

UEA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



DESARROLLO MORFOFISIOLÓGICO DE CUATRO VARIEDADES DE
TOMATE (*Lycopersicum esculentum mill*) CON MANEJO
AGROECOLÓGICO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN POSGRADO Y
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD AMAZÓNICA (CIPCA) EN LA
PROVINCIA DE NAPO – ECUADOR.

Tesis de Grado en Opción al Título de
INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Santiago Chica Torres

Tutor: PhD. Reinaldo Demésio Alemán Pérez

PUYO - PASTAZA - 2015

UEA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

**DESARROLLO MORFOFISIOLÓGICO DE CUATRO VARIEDADES DE
TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM MILL*) CON MANEJO
AGROECOLÓGICO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN POSGRADO Y
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD AMAZÓNICA (CIPCA) EN LA
PROVINCIA DE NAPO – ECUADOR.**

Tesis revisada por el Comité, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADA:

Dr. C. Reinaldo Demésio Alemán Pérez

DIRECTOR DE TESIS

Dr. C. Yoel Rodríguez Guerra.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ms.C. Sandra Soria Re.

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Dr. C. Javier Domínguez Brito.

MIEMBRO DE TRIBUNAL

PUYO – 2015

AGRADECIMIENTOS

Quiero reconocer públicamente a la Escuela de Ingeniería Agropecuaria a todos los profesores que han contribuido a mi formación académica.

Al Profesor Reinaldo Alemán, Director de Tesis por su ayuda brindada a pesar de sus ocupaciones.

A los profesores: Javier Domínguez, Verena Torres, Sandra Soria, Yoel Rodríguez y Karina Carrera por sus consejos y ayudas desinteresadas les debo un Dios les pague.

Así mismo agradezco a los profesores cubanos y ecuatorianos por su apoyo y esfuerzo por impartir sus conocimientos a su legado de sencillez y humildad.

DEDICATORIA

Primero a mi Dios por ser el motor de mi vida, por su ayuda y bendición durante este tiempo.

A mí querida madre Martha Torres; por su apoyo incondicional, ejemplo de trabajo y esfuerzo con el fin de que sus hijos seamos mejores. A mi hermano Adin Chica que también quiero que sea un gran profesional y se esfuerce por conseguir sus metas.

A mi Tía Marlene Torres por sus valiosos consejos que me ayudaron a ser mejor persona a ver cada dificultad como una oportunidad para crecer.

Al resto de mi familia que no nombro pero que todos forman parte especial en mi interior.

DECLARACION JURAMETADA DEL AUTOR

Yo, Marcos Santiago Chica Torres, con cedula de ciudadanía No 1401219389, por medio del presente declaro, ante el Tribunal Académico de esta Universidad, que el trabajo de investigación es de mi autoría y que no contiene material escrito por otra persona al no ser el referenciado debidamente en el texto, parte de ella o en su totalidad.

La UEA, puede hacer uso de los derechos correspondientes al mismo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional Vigente.

Marcos Santiago Chica Torres
AUTOR

PhD. Reinaldo Demésio Alemán Pérez
TUTOR

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimiento.....	I
Dedicatoria.....	II
Declaración juramentada del autor.....	III
CAPITULO I	
1. Introducción.....	1
Problema.....	4
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
CAPITULO II	
2. Revisión bibliográfica.....	5
2.1 Origen del tomate.....	5
2.2 Descripción morfológica.....	5
2.2.1 Raíz.....	5
2.2.2 Tallo.....	6
2.2.3 Hojas.....	6
2.2.4 Inflorescencias.....	6
2.2.5 Fruto.....	7
2.2.6 Semilla.....	7
2.3 Exigencias ecológicas.....	8
2.3.1 Temperatura.....	8
2.3.2 Humedad relativa.....	8
2.3.3 Suelos.....	9

2.3.4	Luminosidad.....	9
2.3.5	Ventilación.....	9
2.3.6	Agua.....	10
2.4	Aspectos agronómicos y culturales.....	10
2.4.1	Siembra.....	10
2.4.2	Riego.....	10
2.4.3	Fertilización.....	11
2.4.4	Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.....	11
2.4.5	Deshierbas.....	11
2.4.6	Tutoreo.....	12
2.4.7	Aporque.....	12
2.4.8	Podas.....	12
2.4.8.1	Poda de formación.....	13
2.4.8.2	Poda de fructificación.....	13
2.4.8.3	Poda sanitaria.....	13
2.4.9	Manejo integrado de plagas.....	13
2.4.10	Control cultural.....	14
2.4.11	Control mecánico.....	15
2.4.12	Control químico.....	15
2.5	Principales plagas del cultivo.....	16
2.5.1	Nematodos.....	16
2.5.2	Mosca blanca.....	16
2.5.3	Minadores de hojas.....	16
2.5.4	Gusano negro.....	17

2.5.5	Trips.....	17
2.6	Principales enfermedades del cultivo.....	17
2.6.1	Damping off.....	17
2.6.2	Moho blanco.....	18
2.6.3	Fusarium.....	18
2.6.4	Tizón tardío.....	19
2.6.5	Tizón temprano.....	19
2.6.6	Botrytis.....	19
2.6.7	Oidium.....	20
2.6.8	Mancha bacterial.....	20
2.6.9	Virus del mosaico del tabaco.....	20
2.6.10	Virus del mosaico amarillo del tomate.....	21
2.7	Cosecha.....	21
2.8	Variedades de crecimiento determinado e indeterminado de tomate.....	22
2.8.1	Tomate híbrido Airton.....	23
2.8.2	Tomate híbrido Syta.....	23
2.8.3	Tomate Cherry.....	23
2.8.4	Selección X.....	23

CAPITULO III

3.	Materiales y métodos.....	24
3.1	Localización y duración del experimento.....	24
3.2	Condiciones meteorológicas.....	24
3.3	Materiales, equipos e insumos.....	24

3.3.1	Semillero.....	25
3.3.2	Preparación del área para trasplante.....	25
3.3.3	Trasplante.....	25
3.3.4	Riego.....	25
3.3.5	Control fitosanitario.....	26
3.3.6	Deshije y deshoje.....	26
3.3.7	Fertilización.....	26
3.3.8	Tutoreo, conducción y despunte.....	27
3.3.9	Materiales.....	27
3.4	Factores de estudio.....	28
3.5	Diseño experimental.....	28
3.5.1	Tratamiento en estudio.....	29
3.5.2	Croquis del diseño.....	30
3.6	Evaluaciones realizadas.....	30
3.6.1	Análisis químico del suelo.....	30
3.6.2	Evaluación de la germinación.....	31
3.6.3	Evaluación morfológica de las variedades.....	31
3.6.4	Acumulación de materia seca por órganos vegetativos.....	31
3.6.5	Determinación de área foliar.....	31
3.6.6	Inicio y fin de cada etapa de desarrollo (floración, fructificación) y cosecha.....	32
3.6.7	Potencial fotosintético (PF).....	32
3.6.8	Tasa de asimilación neta (TAN).....	33
3.6.9	Índice de productividad foliar (IPF).....	33

3.6.10 Rendimiento biológico (RB), rendimiento económico (RE), índice de cosecha (IC).....	33
3.6.11 Componentes de rendimiento.....	34
3.6.12 Rendimiento agrícola.....	34
3.6.13 Evaluaciones fitosanitarias.....	34
3.6.14 Análisis bromatológicos de los frutos agrícolas.....	34
3.6.15 Registro de variables climáticas.....	35
3.6.16 Análisis económico.....	35
3.6.17 Análisis estadístico de los resultados.....	35

CAPITULO IV

4. Resultados y discusión.....	36
4.1 Resultado del análisis químico al suelo y sustrato.....	36
4.2 Evaluación de la germinación de las cuatro variedades de tomate: Airton, Syta, Selección X, y Cherry.....	37
4.3 Comportamiento de la temperatura y humedad relativa dentro del invernadero.....	38
4.4 Variación de los indicadores morfológicos a partir del trasplante.....	39
4.4.1 Dinámica de crecimiento para cuatro variedades del cultivo de tomate.....	39
4.4.2 Grosor del tallo para cultivares <i>Lycopersicum esculentum</i> en condiciones controladas.....	41
4.4.3 Numero de hojas de cuatro variedades de <i>Lycopersicum esculentum</i>	42
4.4.4 Numero de racimos para cultivares <i>Lycopersicum esculentum</i> en condiciones controladas.....	43

4.5	Distribución de la materia por órganos vegetativos de las plantas.....	45
4.5.1	Acumulación de materia fresca, seca y porcentaje de materia seca en la raíz del cultivo de tomate.....	45
4.5.2	Acumulación de materia fresca, seca y porcentaje de materia seca en el tallo del cultivo de tomate.....	47
4.5.3	Acumulación de materia fresca, seca y porcentaje de materia seca de hoja-limbo para variedades de tomate.....	49
4.5.4	Acumulación de peso fresco, seco y porcentaje de materia seca de hoja-pecíolo para variedades de tomate.....	50
4.5.5	Acumulación de peso fresco, seco y porcentaje de materia seca de frutos para variedades de tomate.....	52
4.6	Variación de los indicadores fisiológicos de las variedades de tomate.....	54
4.6.1	Variación del área foliar de las variedades a los 30, 60 y 90 días después del trasplante.....	54
4.6.2	Potencial fotosintético de las variedades.....	55
4.6.3	Tasa de asimilación neta.....	56
4.6.4	Índice de productividad foliar.....	56
4.6.5	Días a la floración, fructificación y cosecha.....	57
4.7	Rendimiento biológico de las variedades.....	58
4.8	Rendimiento económico de las variedades.....	59
4.9	Índice de cosecha de las variedades.....	60
4.10	Componentes de rendimiento en diferentes variedades de tomate..	61
4.11	Rendimiento por planta (kg) de las variedades.....	62
4.12	Rendimiento agrícola (ton/ha.) por planta de las variedades.....	63

4.13	Resultado del análisis bromatológico de cuatro variedades de tomate.....	64
4.14	Costos de producción de tomate bajo invernadero en las condiciones donde se desarrolló el experimento.....	66
5.	Conclusiones.....	67
6.	Recomendaciones.....	68
7.	Resumen.....	69
8.	Summary.....	70
9.	Bibliografía.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del fertilizante foliar utilizado en la investigación.....	27
Tabla 2. Dimensiones de parcelas utilizadas en el experimento de tomate.....	29
Tabla 3. Variedades en estudio y su correspondiente procedencia.....	29
Tabla 4. Características químicas del sustrato usado en el experimento.....	37
Tabla 5. Evaluación de la germinación de 4 variedades de tomate.....	38
Tabla 6. Registro de temperatura y humedad relativa durante el desarrollo del cultivo.....	39
Tabla 7. Contenido de peso fresco y seco de raíz para variedades de tomate.....	45
Tabla 8. Porcentaje de materia seca de la raíz para variedades de tomate....	46
Tabla 9. Contenido de peso fresco y seco del tallo para variedades de tomate.....	47
Tabla 10. Porcentaje de materia seca del tallo para variedades de tomate.....	48
Tabla 11. Contenido de peso fresco y seco de hoja-limbo para diferentes variedades de tomate.....	49
Tabla 12. Porcentaje de materia seca del limbo de las hojas para variedades de tomate (%).....	50

Tabla 13. Contenido de peso fresco y seco de hoja-limbo para diferentes variedades de tomate.....	51
Tabla 14. Porcentaje de materia seca del peciolo foliar para variedades de tomate (%).....	51
Tabla 15. Contenido de peso fresco y seco de frutos para diferentes variedades de tomate.....	53
Tabla 16. Porcentaje de materia seca de los frutos para variedades de tomate (%).....	53
Tabla 17. Área foliar (m ²) a los 30, 60 y 90 días después del trasplante.....	54
Tabla 18. Potencial fotosintético de las variedades.....	55
Tabla 19. Tasa de asimilación neta de las variedades estudiadas.....	56
Tabla 20. Índice de productividad foliar de las variedades.....	57
Tabla 21. Días a la floración, fructificación e inicio de cosecha.....	58
Tabla 22. Rendimiento biológico (g) según variedades.....	59
Tabla 23. Rendimiento económico (g) según variedades.....	59
Tabla 24. Índice de cosecha de cada variedad.....	60
Tabla 25. Componentes del rendimiento en tomate según variedades.....	61
Tabla 26. Rendimiento por planta (kg) en tomate.....	62

Tabla 27. Rendimiento agrícola (ton/ha.) en tomate.....	63
Tabla 28. Análisis bromatológico de las cuatro variedades de tomate en base húmeda.....	64
Tabla 29. Análisis bromatológico de las cuatro variedades de tomate en base seca.....	65
Tabla 30. Costos de producción del tomate bajo invernadero para el experimento.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución e identificación de los tratamientos estudiados.....	30
Figura 2. Dinámica de crecimiento de cuatro variedades del cultivo de tomate.....	40
Figura 3. Grosor de los tallos de cuatro variedades del cultivo <i>Lycopersicum esculentum</i> en condiciones controladas.....	41
Figura 4. Numero de hojas de cuatro variedades para el cultivo <i>Lycopersicum esculentum</i>	43
Figura 5. Números de racimos por plantas de cuatro variedades para el cultivo <i>Lycopersicum esculentum</i>	44

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Según datos de la FAO (2010) durante el periodo 2003-2006, la producción mundial de tomate se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 123,79 millones de toneladas, convirtiendo a este alimento en una de las hortalizas de mayor consumo mundial. Su importancia radica en que posee cualidades para integrar la preparación de alimentos, lo que convierte al tomate en un ingrediente básico en la dieta diaria.

La producción de hortalizas en América, se realiza en casi todo su territorio debido a la diversidad de climas que posee; sin embargo la producción comercial que abastece a los principales centros urbanos de consumo que se localiza en determinadas regiones. Éstas se han desarrollado por sus condiciones agroecológicas adaptadas para cada especie hortícola y sobre la base de ventajas competitivas comerciales obtenidas a partir de su cercanía al mercado, infraestructura, tecnología disponible y la presencia de productores con conocimientos sobre la producción de estos cultivos (Fernández, 2012).

La superficie sembrada de tomate en Ecuador es de 2.609 ha, con una producción de 50.552 TM (ESPAC, 2008). La mayor parte de la producción de tomate riñón a nivel nacional es a campo abierto, sin embargo se estima que alrededor de 1250 ha de tomate se cultivan bajo cubierta plástica, estas plantaciones se ubican

principalmente en las Provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Azuay y en la Región Amazónica (Cordero, 2001).

Garza y Velázquez (2008), refieren a que la utilización de invernaderos o casas sombra representa una alternativa de producción y una oportunidad de comercialización de los productos cultivados bajo estos sistemas ya que, además de ofrecer protección contra las condiciones adversas del clima a los cultivos le dan una mejor calidad y mayores rendimientos a la producción. La agricultura protegida, por tanto, es una de las actividades que dentro del sector primario tiene un auge muy importante, llegando a ser detonante en la economía de los países y en la economía de aquellos que están inmersos en esta actividad. Además, los sistemas modernos de agricultura tienen una importancia ecológica que permiten un uso racional del agua y, por la protección que ofrecen, reducen en gran medida la utilización de pesticidas tóxicos que impactan negativamente en el ambiente, los mantos acuíferos y la salud humana.

