Los cultivares Tomasin y Yellow Pearl presentaron un mayor daño de Oidium sobre las hojas obteniendo como consecuencia menores rendimientos. Los cultivares Thai Pink Egg y Yellow Pearl presentaron en promedio menos frutos cuajados por planta en comparación con otros cultivares, lo que afectó también su rendimiento.

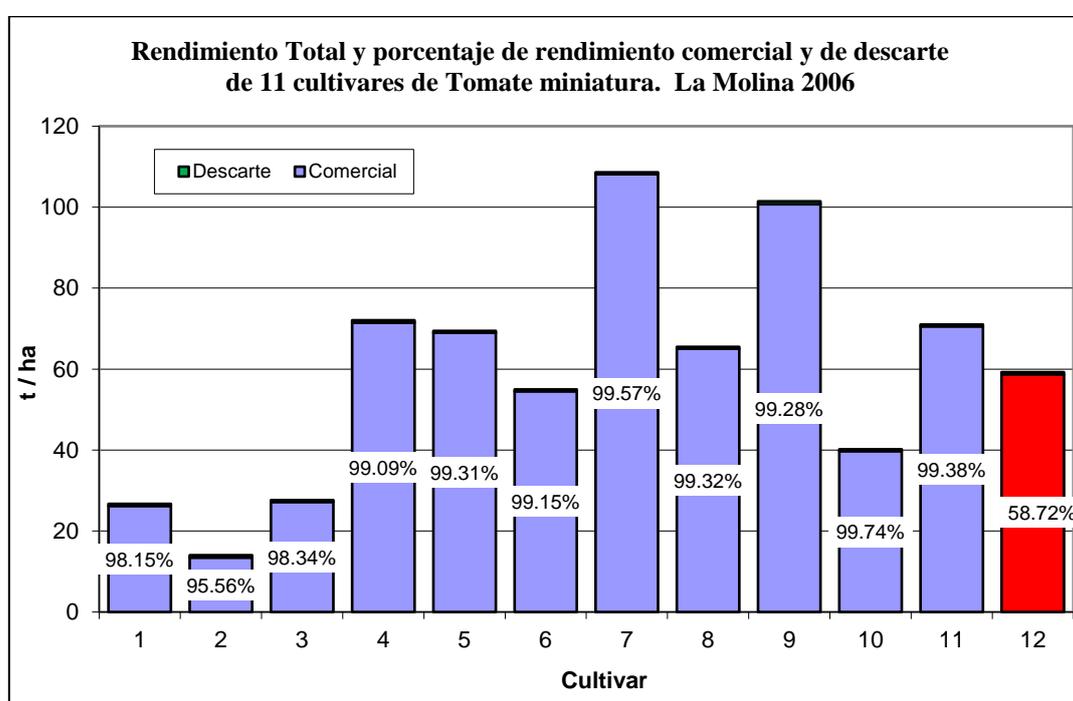


Figura N° 36: Rendimiento Total y porcentaje de rendimiento comercial y de descarte de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

Cultivares:

- | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Tomasin | 5. Ruby | 9. Sugar Pearl |
| 2. Thai Pink Egg | 6. Season Red | 10. Tropical Ruby |
| 3. Yellow Pearl | 7. Golden Gem | 11. Romanita |
| 4. Red Cherry Large | 8. Golden Sweet | 12. Promedio |

El descarte fue muy inferior en todos los cultivares, representando sólo hasta 4.44% del total (Thai Pink Egg con 0.62 t/ha), los cultivares que presentaron el mayor descarte fueron Sugar Pearl con 0.73 t/ha (0.72%) y Red Cherry Large con 0.65 t/ha (0.91%) y los cultivares que presentaron menor cantidad de frutos defectuosos fueron Romanita con 0.44 t/ha (0.62%), Golden Sweet con 0.45 t/ha (0.68%), Yellow Pearl con 0.46 t/ha

(1.66%), Season Red con 0.47 t/ha (0.85%), Golden Gem con 0.47 t/ha (0.43%) , Ruby con 0.48 t/ha (0.69%), Tomasin con 0.50 t/ha (1.85%) y Tropical Ruby con 0.51 t/ha (1.26%). Estas diferencias pueden deberse a que los cultivares Sugar Pearl y Red Cherry Large presentaron frutos blandos de poca firmeza, susceptibilidad al cuarteado y con baja resistencia al manipuleo.

En el experimento, el descarte se debió principalmente a frutos dañados por agrietamiento (cracking) en los cuales, las grietas en los frutos favorecieron el desarrollo de hongos. Folquer (1976) menciona que el agrietado se ve favorecido por la humedad y temperaturas altas, especialmente en frutos desarrollados en condiciones de baja humedad del suelo. Los valores obtenidos en el ensayo muestran también una mayor susceptibilidad de los cultivares Sugar Pearl y Red Cherry Large al cracking o agrietado de frutos. La aplicación de ácidos húmicos foliarmente y al suelo favorecieron altos rendimientos y bajos niveles de descarte como lo menciona Calderón (1994), indicando que la presencia de sustancias húmicas en la planta, contribuyen de alguna forma a aumentar el número de frutos comerciales y a su vez a reducir el porcentaje de frutos dañados.



Figura N° 37: Agrietamiento de frutos en planta (cracking). La Molina 2006

En cuanto al desarrollo de la cosecha del presente experimento, se puede observar en la figura N° 38 la curva promedio de cosecha para todos los cultivares, concentrándose la cosecha entre los 131 y 178 días después de la siembra disminuyendo hasta el día 192 en donde se vuelve a observar un ligero incremento hasta el día 213 en donde disminuyó

hasta el día 227 en adelante los valores obtenidos en la cosecha ya no son rentables. Esta curva muestra cómo se comportan en promedio los cultivares referente a su producción, la disminución en la producción pudo haber sido mucho menor, así como también el periodo de alta producción con podas más oportunas.

El período de cosecha estuvo condicionado por el manejo agronómico y la estructura de conducción. En todos los tratamientos, una vez alcanzado el límite de la línea de conducción, el manejo se tornó más difícil, las podas disminuyeron, aumentó la cantidad de brotes y hojas generando sombreamiento y exceso de flores y frutos vanos causando una disminución en la producción. Al respecto Doglietti (2006) señala que el largo en el ciclo del invernadero puede variar entre 5 y 10 meses desde el transplante, pudiendo llegar a un largo de planta hasta de 7 metros. Esto requiere que las plantas deban ser bajadas varias veces cuando llegan al tope de la estructura de conducción, lo cual no se realizó en el presente trabajo, para evitar el daño a las plantas por manipulación de las mismas y la falta de espacio.

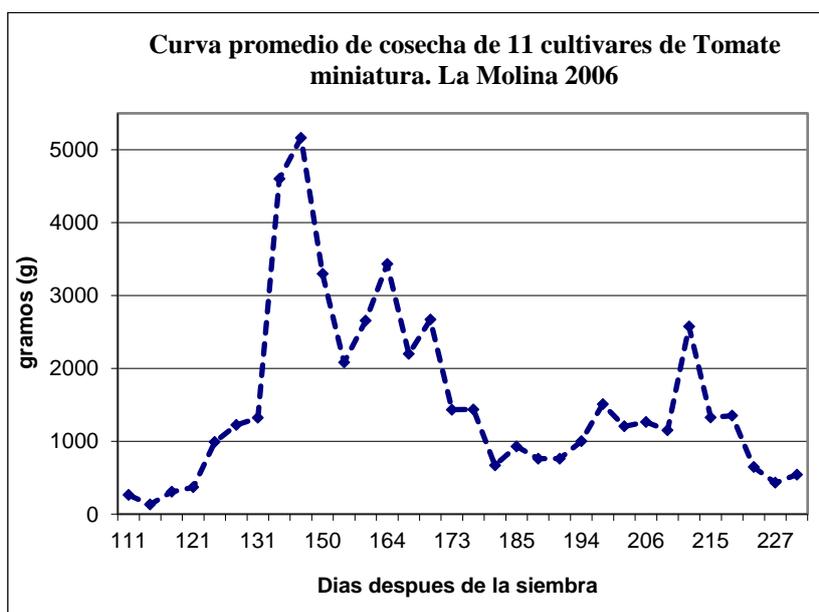


Figura N° 38: Curva promedio de cosecha de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

4.2.3 Peso promedio de Fruto, Altura de Fruto y Diámetro de Fruto

a. Peso de fruto

Se evaluó para todos los cultivares el peso promedio ponderado, de una muestra de 5 frutos en cada cosecha, obteniéndose un peso promedio general del fruto de 1.58 g (Ver tabla N° 13). El peso promedio de los frutos en los cultivares mostró diferencias

significativas entre los tratamientos. El cultivar que obtuvo un mayor peso promedio por fruto fue Red Cherry Large con 2.59 g y el de menor peso fue Ruby con 0.72 g. En cuanto a los cultivares que obtuvieron pesos promedios de fruto similares fueron Tomasin, Golden Gem y Golden Sweet con 1.28 g, 1.26 g y 1.25 g, respectivamente (Figura N° 39).

Los valores de peso promedio de fruto (2.26 – 0.72 gramos) obtenidos en el ensayo coinciden con las características del cultivar (frutos pequeños de poco peso). Las diferencias entre tratamientos está dada en la cantidad de carbohidratos que el fruto puede llegar a almacenar controlado por factores genéticos propios de cada cultivar. La alta densidad de plantación (mayor sombreado entre plantas) y la baja intensidad lumínica propia del invernadero, pueden haber reducido la radiación incidente en el cultivo, disminuyendo la producción de fotoasimilados, favoreciendo el desarrollo de frutos pequeños con poco peso coincidiendo con lo señalado por Nuez (1995).