La seguridad alimentaria en Ecuador es un tema preocupante, ya que gran parte de la población padecen de: desnutrición crónica, anemia, deficiencia de micronutrientes, o bien sobrepeso y obesidad asociado a condiciones de inseguridad alimentaria (FAO, 2005). Ante este panorama el gobierno de Ecuador ha comenzado a crear instancias para mejorar la seguridad alimentaria. El Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) creó el Programa Aliméntate Ecuador (AE) que busca contribuir en la construcción de las bases socioeconómicas y culturales para el ejercicio de los derechos de alimentación de

la población ecuatoriana siendo su campo de acción el de la Seguridad Alimentaria (FAO, 2005).

La producción en pequeños espacios, organopónicos e invernaderos es una alternativa para la Amazonía ecuatoriana, con esta técnica se logra que se implementen nuevas alternativas de nutrición y desarrolle conocimientos en el área de transformación de alimentos así como aplique procesos innovadores de producción de hortalizas, que enriquecen la dieta familiar y lo hace innovador al mercado en la introducción de especies en la Amazonía ecuatoriana (FAO, 2005).

En la Región Amazónica del Ecuador (RAE), Provincia de Pastaza, hay poca cultura de sembrar y consumir hortalizas y se fundamenta en que las condiciones climáticas y de suelo de la región no son aptas para estos cultivos. Los vegetales que se consumen provienen de la Sierra lo cual hace que los precios de venta sean elevados (Alemán, 2014).

En la RAE prácticamente no se siembra tomate dadas las condiciones adversas para el cultivo. Sin embargo, es conocido que se pueden lograr producciones aceptables en condiciones de invernadero, pero no hay a la fecha un estudio científico que permita conocer el comportamiento del tomate en estas condiciones edafoclimáticas y bajo manejo agroecológico (Alemán, 2015).

El presente trabajo de investigación se enmarca en la tercera línea de investigación de la UEA: Producción de alimentos y sistemas agropecuarios y

pertenece al programa de Investigación “Producción de alimentos en sistemas agrobiodiversos”.

Problema:

La Región Amazónica Ecuatoriana posee limitada experiencia en la producción de tomate en condiciones de invernadero con manejo agroecológico y no se dispone de resultados científicos que fundamenten el comportamiento de diferentes variedades y contribuyan al cambio de la Matriz productiva.

a. Objetivos

Objetivo General

- Estudiar el comportamiento morfofisiológico de 4 variedades de tomate en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) en la provincia de Napo – Ecuador, bajo condiciones agroecológicas para contribuir a la diversificación de los sistemas productivos y disminuir la dependencia de productos de la Sierra.

Objetivos Específicos

- Evaluar los indicadores morfológicos y fisiológicos de las cuatro variedades de tomate, en condiciones de invernadero y manejo agroecológico.
- Determinar los componentes del rendimiento de las cuatro variedades de tomate bajo condiciones de invernadero y manejo agroecológico.

b. Hipótesis

Es posible lograr rendimientos aceptables en diferentes variedades de tomate en las condiciones de la Amazonia Ecuatoriana cuando son sembradas en invernadero y con manejo agroecológico.

CAPITULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origen del tomate.

El tomate es una planta cuyo origen se localiza en la región andina de Sudamérica y concretamente en Ecuador, Perú y Chile; además, algunas plantas, emparentadas con el tomate son parte de la flora nativa de las Islas Galápagos. Todavía en la actualidad se lo encuentra en estado silvestre en ambientes diversos y distintos que representan una fuente de investigación y mejora genética de la especie para lograr cierto tipo de resistencias (Jones, 2001).

La clasificación botánica del tomate demuestra que pertenece a la familia Solanaceae, de género *Lycopersicum* y especie *Esculentum* según su descriptor Miller 1788.

2.2 Descripción morfológica

2.2.1 Raíz

Posee una raíz pivotante amplia y profunda que puede llegar hasta 1,50 m de profundidad, reforzada por una serie de raíces adventicias (Barahona, 2006).

La planta originada de semilla presenta una raíz principal que crece hasta llegar a los 60 cm de profundidad. Simultáneamente se producen ramificaciones y raíces adventicias, conformando un amplio sistema radicular que puede abarcar una extensión de 1.5 m de diámetro por 1.5 m de profundidad. Aunque el sistema radicular puede alcanzar hasta 1.5 metros de profundidad, puede estimarse que

un 75 % del mismo se encuentra en los 45 cm superiores del terreno (Escudero 2004; Gutiérrez *et al.* 2004 & Rodríguez 2001).

2.2.2 Tallo

El tallo principal de la planta de tomate tiene de 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias (Zeidan, 2005).

2.2.3 Hojas

Las hojas del tomate son pinnado compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 50 cm, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden a su vez ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados (Barahona, 2006).

Las hojas están recubiertas de pelos del mismo tipo que los del tallo. Las hojas del tomate son de tipo dorsiventral o bifacial. El tejido parenquimático o mesófilo está cubierto por una epidermis superior y otra inferior; además están constituidas por una sola capa de células y no contienen cloroplastos. La epidermis del envés o inferior contiene abundantes estomas que facilitan el intercambio gaseoso con el exterior (Nuéz, 1995).

2.2.4 Inflorescencia

Santacruz, G. (2003) señala que la Inflorescencia, por su parte, presenta un eje principal que está formado por ramas de distintos tipos, las que terminan en una flor. Pueden ser simples, bifurcadas y ramificadas. En una inflorescencia se

pueden formar más o menos flores, lo cual dependerá de la variedad y de las condiciones del cultivo. Las flores, son hermafroditas de pedúnculos cortos. Están formadas por seis sépalos, seis pétalos amarillos unidos en su base. Se presentan generalmente seis estambres que envuelven totalmente al estilo y al estigma, lo cual contribuye a la polinización. Posee un ovario súpero, de dos a diez carpelos generalmente.

2.2.5 Fruto

Según Veracruz (2008), es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

2.2.6 Semilla

Corpeño (2004) menciona que la semilla está constituida por el embrión, un endospermo y la testa, recubierta por vellosidades, tiene forma redonda ligeramente alargado, con un diámetro entre los 3 mm y un espesor de 1 mm en la mayoría de cultivares. El embrión está constituido por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. Las semillas dentro del lóculo en sus últimas etapas de desarrollo aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa (Jaramillo y Lobo, 1984).

El rendimiento promedio de una planta de tomate en campo abierto está entre 1,5 a 2 kg, mientras que en invernadero, dependiendo del manejo del cultivo y del clima dentro de la estructura, se obtienen un rendimiento entre 5 a 10 kg por

planta. La alta productividad, asociada a la posibilidad de producción y comercialización en la época más oportuna, compensa la inversión inicial, con ganancias adicionales para el productor (Larrea, 1998).

2.3 Exigencias ecológicas

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide en el resto (Jaramillo *et.al.* 2007).

2.3.1 Temperatura

La temperatura es el principal factor climático que influencia la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta. El desarrollo satisfactorio de sus diferentes fases (germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de frutos) depende del valor térmico que la planta alcanza en el invernadero en cada periodo crítico.

Cuando las temperaturas son mayores de 25 °C y menores de 12 °C la fecundación no se da o es muy baja, ya que se disminuye la cantidad y calidad del polen produciendo caída de flores y deformación de frutos (Martínez, 2001).

2.3.2 Humedad relativa

Según Cordero (2001) la humedad relativa óptima oscila entre 60% y 80%, la humedad relativa elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés

hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

El tomate se le considera una planta termoperiódica que crece mejor con temperatura variable que constante, pues beneficia a sus funciones fisiológicas, en los cultivos bajo cubierta la humedad ambiental alta puede controlarse con una ventilación efectiva en el diseño del invernadero, densidad de siembra adecuada, dosis efectiva de riego y una variedad que se adapte a la zona, para evitar la vulnerabilidad del cultivo (AAIC, 2003).

2.3.3 Suelos

Veracruz (2008) sostiene que la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura areno-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos es decir que el pH puede oscilar entre 5,8 a 7,5 para garantizar la máxima disponibilidad de nutrientes.

2.3.4 Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de desarrollo vegetativo de la planta así como la floración y fecundación. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna-nocturna y la luminosidad (Jaramillo *et.al.* 2007).

2.3.5 Ventilación

El porcentaje de humedad relativa dentro del invernadero determina el éxito de cada fase vegetativa en los cultivos, de ahí la importancia de su control. Los métodos o formas de aireación varían de acuerdo con el modelo de invernadero empleado. El porcentaje de ventilación varía en función del clima de cada región y tipo de cultivo a otro. En general, las regiones de humedad relativa elevada exigen sistemas más eficientes de ventilación o mayor porcentaje de área de ventilación (Jaramillo *et.al.* 2007).

2.3.6 Agua

Según NETAFIM (2010), para tener una producción eficiente dentro del cultivo de tomate se requiere que siempre haya una disponibilidad de agua durante el transcurso de su desarrollo y producción, para ayudar a la formación de azúcares y mantener las células en buenas condiciones, se estima que la planta de tomate necesita un litro de agua diario durante la etapa de producción.

2.4 Aspectos agronómicos y culturales

2.4.1 Siembra

Cordero (2001) menciona que la siembra se la realiza en camas, en muchos casos se trabajan con distancias entre surcos de 1,2 a 1,8 m y de 0.70 a 0.40 m entre plantas. Se puede sembrar desde una hasta tres filas por platabanda con un número de ejes por planta variable según el tipo de calibre deseado y la variedad empleada.

2.4.2 Riego

Según Chemonics (2008) el consumo diario de agua por planta adulta de tomate es de aproximadamente 1,5 a 2 litros/día, la cual varía dependiendo de la zona,

las condiciones climáticas del lugar, la época del año y el tipo de suelo que se tenga. Pero en general, con riego por goteo se aplican entre 43 a 57 m³ de agua/ha/día, dependiendo del tamaño de la planta, población y época del año. La evapotranspiración de la zona y el coeficiente del cultivo es quizá lo más importante que debe considerarse en el rendimiento del riego.

2.4.3 Fertilización

Para Cordero (2008) la fertilización en lo posible se debe hacer con el riego, en general, para el cultivo de tomate bajo invernadero se recomiendan las siguientes cantidades: nitrógeno: 300 kg/ha; fósforo: 400 kg/ha, y potasio: 600 kg/ha.

2.4.4 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.

Veracruz (2008) indica que se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre.

2.4.5 Deshierbas

Consiste en tener los alrededores del cultivo limpio de malezas, ya que estas son hospederos de plagas y enfermedades que afectan al cultivo (Barahona, 2006). Además, se recomienda que se haga una aplicación de pesticidas en los arbustos y árboles de los alrededores, para el control de los insectos chupadores. Si existen en los alrededores y se ha decidido controlarlas, puede adicionar un insecticida de

franja verde para controlar los insectos que estén en las malezas, ya que con esto evitará que infesten al cultivo (Corpeño, 2004).

2.4.6 Tutorio

Esta actividad consiste en ponerle un sostén a las plantas para el mejor manejo del cultivo y mayor aprovechamiento de los frutos. El ahoyado y colocación de los tutores se realiza inmediatamente después del trasplante; los tutores deben medir 2.5 m o más dependiendo de la altura de la variedad y deben colocarse con un distanciamiento de 3 m entre cada uno (AAIC, 2003). Las plantas se sostienen con hileras de alambre galvanizado o paja plástica las cuales deben colocarse según el crecimiento de la planta cada 0,30 m, es importante que las guías se vayan ordenando para evitar su caída (Corpeño, 2004).

2.4.7 Aporque

Se recomienda hacerlo a los 15 o 25 días después del trasplante, para favorecer el desarrollo de raíces en el tallo. Se aprovecha para eliminar malezas y a la vez para incorporar fertilizantes; al mismo tiempo proporciona una mayor fijeza a la planta. Debe realizarse con precaución, para no causar daño a las raíces y dar paso a las enfermedades. Además con esta labor se incentiva a las plantas a generar raíces adventicias (AAIC, 2003).

2.4.8 Podas

Las podas se realizan con más frecuencia en cultivares indeterminados, son de mucha importancia porque con ello se logran plantaciones de buena calidad,

existen diferentes clases de podas que se describe a continuación (Corpeño, 2004).

2.4.8.1 Poda de Formación

El tallo principal sigue creciendo y lo que se corta son los brotes derivados de las yemas axilares (AAIC, 2003).

2.4.8.2 Poda de fructificación

Se cortan todas las hojas que están debajo del primer racimo floral, con este tipo de poda se logra una mayor aireación y luminosidad a la planta, para poder garantizar una mayor floración y por ende se mejora la calidad de los frutos (AAIC, 2003).

2.4.8.3 Poda sanitaria

La poda sanitaria es una de las más importantes y se debe realizar siempre porque con este tipo de poda se eliminan los insectos, colonias de pulgones, aparición de huevos, se retiran tanto hojas como frutos que se encuentren en mal estado y así se evita la contaminación con el resto de plantas. Todas las clases de podas se deben realizar con el tiempo soleado porque en lluvia es más sensible la aparición de enfermedades (AAIC, 2003).

2.4.9 Manejo integrado de plagas

El enfoque del manejo integrado de plagas es conservar en lo posible, la estabilidad del agro ecosistema, tratando de mantener a las plagas en niveles que no causen daño económico; utilizando para ello todas las alternativas posibles,

que sean adversas a las plagas y que las mantengan a densidades poblacionales tolerables (Corpeño, 2004).

El manejo integrado de plagas, se puede definir como un concepto de control racional, basado en la biología y ecología, en función de trabajar junto con la naturaleza en vez de contra ella (AAIC, 2003).

Existen diferentes prácticas de manejo integrado entre las cuales podemos mencionar:

2.4.9.1 Control cultural

- Buena preparación de suelos. Con una buena labor de arado que permita un volteo adecuado del suelo se logra que huevos, larvas y pupas de muchas plagas queden expuestos al sol y mueran por deshidratación o sean comidos por los pájaros (Corpeño, 2004).
- Épocas de siembra. Para esta labor hay que tomar en cuenta que en la época seca (calor) hay más incidencia de plagas; y en época de lluvia, hay más problemas con enfermedades (Nuéz, 2001).
- Rotación de cultivos. Alternando la siembra de cultivos que no sean de la misma familia, ya que estas son atacadas por las mismas plagas (AAIC, 2003).
- Eliminación de hospederos; con esto se eliminan los lugares en donde se ocultan y viven muchas plagas y enfermedades, antes del cultivo (Corpeño, 2004).
- Buena fertilización; permite que la planta crezca vigorosa y tenga mejor resistencia contra las plagas y enfermedades (Corpeño, 2004).

- Uso de barreras vivas para limitar el acceso de insectos plaga al área del cultivo (AAIC, 2003).

- Uso de variedades tolerantes o resistentes (Barahona, 2006).

2.4.9.2 Control mecánico

Esta práctica incluye el uso de trampas, cebos, pegamentos, repelentes y atrayentes, para identificar y controlar insectos que vuelan al cultivo desde los alrededores, es necesario ubicar trampas en los contornos y dentro del cultivo. Las trampas son de plástico amarillo, el cual es impregnado de aceite o grasa transparente para que el insecto se pegue sobre la superficie (AAIC, 2003).

- Trampas de luz; funcionan mejor durante la noche, será necesario colocar agua o solución con insecticida en la base (Nuéz, 1995).

- Eliminación de plantas enfermas; con esto evitaremos tener focos de infección dentro del cultivo, hay que sacarlas y enterrarlas fuera de la plantación (Corpeño, 2004).

2.4.9.3 Control químico

Será necesario monitorear las plantaciones por lo menos tres veces por semana, con el propósito de identificar a tiempo plagas o enfermedades; como también para detectar la calidad de las aplicaciones y la efectividad de los productos. Un método eficiente para monitorear la calidad de las aplicaciones, es el uso de tinta fluorescente, la cual se agrega en la bomba de aplicación, para que se aplique junto con los pesticidas y luego por la noche visualizar donde cayó, haciendo uso de una lámpara de luz negra (Corpeño, 2004).

2.5 Principales plagas del cultivo

2.5.1 Nematodos *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*

Para Cordero (2001) es una de las plagas más peligrosas, los daños pueden ocurrir durante la etapa de semillero. Las plantas de tomate afectadas por nematodos sufren retraso en su desarrollo y los daños sólo se detectan al momento del trasplante a sitio definitivo. Los nematodos del nudo producen pequeñas protuberancias, agallas o nudos en las raíces pequeñas.

Del Busto (2001) indica que en condiciones de cultivo, las plantas afectadas presentan amarillamiento en las hojas más viejas, retraso en su desarrollo y reducción considerable de su producción. Ocasionalmente, las plantas afectadas por el nematodo pueden experimentar marchitamiento foliar temporal en días calurosos o temporadas secas.

2.5.2 Mosca Blanca. *Bemisia tabaci* (Genn).

Veracruz (2008) indica que su importancia como plaga radica en el daño causado por adultos y estados inmaduros al succionar la savia de la planta. Para ocasionar un efecto significativo sobre la cosecha, las poblaciones de la mosca blanca deben ser altas, y el cultivo presentar fumagina. La fumagina se forma al crecer el hongo *Cladosporium spp.*

2.5.3 Minadores de hojas *Liriomyza sativae* (Blanchard), *Liriomyza trifolii* (Burgess)

Quillota (2003) señala que el daño económico es consecuencia de la actividad de las larvas de estos insectos que, al construir minas y galerías en las hojas, desarrollan necrosis. Las minas interfieren con la fotosíntesis y la transpiración de

las plantas, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes se atrasa su desarrollo, es difícil de controlar una vez que está presente en altas poblaciones, para prevenir los ataques iniciales se pueden utilizar productos traslaminables.

2.5.4 Gusano negro *Agrotis ipsilon*

Corpeño (2004) indica que son mariposas nocturnas cuyo daño más importante lo hacen las larvas, generalmente atacan en focos o parches y se presentan en forma abundante durante periodos secos, las larvas se alimentan de las plantas en las primeras semanas después del trasplante, afectan los cuellos y raíces y en ocasiones dañan el follaje, principalmente en las horas de la noche. Las larvas se pueden localizar al escarbar el suelo junto a la base de la planta cortada, pues permanecen inmóviles dentro del suelo durante el día.

2.5.5 Trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Trips palmi* (Karny).

Según INIAP (2001) los Trips son insectos muy pequeños, los adultos miden de 1 a 2 mm, son de color amarillo y de gran movilidad. Viven principalmente en el envés de las hojas pero también se localizan en el haz. Los adultos y las ninfas causan punteados o pequeñas manchas cloróticas o plateadas en los tejidos y deformación de las hojas. Si las poblaciones son altas, las hojas se secan parcial o completamente.

2.6 Principales enfermedades del cultivo

2.6.1 Damping off *Pythium* spp; *Phytophthora* spp; *Rhizoctonia* spp.

Según Veracruz (2008) algunos de los hongos causantes de pudriciones (*Pythium* spp; *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora infestans*) se diseminan en forma de

clamidosporas en las semillas de tomate en suelo contaminado, a través del agua de riego a partir de los focos de infección en los semilleros, por la distribución de semilleros enfermos, y por herramientas usadas en suelo contaminado.

Paredes (2009) manifiesta que cuando los patógenos atacan las semillas causan germinación desigual y su pudrición. Si los ataques se presentan después de la germinación, debilitan las plántulas al afectar las raíces. En esta etapa, el hongo *Phytophthora infestans* ocasiona estrangulamiento del cuello, necrosis del tallo y muerte de las plántulas de tomate. El hongo *Pythium* spp. Causa desintegración de los tejidos cercanos a la base del tallo.

2.6.2 Moho blanco *Sclerotinia sclerotiorum*.

Olimpia (2001) indica que los síntomas iniciales se presentan en las hojas, las cuales manifiestan un marchitamiento total o parcial, debido a que el hongo afecta el tallo principal, donde causa una pudrición húmeda y hueca, con crecimiento micelial blanquecino y presencia de diminutos cuerpos negros de forma y tamaño variables llamados esclerocios, que corresponden a estructuras de resistencia del hongo. En las ramas o tallos marchitos, se observa un crecimiento fungoso blanquecino de consistencia húmeda.

2.6.3 Fusarium *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*.

Según INIAP (2001) la marchitez vascular es favorecida por las heridas que se realizan en las raíces y tallos. El patógeno *Fusarium oxysporum* se transmite en semillas de tomate y a través del suelo contaminado. La enfermedad es más frecuente en suelos ácidos, mal drenados y de textura liviana. Jaramillo (2007)

señala que el hongo produce retraso en el crecimiento y síntomas de marchitamiento foliar en toda la planta de tomate, hasta que ocurre la quemazón foliar y el secamiento total. Se produce una necrosis interna de color marrón en la base del tallo.

2.6.4 Tizón tardío *Phytophthora infestans*

Veracruz (2008) indica que el patógeno se transmite en semillas de tomate y puede sobrevivir en forma de micelio en otras plantas cultivadas o malezas de la familia de las solanáceas, o en residuos de cosecha que permanecen en el suelo, los primeros síntomas se presentan en las hojas, como manchas grandes de color café o castaño, apariencia húmeda, con una coloración verde pálido alrededor de la lesión. En el envés de las hojas o sobre la superficie de los tallos las lesiones son del mismo color, y se observa una leve ceniza blanquecina en el centro del síntoma que corresponde a la esporulación del hongo.

2.6.5 Tizón temprano *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*

Jaramillo (2007) señala que en semilleros, el hongo puede causar lesiones en tallos y hojas, y producir la muerte de las plántulas. En condiciones de campo, las plántulas de tomate afectadas presentan los primeros síntomas en las hojas más viejas de la planta, y ocurre el amarillamiento generalizado de la hoja. Las manchas son redondas, secas, de color café oscuro o negro, de bordes irregulares, con marcados anillos concéntricos rodeados de un halo clorótico; en tallos se producen síntomas similares.

2.6.6 Botrytis *Botrytis cinerea*

Paredes (2009) describe que el hongo *B. cinerea* afecta flores, tallos y frutos. En hojas, el hongo produce lesiones de color café oscuro localizadas en el ápice, que se caracterizan por no presentar halo clorótico, pero sí algunos anillos concéntricos por el haz de la hoja y un abundante moho café por su envés, que corresponde a la esporulación del hongo que causa la enfermedad.

2.6.7 Oídium *Oidium spp*

Veracruz (2008) indica que los síntomas de la cenicilla se presentan en tallos, pecíolos y las hojas más viejas. En el haz de las hojas se observan puntos o manchas circulares con crecimiento superficial de aspecto blanquecino, que van colonizando diferentes partes y tornando la hoja clorótica. El hongo puede causar clorosis superficial en el haz, y por el envés se observa un leve crecimiento blanquecino.

2.6.8 Mancha bacterial *Xanthomonas vesicatoria*

Veracruz (2008) señala que el patógeno se transmite en las semillas de tomate y sobrevive en restos de cultivo hasta por seis meses y en algunas malezas. La mancha bacterial del tomate es una enfermedad que se puede presentar desde la etapa de semillero. Cuando el patógeno induce manchas negras y húmedas en hojas. La enfermedad se inicia en hojas bajas de la planta adulta en forma de manchas o lesiones de color negro, con bordes irregulares que por el envés presentan apariencia húmeda. La bacteria produce lesiones negras en las flores, los pedúnculos que sostienen los frutos y el tallo.

2.6.9 Virus del mosaico del tabaco Tobacco mosaic virus (TMV)

En tomate, el virus se transmite a través de la semilla y mecánicamente a través de la manipulación de las plantas enfermas en las labores de poda y amarre del cultivo. Las plantas afectadas muestran reducción en el crecimiento. Las hojas son pequeñas, con un mosaico suave, consistente en la presencia de áreas verde claro, que contrastan con el verde oscuro de la lámina foliar. En ocasiones en la lámina foliar aparecen rugosidades y deformaciones. En los frutos se manifiestan síntomas de anillos cloróticos. En ataques severos se muestra caída de flores y necrosis parcial de los folíolos (INIAP, 2001).

2.6.10 Virus del mosaico amarillo del tomate Tomato yellow mosaic virus (ToYMV)

Paredes (2009) detalla que el virus del mosaico amarillo del tomate es favorecido por condiciones de sequía y temperaturas altas, porque facilitan el incremento de su vector, la llamada mosca blanca *Bemisia tabaci* biotipo B.

Los síntomas del ToYMV en hojas incluyen mosaico amarillo y deformación foliar, crecimiento reducido, mosaicos y rugosidad foliar, como control cultural se recomienda proteger los semilleros de tomate con malla contra la mosca blanca. Y realizar control del vector tanto en semilleros como en el momento del trasplante.

2.7 Cosecha

Según Corpeño 2004, si el tomate se va a utilizar para consumo inmediato o industrial, los frutos se pueden cosechar hasta que estén completamente maduros. Pero si el producto será transportado largas distancias, la cosecha deberá hacerse cuando los frutos inician su maduración o estén pintones, con el

cuidado de eliminarles el pedúnculo. La madurez para cosecha se define en términos de la estructura interna del fruto, las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto. El estado verde maduro es cuando ha logrado su máximo desarrollo y tiene un color verde brillante, ligeramente cremoso o blanquecino en la región apical. En el trópico los frutos de tomate alcanzan su estado verde maduro entre los 60-90 días dependiendo del cultivar.

Donoso & Asociados (2007), señala que la recolección se realiza a los 65 a 75 días, de forma manual, dos cosechas por semana durante el ciclo del cultivo.

2.8 Variedades de crecimiento determinado e indeterminado de tomate

Existen dos tipos de cultivares de tipo determinado y de tipo indeterminado, los determinados producen una inflorescencia junto con cada hoja o cada dos hojas, suelen ser más precoces y de porte bajo, terminando el tallo en un racimo floral. Los de tipo indeterminado presentan inflorescencias más espaciadas. El tallo termina en una yema vegetativa, lo cual determina que la planta continúe creciendo de manera indefinida. (Devlin 1989).

Las variedades que se describen a continuación tienen como referencia la empresa ALASKA, dedicada a distribuir semillas certificadas.

2.8.1 Tomate híbrido Airton

Híbrido indeterminado de larga vida, de forma redondo levemente achatado, multilocular, de 220 g. Color rojo intenso, frutos firmes que facilitan la transportación y comercialización. Se recomienda manejar a un solo eje 1,2 m x 0,4 m. Este material es apropiado para invernadero o campo abierto debido a que no hay que hacer raleo de frutos hay una disminución de costos en mano de obra.

Resistencias y tolerancias: Es resistente a *Verticilium*, *Fusarium* razas 1 y 2, TMV, nematodos.

2.8.2 Tomate híbrido Syta

Tomate indeterminado, planta robusta con alta facilidad de cuaje, logrando altos calibres y muy buena firmeza, excelente larga vida para invernadero o campo abierto., frutos globosos de 200 a 230 g de cierre pistilar perfecto, muy consistentes y buen color. El inicio de producción está entre los 70-100 días después del trasplante en climas medios y cálidos. Resistente al TMV, *Verticilium* y *Fusarium* F1, F2, nematodos y *Cladosporium*.

2.8.3 Tomate Cherry

Planta anual de porte bajo para tutorar. Las hojas son sencillas, pecioladas y de limbo hendido. Toda la parte verde de la planta está compuesta por pelos glandulares que al rozarse emite un líquido con olor característico. Las flores aparecen en racimos siendo el número de estas variables. El fruto es una baya minúscula, parecida a una cereza. Se recolecta en rojo.

2.8.4 Selección X

Material genético obtenido por selección a partir del tomatillo amazónico (variedad Cherry) por poseer hojas más verdes y coriáceas, mayor altura de la planta y frutos de mayor tamaño y forma típica terminando en una especie de punta.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en invernadero en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica, vía Puyo - Tena km 44 el mismo que tuvo una duración de 10 meses ocupando parte del año 2015 para su ejecución y presentación final de resultados.

3.2. Condiciones meteorológicas

El CIPCA se halla situado en la Región Amazónica Ecuatoriana, localizado en la Provincia de Pastaza y Napo, en el Cantón Santa Clara y Arosemena Tola; junto a la desembocadura del río Piatúa y Antzu, constituidos como espacios estratégicos para realizar estudios de los recursos amazónicos. A una altitud que oscila entre 443 msnm y 1137msnm. La temperatura promedio es de 24°C, con clima Tropical húmedo y precipitación anual entre 3654,5 a 5516 mm. Comprende 2840.28 ha, con un 70 % de bosque maduro, con vegetación característica de los bosques húmedos lluviosos tropicales; este escenario amazónico cuenta con una alta diversidad florística y faunística.

3.3. Materiales, equipos e insumos

La investigación se desarrolló bajo condiciones de invernadero con el sistema de tutoreo de las plantas. Se estudió las variedades de tomate Airton, Syta, Cherry y un material genético de nombre y origen desconocido encontrado en la localidad y que se denominó Selección "X".

3.3.1 Semillero

Se preparó un semillero en bandejas de 128 alveolos con sustrato a base de turba que fue humedecida hasta un 60 % de humedad, después se llenaron los alveolos de las bandejas y se depositó una semilla por cada alveolo con un tape ligero y uniforme en todos los casos. Se sembró una bandeja de cada variedad identificando con su respectivo nombre así: Airton, Syta, Selección X y Cherry.

3.3.2 Preparación del área para el trasplante

Utilizando la pala y el machete se retiró los troncos y raíces que obstaculizaban las labores del suelo y con el azadón se eliminó las malezas existentes, dejando el área limpia para proceder a realizar los canteros para el trasplante.

3.3.3 Trasplante

A los 29 días de germinadas las semillas y cuando las plántulas tuvieron alrededor de 16 cm de altura, 4 hojas formadas, buen grosor del tallo y buena salud se efectuó el trasplante a los canteros previamente acondicionados y con la incorporación de abono orgánico (gallinaza) a razón de 1kg/planta. Se trasplantó a una distancia de 120 cm entre hileras y 40 cm entre plantas.

3.3.4 Riego

Para abastecer de agua las plantas se utilizó riego por nebulización haciéndose principalmente en las mañanas durante las horas frescas. En los días soleados se tuvo frecuencias de riego de por lo menos 3 veces al día debido al incremento de la temperatura con cantidades desde ½ litro de agua por planta/día, a su vez aumentando el consumo con relación a la edad de la planta.

3.3.5 Control fitosanitario

Para prevenir posibles enfermedades en el experimento se aplicó a los 30 y 60 días después del trasplante (ddt) un producto conocido comercialmente como Skul-27 cuyo ingrediente activo es sulfato de cobre pentahidratado en dosis de 1cm³/litro aplicando una ligera rociada sobre el follaje con bomba de mochila.