Tabla N° 13: Peso promedio de fruto, Altura y Diámetro de fruto de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | PESO PROMEDIO DE FRUTO (g) | ALTURA DE FRUTO (cm.) | DIÁMETRO DE FRUTO (cm.) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1. Tomasin | 1.28 cd | 2.82 ef | 2.94 de |
| 2. Thai Pink Egg | 1.03 e | 2.87 de | 2.34 gh |
| 3. Yellow Pearl | 1.12 de | 3.49 ab | 2.43 gh |
| 4. Red Cherry large | 2.59 a | 3.10 cd | 3.61 a |
| 5. Ruby | 0.72 f | 2.43 g | 2.24 h |
| 6. Season Red | 2.25 b | 3.31 bc | 3.31 bc |
| 7. Golden Gem | 1.26 cd | 2.59 fg | 2.73 ef |
| 8. Golden Sweet | 1.25 cd | 3.47 ab | 2.44 gh |
| 9. Sugar Pearl | 2.27 b | 3.12 cd | 3.53 ab |
| 10. Tropical Ruby | 1.38 c | 3.62 a | 2.59 fg |
| 11. Romanita | 2.26 b | 3.68 a | 3.11 cd |
| Promedio | 1.58 | 3.14 | 2.84 |
| Nivel de significación | * | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad | 9.16 | 5.40 | 6.41 |

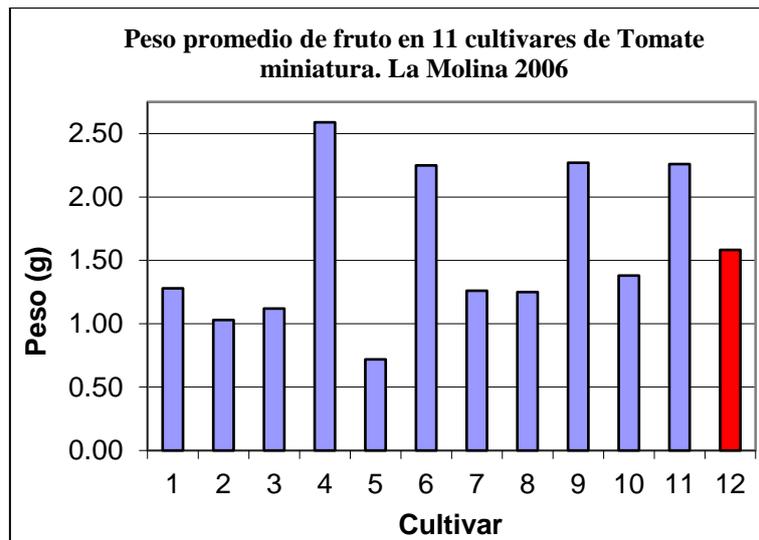


Figura N° 39: Peso promedio de fruto en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

b. Altura y Diámetro de fruto

En la tabla N° 13 se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos para altura de fruto, obteniéndose en general un altura promedio del fruto de 3.14 cm. Comparando los cultivares, los que presentan mayor altura son los cultivares Romanita y Tropical Ruby con 3.68 y 3.62 cm., respectivamente, mientras que el cultivar Ruby fue el que presentó la menor altura con 2.43 cm. En las evaluaciones de diámetro de fruto se obtuvo un diámetro promedio general de 2.84 cm., se obtuvieron diferencias altamente significativas. En la tabla N° 13 y Figura N° 40 se puede observar que el cultivar con mayor diámetro fue Red Cherry Large con 3.61 cm. mientras que el de menor diámetro fue Ruby con 2.24 cm. En general las diferencias entre los tratamientos se debería principalmente a las características propias de cada cultivar y las altas densidades de siembra empleadas.

Santiago et al (1998) menciona que el tamaño del fruto se ve afectado por factores fisiológicos tales como maduración, despunte, defoliación, pero este carácter está controlado por factores genéticos, adjudicado a cinco pares de genes. Dogliotti (2006) señala que la tasa de crecimiento del fruto es afectada por las temperaturas altas dentro del invernadero (a mayor temperatura se acelera la tasa de crecimiento potencial) y, por lo tanto, se acorta el periodo de crecimiento del fruto, disminuyendo su tamaño potencial. Ho y Hewitt mencionados por Rojas (2006) señalan que el tamaño final del fruto está estrechamente relacionado con el número y peso de las semillas, además del número de lóculos. Nuez (1995) señala además que en la mayoría de cultivares el tamaño final del

fruto está relacionado con su posición en la inflorescencia, pues tanto el crecimiento del fruto como la acumulación de almidón en frutos proximales es mayor que en los distales.

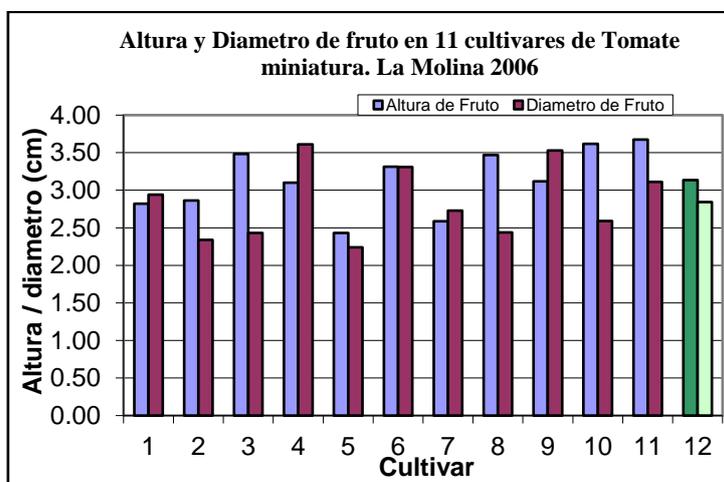


Figura N° 40: Altura y Diámetro de fruto en 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

Cultivares:

- | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Tomasin | 5. Ruby | 9. Sugar Pearl |
| 2. Thai Pink Egg | 6. Season Red | 10. Tropical Ruby |
| 3. Yellow Pearl | 7. Golden Gem | 11. Romanita |
| 4. Red Cherry Large | 8. Golden Sweet | 12. Promedio |

El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial. De acuerdo a los descriptores para el Tomate del IPGRI los cultivares Tomasin, Thai Pink Egg, Yellow Pearl, Ruby, Golden Gem, Golden Sweet y Tropical Ruby se encuentran en la clasificación de muy pequeños (< 3cm.), mientras que los cultivares Red Cherry Large, Season Red, Sugar Pearl y Romanita se encuentran en la clasificación de pequeños (3-5 cm.).

4.3 Calidad interna del Fruto

Las características que deben de reunir los cultivares de tomate se refieren a la forma, el color y el tamaño, pero son más importantes los caracteres relativos a la calidad interna como el pH, contenido de azúcares y la acidez. Como se describió en la metodología, se tomaron 2 mediciones utilizando frutos en el mismo estado de madurez (100% de color).

Las tablas N° 14, 15, 16 y 17, presentan los valores de pH, Porcentaje de Sólidos Solubles, Acidez Titulable y Relación Sólidos solubles / Acidez. En el presente ensayo la calidad interna del fruto del tomate presentó valores promedio de 4.09, 7.17%, 0.60 y 12.29 de

pH, Porcentaje de Sólidos Solubles, Acidez Titulable y Relación Sólidos solubles / acidez, respectivamente.

Con respecto a los valores de pH registrados en el experimento se mostraron diferencias altamente significativas para las dos mediciones que se realizaron y el promedio general (Ver Tabla N° 14), El cultivar Thai Pink Egg presentó 4.32 siendo el mas alto mientras que el cultivar Season Red con 3.91 fue el menor para la primera medición; después de 9 días se realizó la segunda medición en la cual se obtuvo que el cultivar Yellow Pearl con 4.32, fue el mas alto y el cultivar Season Red con 3.74, fue el mas bajo. Tomando el promedio de ambas mediciones es el cultivar Thai Pink Egg fue el que presentó el pH más alto con 4.30, mientras que el valor más bajo de pH fue el cultivar Season Red con 3.82. El pH promedio de los cultivares en el experimento fue de 4.09 similar al reportado por Macua et al (2007), en un ensayo con 10 cultivares de tomate *cherry*, obteniendo un valor promedio de 4.12.

Tabla N° 14: pH de 11 cultivares de Tomate miniatura Molina 2006

| CULTIVAR | pH (150 dds) | pH (158 dds) | Promedio de ambas mediciones |
|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| 1. Tomasin | 4.09 f | 4.22 c | 4.15 e |
| 2. Thai Pink Egg | 4.32 a | 4.28 b | 4.30 a |
| 3. Yellow Pearl | 4.15 e | 4.32 a | 4.23 b |
| 4. Red Cherry large | 4.16 e | 4.01 e | 4.08 g |
| 5. Ruby | 4.06 g | 3.84 i | 3.95 i |
| 6. Season Red | 3.91 i | 3.74 j | 3.82 j |
| 7. Golden Gem | 4.22 d | 4.12 d | 4.17 d |
| 8. Golden Sweet | 4.27 c | 4.11 d | 4.19 c |
| 9. Sugar Pearl | 4.09 f | 3.94 g | 4.02 h |
| 10. Tropical Ruby | 3.98 h | 3.92 h | 3.95 i |
| 11. Romanita | 4.30 b | 3.96 f | 4.13 f |
| Promedio | 4.14 | 4.04 | 4.09 |
| Nivel de significación | ** | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad % | 0.27 | 0.32 | 0.20 |

Kiyan (1996), cita que El pH casi no es afectado por el medio ambiente, prácticas de manejo y factores nutricionales, sino principalmente por el factor genético con una gran variación entre los genotipos. Los cultivares Ruby, Season Red, Sugar Pearl, Tropical Ruby y Romanita cumplen con el nivel adecuado de pH para procesamiento mencionado por Izquierdo et al (1992) y Nuez (1995), el cual no debe exceder a 4 para no alterar el tiempo de esterilización del producto durante el procesamiento.

En cuanto al Porcentaje de sólidos solubles de la misma manera que el pH se tomaron también dos mediciones en cada muestreo. Para ambas mediciones y el promedio general, el análisis de variancia mostró diferencias altamente significativas (Tabla N° 15). En la primera medición el cultivar Ruby fue el que obtuvo un mayor porcentaje con 9.19 y el menor fue Season Red con 5.80, para la segunda medición el cultivar con mayor porcentaje fue Golden Gem con 8.98 mientras que el de menor porcentaje fue el cultivar Thai Pink Egg con 5.55. El cultivar Ruby se muestra como el que tiene un mayor porcentaje de sólidos solubles con un 8.69% mientras que el menor fue el cultivar Season Red con 5.80%. El valor promedio fue de 7.17% similar al reportado por Márquez y Cano (2005) con el genotipo FA-1325 de tomate *cherry*, manejado orgánicamente bajo invernadero, quienes reportaron un valor de 7.23% de sólidos solubles.