3.3.6 Deshije y deshoje.

Semanalmente se practicó el deshije, suprimiendo los hijos laterales de las axilas de las hojas cuando tenían menos de 5 cm de longitud. También se eliminaron las hojas secas de las plantas según iban llegando a la senescencia.

3.3.7 Fertilización

Como fertilizante de fondo se aplicó 1kg de gallinaza descompuesta por sitio, lo que permitió a la planta formar rápidamente raíces que ayuden alimentarse, crecer y fructificar. Así mismo a los 60 ddt se agregó 1kg de abono extra a cada planta con el fin que los frutos que continúen saliendo sean de buena calidad y buen tamaño.

La fertilización foliar se realizó con una mochila manual aplicando Stimufol; fertilizante con un complejo mineral de macro y micronutrientes con el fin de prevenir deficiencias durante el desarrollo de las plantas. La frecuencia de aplicación fue cada 15 días; desde plantada hasta los 60 ddt a razón de 2gr/litro de agua.

Tabla 1. Composición química del Stimufol

STIMUFOL - fertilizante complejo	
Nutrientes	Cantidad
Nitrógeno	25 % p/p
Fosforo	16 % p/p
Potasio	12 % p/p
Hierro	0,17 % p/p
Manganeso	850 ppm
Boro	400 ppm
Zinc	300 ppm
Magnesio	200 ppm
Cobalto	100 ppm
Cobre	85 ppm
Molibdeno	10 ppm

Fuente: Agripac (2010)

3.3.8 Tutorio, conducción y despunte

El tutorio se realizó a partir de los 26 ddt con paja plástica sujetando en la base de la planta y guiando el crecimiento del tallo sobre la misma con cuidado de no dañar las hojas y flores. Esta labor se realizó cada semana en vista que las plantas continúan con su crecimiento.

Cuando las plantas alcanzaron los 2,6 metros de altura se realizó el despunte eliminando la yema terminal, para detener el crecimiento apical.

3.3.9 Materiales

A continuación se detalla la lista de materiales e insumos utilizados en la investigación.

1. Invernadero
2. Bandejas germinadoras
3. Semillas
4. Bomba de mochila

5. Calibrador
6. Carretilla
7. Alambre galvanizado
8. Caña guadua
9. Abono orgánico
10. Sistema de riego (nebulización)
11. Pala
12. Azadón
13. Machete
14. Paja plástica
15. Baldes plástico
16. Cámara
17. Computador
18. Materiales de oficina
19. Tanque plástico 100 litros
20. Termohigrómetro

3.4. Factores de estudio

Se estudió el comportamiento morfológico, fisiológico y productivo de las 4 variedades de tomate que constituyen el factor de estudio.

3.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el modelo lineal en bloques al azar con 4 tratamientos que son las variedades y que fueron aleatorizadas en 4 réplicas.

Tabla 2. Dimensiones de parcelas utilizadas en el experimento de tomate

Forma	Rectangular
Longitud	3,20 m
Ancho	1,20 m
Área	3,84 m ²
Número de plantas por parcela	16
Distancia de plantación	
- Entre hileras	1,20 m
- Entre plantas	0,4 m
- Distancia entre bloques	1,5 m
- Número de plantas evaluadas por parcela	5
- Área total ocupada	61,44m ²
- Área total del ensayo	336 m ²

3.5.1 Tratamientos en estudio

Tabla 3. Variedades en estudio y su correspondiente procedencia

Variedad	Procedencia
Syta	Agripac S.A
Airton	Agripac S.A
Cherry	Criollo local
Selección "X"	Criollo local

3.5.2 Croquis del diseño

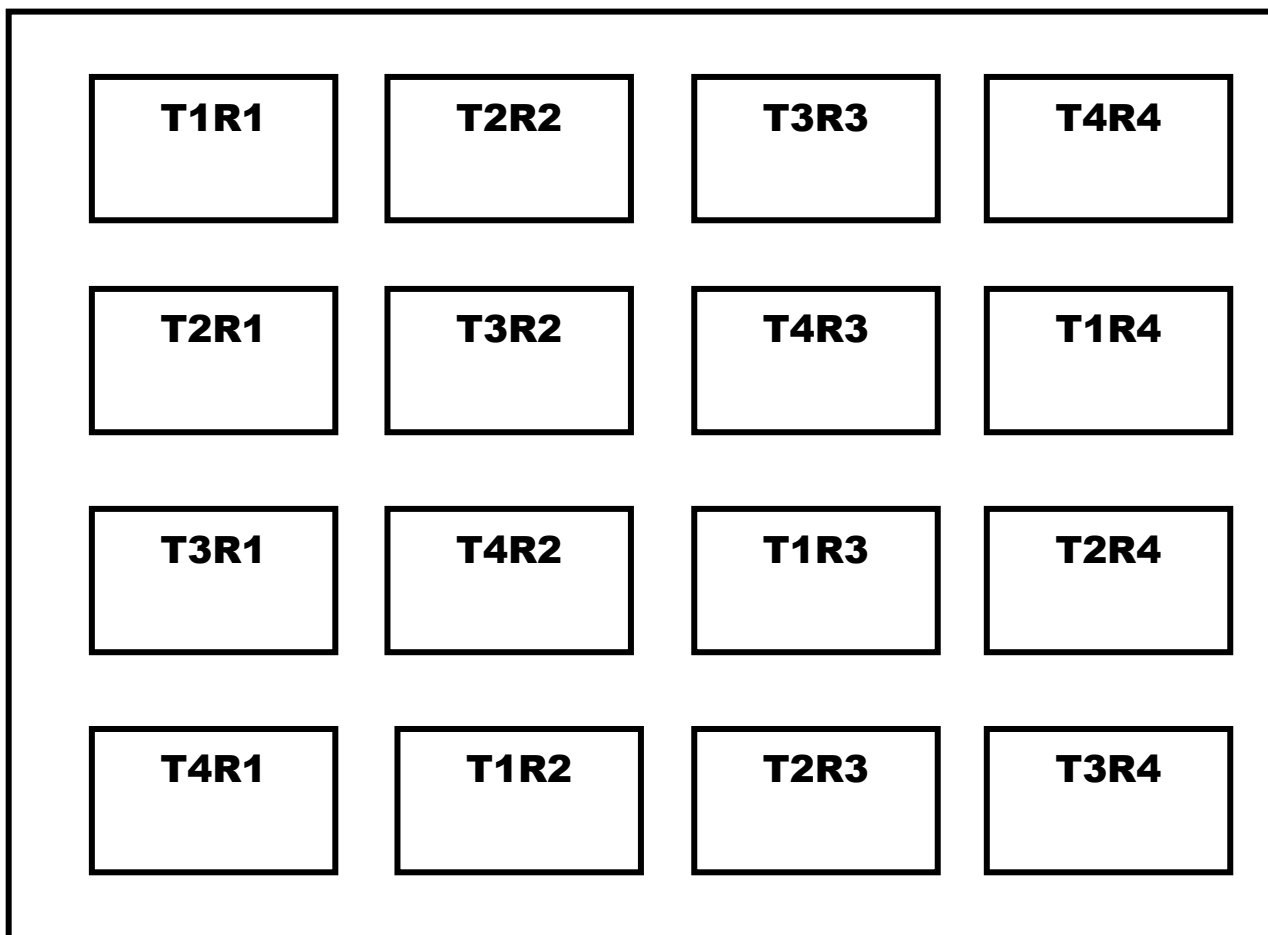


Figura 1. Distribución e identificación de los tratamientos estudiados

3.6. Evaluaciones realizadas

3.6.1 Análisis químico del suelo

Para el análisis químico del suelo se procedió a recoger varias sub muestras dentro del invernadero las cuales se mezclaron en un recipiente plástico limpio para de ahí tomar una muestra compuesta y llevarla al laboratorio de la UEA con el que se pudo conocer el estado nutricional del suelo, principalmente de nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio.

Este análisis también se le hizo al sustrato utilizado para la siembra, determinándose los mismos elementos.

3.6.2 Evaluación de la germinación

Se determinó la germinación diaria y acumulada de las semillas en las 4 variedades, haciendo el último conteo a los 13 días de haber sido sembradas las semillas y con ello se determinó el porcentaje de germinación.

3.6.3 Evaluación morfológica de las variedades

La evaluación morfológica se realizó cada 15 días que consistía en registrar la altura de la planta en centímetros desde el suelo hasta la yema terminal, el diámetro del tallo en cm a 10 cm de altura, número de hojas y número de racimos de cinco plantas identificadas por réplica de cada uno de los tratamientos entre los 15 y 90 (ddt).

3.6.4 Acumulación de materia seca por órganos vegetativos

A los 30, 60 y 90 días se tomó cuatro plantas al azar pero que estaban en competencia intraespecífica perfecta de cada tratamiento y réplica y se determinó la materia seca de cada órgano como: raíz, tallo, hojas, flores y frutos. Para ello se determinó el peso fresco de cada órgano y se pusieron en una estufa hasta obtener peso constante.

3.6.5 Determinación del área foliar (m²)

El área foliar se determinó a los 30 y 90 ddt por el método del disco, según Vásquez y Torres (2001). Para ello se utilizó un disco de 2,1 cm de diámetro con el que se extrajo cinco muestras/planta de diferentes hojas, procurando que fueran tomadas de la parte central del foliolo y que incluya la vena central. Con el peso de

las cinco muestras de los discos y el peso total de limbo de las hojas de la planta, se determina el área foliar de la misma.

3.6.6 Inicio y fin de cada etapa de desarrollo (floración, fructificación) y momento de cosecha

Para conocer la duración de cada etapa se llevó un registro diario en donde se anotó cuantos días tardaba cada proceso para comparar entre variedades.

3.6.6.1 Días a floración

Se evaluó el inicio de la floración, considerando para ello el momento en que el 15% de las plantas estaban florecidas y la floración masiva cuando alcanzaron el 75 % de floración.

3.6.6.2 Días a fructificación

Se evaluó el inicio de fructificación considerando para ello el momento en que el 15% de las plantas estaban con frutos y la fructificación masiva cuando alcanzaron el 75 % de fructificación.

3.6.6.3 Momento de cosecha.

Mediante una evaluación de la maduración de frutos o cuando estos alcanzaron un color pintón rojizo en un 70% de las plantas, se procedió a la cosecha.

3.6.7 Potencial fotosintético (PF)

Se calculó utilizando los 2 valores de área foliar medidos hasta la etapa de madurez fisiológica (30-90 ddt), mediante la siguiente fórmula: $PF = \sum [(Af + Ai/2)] \times t$

Dónde:

PF: potencial fotosintético

Af: área final

Ai: área inicial

T: tiempo

El potencial fotosintético (PF) expresa la superficie foliar media de hojas vivas que ha trabajado a lo largo del ciclo de la planta.

3.6.8 Tasa de asimilación neta (TAN)

La tasa de asimilación neta se expresa en gramos o miligramos de sustancia seca producida por unidad de área foliar (cm², dm² o m²) en la unidad de tiempo (hora o día). Se aplicó la siguiente formula:

$$TAN = 2 (P2 - P1) / (A2 + A1) (t2 - t1)$$

Dónde:

P1 = peso seco inicial por planta (primera evaluación)

P2 = peso seco final por planta (segunda evaluación)

A1= área foliar inicial por planta

A2= área foliar final por planta

t2 – t1= intervalo de tiempo transcurrido entre la mediación inicial y la final.

3.6.9 Índice de productividad foliar (IPF)

El índice de productividad foliar (IPF) se obtuvo dividiendo el peso seco de frutos en cosecha por el potencial fotosintético.

3.6.10 Rendimiento biológico (RB), rendimiento económico (RE), índice de cosecha (IC) = RE / RB

Se determinó el rendimiento biológico que corresponde a producción de materia seca total por planta (órganos vegetativos y reproductivos); el rendimiento económico (RE) = producción de materia seca por planta; e índice de cosecha (IC) = RE / RB.

3.6.11 Componentes del rendimiento

Se evaluó el número de racimos por planta, número de frutos por racimo y peso promedio de frutos por variedades.

3.6.12 Rendimiento agrícola (kg/ha, t/ha)

A partir del peso promedio de frutos y el número de frutos totales por planta se obtuvo el rendimiento por planta. Con el número de plantas por parcela experimental y la cantidad de plantas para una hectárea según marco de siembra, se estimó el rendimiento agrícola.

3.6.13 Evaluaciones fitosanitarias

La evaluación fitosanitaria se realizó mediante observación diaria de las plantas para detectar posible presencia de insectos plagas o enfermedades.

3.6.14 Análisis bromatológico de los frutos agrícolas

Para determinar el contenido de sustancias minerales en los frutos de tomate se procedió a cosechar cuando estos estaban totalmente maduros; los mismos se llevaron al laboratorio de bromatología de la UEA donde se determinó: contenido de grasa, humedad, fibra, acidez, hidratos de carbono, cenizas, pH, grados brix y proteína. Este estudio analítico tuvo la finalidad de evaluar comparativamente el valor nutricional, a través de los parámetros clásicos de control establecidos en las normativas vigentes. Este estudio se realizó en base húmeda y seca. La realización de los ensayos en base seca, se justifica por que el tomate tiene como promedio entre el 90 y el 95 % de agua y de esta manera se incrementa la sensibilidad, la precisión y la exactitud de las determinaciones.

3.6.15 Registro de variables climáticas

Con un termohigrometro se evaluó la temperatura y humedad relativa diaria dentro del invernadero durante todo el ciclo del cultivo en tres momentos al día: 9h00, 12h00 y 15h00.

3.6.16 Análisis Económico

Se consideró los costos de la semilla, fertilizantes y mano de obra durante todo el proceso de producción hasta la cosecha. No se tuvo en cuenta el valor del invernadero, dado que ya estaba construido y tiene una vida útil de cinco años por lo menos.

3.6.17 Análisis estadístico de los resultados

$y_{ij} = \mu + \tau_i + R_j + \varepsilon_{ij}$ Se utilizó el modelo estadístico correspondiente al diseño planteado y definido por el modelo matemático siguiente:

Dónde:

y_{ij} : Variables medidas en el experimento

μ : media general a todas las observaciones

τ_i : Efecto de tratamiento $i= 1, 2, 3$ y 4 ,

R_j : Efecto de las réplicas $j=1, 2, 3$ y 4

ε_{ij} : Error aleatorio normalmente distribuido con media 0 y varianza constante

Se realizaron los ANAVA correspondientes y se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% en el caso en que las diferencias entre tratamientos resultaran significativas. Para el análisis del crecimiento de las especies se realizaron gráficos que muestran el comportamiento de las especies en las diferentes variables.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del análisis químico al suelo y sustrato

La tabla 4 muestra los resultados del análisis químico de suelo donde se realizó el experimento y sustrato utilizado. Puede observarse como el pH del suelo es ligeramente ácido lo cual se corresponde con el 43.30 % de los suelos de la Región Amazónica según Bravo, *et al.* 2015, siendo en el sustrato prácticamente neutro. Resultan altos los contenidos de nitrógeno y medio los de calcio y magnesio que vienen asociados al color negro y alto contenido de materia orgánica característicos de estos suelos lo que corrobora lo planteado por Bravo *et al.*, (2015) y Gardi *et al.*, (2014). El nitrógeno es requerido en cantidades relativamente altas (comparándolo con otros cultivos), desde 50 kg.ha⁻¹ hasta 700 kg.ha⁻¹ aproximadamente (Cano, 2011). Según Veracruz (2008), estos contenidos están dentro de los parámetros correspondientes existiendo disponibilidad de nutrientes para el cultivo. Los altos contenidos de nitrógeno en estos suelos hacen que se satisfaga el 100 % de las exigencias del cultivo sin necesidad de aplicar fertilizante. La presencia de fósforo en el suelo es baja y está muy por debajo de los valores establecidos por Bertsh (1995) quien plantea que menor de 10 (mg kg⁻¹) ya es bajo y sólo puede satisfacer entre un 15 a un 25 % las exigencias del cultivo.

El sustrato utilizado (mezcla de suelo y compost (80:20) tienen contenidos altos de nitrógeno, potasio y calcio que resulta favorables para el cultivo del tomate. Según

Vallejo & Estrada (2004), citado por Cano (2011), manifiestan que la necesidad de nutrientes promedio de N, P, K, Ca y Mg para el cultivo de tomate son 225 kg.ha⁻¹, 72 kg.ha⁻¹, 318 kg.ha⁻¹, 50 kg.ha⁻¹ y 64 kg.ha⁻¹, respectivamente, considerándose una densidad de 19 000 plantas.ha⁻¹ y un rendimiento esperado de 42 t.ha⁻¹. También es bajo el contenido de fósforo en el sustrato.

Tabla 4. Características químicas del suelo y sustrato usado en el experimento

Variable Química	Valor promedio	
	Suelo antes de la siembra	Suelo + Compost (sustrato)
pH	6,45	6,98
Nitrógeno total %	0.93	0,80
Fosforo (mg kg-1)	3,54	5,22
Potasio (meq/100ml)	0,38	3,94
Calcio (meq/100ml)	2,04	13,98
Magnesio (meq/100ml)	0,61	2,77

4.2 Evaluación de la germinación de las variedades de tomate: Airton, Syta, Selección X, y Cherry

La tabla 5 muestra los porcentajes de germinación obtenidos en cada variedad, determinados a partir del número de semillas germinadas por cada bandeja de 128 alveolos donde se ubicó una semilla por alveolo. Se puede observar que el porcentaje más bajo se obtuvo en la variedad Cherry con un 66% de germinación y una diferencia de 24 % respecto a la que mejor se comportó que fue la Selección X sobrepasando a los híbridos Airton y Syta. Las semillas de la selección X

proceden de un proceso de obtención de apenas unos meses en el propio centro y ello garantiza semillas de buena calidad.

Tabla 5. Evaluación de la germinación de las variedades de tomate

Variedades	Nº de semillas utilizadas	Nº de semillas germinadas	Porcentaje de germinación
Airton	128	105	82
Syta	128	113	88
Selección X	128	115	90
Cherry	128	85	66

4.3 Comportamiento de la temperatura y humedad relativa dentro del invernadero

La Tabla 6 indica la temperatura promedio registrada durante toda la investigación, que representa los valores medios en tres momentos del día (9h00, 12h00 y 15h00). La fecundación y cuajado de flores fue buena en sentido general lo cual indica que no hubo afectación por las temperaturas como señala Martínez (2001), quien manifiesta que con temperaturas mayores a 25 °C y menores de 12 °C la fecundación tiende a disminuir. El tomate requiere como promedio temperaturas alrededor de los 23 °C, lo que indica que el experimento se desarrolló con temperaturas superiores no coincidiendo con de koning (1988) quien manifiesta que la temperatura promedio determina la producción de tomate. Para mitigar ese efecto y disminuir las temperaturas más altas del mediodía, se aplicó agua por

nebulización en tres momentos, durante 5 minutos cada hora (es decir a las 12h00, 13h00 y 14h00).

La humedad relativa oscila entre 62 y 78 % que resultan favorables para que la planta de tomate realice satisfactoriamente todas sus funciones fisiológicas y coinciden con los valores reportados por Huerres (2005) como óptimos para el cultivo.

Tabla 6. Registro de temperatura y humedad relativa durante el desarrollo del cultivo

Hora	Temperatura °C	Humedad Relativa (%)
9h00	26	78
12h00	33	62
15h00	31	62

Los valores expresados en la tabla 6 coinciden con los reportados por Jones (1998) el manifiesta que el cultivo de tomate se desarrolla dentro de un rango de temperatura entre 10 y 35 °C y que temperaturas inferiores y superiores a este rango inhiben su desarrollo, reducen la polinización, no permiten una maduración uniforme, reduce el amarre de frutos.

4.4 Variación de los indicadores morfológicos a partir del trasplante

4.4.1 Dinámica de crecimiento para cuatro variedades del cultivo tomate

La dinámica de crecimiento para las cuatro variedades del cultivo *Lycopersicum esculentum* (Figura 2), muestra que durante el periodo de 30 a 75 días en las

variedades Airton, Syta y Selección X, el comportamiento en cuanto la altura de la planta es similar, no detectándose diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) a los 90 días con una altura promedio de 2,54m. La variedad con menor altura durante su ciclo vegetativo correspondió a la variedad Cherry con 2,48m, presentando diferencia estadística ($P \leq 0,05$), con las restantes variedades

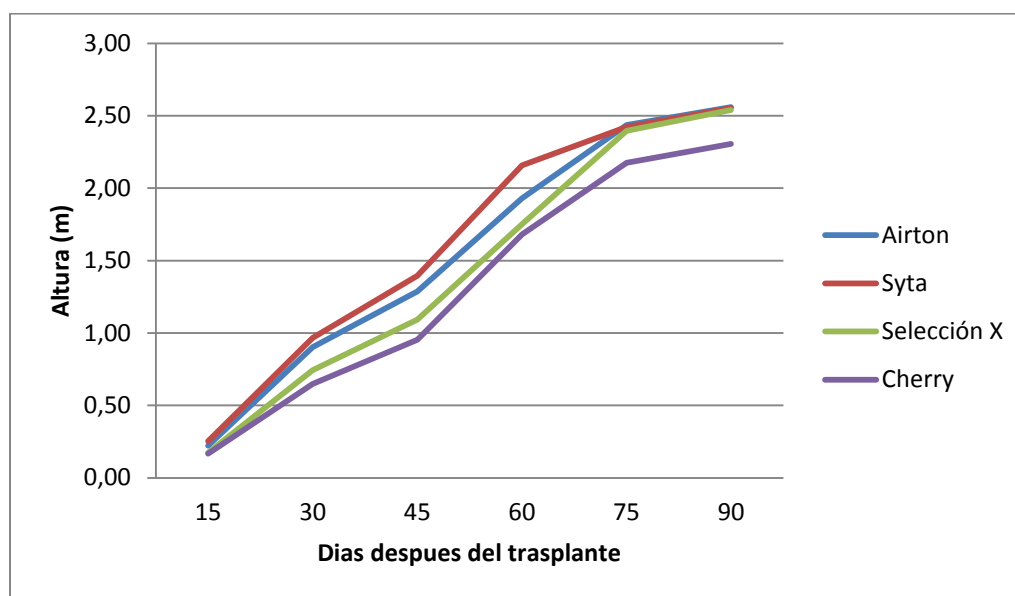


Figura 2. Dinámica de crecimiento de cuatro variedades del cultivo de tomate

Se comprobó que el incremento en altura promedio a los 90 días para las tres variedades de mejor comportamiento osciló entre 1,83 y 2,01 m, esto pudo deberse a que dos de ellas son variedades híbridas (Airton y Syta) y la tercera es una selección de especies de tomate de mayor uso en condiciones amazónicas, las mismas que manejadas desde los primeros estadios, utilizaron las reservas para la emisión de nuevas plántulas, adaptándose muy bien a las condiciones controladas, del sustrato y del cultivar que ellas provienen. Esto difiere de lo planteado por INIAP (2001), para el híbrido de tomate Michaela donde la altura

promedio fue 0,47 m entre los 15 y 30 días aproximadamente, diferenciándose de los híbridos estudiados en nuestras condiciones que toman una altura promedio en el mismo tiempo de 0,81 m.

4.4.2 Grosor del tallo para los cultivares de *Lycopersicum esculentum* en condiciones controladas

El grosor del tallo para los cultivares estudiados en tomate difieren estadísticamente ($p \leq 0,05$), desde los 30 hasta los 90 ddt. (Figura 3). Durante los 15 primeros días se percibe un incremento lento y uniforme de grosor del tallo para las cuatro variedades estudiadas; sin embargo, a partir de los 30 y hasta los 90 días aproximadamente mostraron mayor grosor los cultivares Cherry y Selección X con un grosor total de 1,64cm y 1,56cm respectivamente, no presentando diferencias significativas entre ellas. Las variedades Airton y Syta fueron las que reportaron el menor grosor del tallo 1,44cm y 1,27cm sin diferencias significativas entre ellas.

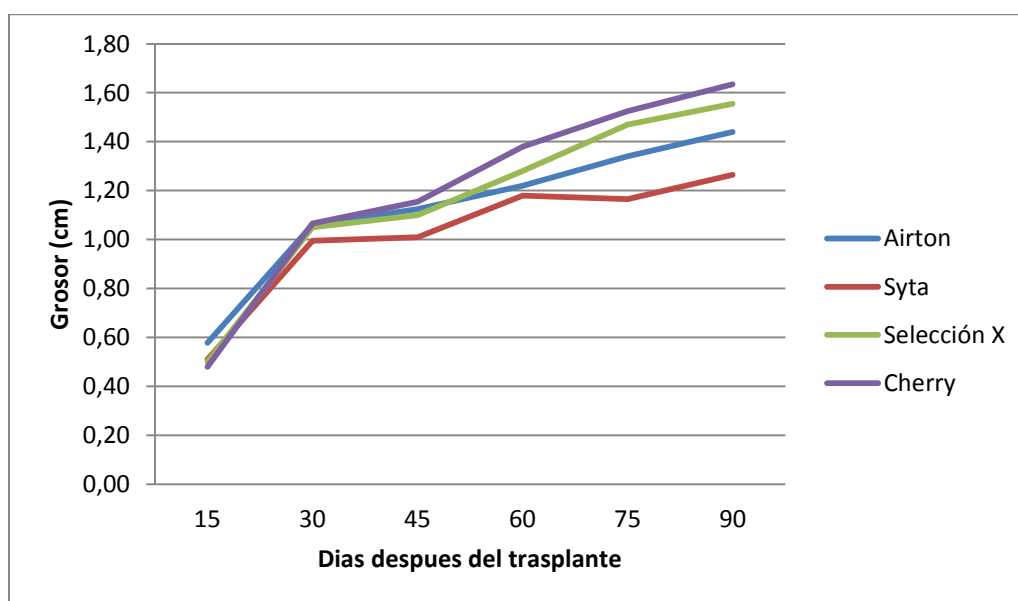


Figura 3. Grosor del tallos de cuatro variedades del cultivo *Lycopersicum esculentum* en condiciones controladas

Dicho comportamiento se puede justificar si se tiene en cuenta que las variedades Cherry y Selección X son las de menor altura, siendo estas variedades más rusticas y mejor adaptadas por sus características genéticas a temperaturas por encima de los 23 °C y 60 % de humedad relativa y, con mezcla de suelo y compost 80:20, fortaleciendo sus órganos durante todo el ciclo vegetativo y la acción de los microorganismos del suelo, por la aplicación del compost, que fue incorporado antes de la siembra y mezclado con suelo. Pudiendo originar una activación fisiológica sobre las variedades de la especie de tomate y estimular el desarrollo del grosor del tallo (Rojas, 2010). Además Pratta *et al.*, (2003) proponen que algunos caracteres morfofisiológico como longitud de entrenudos, perímetro del tallo en las partes basal, media y apical son importantes para la determinación de la comportamiento agronómico de las variedad de tomates, además podrían estar asociados con el rendimiento final de los genotipos.

4.4.3 Número de hojas de cuatro variedades de *Lycopersicum esculentum*

En la Figura 4, se reporta la variable número de hojas de las cuatro variedades de tomate existiendo diferencia estadística ($p \leq 0,05$), entre ellas desde los 15 hasta los 90 días. En el periodo de adaptación desde los 15 hasta los 30 días en las condiciones controladas se percibe un crecimiento lento y uniforme con formación de hojas verdaderas para los tratamientos estudiados; sin embargo, a partir de los 45 y hasta los 90 días aproximadamente el crecimiento de las hojas fue rápido. Se apreció que las mejores resultados correspondieron a las variedades Cherry y Selección X con un número de hojas total igual a 37 respectivamente, seguida de

las variedades Airton con 29 y Syta con 30 hojas, siendo estas las de menor número de hojas.

Este es un indicador a considerarse para el cultivo de tomate, debido a que son variedades con crecimiento indeterminado y las hojas son un órgano fundamental para proceso fotosintético de este cultivo, para la acumulación de masa seca, debiendo existir una proporción entre la altura de planta y el número de hojas en condiciones controladas, debido a que la planta se puede ahilar, y disminuir el proceso de reproducción y por ende el número de frutos por plantas.

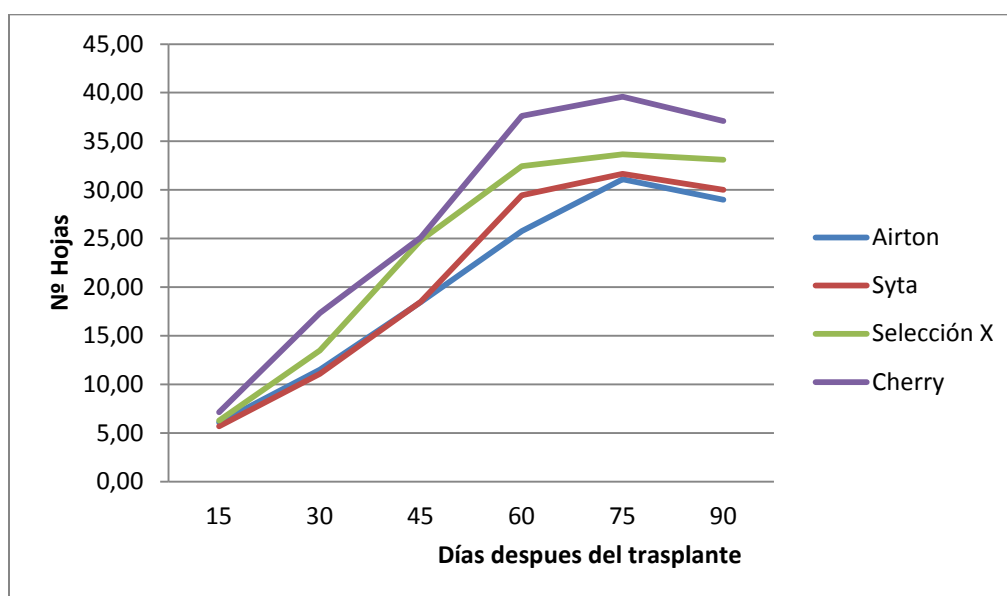


Figura 4. Números de hojas de cuatro variedades para el cultivo *Lycopersicum esculentum*

4.4.4 Número de racimos para los cultivares *Lycopersicum esculentum* en condiciones controladas

El número de racimos para las cuatro variedades del cultivo de tomate (Figura 5), reporta que durante el periodo de 30 a 75 días del trasplante las cuatro variedades tienen un comportamiento similar en este parámetro morfológico, no detectándose

diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) con un número promedio de racimos de siete. A los 90 días presentan diferencia significativa para este indicador, siendo el de mejor comportamiento la Selección X con un número de racimos promedio de nueve seguida de la variedad Cherry con ocho racimos. Las variedades con menor número de racimos correspondieron a Airton Syta con siete racimos respectivamente, comportamiento asociado a la de mayor altura, durante su ciclo vegetativo.