Tabla N° 15: Porcentaje de Sólidos Solubles de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | Sólidos Solubles % (150 dds) | Sólidos Solubles % (158 dds) | Sólidos Solubles % promedio |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Tomasin | 7.63 c | 7.41 d | 7.52 d |
| 2. Thai Pink Egg | 6.23 h | 5.55 k | 5.89 h |
| 3. Yellow Pearl | 6.04 i | 7.19 e | 6.61 f |
| 4. Red Cherry large | 6.41 g | 6.79 g | 6.60 f |
| 5. Ruby | 9.19 a | 8.60 c | 8.89 a |
| 6. Season Red | 5.80 j | 5.80 j | 5.80 i |
| 7. Golden Gem | 8.59 b | 8.98 a | 8.78 b |
| 8. Golden Sweet | 8.59 b | 8.90 b | 8.75 c |
| 9. Sugar Pearl | 6.99 d | 7.01 f | 7.00 e |
| 10. Tropical Ruby | 6.80 e | 6.04 i | 6.42 g |
| 11. Romanita | 6.60 f | 6.61 h | 6.60 f |
| Promedio | 7.17 | 7.17 | 7.17 |
| Nivel de significación | ** | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad | 0.31 | 0.44 | 0.27 |

Los altos valores de sólidos solubles pueden ser explicados por un alto contenido de materia seca como lo menciona Blas (1974) que afirma que existe una alta correlación positiva entre materia seca, contenido de azúcar y temperatura. Todos los valores presentados corresponden a las características de la variedad *cerasiforme*, es decir frutos dulces con alto contenido de sólidos solubles, sin embargo, estos valores pudieron haber sido aún mayores debido a que el cultivo bajo invernadero reduce la intensidad lumínica, el cual es un factor ambiental que tiene el efecto más drástico en la concentración de

azúcar en el fruto. Al respecto Ho y Hewitt (1986) mencionan que como los sólidos solubles del tomate están mayormente compuesto por azúcares reductores, cualquier factor que altere la síntesis de sacarosa afectará la acumulación de glucosa y fructuosa en los frutos, alterando los grados Brix.

Otro factor que pudo influenciar el contenido de azúcar en el fruto fue la presencia de potasio disponible en el suelo (491 ppm) según el análisis de suelo realizado previamente antes de la instalación del cultivo, lo cual coincide con lo que mencionan Pérez et al (2005) sobre el papel importante que juega el Potasio en la calidad, cantidad de azúcares que acumula, acidez, ácido ascórbico y caroteno. Además Clower y Thompson, mencionados por Blas (1974), indican que la cantidad presente de sólidos solubles está sujeta a considerable variación debido al medio ambiente, variedades y fechas de cosecha.

Tabla N° 16: Acidez Titulable de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | Acidez Titulable (150 dds) | Acidez Titulable (150 dds) | Acidez Titulable promedio |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1. Tomasin | 0.74 c | 0.75 b | 0.75 b |
| 2. Thai Pink Egg | 0.49 j | 0.39 h | 0.44 j |
| 3. Yellow Pearl | 0.62 f | 0.51 f | 0.56 g |
| 4. Red Cherry large | 0.60 g | 0.60 d | 0.59 f |
| 5. Ruby | 0.87 a | 0.83 a | 0.85 a |
| 6. Season Red | 0.75 b | 0.64 c | 0.69 c |
| 7. Golden Gem | 0.67 e | 0.60 d | 0.63 e |
| 8. Golden Sweet | 0.50 i | 0.42 g | 0.47 i |
| 9. Sugar Pearl | 0.69 d | 0.58 e | 0.63 d |
| 10. Tropical Ruby | 0.54 h | 0.46 g | 0.50 h |
| 11. Romanita | 0.54 h | 0.45 g | 0.50 h |
| Promedio | 0.64 | 0.56 | 0.60 |
| Nivel de significación | ** | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad | 0.76 | 0.84 | 0.24 |

En cuanto a la Acidez Titulable para ambas mediciones y el promedio, el análisis de variancia mostró diferencias altamente significativas entre los cultivares. El cultivar Ruby en las dos evaluaciones y el promedio resultó tener el valor mas alto: 0.87, 0.83 y 0.85 respectivamente; mientras que el cultivar Thai Pink Egg presentó el nivel más bajo en la primera evaluación con 0.49, segunda evaluación con 0.39 y en el promedio general con 0.44 (Tabla N° 16), Steven y Rick (1986) mencionan que el factor genético es el principal determinante en el contenido de ácidos en los frutos de las plantas de tomate, con una gran variación entre los genotipos. Murray et al (2003), evaluando el cultivar Super sweet

VF 100 de tomate *cherry* cosechado en diferentes estados de madurez, encontraron valores de acidez titulable entre 0.81% y 1.01%.

Porter citado por Blas (1974), indica que la acidez titulable es influenciada por el medio ambiente, factores culturales y de fertilización, además menciona que mientras los frutos maduran, la acidez titulable disminuye y el pH aumenta. Davies and Hobson (1981), mencionan también que durante el desarrollo de frutos, la acidez aumenta, alcanzando su máximo valor en los primeros signos de coloración amarilla (breaker stadium) y disminuye progresivamente con la aparición del color rojo cuando el fruto alcanza su completa madurez.

Tabla N° 17: Relación Sólidos solubles / Acidez Titulable de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | RELACION SS /ACIDEZ |
|-------------------------|------------------------|
| 1. Tomasin | 10.09 j |
| 2. Thai Pink Egg | 13.53 c |
| 3. Yellow Pearl | 11.81 f |
| 4. Red Cherry large | 11.12 g |
| 5. Ruby | 10.48 i |
| 6. Season Red | 8.40 k |
| 7. Golden Gem | 13.94 b |
| 8. Golden Sweet | 18.46 a |
| 9. Sugar Pearl | 11.04 h |
| 10. Tropical Ruby | 12.95 e |
| 11. Romanita | 13.32 d |
| Promedio | 12.29 |
| Nivel de significación | ** |
| Coefic. de variabilidad | 0.32 |

Otro parámetro evaluado fue la relación: Sólidos Solubles / Acidez Titulable, el análisis de variancia muestra diferencias altamente significativas entre los cultivares (Tabla N° 17). El cultivar que presentó el mayor valor fue Golden Sweet con 18.46 mientras que el menor fue el cultivar Season Red con 8.40. El tomate tiene un mejor sabor cuando presenta una relación SS/AT ≥ 10 , además la mayor calidad en frutos se dan con valores de acidez titulable > 0.325 y valores de sólidos solubles $> 3\%$ (Kader et al, 1978). Los cultivares evaluados obtuvieron relaciones SST/AT ≥ 10 con excepción de Season Red, por lo tanto, fueron adecuados para el consumo fresco.

Nuez (1995) señala que esta relación es un valor útil para determinar el momento de cosecha y para evaluar el sabor del fruto. Picha citado por Murray et al (2004) señala que valores altos en esta relación están directamente asociados con un mejor sabor; al respecto, Atherton y Rudich citados por Kiyani (1996), señalan que altos niveles de ácidos y bajos niveles de azúcares dispone la producción de un tomate agrio mientras que, altos niveles de azúcares y bajos niveles de ácidos, resulta un sabor suave; cuando ambos niveles azúcares y ácidos son bajos el resultado es un sabor insípido en el fruto.

4.4 Calidad Externa

4.4.1 Color

En la tabla N° 18 se puede observar la diversidad de colores en los cultivares de tomate miniatura evaluados en el presente ensayo, estos se clasificaron en base a descriptores del IPGRI (Internacional Plant Genetic Resources Institute) y la tabla Munsell, la cual mide el color en función al Hue o Matiz, indicador de la longitud de onda predominante en la luz reflejada (rango: R: rojo; Y: amarillo; G: verde; B: Azul); el Value o Brillo el cual indica la proporción de luz reflejada (rango: 2.5 – 8) y el Chroma o intensidad, que mide la pureza del color (rango: 2 -12).

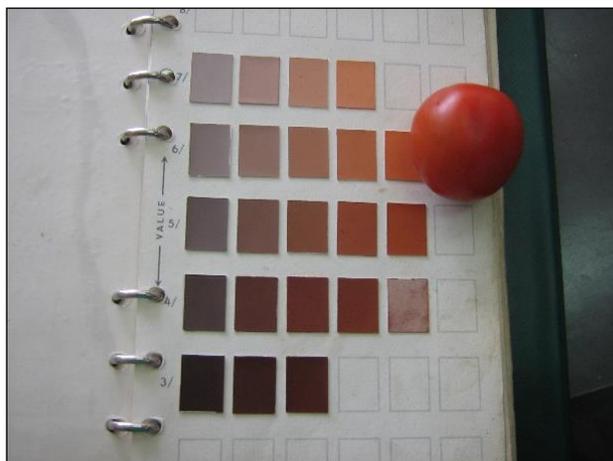


Figura N° 41: Evaluación de color con Tabla Munsell. La Molina 2006

Destacó el color Naranja en los cultivares Golden Gem y Golden Sweet, 5YR 7/10 y 2.5Y 7/10, respectivamente, el color Amarillo 5Y 8/10, en el cultivar Yellow Pearl, el color Rosado 5R 4/10, en el cultivar Thai Pink Egg y en el resto de cultivares valores de color rojo entre 10R 4/10 y 10R 6/10, predominante de la especie. Ciruelos et al (2003) explica que el color rojo característico del tomate es conferido por una combinación de pigmentos carotenoides, de los cuales el más abundante es el licopeno. Los cultivares de

tomate de color naranja tienen altos contenidos de carotenoides y componentes volátiles, mientras que los cultivares de fruto amarillo presentan contenidos de licopeno 10 veces inferiores que los cultivares de color rojo (Hart and Scout, 1995).



Figura N° 42: Diferencias de color entre cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

La diferencia en el color exterior del fruto está dada exclusivamente por genotipo de cada cultivar, pero la intensidad del color es afectada principalmente por la temperatura. González (2003) señala que el color de los frutos de tomate sufre cambios notables durante la maduración organoléptica, con disminución de clorofila e incremento de licopeno, pigmentos que contribuyen en forma sustancial a la calidad del producto; indica además que, las variaciones de la pigmentación dependen de la temperatura. Folquer (1976) señala que la intensidad del color rojo es directamente proporcional al contenido de licopeno además menciona que tanto el β -caroteno como el licopeno aumentan al madurar el fruto.

La mayor intensidad de color de algunos frutos pueden ser explicados por buenos niveles de potasio presentes en el suelo que fueron exportados por la planta hacia los frutos, al respecto Mikkelsen (2005) menciona que niveles altos de potasio en el suelo favorece el contenido total de carotenoides en la fruta y, en consecuencia, el contenido de licopeno y su intensidad en el color externo del fruto.