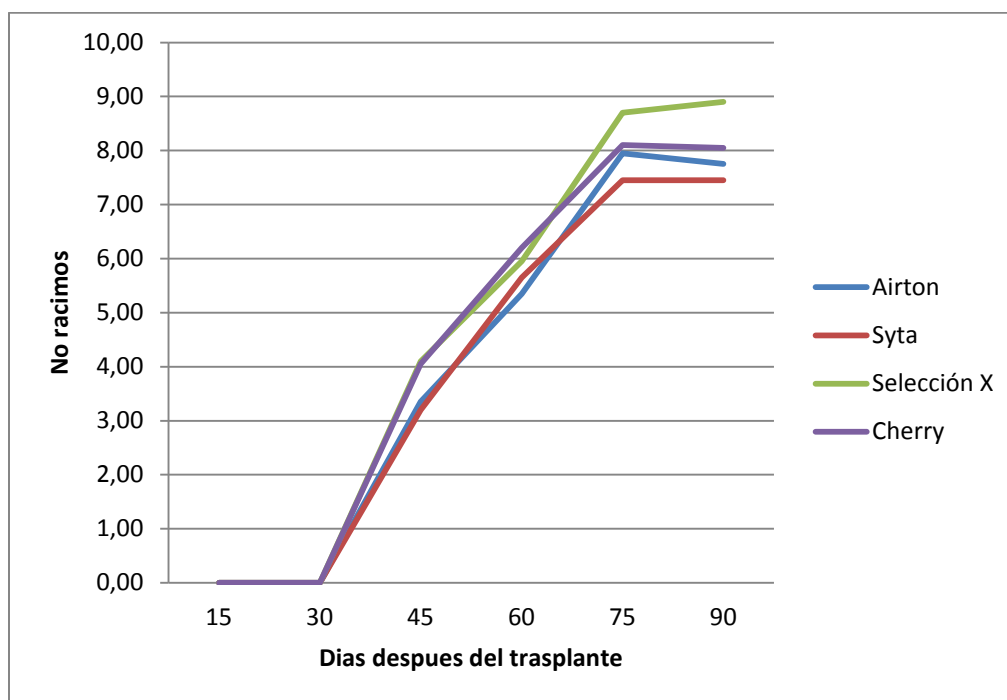


Figura 5. Números de racimos por plantas de cuatro variedades para el cultivo *Lycopersicum esculentum*

Esto puede estar dado porque en la variedad de menor altura como la Cherry el tamaño de los entrenudos son más pequeños y por ende hay mayor números de racimos por plantas, coincidiendo con lo planteado por Rodríguez *et al.*, (2005), quien refiere que para plantas de tomate del gen *Nory silvestre*, que posean mayor

longitud de entrenudos tienen menor número de inflorescencias y menor número de racimos por plantas, además mayor precocidad en la formación de frutos, produciendo frutos con mayor acidez.

4.5 Distribución de la materia por órganos vegetativos de las plantas

4.5.1 Acumulación de materia fresca, seca y porcentaje de materia seca en la raíz del cultivo de tomate

La Tabla 7, muestra los valores de peso fresco y seco de la raíz en tres momentos a partir del trasplante. El peso fresco se incrementa desde valores de 4,48 a 10,71 g a los 30 días a valores de 51,99 a 79,21 g a los 90 días, existiendo diferencias significativas ($p \leq 0,001$) para las variedades estudiadas. Las variedades Selección X y Cherry muestran mayores valores en todas las evaluaciones con un contenido de materia seca a los 90 días de 79,22 g y 73,87 g respectivamente.

Tabla 7. Contenido de peso fresco y seco de raíz para variedades de tomate

Variedades	Peso Fresco /g			Peso Seco /g		
	30	60	90	30	60	90
Airton	4,48c	23,99b	60ab	0,83b	4,36c	9,85ab
Syta	5,24c	34,99b	51,99c	1,12b	6,80b	8,6b
Selección X	8,00b	48,18a	79,22a	1,29ab	9,18a	14,6a
Cherry	10,71a	49,26a	73,87ab	1,93a	11,33a	12,08ab
EE(.±) y sign	0,669 $p \leq 0,001$	26,784 $p \leq 0,001$	40,0917 $p \leq 0,001$	0,93 $p \leq 0,01$	1,017 $p \leq 0,001$	4,8948 $p \leq 0,01$

En cuanto al peso seco, el comportamiento es similar para las variedades estudiadas con respecto al peso fresco, existiendo diferencias significativas ($p \leq 0,01$ y $p \leq 0,001$), con un peso seco a los 90 días de 14,6 g y 12,8 para las variedades de Selección X y Cherry. Esto pudiera ocurrir debido a que estos

genotipos son más rústicos y quizás ello contribuya a que acumulen más materia seca en la raíz durante su proceso de desarrollo, siendo mayor el número de las raíces secundarias para un mayor anclaje de las plantas y mayor absorción de macro y micronutrientes, coincidiendo con lo planteado por Villarroel (1997), lo que indica que el sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. Las variedades Airtón y Syta acumulan menos materia seca en la raíz durante todo el período.

Tabla 8. Porcentaje de materia seca de la raíz para las variedades de tomate

Variedades	30 ddt	60 ddt	90 ddt
Airtón	16,43a	16,68a	18,30a
Syta	16,68a	18,43a	19,32a
Variedad X	16,37a	18,43a	23,82a
Cherry	16,37a	16,43a	18,74a
EE(.±) y sign	11,368p≥0,05	7,316p≥0,05	9,5453p≤0,05

Los porcentajes de materia seca en la raíz se muestran en la Tabla 8, no existiendo diferencias significativas para las variedades estudiadas a los 30, 60 y 90 días, siendo mayor para el último intervalo de tiempo en la variedad Selección X con 23,82 % de materia seca. Esto puede estar asociado con que la misma es más rústica y con un mayor desarrollo de raíces lo que le permite adaptarse mejor a estas condiciones controladas, coincidiendo con Maroto (1983), que plantea que el tomate es una especie hortícola que presenta una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias, que favorecen a

que las plantas se adapten en condiciones con buen manejo. Estos resultados también coinciden con los de Mugnai y Al-Debei (2011) quienes determinaron en plantines de tomate que la restricción radical, llevó a una reducción, tanto del total de materia seca, como del área foliar, incrementándose considerablemente con el aumento de su duración.

4.5.2. Acumulación de peso fresco, seco y porcentaje de materia seca en el tallo del cultivo de tomate

La Tabla 9 muestra la acumulación de materia seca en tallo para las cuatro variedades estudiadas en las etapas de crecimiento evaluadas a los 30, 60 y 90 días, observándose que existe un comportamiento diferenciado de los valores de materia fresca, existiendo diferencias significativas entre ellas para $P \leq 0,01$. A los 30 ddt la variedad con mayor peso fresco del tallo fue Airton con 42,87g, diferenciándose estadísticamente del resto de variedades. No siendo el mismo caso a los 60 ddt tiempo en el que la variedad con mayor peso fue la Selección X y la de menor Airton con 274,88g y 210,17g respectivamente, existiendo diferencias estadísticas para $p \leq 0,01$ esta edad. Para los 90 ddt se observa que las variedades Airton y Selección X no tienen diferencias estadísticas significativas no correspondiendo con Syta y Cherry que son las de menor peso, siendo Syta la última con un peso de 385,46g.

Tabla 9. Contenido de peso fresco y seco del tallo para variedades de tomate

Variedades	Peso Fresco / g			Peso Seco / g		
	30	60	90	30	60	90
Airton	42,87a	210,17b	618,44a	2,33a	24,99b	54,04c
Syta	33,14b	246,49ab	385,46b	2,00ab	31,26ab	61,19bc
Selección X	29,45b	274,88a	752,09a	2,16a	33,21ab	70,70b
Cherry	30,77b	242,46ab	592,37ab	1,52b	37,18a	116,75a
EE(±) y sign	13,68 p≤0,01	834,67 p≤0,01	11058,1472 p≤0,01	0,061 p≤0,01	20,032 p≤0,01	45,0917 p≤0,001

Para el peso seco del tallo a los 30 ddt en las variedades Airton y Selección X no existen diferencias estadísticas con 2,33 y 2,16g respectivamente pero diferenciándose de las dos variedades restantes siendo Cherry la de menor peso a esta edad. En cambio para los 60 y 90 ddt el mayor contenido de materia seca en el tallo lo presenta Cherry existiendo diferencias significativas en estas dos edades para p≤0,001.

Tabla 10. Porcentaje de materia seca del tallo para variedades de tomate (%)

Variedad	30 ddt	60 ddt	90 ddt
Airton	5,44a	11,52a	12,00b
Syta	6,05a	12,79a	13,99b
Selección X	7,52a	12,29a	15,63a
Cherry	4,965a	10,6a	15,32a
EE(±) y sign	0,978p≥0,05	5,71 p≥0,05	2,2582 p≤0,001

Los porcentajes de materia seca del tallo resumidos en la tabla 10 refieren un incremento en todas las variedades desde los 30 hasta los 90 ddt y las variedades Airton, Syta y Cherry muestran un comportamiento similar, sin embargo la selección X aumenta significativamente a partir de los 60 días llegando a ser la variedad de mayor peso seco de tallo junto con Cherry a los 90 días, pero diferenciándose estadísticamente de Airton y Syta que tienen los pesos más bajos a esta edad.

4.5.3. Acumulación de peso fresco, seco y porcentaje de materia seca de hoja – limbo para variedades de tomate

A los 30 ddt las variedades Airton y Cherry presentan mayor peso fresco en los limbos de las hojas (Tabla 11) diferenciándose estadísticamente de las otras variedades, siendo Syta la de menor peso fresco, sin embargo a los 60 ddt todas las variedades muestran un comportamiento muy similar sin diferencias estadísticas entre ellas. Esto puede estar asociado a la gran llamarada de crecimiento de las plantas que se presenta entre los 30 y 60 días y donde todas aceleran la formación de su sistema foliar. A los 90 ddt Airton y Selección X muestran los mayores valores con diferencias estadísticas en relación a las otras dos variedades.

En cuanto al peso seco de los limbos en las hojas, todas las variedades tuvieron un comportamiento similar a los 30 y 60 ddt, lo cual explica que ésta es una característica muy típica del cultivo en la formación de sus órganos de reserva. A los 90 ddt Airton y Selección X presentaron mayores valores con diferencias

estadísticas para Syta y Cherry lo cual guarda relación con lo acumulado en materia fresca.

Tabla 11. Contenido de peso fresco y seco de hoja –limbo para diferentes variedades de tomate

Variedades	Peso Fresco /g			Peso Seco /g		
	30	60	90	30	60	90
Airton	47,44a	478,55a	724,05a	4,22 a	45,41a	80,37a
Syta	30,57c	334,58a	320,55b	3,26a	36,99a	34,75b
Selección X	37,87b	369,36a	742,45a	4,44a	45,1a	83,27a
Cherry	46,05a	414,40a	431,78b	4,50a	33,31a	46,69b
EE(.±) y sign	6,329 p≤0,001	11002,92 p≥0,05	8100,5557 p≤0,01	1,000 p≤0,05	30,514 p≥0,05	102,2760p≤0,01

Los porcentajes de materia seca en los limbos de hojas (tabla 12) prácticamente no cambian con las variedades sobre todo a los 30 y 90 días, aunque numéricamente la Selección X muestra los mayores valores. A los 60 días la Selección X tuvo los mayores valores aunque sólo difiere estadísticamente de la variedad Cherry. Esto puede deberse a la característica de las hojas del genotipo Selección X que tiene las hojas más coriáceas y seguramente está asociado a una mayor acumulación de materia seca en sus limbos.

Tabla 12. Porcentaje de materia seca del limbo de hojas para variedades de tomate (%)

Variedad	30 ddt	60 ddt	90 ddt
Airton	8,91a	9,71ab	11,38a
Syta	10,66a	11,05ab	10,77a
Selección X	11,77a	12,58a	11,35a
Cherry	9,89a	8,28b	10,84a
EE(.±) y sign	5,301 p≥0,05	2,752 p≤0,01	2,2732 p≤0,05

4.5.4. Acumulación de peso fresco, seco y porcentaje de materia seca de hoja – peciolo para variedades de tomate

La Selección X presenta mayores valores de peso fresco y seco del peciolo foliar (Tabla 13) en relación con las otras variedades en todos los momentos evaluados, lo que justifica lo ya analizado respecto a la característica de este material genético en la formación de sus hojas, según Miller & Tanksley (1990) manifiestan que las mejores características se encuentran en especies silvestres presentando una amplia variabilidad morfológica; así mismo Tabaré & Berretta (2001) manifiestan el valor de estos recursos filogenéticos, utilizando nuevas especies para producir cultivares beneficiando las actividades productivas.

Tabla 13. Contenido de peso fresco y seco de hoja – peciolo para diferentes variedades de tomate

Variedades	Peso Fresco /g			Peso Seco /g		
	30	60	90	30	60	90
Airton	25,37a	154,54a	193,25b	1,20a	13,38b	26,01b
Syta	19,31a	112,27b	95,22c	1,21a	9,65c	11,41c
Selección X	23,02a	196,75a	335,92a	1,60a	18,41a	37,01a
Cherry	28,10a	1774,76a	171,67b	1,80a	16,02b	22,71b
EE(.±) y sign	17,618p≥0,05	643,197p≤0,01	1695,12p≤0,001	0,102p≥0,005	3,447≤0,001	12,634p≤0,001

El porcentaje de materia seca del peciolo foliar (tabla 14) se mantiene en valores aproximados en las cuatro variedades en los diferentes momentos evaluados, lo que indica al igual que ocurría con el limbo que esta es una característica influenciada por la especie *Lycopersicum*.

Tabla 14. Porcentaje de materia seca del peciolo foliar para variedades de tomate (%)

Variedad	30 ddt	60 ddt	90 ddt
Airton	4,72a	8,66a	13,56a
Syta	6,29a	8,6975a	11,95a
Selección X	7,03a	9,395a	11,39a
Cherry	6,44a	9,32a	13,68a
EE(.±) y sign	1,465p≥0,05	2,045 p≥0,05	8,7120 p≤0,05

4.5.5. Acumulación de peso fresco, seco y porcentaje de acumulación de frutos para variedades de tomate

A los 60 ddt las variedades Airton y Syta presentan mayor peso fresco del fruto (tabla 15) con 198,23 y 161,29 gramos respectivamente diferenciándose estadísticamente de las variedades Selección X y Cherry, siendo las de menor peso fresco y la variedad Cherry con los menores valores de 40,83 g. A los 90 ddt continúan con mayores incrementos las variedades Airton y Syta con 2720,91 y 1845,69 g de fruto fresco por planta presentando diferencias estadísticas de las variedades X y Cherry al final siendo la que menor peso de frutos fresco presentó con 519,72 g por planta, resaltando lo planteado por Jaramillo *et al* (2007), que el productor deberá sembrar aquellos cultivares de alto rendimiento, adaptado a las condiciones agroecológicas, resistente a enfermedades y con larga vida de poscosecha para resistir la manipulación y transporte hacia los mercados.