El color del fruto del tomate es importante ya que es el atributo que el consumidor recibe primero, y que determina otros factores de calidad como aroma y sabor, además para la industria es importante un color uniforme sin hombros verdes en los frutos.

Tabla N° 18: Color e intensidad del color externo del fruto maduro de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

| CULTIVAR | COLOR EXTERIOR DEL FRUTO* | COLOR EXTERIOR DEL FRUTO** | INTENSIDAD DEL COLOR EXTERIOR** |
|---------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Tomasin | 10R 4/10 | Rojo | Baja |
| 2. Thai Pink Egg | 5R 4/10 | Rosado | Intermedia |
| 3. Yellow Pearl | 5Y 8/10 | Amarillo | Intermedia |
| 4. Red Cherry large | 10R 4/10 | Rojo | Intermedia |
| 5. Ruby | 10R 4/10 | Rojo | Alta |
| 6. Season Red | 10R 5/10 | Rojo | Alta |
| 7. Golden Gem | 5YR 7/10 | Naranja | Alta |
| 8. Golden Sweet | 2.5Y 7/10 | Naranja | Alta |
| 9. Sugar Pearl | 10R 5/10 | Rojo | Alta |
| 10. Tropical Ruby | 10R 6/10 | Rojo | Alta |
| 11. Romanita | 10R 5/10 | Rojo | Alta |

* Tabla Munsell

** Descriptor del IPGRI

4.5 Análisis Económico

El Costo de Producción total en el invernadero fue de S/ 3249.79, que incluye los Costos Directos e Indirectos para la producción utilizando toda el área efectiva del Invernadero de 139.40 m². Los costos directos comprenden los gastos de cultivo (103.4 jornales) y los gastos especiales (materiales para la conducción y guiado, abonos orgánicos y productos fitosanitarios) con un total de S/2333.14 sin incluir los gastos de la semilla de cada cultivar.

Cabe señalar que en los costos directos presentados, solo el 66% lo constituye la mano de obra y el 34% restante corresponde al costo de los insumos, dentro del mismo destacó que solo el 17.58% lo constituyeran los productos fitosanitarios y 65.02% restante correspondieron a los abonos orgánicos. Los costos indirectos (asistencia técnica e imprevistos) ascendieron a S/ 916.6. El detalle de los costos de producción se puede observar en el anexo N° 02.

En el anexo N° 03 se detalla el costo de semilla para cada cultivar, así como también la cantidad utilizada. En los cultivares Tomasin, Yellow Pearl y Thai Pink Egg las semillas costaron S/ 5.00 el sobre de 5 gr (semillas producidas por agricultores orgánicos).

Tabla N° 19: Valor de la Producción, Beneficio Neto y Margen de Utilidad por Cultivar en la producción de Tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) en Invernadero (210 m²). La Molina 2006

| _CULTIVAR | Costo de Producción (S/) | Costo de semilla por cultivar (S/) | Costo de producción Total (S/) | Rdto Comercial (Kg.) | Valor Bruto de la Producción (S/) | Valor Neto (S/) | Utilidad (%) |
|---------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|--|------------------------|---------------------|
| 1. Tomasin | 3249.79 | 5 | 3254.79 | 550.20 | 3301.20 | 46.41 | 1.43% |
| 2. Thai Pink Egg | 3249.79 | 5 | 3254.79 | 281.82 | 1690.92 | -1563.87 | -48.05% |
| 3. Yellow Pearl | 3249.79 | 5 | 3254.79 | 571.41 | 3428.46 | 173.67 | 5.34% |
| 4. Red Cherry large | 3249.79 | 42 | 3291.79 | 1500.45 | 9002.70 | 5710.91 | 173.49% |
| 5. Ruby | 3249.79 | 100 | 3349.79 | 1448.16 | 8688.96 | 5339.17 | 159.39% |
| 6. Season Red | 3249.79 | 100 | 3349.79 | 1145.13 | 6870.78 | 3520.99 | 105.11% |
| 7. Golden Gem | 3249.79 | 100 | 3349.79 | 2271.36 | 13628.16 | 10278.37 | 306.84% |
| 8. Golden Sweet | 3249.79 | 100 | 3349.79 | 1365.84 | 8195.04 | 4845.25 | 144.64% |
| 9. Sugar Pearl | 3249.79 | 100 | 3349.79 | 2114.49 | 12686.94 | 9337.15 | 278.74% |
| 10. Tropical Ruby | 3249.79 | 100 | 3349.79 | 833.91 | 5003.46 | 1653.67 | 49.37% |
| 11. Romanita | 3249.79 | 100 | 3349.79 | 1481.97 | 8891.82 | 5542.03 | 165.44% |
| Promedio | 3249.79 | 68.81 | 3318.61 | 1233.16 | 7398.95 | 4080.34 | 121.98% |

Precio de Venta: S/ 6.00 Kg (mayorista)

La tabla N° 19 y el Figura N° 43, resumen el análisis económico de los once cultivares ensayados en invernadero con manejo orgánico. Los mayores costos de producción se obtuvieron con los cultivares Ruby, Season Red, Golden Gem, Golden Sweet, Sugar Pearl, Tropical Ruby y Romanita con S/ 3349.79 por cultivar, mientras que los menores costos de producción fueron registrados en los cultivares Tomasin, Thai Pink Egg y Yellow Pearl con S/ 3254.79 por cultivar, la diferencia entre los costos se deben al costo de las semillas. Durante el desarrollo del experimento el precio promedio de compra del tomate miniatura fue de S/ 6.00 por kilogramo, con el cual se elaboró el presente análisis económico, el cual arrojó los siguientes resultados:

Para los valores brutos de producción, los cultivares con los mayores valores fueron Golden Gem, Sugar Pearl y Red Cherry Large con S/ 13628.16, S/ 12686.94 y S/ 9002.70, respectivamente, mientras que los menores valores los obtuvieron los cultivares Thai Pink Egg, Tomasin y Yellow Pearl con S/ 1690.92, S/ 3301.20 y S/ 3428.46, respectivamente.

Para los valores de beneficio neto los mayores valores los obtuvieron los cultivares Golden Gem y Sugar Pearl con S/10278.37 y S/9337.15, respectivamente, mientras que los menores fueron obtenidos por los cultivares Thai Pink Egg, Tomasin y Yellow Pearl

con S/ 46.41 y S/ 173.67 para Tomasin y Yellow Pearl, respectivamente, mientras que para el cultivar Thai Pink Egg se registró una pérdida de S/ 1563.87.

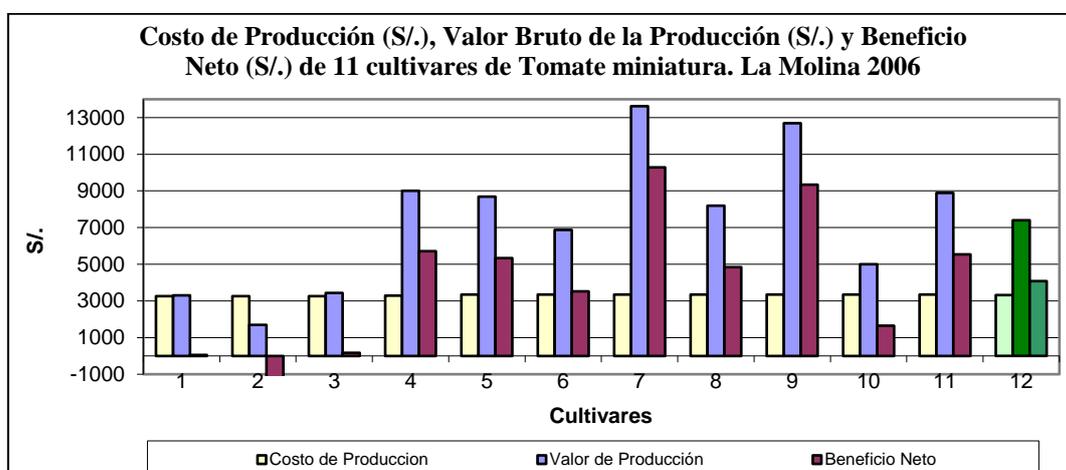


Figura N° 43: Costo de Producción (S/.), Valor Bruto de la Producción (S/.) y Beneficio Neto (S/.) de 11 cultivares de Tomate miniatura. La Molina 2006

Cultivares:

- | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|
| 1. Tomasin | 5. Ruby | 9. Sugar Pearl |
| 2. Thai Pink Egg | 6. Season Red | 10. Tropical Ruby |
| 3. Yellow Pearl | 7. Golden Gem | 11. Romanita |
| 4. Red Cherry Large | 8. Golden Sweet | 12. Promedio |

Finalmente, se registró un margen de utilidad promedio de 121.98 %, siendo los cultivares Golden Gem, Sugar Pearl, Red Cherry Large y Romanita con 306.84%, 278.74%, 173.49% y 165.44%, respectivamente, los que presentaron un mayor margen de utilidad. Por otro lado, los cultivares que presentaron los márgenes de utilidad más bajos fueron Yellow Pearl, Tomasin y Thai Pink Egg con 5.34%, 1.43% y -48.05%, respectivamente, llegando incluso a ser negativo (cultivar Thai Pink Egg), cabe resaltar que el uso de las semillas de estos cultivares aún no se descarta y estará condicionado a una evaluación del material genético en otras condiciones de manejo (densidad, abonamiento, podas, etc.).

Los costos de producción totales y el análisis económico presentados, representan parte de la inversión en que se debe incurrir en un proyecto de inversión en Invernaderos para poder definir que cultivar o cultivares serán más adecuados desarrollar para producción, ya que el omitir esta inversión puede acarrear la producción de un cultivar o cultivares que no se adecuen al manejo y exigencias del mercado. Las inversiones en que debe incurrirse en un proyecto de este tipo serán principalmente:

- Inversión en infraestructura (invernadero y sistema de riego).
- Inversión en Investigación (una campaña evaluando diferentes cultivares).
- Inversiones en Capital de Trabajo inicial (para poner en funcionamiento la primera etapa productiva del proyecto con los datos obtenidos de la campaña de evaluación).

La presentación comercial del tomate *cherry* influye significativamente en el beneficio económico, presentaciones pequeñas o procesadas generan mayores ingresos y menores pérdidas comparadas con ventas al por mayor (por kilos).



Venta por Kg.(S/ 6)



Envases de 100 g (S/ 2.50)



**Deshidratado por 50 g
(S/ 3.00)**

Figuras N° 44, 45 y 46: Presentaciones comerciales de Tomate miniatura. La Molina 2006

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente ensayo se puede concluir lo siguiente:

- En el rendimiento comercial de Tomate miniatura se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Los cultivares que alcanzaron los mayores rendimientos fueron Golden Gem con 108.16 t/ha y Sugar Pearl con 100.69 t/ha. Los menores rendimientos los tuvieron los cultivares, Tomasin (26.20 t/ha) y Thai Pink Egg (13.42 t/ha).
- La calidad interna del fruto en términos de pH, Porcentaje de sólidos solubles, Acidez titulable y Relación sólidos solubles / acidez Titulable presentó diferencias altamente significativas entre los cultivares. Destacan por su alto porcentaje de sólidos solubles los cultivares Ruby (8.89%), Golden Gem (8.78%) y Golden Sweet (8.75%) y, por su alto valor respecto a la Relación sólidos solubles / acidez Titulable (relacionada directamente con el sabor) los cultivares Golden Sweet (18.46), Golden Gem (13.94) y Thai Pink Egg (13.53).
- Los cultivares con los que se obtuvo mayores márgenes de utilidad fueron Golden Gem (306.84%), Sugar Pearl (278.74%), Red Cherry Large (173.49%) y Romanita (165.44%), sin embargo, la baja firmeza y la susceptibilidad al cracking en los frutos de los cultivares Sugar Pearl y Red Cherry Large sugieren mejorar el manejo del riego y el manipuleo post cosecha para poder evaluar mejor la productividad de estos cultivares.
- Se concluye que la producción orgánica de tomate miniatura bajo invernadero muestra un alto potencial y rentabilidad especialmente con los cultivares Romanita, Golden Gem y Golden Sweet por sus altos rendimientos, alta firmeza, resistencia al manipuleo, gran porcentaje de frutos cuajados por planta, excelentes características de calidad interna y externa y sobre todo colores atractivos al consumidor.

VI. RECOMENDACIONES

- Repetir el ensayo en los cultivares Tomasin, Thai Pink Egg y Yellow Pearl en otras condiciones de manejo (densidad, abonamiento, podas, etc.)
- Utilizar sistema de fertirrigación para la aplicación de biol, ácidos húmicos y otros productos permitidos en agricultura orgánica durante los periodos de producción a fin de evitar el contacto excesivo por la aplicación mecánica con mochila manual.
- Manejar las densidades de siembra en los cultivares con mayores distanciamientos y observar su comportamiento agronómico.
- Evaluar accesorios adecuados para el guiado de las plantas que eviten el exceso de manipuleo durante las podas y guiados.
- Se recomienda la limpieza del film plástico cada 20 días para facilitar el paso de luz al interior, posterior a la limpieza realizar un nuevo aporque alrededor del invernadero para evitar la entrada de insectos por aberturas ocasionadas por el mantenimiento del material de cobertura del invernadero.
- Una vez terminada la campaña se recomienda esterilizar el invernadero con ayuda de un plástico sobre el suelo ya que existe alta presión de inóculo de enfermedades foliares como el oidium.
- Será conveniente en producciones posteriores en el invernadero agregar abonos orgánicos y rotación de cultivos con leguminosas con el fin de restituir los nutrientes extraídos por campañas sucesivas de tomate.
- Seguir evaluando otros cultivares de tomate miniatura bajo este sistema de producción.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M. 1997. Agroecología: bases teóricas para una agricultura sustentable. Clades. Editado y producido por CIED, Lima, Perú. p. 257 – 284
- Avalos, J. 1996. Efecto de la fertirrigación N-P-K y la densidad de siembra en la morfología y rendimiento del cultivo de tomate conducido bajo espalderas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM p. 12-13
- Barrios, F. 2001. Efecto de diferentes concentraciones de Biol aplicados al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agrónomo. UNALM p. 7,8
- Benites, C. 1992. Aplicación de Humus de Lombriz en el cultivo del Tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM
- Blas, D. 1974. Comparativo de Cultivares de Tomate para industria, en 3 localidades de la Costa Central (Cañete, Chincha, Huaura) Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM
- Calderón, C. 1994. Ácidos Húmicos y fertilización Nitrogenada en el Rendimiento y Calidad del cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*) cv. Missouri. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM
- Ciruelos, A.; De La Torre, R.; Gonzáles, C.; Arenas, A.; López, J. 2003. Estudio comparativo del contenido en pigmentos carotenoides de variedades de distinto ciclo vegetativo de tomate de industria. Actas de Horticultura N° 39 – X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas –Pontevedra, España. p. 2
- Conapo. 2005, Reglamento Técnico para Productos Orgánicos p. 3, 28 - 31.
- Davies, J. and Hobson, G. 1981. The constituents of tomato fruit – influence of environment, nutrition, and genotype. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 15 p. 205 – 280.
- Dobson, M.; Bachmann, J; Williams, P. 2002. Organic Greenhouse Tomato production. Horticulture Production Guide. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). USA p. 2 – 14.

- Dogliotti, S. 2006. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill). Material de apoyo al Modulo Hortícola. Universidad de la Republica – Facultad de Agronomía. Montevideo - Uruguay. p 20 – 25.
- Ehret, D.; Ho, L. 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *Journal of Horticultural Science*, v. 61, p 361-367.
- Eyhorn, F.; Heeb, M.; Weidmann, G. 2002. Manual de Capacitación en Agricultura Orgánica para los Trópicos. IFOAM. p. 23
- Fernandez, R.F 1990. Fructificación a bajas temperaturas en *Lycopersicon* Mill. .spp. Tesis de Grado. Universidad de Málaga, España. p 30 - 35
- Folquer, F. 1976. El Tomate, estudio de la planta y su producción comercial. Editorial hemisferio Sur S.A. p 15 -18
- Gonzáles, P. 2003. Evolución de pigmentos en frutos de tomate larga vida sometidos a estrés térmico durante poscosecha. Tesis, Magíster en Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia universidad Católica de Chile, Chile. p. 10 -11
- Greer, L.; Diver, S. 2000. Organic Greenhouse Vegetable Production. Horticulture Systems Guide. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). USA p. 2 – 14.
- Grubinger, V. 2005. Organic Greenhouse Tomato Production: A Primer. Department of Plant and Soil Science. University of Vermont Extension. USA. p. 1
- Grupo Oceano. 2000. Enciclopedia de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Océano. España
- Hart, D. and Scott, K. 1995. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoides in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry* 54 p. 101 - 111
- Ho, L. and Hewitt, J. 1986. fruit development. In: *The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement*. Chapman & Hall, New York, USA. p. 201 - 239
- Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 2006. Descriptores para el Tomate (*Lycopersicon* spp.) p. 30 - 32

- Izquierdo, J.; Paltrinieri, G.; Arias, C. 1992. Producción, Poscosecha, Procesamiento y comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. FAO. Santiago de Chile – Chile. p 60 - 64.
- Kader, A.; Morris, L.; Stevens, M.; Albright-Holton, M. 1978. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113 p 742 - 745
- Kiyan, G. 1996. Evaluación de cuatro cultivares de tomate para consumo fresco conducido bajo espaldera. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. p. 13,14
- Lampkin, N. 2001. Agricultura Ecológica, Ediciones Mundi-Prensa. España. p. 4 – 5
- Linares, R. 1992. Efecto del Potasio en el Rendimiento y Calidad de dos cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) bajo riego localizado en alta frecuencia exudación. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM
- Macua, J.; Lahoz, I.; Garnica, J.; Calvillo, S.; Zúñiga, J.; Santos, A. 2007. Variedades de Tomate *Cherry*. Navarra Agraria 160. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Gobierno de Navarra, España p. 21.
- Márquez, C.; Cano, R. 2005. Producción orgánica de tomate *cherry* bajo Invernadero. Actas portuguesas de Horticultura Nº 5, Vol 1, p. 219 -224.
- Márquez, C.; Cano, P.; Chew, Y.; Moreno, A.; Rodríguez, N. 2006. Sustratos en la Producción orgánica de Tomate *Cherry* bajo Invernadero. Revista Chapingo. Serie Horticultura, Julio-Diciembre, vol. 12, numero 002. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo – México. p. 183 -188.
- Márquez, C.; Cano, P. 2006. Producción orgánica de Tomate bajo Invernadero. Artículo científico, Torreón - México.
- Mikkelsen, R.L. 2005. Tomato flavour and plant nutrition: a brief review. *Better Crops with Plant Food*, p. 14 – 15.
- Muller, O. 1999. Efecto de la Fertirrigación NPK en el Rendimiento y calidad de 3 cultivares de Tomate bajo R.L.A.F. cintas de goteo. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM
- Murray, R.; C. Lucangelli; Polenta, G.; Budde, C. 2003. Calidad de tomate *cherry* cosechado en tres estados de madurez. Artículo científico. Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Buenos Aires – Argentina.
- Navejas, J. 2002. Producción Orgánica de Tomate. Folleto Técnico. SIR Noreste. México.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa España

- Padilla, O. 1992. Efecto de la Modalidad de conducción en el rendimiento de cuatro cultivares de Tomate bajo R.L.A.F. exudación. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM
- Peil, R., Gálvez, J. 2005. Reparto de Materia Seca como factor determinante de la Producción de las hortalizas de fruto cultivadas en Invernadero. Universidad Federal de Pelotas. Pelotas RS. Brasil. p 5 – 9.
- Pérez, J.; Hurtado, G.; Aparicio, V.; Argueta, Q.; Larin, M. 2005. Cultivo de Tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador.
- Pinedo, E.I. 1996. Efecto del Humato y *Bacillus thuringiensis* en el manejo de *Spodoptera spp.* Y *Scrobipalpuloides absoluta* Meyrick en Tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM
- Rodríguez, R.; Tabares, J.; Medina, J. 1997. Cultivo moderno del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España. p 12 – 16.
- Rojas, I. 2006. Aumento de la intercepción de luz en la canopia del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivado en invernadero frío mediante deshoje. Escuela de agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. p 3 – 19.
- Santiago, J.; Mendoza, M.; Borrigo, F. 1998. Evaluación de Tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill.) en Invernadero: Criterios Fenológicos y Fisiológicos. Agronomía Mesoamericana vol. 9. p 59 - 65.
- Shany, M. 2004. Producción de hortalizas en condiciones tecnificadas IICA. Managua – Nicaragua. p 2 – 16.
- Stevens, M. and Rick, C. 1986. Genetics and breeding. In: The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement. Chapman & Hall, New York, USA. p. 34 - 109
- Suquilanda, M. 2003. Producción Orgánica de Hortalizas en la sierra norte y central del Ecuador, editorial Fundeagro, Ecuador.
- Ugas, R.; Siura, S.; Delgado De La Flor, F. 2000. Hortalizas Datos básicos UNALM Lima-Perú.
- Vilcapoma G. 2005. Diversidad de Angiospermas, Manual de Prácticas. Ediciones Polen Biología UNALM Lima-Perú.
- Yuste, M. 1997. Enciclopedia “Biblioteca de la Agricultura”. Editorial Idea Books, Barcelona – España