El peso más alto de materia seca de los frutos a los 60 ddt lo obtuvo la Variedad Syta con 53,56 g seguido de Airton con 23,73 g y las de menor peso fueron Selección X con 3,72 y Cherry con 3,71 g no existiendo diferencia estadística entre

estas pero si con las primeras. A los 90 ddt el peso seco de los frutos no presenta diferencias estadísticas para Airton, Syta y Selección X, en el caso de Cherry con el menor peso seco de los frutos con 39,88 g se diferencia de los tres anteriores, siendo los tres primeros valores similares a los estudiados por Núñez-Ramírez, Grijalva- Contreras, Macías-Duarte , Robles-Contreras y Ceceña -Duran.(2012) estos autores manifiestan que el contenido de peso seco en los frutos aumentó de forma constante desde su aparición hasta los 90 ddt.

Tabla 15. Contenido de peso fresco y seco de frutos para diferentes variedades de tomate

Variedad	Peso Fresco /g		Peso Seco /g	
	60	90	60	90
Airton	198,23a	2720,91a	23,73b	104,95a
Syta	161,29a	1845,69ab	53,56a	91,96a
Selección X	51,15b	1430,9b	3,72c	78,39a
Cherry	40,83b	519,72c	3,71c	39,88b
EE(.±) y sign	327,4p≥0,001	169,34p≤0,01	2,374p≤0,001	169,9p≤0,01

A los 90 ddt en el porcentaje de acumulación de materia seca existe una disminución en el porcentaje de materia seca en todas las variedades comparada con los valores obtenidos a los 60 días. Esto se debe a los cambios fisiológicos que se producen durante el proceso de maduración de los frutos y sus transformaciones bioquímicas que hacen a los frutos más flácidos, con tejidos que se van deteriorando por la muerte de células propias del período de senescencia, junto a ello la degradación de la molécula de clorofila que contribuyen a este proceso.

Tabla 16. Porcentaje de materia seca de los frutos para variedades de tomate (%)

Variedad	60 ddt	90 ddt
Airton	12,01a	4,08a
Syta	33,75b	5,01a
Selección X	7,07a	5,45a
Cherry	9,15a	7,73b
EE(.±) y sign	8,77 P≤0,01	0,5390 P≤0,01

El fruto de tomate contiene de 94 a 95 % de agua; siendo el 5 a 6 % restante una mezcla compleja en la que predominan componentes orgánicos que dan al fruto su textura y sabor característico, los principales determinantes del sabor del tomate son los azúcares libres y ácidos orgánicos; sin embargo, también parecen contribuir al típico sabor del tomate la textura del fruto y otros componentes orgánicos complejos. El ambiente de cultivo puede influir marcadamente sobre la tasa de crecimiento, el cuajado de los frutos, el rendimiento y calidad del fruto (Jones *et al.*, 2001). La variedad Syta la que más materia seca porcentual pierde entre los 60 y los 90 días en el orden de 6 veces el porcentaje alcanzado a los 60 días. La variedad Airton tres veces y en Selección X y Cherry apenas en 2 unidades.

4.6 Variación de los indicadores fisiológicos de las variedades de tomate

4.6.1 Variación del área foliar de las variedades a los 30, 60 y 90 días del trasplante

La tabla 17 muestra un comportamiento diferenciado de los valores de área foliar en las cuatro variedades por etapas de crecimiento evaluadas. A los 30 días la variedad Cherry y Airton obtiene los mayores valores diferenciándose

estadísticamente de Syta y Selección X, a los 60 ddt el comportamiento es el mismo aunque sin diferencia estadística.

Tabla 17. Área foliar (m²) a los 30, 60 y 90 días del trasplante según variedades

Variedad	30 ddt	60 ddt	90 ddt
Airton	0,19 a	1,63 a	2,31ab
Syta	0,13 b	1,24 a	1,11b
Selección X	0,14 b	1,29 a	2,58a
Cherry	0,21 a	2,10 a	2,07ab
EE(.±) y sign	0,000 p≤0,01	0,189 p≤0,01	0,2965 p≤0,01

A los 90 días la selección X presenta mayor área foliar sin diferencia con la variedad Airton y Cherry. La variedad Syta muestra los menores valores para este indicador, según Schwartz y Klaring (2001), conocer el área foliar es conocer el comportamiento de un cultivo bajo determinadas condiciones ambientales y de manejo, afirmando una vez más que los valores de área foliar de las hojas corresponden con la investigación realizada por Núñez Ramírez *et al.*, 2012. Así mismo Jarra, A.; C. Buitrago y S. Gutiérrez (1999) manifiestan que las plantas con mayor área foliar y condiciones ambientales favorables son capaces de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente.

4.6.2 Potencial fotosintético de las variedades

El potencial fotosintético (PF) expresa la superficie foliar media de hojas vivas que ha trabajado a lo largo del ciclo de la planta. La variedad Cherry muestra (tabla 18) los mayores valores numéricos (34,70 m².día) para este indicador sin diferencias estadísticas con las demás variedades. En todos los casos las variedades

mantienen más de 20 metros cuadrados de área foliar trabajando durante todo su ciclo, parámetros que están en el orden de los reportados por Huerres (2005).

Tabla 18. Potencial fotosintético de las variedades

VARIETADES	PF (m ² .día)
Airton	27,37 a
Syta	20,78 a
Selección X	21,68 a
Cherry	34,70 a
EE(±) y sign	44,892p≥0,05

4.6.3 Tasa de asimilación neta

Esta informa sobre la cantidad de masa seca producida por la unidad de área foliar en un día de trabajo, expresada en g.m⁻². día⁻¹. En la tabla 19 puede observarse que la variedad Syta produce más materia seca por m² de área foliar en un día sin diferencias estadísticas con la variedad Airton y la Selección X y sí difiere con la variedad Cherry. A su vez no hay diferencia estadística entre estas dos últimas. Los valores de TAN obtenidos son adecuados para el cultivo del tomate y se corresponden con los reportados por Barraza, Fischer y Cardona (2004).

Tabla 19. Tasa de Asimilación Neta de las variedades estudiadas

VARIEDADES	(g. m² .día)
Airton	5,57ab
Syta	7,89 a
Selección X	6,47ab
Cherry	3,26 b
EE(.±) y sign	2,970 p≤0,01

4.6.4 Índice de productividad foliar

El Índice de productividad foliar (peso de frutos producidos por unidad de área de limbo foliar por día) resulta mayor en la variedad Syta diferenciándose estadísticamente de las otras tres (Tabla 20). La variedad Syta produce 2,59 g de materia seca de fruto por cada m² de área de limbo foliar que resulta un buen indicador para *Lycopersicum* en cualquier condición climática y los valores obtenidos por esta variedad son numéricamente muy superiores a los de las otras variedades estudiadas, principalmente en relación con la selección X y Cherry. Esto coincide con lo manifestado por Fogg (1967) y Gómez *et al* (1999) en el sentido de que la cantidad de fotosíntesis que una planta realiza depende además de la superficie de la hoja u otros órganos fotosintéticos.

Tabla 20. Índice de productividad Foliar de las variedades

VARIEDADES	IPF (g. m² .día)
Airton	0,99 b
Syta	2,59 a
Selección X	0,18 c
Cherry	0,11c
EE(.±) y sign	0,095 p≤0,001

4.6.5 Días a la floración, fructificación y cosecha

La tabla 21 registra variables estudiadas como la floración, fructificación e inicio de la primera cosecha dando como resultado para floración que a los 25 y 27 ddt inicia la floración culminando entre los 30 y 32 ddt. De igual forma en la fructificación iniciando a los 33 ddt prolongándose por nueve días más para finalizar el cuajado de los frutos en todas la variedades siendo similar cada proceso y dando como inicio de cosecha a los 70 ddt para el primer racimo de la planta, lo que indica la precocidad de estos procesos en la Amazonía donde las temperaturas superiores a los 25°C aceleran las fases fenológicas y de desarrollo del cultivo. Los valores obtenidos difieren con lo planteado por León (2009), que indica un número de días mayor para cada etapa.

Tabla 21. Días a la floración, fructificación e inicio de cosecha en (ddt)

Variedades	Floración		Fructificación		Cosecha
Días	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio
Airton	25	30	33	38	70
Syta	25	30	33	38	70
Selección X	26	31	35	41	70
Cherry	27	32	35	41	70

4.7 Rendimiento biológico de las variedades

El rendimiento biológico representa la materia seca total acumulada por los órganos vegetativos de la planta. La tabla 22 muestra como la Selección X y la variedad Airton presentan mayores valores diferenciándose estadísticamente de las otras dos y con más de 100 gramos de materia seca acumulada en relación con la variedad Cherry siendo estos valores similares a los estudiados por Núñez Ramírez *et al* (2012) estos autores manifiestan que la materia seca total a los 90 ddt alcanzó valores de 300 g por planta y corroborados por Gandica Omaña, Henry, & Peña (2015). La distribución de la materia seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la producción de un cultivo, ya que el rendimiento de éste viene dado por la capacidad de acumular biomasa en los órganos que se destinan a la cosecha. (Peli y Gálvez 2005)

Tabla 22. Rendimiento biológico (g) según variedades

Variedad	Rendimiento Biológico (g ms / planta)
Airton	291,87 a
Syta	200,76 b
Selección X	329,44 a
Cherry	182,55 b
EE(.±) y sign	441,2523 P≤0,01

4.8 Rendimiento económico de las variedades

Las variedades Airton y Syta acumulan mayor cantidad de materia seca en los frutos diferenciándose estadísticamente para las otras dos variedades (tabla 23).

Tabla 23 Rendimiento económico (g) según variedades

VARIEDADES	90 ddt
Airton	104,95 a
Syta	91,96 a
Selección X	78,39 b
Cherry	39,88 b
EE(.±) y sign	169,9590 p≤0,01

Ese comportamiento es normal para las primeras dos variedades que son híbridas y que forman frutos de mayor tamaño y se corresponde con lo planteado por Núñez Ramírez *et al* (2012), ellos manifiestan que el contenido de materia seca va incrementándose a mayor edad de la planta y corroborando por

Heuvelink, Bakker, Elings, Kaarsemaker, y Marcelis, L.F.M. (2005) mostrando resultados similares al evaluar densidades de siembra en la población en tomate.

4.9 Índice de cosecha de las variedades

La variedad Syta manifiesta un mayor índice de cosecha (0,46) diferenciándose estadísticamente de las otras variedades, mientras que la selección X y Cherry no difieren entre ellos (tabla 24). Según valores reportados por la FAO (1987), manifiesta que los índices obtenidos en Syta y Airton son adecuados para el cultivo del tomate; sin embargo, los reportados para Selección X y Cherry resultan bajos para el cultivo, dado que sólo el 24 y 22 % de la materia seca total producida por la planta corresponde al fruto agrícola. El índice de cosecha (IC) mayor fue de 0.46, menor al reportado por Heuvelink y Buiskool (1995) con valores de 0.60, mientras que Hao y Papadopoulos (2002) reportan IC de 0.70.

Tabla 24. Índice de cosecha de cada variedad

VARIEDADES	90 ddt
Airton	0,36b
Syta	0,46 a
Selección X	0,24 c
Cherry	0,22 c
EE(.±) y sign	0,0017 $P \leq 0,001$

4.10 Componentes del rendimiento en diferentes variedades de tomate

La tabla 25 referencia los componentes del rendimiento según variedades, que para el caso del número de racimos por planta son las variedades Selección X y Cherry las de mayores valores (13 racimos por planta como promedio) con diferencias estadísticas para ($p \leq 0.001$) respecto a las otras variedades que promedian nueve y 11 racimos. Para el caso de número de frutos por planta las variedades Cherry y Selección X muestran los mayores valores con 67 y 61 frutos en promedio, aunque sin diferencias estadísticas con la variedad Syta y sí con Airton que apenas formó 25 frutos por planta.

Tabla 25. Componentes del rendimiento en tomate según variedades

Variedad	No racimos/planta	No frutos totales/planta	Peso promedio frutos (g)
Airton	9 b	25b	190.00 a
Syta	11 ab	46,5ab	160.00 a
Selección X	13,25 a	61a	80.00 b
Cherry	13,5 a	67a	20.00 c
EE(±) y Sign	0,66 ***	5,73 ***	0,004

El número de frutos por planta obtenidos en Cherry y Selección X resultan muy buenos para el cultivo del tomate. El mayor peso de frutos se obtiene en las variedades Airton y Syta con 190 y 160 g y que están en el orden de los reportados por León (2009), quien reporta medias en peso de frutos desde 158 a 190g. No se encontró diferencia estadística entre estas variedades pero si con Selección X y Cherry que fue la de menor peso por fruto, lo cual se justifica por la

compensación fisiológica de los componentes del rendimiento, donde resulta que las variedades que producen más frutos generalmente logran menor peso promedio de los mismos; datos que fueron similares a los obtenidos en esta investigación.

4.11 Rendimiento por planta (kg) de las variedades

La variedad Syta obtiene mayor rendimiento por planta (7,29kg) con diferencias estadísticas respecto a las demás variedades y en el orden de seis unidades más que la variedad Cherry que fue la de menor rendimiento con 1,27kg (Tabla 26). En la Selección X las plantas producen más que Airton, aunque sin diferenciarse estadísticamente, siendo ésta una variedad híbrida comercial. Esto es un excelente indicador a tener en cuenta en el proceso de selección y purificación del material genético con vistas a que se pueda convertir en una variedad registrada. Se observa que Selección X tiene diferencias estadísticas con la variedad Cherry. Los rendimientos obtenidos en Syta y Selección X superan los rendimientos reportados por Carrillo y Jiménez (2001) los que obtuvieron 3,5 kg por planta en la variedad Gabriela.

Tabla 26. Rendimiento por planta (kg) en Tomate

Tratamientos	Medias
Airton	4,67 b
Syta	7,29 a
Selección X	5,32 b
Cherry	1,27 c
EE(±) y Sign	0,34 p≤0,001

4.12 Rendimiento agrícola (t/ha.)

La variedad Syta obtiene un rendimiento de más de 150 toneladas por hectárea (Tabla 27) diferenciándose estadísticamente de las demás variedades. Esos valores resultan muy buenos para *Lycopersicum* en estas condiciones, lo cual corrobora que es factible la producción comercial de tomate bajo invernadero en la Amazonía Ecuatoriana. Le sigue la Selección X con 110 t/ha que también resulta un buen rendimiento para estas condiciones, sin diferencias estadísticas con Airton y sí con la variedad Cherry que reporta los menores rendimientos. La variedad Cherry se ve afectada por el poco tamaño y peso de sus frutos, pero que al tener como utilidad fundamental su presencia en la mesa como fruta fresca entera para un mercado selecto y, producir la variedad un alto número de frutos por planta, la hace muy competitiva aún con ese bajo rendimiento agrícola. Las tres primeras variedades son superiores en rendimiento a los que cita Moya *et al.* (2001) respecto a la variedad Sapo grande que produce 43 ton/ha.