VII. ANEXOS

Anexo N° 01: Cronograma de Labores Realizadas en la producción de Tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) cultivados en Invernadero bajo producción orgánica. La Molina 2006

| FECHA | DDS | ACTIVIDAD | OBSERVACIONES |
|------------|-----|---------------------------------------|--|
| 27/06/2006 | -4 | Marcado de camas | Se marco con cal las camas |
| 30/06/2006 | -1 | Riego de enseo | Se abrió las llaves al máximo |
| 01/07/2006 | 0 | siembra | 3 personas, siembra por golpes |
| | | Acomodo de manguera | Para mover bulbos de humedad y asegurar riego |
| | | Riego | Para homogenizar germinación |
| 04/07/2006 | 4 | desmalezado | Extracción de malas hierbas en los alrededores de las mangueras |
| 09/07/2006 | 9 | Preparación de almacigo de emergencia | Se preparo un almacigo en bandeja de cada variedad (17 golpes por variedad) para transplantar en caso de que falle la germinación, el sustrato fue musgo tamizado con arena de río |
| 11/07/2006 | 11 | Instalación de Tensiómetro | Se instalo un Tensiómetro para conducir la frecuencia de riego |
| | | Riego | |
| | | Aplicación contra gusano de tierra | Se aplico Agree 50 WP dosis (0.5 Kg./ha) a los tratamientos y todo el contorno del invernadero |
| 13/07/2006 | 13 | Instalación de trampas amarillas | 6 trampas, con aceite de motor |
| | | Riego de almácigos | |
| 15/07/2006 | 15 | Desmalezado | Desmalezado manual |
| 22/07/2006 | 22 | Riego | |
| 25/07/2006 | 25 | Desahije | 3 personas, desahije con ayuda de tijeras de podar desinfectadas con agua jabonosa y agua caliente |
| | | Riego de almácigos | |
| 26/07/2006 | 26 | Riego | |
| 31/07/2006 | 31 | Riego | |
| 01/08/2006 | 32 | Desmalezado | |
| | | Transplante | |
| | | | |

| | | | |
|------------|----|---|--|
| 03/08/2006 | 34 | Abonamiento | Producto Grow more dosis (250 Kg./ ha),La aplicación se realizo entre plantas |
| 05/08/2006 | 36 | Limpieza y revestimiento de trampas amarillas | Se aplico nuevamente aceite a las trampas amarillas |
| 08/08/2006 | 39 | Aplicación de Biol | Se aplico Biol al 20% Gasto (10 L) |
| | | Limpieza y Reparación de la estructura | Con ayuda de los jornalistas se limpio las mallas y se reparo el pega pega |
| | | Riego | |
| 15/08/2006 | 46 | Desmalezado | Se desmalezo todos los bloques |
| 18/08/2006 | 49 | Poda | 2 personas, herramientas desinfectadas con lejía (5ml/litro de agua) |
| | | Cicatrizado | 2 personas cicatrizando manualmente con cal en las heridas |
| | | Amarre y guiado | 2 personas se amarro la base de la planta con rafia para poder guiarla, se amarro solo un bloque |
| 19/08/2006 | 50 | guiado | Guiado de plantas con rafia (3 personas) se completo un bloque y medio |
| 21/08/2006 | 52 | Guiado | Guiado de plantas con rafia (1 persona) se completo 2 bloques y medio |
| 22/08/2006 | 53 | Cambio de línea de riego | |
| | | Riego | |
| 24/08/2006 | 55 | Desbrote | Cuchilla de podar |
| | | Riego | |
| 26/08/2006 | 57 | Aplicación de Biol | Biol al 30% (solución de 12 litros) |
| 29/08/2006 | 60 | Desbrote y cicatrizado | 2 personas, herramientas desinfectadas con lejía (5ml/litro de agua) |
| 03/09/2006 | 64 | Riego | |
| | | desbrote | 1 persona (2 bloques) |
| 05/09/2006 | 66 | Desbrote y guiado | 1 persona (2 bloques) |
| | | Riego | |
| 07/09/2006 | 68 | Riego | |
| | | Desbrote | |
| | | Aplicación de Humic Acid y Bioenergy | 1 persona (15 litros), se aplico al suelo en drench y foliarmente |
| 14/09/2006 | 73 | Desbrote | |
| 19/09/2006 | 79 | Riego | |

| | | Desbrote y guiado | |
|------------|-----|---|--------------------------------|
| | | Azufrado | 1 persona (100 gr /mochila) |
| 21/09/2006 | 81 | Desbrote y guiado | 2 bloques |
| 23/09/2006 | 83 | Desbrote y guiado | 1 bloque |
| 26/09/2006 | 86 | Desbrote y guiado | 2 bloques |
| 05/10/2006 | 96 | Desbrote y guiado | 2 personas 4 bloques |
| | | Riego | |
| 06/10/2006 | 97 | Limpieza de film plástico | 1 persona, se utilizo manguera |
| 12/10/2006 | 103 | desbrote, Deshoje y guiado | 2 personas 2 bloques |
| 13/10/2006 | 104 | desbrote, Deshoje y guiado | 2 personas 2 bloques |
| 16/10/2006 | 107 | Riego | |
| 19/10/2006 | 110 | Riego | |
| | | 1° cosecha | 1 persona |
| 24/10/2006 | 115 | 2° cosecha | 2 personas |
| 25/10/2006 | 116 | deshoje, guiado y desbrote | 2 personas |
| 26/10/2006 | 117 | deshoje, guiado y desbrote | 2 personas |
| | | 3° cosecha | 2 personas |
| 30/10/2006 | 121 | deshoje, guiado y desbrote | 2 personas |
| | | 4° cosecha | 1 persona |
| 31/10/2006 | 122 | deshoje, guiado y desbrote | 2 personas |
| 02/10/2006 | 124 | 5° cosecha | 1 persona |
| 03/10/2006 | 125 | Azufrado | 1 persona (100 gr /mochila) |
| 06/10/2006 | 128 | 6° cosecha | 2 personas |
| 08/10/2006 | 130 | Riego | |
| 09/10/2006 | 131 | 7° cosecha | 1 persona |
| 15/11/2006 | 137 | Riego | |
| | | Aplicación de Humic Acid granular y liquido | 2 personas |
| 16/11/2006 | 138 | 8° cosecha | 1 persona |
| 22/11/2006 | 144 | Poda y deshoje | 2 personas |
| | | riego | |
| 23/11/2006 | 146 | 9° cosecha | 2 personas |
| 27/11/2006 | 149 | Riego | |
| 28/11/2006 | 150 | 10° cosecha | 2 personas |
| 30/11/2006 | 152 | 11° cosecha | 2 personas |
| 06/12/2006 | 158 | 12° cosecha | 2 personas |
| | | riego | |
| 12/12/2006 | 164 | 13° cosecha | 2 personas |
| 15/12/2006 | 167 | 14° cosecha | 2 personas |
| 19/12/2006 | 171 | riego | |
| | | 15 cosecha | 2 personas |
| 21/12/2006 | 173 | 16° cosecha | 2 personas |
| 26/12/2006 | 178 | riego | |
| | | 17° cosecha | 2 personas |
| 28/12/2006 | 180 | 18 cosecha | 2 personas |
| 02/01/2007 | 185 | 19° cosecha | 2 personas |
| 04/01/2007 | 187 | 20° cosecha | 1 persona |
| 09/01/2007 | 192 | 21° cosecha | 1 persona |

| | | | |
|------------|-----|-------------|-----------|
| 11/01/2007 | 194 | 22° cosecha | 1 persona |
| 16/01/2007 | 199 | 23° cosecha | 1 persona |
| 18/01/2007 | 201 | 24° cosecha | 1 persona |
| 23/01/2007 | 206 | 25° cosecha | 1 persona |
| 25/01/2007 | 208 | 26° cosecha | 1 persona |
| 30/01/2007 | 213 | 27° cosecha | 1 persona |
| 01/02/2007 | 215 | 28° cosecha | 1 persona |
| 06/02/2007 | 220 | 29° cosecha | 1 persona |
| 08/02/2007 | 222 | 30° cosecha | 1 persona |
| 13/02/2007 | 227 | 31° cosecha | 1 persona |
| 15/02/2007 | 229 | 32° cosecha | 1 persona |

**Anexo N° 02: Costos de Producción en Invernadero de 210 m² de Tomate
miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) bajo producción orgánica. La
Molina 2006**

| LABORES | Jornal | S/ |
|--|----------------|-------------|
| Preparación del Terreno | | |
| Riego machaco | 1 | 15 |
| Estercolado e incorporación de Materia orgánica | 3 | 45 |
| Despaje | 2 | 30 |
| Nivelado | 2 | 30 |
| Instalación del sistema de riego | 0.5 | 7.5 |
| Marcado de camas | 0.5 | 7.5 |
| Siembra | | |
| Siembra | 2 | 30 |
| Preparación de Almacigo | 0.5 | 7.5 |
| Recalce | 0.5 | 7.5 |
| Riegos | | |
| Riego | 3.52 | 52.8 |
| Cambio de línea de riego | 0.125 | 1.875 |
| Desmalezado | | |
| Desmalezado | 2 | 30 |
| Labores especiales | | |
| Desahije | 2 | 30 |
| Amarre y entutorado | 8 | 120 |
| Poda y cicatrizado | 14 | 210 |
| Desbrote y guiado | 20 | 300 |
| Fertilización | | |
| Aplicación de Biol | 0.25 | 3.75 |
| Aplicación de abono foliar | 0.25 | 3.75 |
| Aplicación de abono orgánico | 3 | 45 |
| Control Fitosanitario | | |
| Aplicación contra gusano de tierra | 0.125 | 1.875 |
| Instalación de Trampas amarillas | 0.25 | 3.75 |
| Limpieza de trampas | 0.125 | 1.875 |
| Azufrado | 0.75 | 11.25 |
| Cosecha | | |
| Cosecha y Clasificación | 30 | 450 |
| Limpieza del Invernadero | | |
| Limpieza del Techo | 7 | 105 |
| Sub total labores | 103.4 | 1551 |
| Total Labores | 1550.93 | |
| Sub total Insumos (S/) | 782.21 | |
| Costos Directos | 2333.14 | |
| Imprevistos | 116.66 | |
| Servicios por mantenimiento del sistema de riego | 100 | |
| Asistencia Técnica | 700 | |
| Costos Indirectos | 916.66 | |
| Costo de Producción sin Semilla | 3249.79 | |

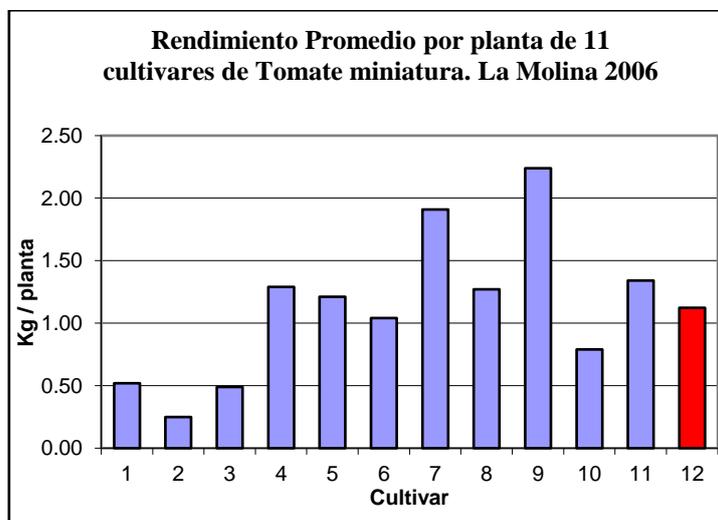
Anexo N° 03: Costos Unitario, Cantidad Requerida y Costo Total en nuevos soles (S/) por Invernadero de 11 cultivares de Tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme). La Molina 2006

| CULTIVAR | PRESENTACIÓN | PRECIO UNITARIO (S/) | CANTIDAD REQUERIDA | COSTO DE SEMILLA POR INVERNADERO (S/) |
|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------------|
| 1. Tomasin | 1 Kg. de tomate fresco | 5 | 1 | 5 |
| 2. Thai Pink Egg | 1 Kg. de tomate fresco | 5 | 1 | 5 |
| 3. Yellow Pearl | 1 Kg. de tomate fresco | 5 | 1 | 5 |
| 4. Red Cherry large | lata x 100gr | 42 | 1 | 42 |
| 5. Ruby | sobres x 5 gr | 100 | 1 | 100 |
| 6. Season Red | sobres x 5 gr | 100 | 1 | 100 |
| 7. Golden Gem | sobres x 5 gr | 100 | 1 | 100 |
| 8. Golden Sweet | sobres x 5 gr | 100 | 1 | 100 |
| 9. Sugar Pearl | sobres x 5 gr | 100 | 1 | 100 |
| 10. Tropical Ruby | sobres x 5 gr | 100 | 1 | 100 |
| 11. Romanita | sobres x 5 gr | 100 | 1 | 100 |

Anexo N° 04: Rendimiento Comercial, Descarte y Total de 11 cultivares de Tomate miniatura expresados en kilogramos por parcela y m2. La Molina 2006

| CULTIVAR | COMERCIAL (Kg) | | DESCARTE (Kg) | | TOTAL (Kg) | |
|---------------------------|------------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| | RDTO POR PARCELA | RDTO POR M2 | POR PARCELA | POR M2 | POR PARCELA | POR M2 |
| 1. Tomasin | 5.10 de | 2.62 de | 0.10 b | 0.05 b | 5.19 de | 2.67 de |
| 2. Thai Pink Egg | 2.61 e | 1.35 e | 0.13 a | 0.07 a | 2.74 e | 1.40 e |
| 3. Yellow Pearl | 5.30 d | 2.72 de | 0.09 b | 0.05 b | 5.38 de | 2.77 de |
| 4. Red Cherry large | 13.90 b | 7.15 b | 0.13 a | 0.07 a | 14.03 b | 7.21 b |
| 5. Ruby | 13.41 b | 6.90 b | 0.09 b | 0.05 b | 13.50 b | 6.94 b |
| 6. Season Red | 10.61 c | 5.45 c | 0.09 b | 0.05 b | 10.70 c | 5.50 c |
| 7. Golden Gem | 21.04 a | 10.82 a | 0.09 b | 0.05 b | 21.13 a | 10.86 a |
| 8. Golden Sweet | 12.65 bc | 6.50 bc | 0.09 b | 0.04 b | 12.74 bc | 6.55 bc |
| 9. Sugar Pearl | 19.59 a | 10.07 a | 0.14 a | 0.07 a | 19.73 a | 10.14 a |
| 10. Tropical Ruby | 7.72 d | 3.97 d | 0.10 b | 0.05 b | 7.82 d | 4.02 d |
| 11. Romanita | 13.73 b | 7.06 b | 0.09 b | 0.05 b | 13.81 b | 7.10 b |
| Promedio | 11.42 | 5.87 | 0.10 | 0.05 | 11.52 | 5.93 |
| Nivel de significación | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Coefic. de variabilidad % | 15.42 | 15.72 | 13.38 | 13.55 | 15.40 | 15.68 |

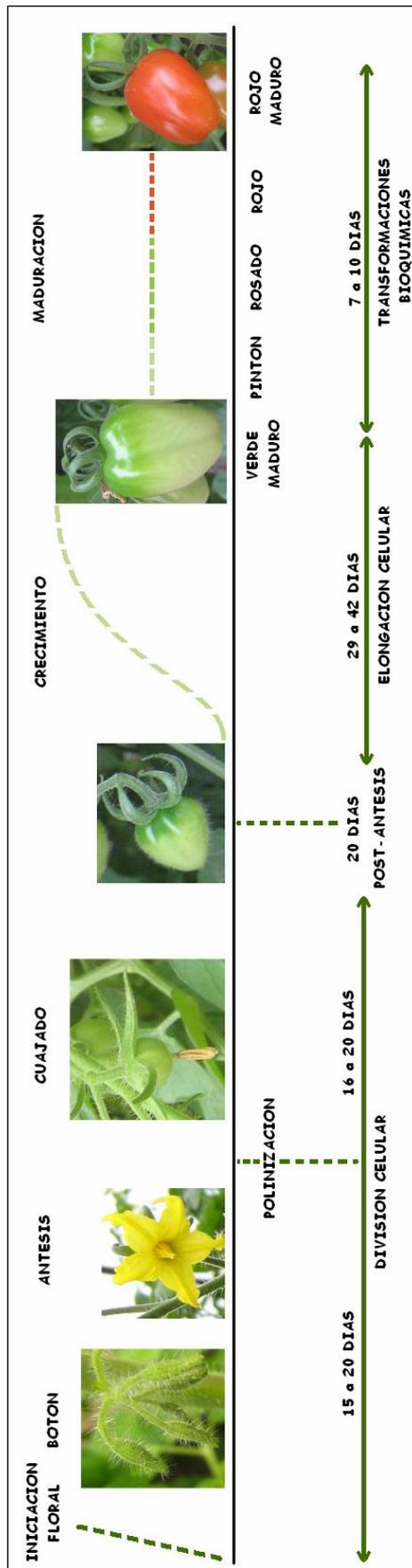
**Anexo N° 05: Rendimiento Promedio por planta de 11 cultivares de Tomate
miniatura. La Molina 2006**



**Figura N° 47: Rendimiento Promedio por planta de 11 cultivares de Tomate miniatura.
La Molina 2006**

Anexo N° 06: Desarrollo y Crecimiento de frutos de 11 cultivares de Tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme).

La Molina 2006



Anexo N° 07: Arquitectura de plantas de Tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). La Molina 2006



**Anexo N° 08: Registro de Condiciones ambientales en el interior del Invernadero
“Pepa” durante el desarrollo del experimento. La Molina 2006**

| Fecha | Hora | T° (°C) | HR (%) |
|---------------|---------------|---------|--------|
| Julio | | | |
| 04/07/2006 | 08:00:00 a.m. | 25 | 54 |
| | 12:00:00 p.m. | 27 | 58 |
| | 04:00:00 p.m. | 25 | 57 |
| 06/07/2006 | 08:00:00 a.m. | 24.5 | 59 |
| | 12:00:00 p.m. | 26.6 | 60.8 |
| | 04:00:00 p.m. | 24.5 | 62 |
| 11/07/2006 | 08:00:00 a.m. | 22.7 | 64 |
| | 12:00:00 p.m. | 23.5 | 62.8 |
| | 04:00:00 p.m. | 23.3 | 61 |
| 14/07/2006 | 08:00:00 a.m. | 22.5 | 62 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.2 | 62.5 |
| | 04:00:00 p.m. | 23.3 | 62 |
| 25/07/2006 | 08:00:00 a.m. | 21 | 61 |
| | 12:00:00 p.m. | 21.7 | 62 |
| | 04:00:00 p.m. | 21 | 63 |
| 28/07/2006 | 08:00:00 a.m. | 23 | 61.3 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.8 | 63 |
| | 04:00:00 p.m. | 24.3 | 61.5 |
| Agosto | | | |
| 01/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 22 | 67 |
| | 12:00:00 p.m. | 23.5 | 60 |
| | 04:00:00 p.m. | 22 | 62 |
| 03/08/2007 | 08:00:00 a.m. | 21.7 | 63 |
| | 12:00:00 p.m. | 23.5 | 60 |
| | 04:00:00 p.m. | 22 | 62 |
| 08/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.6 | 65 |
| | 12:00:00 p.m. | 21.5 | 62 |
| | 04:00:00 p.m. | 20 | 63 |
| 10/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 18.3 | 63 |
| | 12:00:00 p.m. | 19.7 | 68 |
| | 04:00:00 p.m. | 18.5 | 66 |
| 17/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 20.9 | 68 |
| | 12:00:00 p.m. | 22.5 | 73 |
| | 04:00:00 p.m. | 20.9 | 69 |
| 18/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 17.2 | 89 |
| | 12:00:00 p.m. | 18.1 | 86 |
| | 04:00:00 p.m. | 18 | 80 |
| 22/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.9 | 79 |