Tabla 27. Rendimiento agrícola (ton/ha.) en tomate

Tratamiento	Medias
Airton	96,47 b
Syta	151,73 a
Selección X	110 b
Cherry	26,19 c
EE(±) y Sign	5,63 $p \leq 0,001$

4.13 Resultado del análisis bromatológico de cuatro variedades de tomate

Los resultados del análisis bromatológico a los frutos (tablas 28 y 29) obtenidos en base fresca y base seca permiten conocer la composición de los mismos. Se observa que el contenido de grasas, hidratos de carbono y humedad perdida durante el secado no varían de manera significativa de una variedad a otra (tabla 29). El contenido de proteína más bajo se aprecia para la variedad Syta; sin embargo, esta variedad y la Cherry son las más ricas en fibra. El mayor contenido de cenizas se obtuvo para las variedades Syta y X, lo cual puede deberse a la presencia de mayor cantidad de sales de calcio, magnesio, sodio y potasio.

Tabla 28. Análisis bromatológico de las cuatro variedades de tomate en base húmeda

Variedades	% Proteína (N*6,25)	Azucres Totales 0 Brix	% Grasa total	% Fibra	% Ceniza	% Materia orgánica	ELN Hidratos de carbono
Airton	0,91	5,5	0,09	0,74	0,40	99,60	5,62
Syta	0,59	5,5	0,06	0,61	0,46	99,54	3,90
Selección X	0,66	6	0,07	0,51	0,46	99,54	3,88
Cherry	0,78	6,5	0,08	0,77	0,26	99,74	4,62

Los resultados corresponden al análisis en base húmeda

Tabla 29. Análisis bromatológico de las cuatro variedades de tomate en base seca

Variedades	% Proteína (N*6,25)	% Grasa total	% humedad	% Fibra	% Acidez Exp. Ac. citrico	ELN Hidratos de carbono	% Ceniza	% materia orgánica	pH (20.4°C)
Airton	11,74	1,12	92,23	9,55	0,06	72,35	5,23	94,77	4,19
Syta	10,48	1,02	94,37	10,5	0,092	69,32	8,22	91,78	4,40
Selección X	11,80	1,18	94,42	9,18	0,04	69,55	8,34	91,66	4,26
Cherry	11,96	1,3	93,48	11,2	–	–	4,00	96	70,96

Los resultados corresponden al análisis en base seca

4.14 Costos de producción de tomate bajo invernadero en las condiciones donde se desarrolló el experimento

Los costos de producción indican que sin contar la instalación del invernadero, se incurre en un total de gastos de USD 530,60. Si se considera que la producción en esa área fue de 1600 Kg de frutos frescos de buena calidad y que el precio minorista en el mercado está en el orden de USD 0,70 el kilogramo, se puede concluir que hay una ganancia bruta de USD 590,00 por lo cual se confirma que resulta factible producir tomate en estas condiciones.

Tabla 30. Costos de producción del tomate bajo invernadero para el experimento

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
Semilla	Plántulas	256	0,10	25,6
Preparación del suelo	Jornales	6	15,00	90,00
Trasplante	Jornales	1	15,00	15,00
Tutorado	Jornales	2	15,00	30,00
Deschuponado	Jornales	12	15,00	180,00
Fertilización foliar	Jornales	2	15,00	30,00
Deshierbe	Jornales	3	15,00	45,00
Compost	Sacos	18	2,50	45,00
Fertilizante foliar	Bolsa	1	10,00	10,00
Cosecha	Jornales	4	15,00	60,00
			Total	USD 530,60

5. CONCLUSIONES

1. La variedad Cherry muestra mejor comportamiento en los indicadores en grosor del tallo, número de hojas y potencial fotosintético, lo que le permite un mayor número de racimos por planta y de frutos por racimo.
2. La variedad Airtón produce frutos de mayor peso promedio lo que contribuye a que obtenga un mayor rendimiento económico hasta los 90 ddt.
3. Los altos valores obtenidos en indicadores fisiológicos como tasa de asimilación neta (TAN) e índice de productividad foliar (IPF), hacen que la variedad Syta tenga mayor rendimiento biológico, por planta y agrícola.
4. La Selección X produjo mayor área foliar y rendimiento biológico, mostrando valores intermedios respecto a las demás variedades en los demás indicadores
5. La variedad Cherry resultó la de menores valores en indicadores tan importantes como: tasa de asimilación neta (TAN), índice de productividad foliar (IPF), rendimiento biológico (RB), económico (RE) e índice de cosecha (IC), así mismo en número de racimos por planta, peso promedio de los frutos, rendimiento por planta y rendimiento agrícola.

6. RECOMENDACIONES

1. Para próximas investigaciones se recomienda continuar con el estudio de la variedad Syta que fue la de mejores indicadores productivos.
2. Continuar el proceso de selección y estudio de genotipos de tomate autóctonos de la Amazonia en invernadero y a campo abierto para conocer su comportamiento, a la vez que se mejoran sus indicadores morfofisiológicos y productivos
3. Estudiar el comportamiento de la variedad Cherry a campo abierto donde es posible manifieste su potencial dada la rusticidad natural que posee y que no mejora al cultivarse en condiciones controladas.

7. RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) y consistió en el estudio de cuatro variedades de tomate (dos híbridos, una variedad amazónica y una selección a partir de esta última) en condiciones de manejo agroecológico en invernadero. Se evaluaron los principales indicadores morfológicos, fisiológicos y productivos. Se demuestra que resulta posible la producción de tomate en esta Región de la Amazonía Ecuatoriana con adecuados resultados y favorable balance económico.

Palabras claves: Variedades, tomate, manejo agroecológico, Amazonía.

8. SUMMARY

The work was developed in the Centre of research, postgraduate and Amazon conservation (CIPCA) and consisted of the study of four varieties of tomato (two hybrids, a variety of Amazon and a selection from the latter) in agro-ecological management in greenhouse conditions. The main morphological, physiological and productive indicators were evaluated. Shown that tomato production is possible in this Region of the Ecuadorian Amazon with adequate results and favourable economic balance.

Key words: varieties, tomato, agroecological management, Amazon.

BIBLIOGRAFIA

1. AAIC, 2003. Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar, Producción de tomate en invernadero. (En línea). Consultado el 20 de Junio del 2009. Disponible: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manuales/Manua_Cultivo_tomate.pdf
2. ALASKA S.A, 2010. Catálogo de productos agrícolas. Detalle de Productos. Tomate híbrido Alambra. (En línea). Consultado el 30 septiembre del 2010. Disponible en <http://www.imporalaska.com>
3. Alemán, R.; Bravo, C.; Mercedes, Oña (2014): Posibilidades de producir hortalizas en la Región Amazónica del Ecuador, provincia de Pastaza. Centro agrícola, 41(1): 67-72; enero-marzo, 2014. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.
4. Alemán, R.; Domínguez, J.; Rodríguez, Y.; Soria, Sandra (2015): comportamiento del cultivo del tomate en invernadero y manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonia Ecuatoriana. Centro agrícola, 42(1): 17-21; Enero marzo, 2015. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.
5. Carrillo, R.J; JIMENEZ, B.F.2001."Evaluacion del potencial productivo de tomate F1- 6x14 en condiciones de fertirriego en invernadero". In: Memoria del XII Congreso Nacional de Investigación y desarrollo tecnológico Agropecuario. Ed. Conkal, Yucatán (México)
6. Chemonics, I. 2008. Manual del Cultivo de Tomate, Programa de Diversificación Hortícola, Nicaragua. Pp 26.

7. Cordero, F. 2001. El Cultivo del Tomate Riñón. Cultivos controlados. Volumen 6, Ecuador. Pp 34.
8. Corpeño, 2004. Manual de Cultivo del Tomate. El Salvador. Pp 56-60.
9. De Koning, A.N.M. 1989. Development and growth of a commercially grown tomato crop. Acta Horticulture 260: 267-273.
10. Del Busto, E. 2001. El cultivo de *Lycopersicum esculentum* Mill, (Tomate) y la experiencia cubana en la tecnología de cultivos protegidos. La Habana, Cuba. Pp 6.
11. Escudero, P. 2004. Evaluación de la Competitividad del sistema agroalimentario del tomate riñón. (en línea). SICA. Ecuador. Consultado 2008. Disponible en la-
URL: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles/productos/tomate.pdf>
12. FAO. 2010. (En línea). Consultado 18 de julio del 2015. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/bpa/tomate.htm>.
13. Fernando V. Barraza, Gerhard Fischer y Carlos E. Cardona (2004) Estudio del proceso de crecimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum Esculentum* Mill) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Agronomía Colombiana, 22(1):81-90.
14. Fidel Núñez –Ramírez, Raúl Leonel Grijalva-Contreras, Rubén Macías-Duarte, Fabián Robles-Contreras y Carlos Ceceña-Duran.(2012). Crecimiento, acumulación y distribución de materia seca en tomate de

invernadero. Revista de ciencias biológicas y de la salud Volumen XIV, (3):25-31.

15. Garza, M., y Velásquez, M. (2008,17 de diciembre). Manual de producción de tomate bajo invernadero. Disponible en www.ni.gob.mx/pics/pages/da_publicaciones.../manualinvernaderos.pdf
16. Gómez, C., C. Buitrago, M. Cante y B. Huertas. 1999. Ecofisiología de papa (*Solanum tuberosum*) utilizada para consumo fresco y para la industria. Revista COMALFI 26(1-3), 42-55.
17. Gutiérrez, C.; P. Castillo; T. Laguna; M. Molina; D. Padilla & A. Rojas. 2004. Guía MIP en el cultivo de tomate (en línea). Managua. Consultado 2008. Disponible en la URL: http://www.inta.gob.ni/guias_pdf/tomate_mip.pdf.
18. Hao, X. and A. P. Papadopoulos. 2002. Growth, photosynthesis and productivity of greenhouse tomato cultivated in open or closed rockwood systems. Can. J. Plant Sci. 82: 771-780.
19. Heuvelink, E. 1995. Growth, development and yield of a tomato crop: Periodic destructive measurements in a greenhouse. Scientia Horticulturae 61: 77-99.
20. Heuvelink, E. and M. Dorais. 2005. Crop growth and yield. pp. 85-144. In: Heuvelink (ed.). Tomatoes. CAB Publishing. Wallingford, UK.
21. Heuvelink, E., Bakker, M.J., Elings, A., Kaarsemaker, R y Marcelis, L.F.M. 2005. Effect of leaf area on tomato yield. Acta Horticulturae. 691:43-50. http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/.../chamorro_cristian.pdf

<http://www.netafim.ec/>

22. Huerres, Consuelo (2005): Indicaciones técnicas para la producción de hortalizas de la agricultura urbana. Universidad Central de las Villas, Cuba.
23. INIAP, 2001. Respuesta de seis híbridos de tomate Riñón (*Lycopersicum esculentum*), a dos distancias de siembra bajo invernadero, con manejo orgánico. El Altar-Chimborazo (En línea). Consultado 7 de agosto 2010. Disponible en: <http://mail.iniapecuador>.
24. Jaramillo 2007. Producción de Tomate bajo Condiciones Protegidas.
25. Jaramillo, J.; V. Rodríguez; M. Guzmán; M. Zapata; T. Rengifo. 2007. Manual técnico: buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (en línea).
26. Jarma, A.; C. Buitrago y S. Gutiérrez. 1999. Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente. Revista COMALFI 26(1-3), 62-73.
27. Jones, J. J., Jones. R., Stall & T. Zitter. 2001. "Plagas y enfermedades del tomate", The American Phytopathological Society, Traducido por M. Jiménez y Revisado por R. Jiménez, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp: 25-30.
28. Jones, J.B. 1998. Tomato Plant Culture: in the field, greenhouse, and home garden. CRC. Boca Raton. U.S.A. p. 200.
29. León 2009 evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (*solanum lycopersicum*) bajo invernadero en Quichinche – Otavalo. en línea). Consultado 24 de mayo del 2010.

Disponible en: <http://zimatlan.org/.../produccion-de-tomate-orgánico-en-invernadero/>

30. Lobo M. A. y Jaramillo V. J. (1984). *Tomate*. En: *Hortalizas Manual de asistencia Técnica*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. P. 41-47.
31. Miller, J. & Tanksley, S. 1990. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. *Theoretical and Applied Genetics*. 80:437-448
32. Netafim 2010. (En línea). Consultado el 28 de julio del 2010. Disponible en
33. Nuez, F. (2001), *Cultivo del Tomate* Riñón. España Proyecto SICA (Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). Base de Datos del III Censo Agropecuario (en línea). Ecuador.
34. Nuez, F. 1995. *El cultivo de tomate*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, ES. pp 190-219.
35. Olimpia G, 2001. *Mejora genética y manejo del Cultivo del Tomate para la Producción en el Caribe*. La Habana. Cuba. Pp 159.
36. Paredes, E. 2009 *Análisis de los principales cultivos agrícolas del Ecuador*. Instituto Nacional de Capacitación Campesina. Quito. Pp. 56.gov.ec/isis/view_detail.php?mfn=2317&qtype=query&dbinfo=TESIST&words=HIBRIDOS
37. Peil, R. y Gálvez, J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. *Agrociencia* 11: 05-11.

38. Pratta, G.; Cánepa, L.; Zorzoli, R. & Picardi, L. 2003. Efecto del germoplasma silvestre sobre caracteres de interés agronómicos en híbridos intra e interespecíficos del género *Lycopersicon*. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. (3):13-21. Junio de 2003
39. Quillota, F. 2003. Efecto de la aplicación foliar de óxido de calcio sobre la clorosis marginal en hojas jóvenes de tomate cv. Fortaleza bajo invernadero frío. (En línea). Consultado 18 de mayo del 2010. Disponible en
40. Rodríguez, G.; Pratta G.; Zorzoli R. & Picardi, L. A. 2005. Caracterización de la generación segregante de un híbrido de tomate con genes nory silvestres. Pesq. agropec. bras. 40(1):41-46.
41. Rodríguez, R. *et al.*, 2001 Cultivo Moderno del Tomate. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 2º Edición. pp.
42. Rojas. 2010. Manual de biolesrina. 46-53 pág. Disponible en www.slideshare.net/ocelotlunam/manual-de-biolesrina. (Consultado agosto 2015).
43. Rosas, A. 2003. Agricultura Orgánica Práctica, 1ed. Arístides Gómez. Colombia. Pp 283.
44. Santacruz, G. 2003. Compendio de Agronomía. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 656 p.

45. Santiago, J., Mendoza y Borrego, F. Evaluación de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en invernadero , criterios fenológicos y fisiológicos , agronomía mesoamericana, 1998, vol 9 p. 59-65.
46. Schwartz, D. y Kläring, H.P. 2001. Allometry to estimate leaf area of tomato. *Journal of Plant Nutrition*. 24:1291- 1309.
47. Tabaré, A. & Berretta, A. 2001. Conservación de recursos genéticos ex situ. En: Pocisur. IICA (Eds.). Estrategia en Recursos Fitogenéticos Para los Países del Cono Sur. IICA., Montevideo. pp. 91-94. Tomate en Invernadero, (En línea). Consultado el 20 de julio del 2011. Disponible en: <http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11199/El%20cultivo%20de%20tomate%20ri%C3%B1%C3%B3n%20en%20invernadero.pdf>.
48. Veracruz, M. 2008. Monografía del Tomate. Jalisco México. Pp. 45. (En
49. Villarroel, F. 1997. Introducción a la botánica sistemática. Universidad Central del Ecuador. Pp 291
50. Zeidan, O. (2005). *Tomato production under protected conditions*. Israel: Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. 99 p.