| | | | |
|-------------------|---------------|------|----|
| | 12:00:00 p.m. | 23 | 80 |
| | 04:00:00 p.m. | 21.2 | 77 |
| 24/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 22 | 68 |
| | 12:00:00 p.m. | 24.5 | 54 |
| | 04:00:00 p.m. | 22 | 62 |
| 26/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 23.6 | 55 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.5 | 50 |
| | 04:00:00 p.m. | 23 | 51 |
| 29/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 22.7 | 60 |
| | 12:00:00 p.m. | 28.4 | 50 |
| | 04:00:00 p.m. | 25 | 53 |
| 31/08/2006 | 08:00:00 a.m. | 18.6 | 68 |
| | 12:00:00 p.m. | 19.6 | 69 |
| | 04:00:00 p.m. | 19 | 71 |
| Septiembre | | | |
| 05/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 23.2 | 51 |
| | 12:00:00 p.m. | 24.9 | 54 |
| | 04:00:00 p.m. | 21 | 53 |
| 07/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 24.9 | 48 |
| | 12:00:00 p.m. | 26 | 51 |
| | 04:00:00 p.m. | 23 | 53 |
| 08/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 24.8 | 47 |
| | 12:00:00 p.m. | 23.5 | 53 |
| | 04:00:00 p.m. | 21 | 50 |
| 12/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 18.1 | 77 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.1 | 48 |
| | 04:00:00 p.m. | 22.3 | 55 |
| 14/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 17 | 89 |
| | 12:00:00 p.m. | 24 | 51 |
| | 04:00:00 p.m. | 22 | 65 |
| 15/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.7 | 83 |
| | 12:00:00 p.m. | 25 | 59 |
| | 04:00:00 p.m. | 21 | 65 |
| 21/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.6 | 80 |
| | 12:00:00 p.m. | 23.5 | 75 |
| | 04:00:00 p.m. | 20 | 70 |
| 23/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 17.2 | 91 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.7 | 80 |
| | 04:00:00 p.m. | 23.5 | 79 |
| 26/09/2006 | 08:00:00 a.m. | 18.6 | 77 |
| | 12:00:00 p.m. | 26.7 | 57 |
| | 04:00:00 p.m. | 24.5 | 60 |
| Octubre | | | |
| 05/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.9 | 82 |

| | | | |
|------------------|---------------|------|----|
| | 12:00:00 p.m. | 28.5 | 46 |
| | 04:00:00 p.m. | 25 | 50 |
| 06/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 22 | 65 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.8 | 58 |
| | 04:00:00 p.m. | 23 | 64 |
| 10/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.5 | 70 |
| | 12:00:00 p.m. | 20.9 | 75 |
| | 04:00:00 p.m. | 20.5 | 72 |
| 11/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 20.8 | 89 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.5 | 57 |
| | 04:00:00 p.m. | 23.6 | 52 |
| 12/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 22.5 | 77 |
| | 12:00:00 p.m. | 28.4 | 43 |
| | 04:00:00 p.m. | 26.1 | 53 |
| 13/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 23.9 | 59 |
| | 12:00:00 p.m. | 28.1 | 48 |
| | 04:00:00 p.m. | 24 | 51 |
| 16/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 21.8 | 74 |
| | 12:00:00 p.m. | 24.5 | 72 |
| | 04:00:00 p.m. | 22 | 60 |
| 17/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 23.5 | 65 |
| | 12:00:00 p.m. | 26 | 50 |
| | 04:00:00 p.m. | 24 | 52 |
| 18/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.3 | 53 |
| | 12:00:00 p.m. | 26 | 49 |
| | 04:00:00 p.m. | 23 | 52 |
| 20/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 23 | 70 |
| | 12:00:00 p.m. | 31.5 | 85 |
| | 04:00:00 p.m. | 26.4 | 72 |
| 23/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 22 | 58 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.6 | 69 |
| | 04:00:00 p.m. | 21.6 | 65 |
| 24/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 25.7 | 57 |
| | 12:00:00 p.m. | 28.5 | 52 |
| | 04:00:00 p.m. | 24.9 | 60 |
| 26/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 24.7 | 53 |
| | 12:00:00 p.m. | 35.1 | 49 |
| | 04:00:00 p.m. | 29 | 56 |
| 30/10/2006 | 08:00:00 a.m. | 24.9 | 68 |
| | 12:00:00 p.m. | 30.4 | 45 |
| | 04:00:00 p.m. | 27.6 | 65 |
| Noviembre | | | |
| 06/11/2006 | 08:00:00 a.m. | 19.9 | 77 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.5 | 64 |
| | 04:00:00 p.m. | 22.4 | 72 |

| | | | |
|------------------|---------------|------|------|
| 10/11/2006 | 08:00:00 a.m. | 25 | 63 |
| | 12:00:00 p.m. | 27.9 | 55 |
| | 04:00:00 p.m. | 26 | 62 |
| 14/11/2006 | 08:00:00 a.m. | 24 | 57 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.5 | 50 |
| | 04:00:00 p.m. | 23 | 53 |
| 18/11/2006 | 08:00:00 a.m. | 24 | 61 |
| | 12:00:00 p.m. | 27.9 | 50.5 |
| | 04:00:00 p.m. | 24.9 | 52.2 |
| 22/11/2006 | 08:00:00 a.m. | 24.5 | 63 |
| | 12:00:00 p.m. | 29.1 | 49 |
| | 04:00:00 p.m. | 25.3 | 51.1 |
| 27/11/2006 | 08:00:00 a.m. | 25.2 | 52 |
| | 12:00:00 p.m. | 29.8 | 49 |
| | 04:00:00 p.m. | 24.4 | 52 |
| 28/11/2006 | 08:00:00 a.m. | 26.8 | 59 |
| | 12:00:00 p.m. | 33.3 | 42 |
| | 04:00:00 p.m. | 28.6 | 55 |
| Diciembre | | | |
| 01/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 21 | 61 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.3 | 55 |
| | 04:00:00 p.m. | 22.5 | 56 |
| 05/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 22.5 | 70 |
| | 12:00:00 p.m. | 29.1 | 65.2 |
| | 04:00:00 p.m. | 27.2 | 68 |
| 07/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 21 | 60 |
| | 12:00:00 p.m. | 25.6 | 54.2 |
| | 04:00:00 p.m. | 23 | 58.1 |
| 12/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 23.5 | 61.3 |
| | 12:00:00 p.m. | 26.9 | 52 |
| | 04:00:00 p.m. | 22.9 | 57 |
| 15/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 23.5 | 63.3 |
| | 12:00:00 p.m. | 28.3 | 56 |
| | 04:00:00 p.m. | 26.8 | 61 |
| 19/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 22.1 | 63 |
| | 12:00:00 p.m. | 24.9 | 57.8 |
| | 04:00:00 p.m. | 23.2 | 61.2 |
| 21/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 22.3 | 68 |
| | 12:00:00 p.m. | 28.4 | 61.2 |
| | 04:00:00 p.m. | 24.1 | 63.2 |
| 26/12/2006 | 08:00:00 p.m. | 23.9 | 62.7 |
| | 12:00:00 a.m. | 29.1 | 55.1 |
| | 04:00:00 a.m. | 26.2 | 58.1 |
| 28/12/2006 | 08:00:00 a.m. | 24.5 | 62 |
| | 12:00:00 p.m. | 30.2 | 53.5 |

| | | | |
|----------------|---------------|------|------|
| | 04:00:00 p.m. | 25.1 | 55.5 |
| Enero | | | |
| 02/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 28.5 | 59 |
| | 12:00:00 p.m. | 31.1 | 54 |
| | 04:00:00 p.m. | 29.1 | 56 |
| 05/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 25.2 | 61 |
| | 12:00:00 p.m. | 30.5 | 57.5 |
| | 04:00:00 p.m. | 27.1 | 59.5 |
| 09/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 26.1 | 63 |
| | 12:00:00 p.m. | 32.2 | 59.8 |
| | 04:00:00 p.m. | 29.6 | 62.2 |
| 12/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 25.1 | 63.5 |
| | 12:00:00 p.m. | 31.6 | 58 |
| | 04:00:00 p.m. | 27.6 | 63 |
| 15/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 23.5 | 59 |
| | 12:00:00 p.m. | 31.6 | 58.6 |
| | 04:00:00 p.m. | 26.6 | 56.5 |
| 19/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 24.5 | 61 |
| | 12:00:00 p.m. | 32.5 | 54.5 |
| | 04:00:00 p.m. | 30.1 | 55.5 |
| 24/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 26.1 | 59.5 |
| | 12:00:00 p.m. | 31.2 | 52.1 |
| | 04:00:00 p.m. | 28.5 | 53.2 |
| 31/01/2007 | 08:00:00 a.m. | 24.2 | 60.5 |
| | 12:00:00 p.m. | 33.5 | 58.5 |
| | 04:00:00 p.m. | 29.8 | 61.9 |
| Febrero | | | |
| 03/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 25.6 | 62 |
| | 12:00:00 p.m. | 29.1 | 54 |
| | 04:00:00 p.m. | 27.5 | 56 |
| 07/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 26.5 | 61.2 |
| | 12:00:00 p.m. | 33.5 | 56.5 |
| | 04:00:00 p.m. | 30.2 | 58.1 |
| 10/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 25.6 | 59.5 |
| | 12:00:00 p.m. | 36.9 | 52.1 |
| | 04:00:00 p.m. | 31.5 | 55.1 |
| 12/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 24.9 | 62.5 |
| | 12:00:00 p.m. | 34.5 | 55 |
| | 04:00:00 p.m. | 29.9 | 57.5 |
| 16/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 25.2 | 63 |
| | 12:00:00 p.m. | 29.9 | 57.8 |
| | 04:00:00 p.m. | 27.8 | 61.5 |
| 20/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 24.5 | 61.5 |
| | 12:00:00 p.m. | 34.5 | 57.5 |
| | 04:00:00 p.m. | 29.6 | 59 |

| | | | |
|------------|---------------|------|------|
| 24/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 25.6 | 60 |
| | 12:00:00 p.m. | 36.9 | 54.2 |
| | 04:00:00 p.m. | 33.5 | 55.5 |
| 27/02/2007 | 08:00:00 a.m. | 24.6 | 58 |
| | 12:00:00 p.m. | 36.5 | 53 |
| | 04:00:00 p.m. | 34.1 | 56 |