

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS**  
**FORESTALES Y VETERINARIAS**  
**"DR. MARTÍN CÁRDENAS"**



**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 75 HÍBRIDOS DE TOMATE**  
**(*Solanum lycopersicum* Mill.) EN EL VALLE BAJO DE COCHABAMBA**

TESIS DE GRADO PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

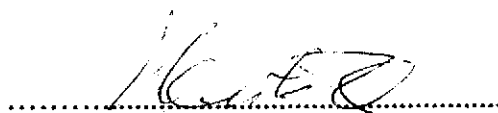
**ZULMA CANLLAVI ZABALA**

**COCHABAMBA-BOLIVIA**

2012

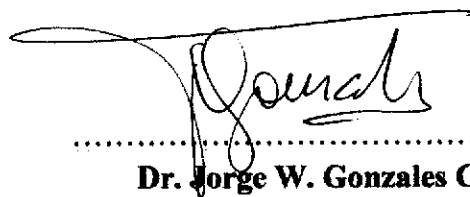
## HOJA DE APROBACION

El presente trabajo de tesis fue revisado y aprobado por el siguiente tribunal



Ing. Agr. M.Sc. Juan Herbas B.

TRIBUNAL



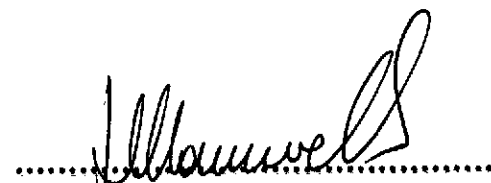
Dr. Jorge W. Gonzales C.

TRIBUNAL



Ing Agr. Emiliana Choque C.

TRIBUNAL



V<sup>o</sup>B<sup>o</sup> Ing. M. Sc. Juan Villarroel Soliz

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

AGRICOLAS PECUARIAS FORESTALES Y VETERINARIAS

Ser excelente es hacer las cosas,  
No buscar razones para demostrar  
Que no se pueden hacer.

Ser excelente es comprender  
Que la vida no es algo que se  
Nos da hecho,  
Si no que tenemos que producir  
Para alcanzar el éxito.

Ser excelentes es trazarse un plan  
Y lograr los objetivos deseados.  
A pesar de todas las circunstancias  
Ser excelente es saber decir **“me equivoqué”**

De Facundo Cabral

**DEDICATORIA:**

**Con mucho cariño y un agradecimiento muy  
Especial a mis Padres Roberto y María Adela  
Por su amor, comprensión e inculcarme  
Valores de vida.**

**Un agradecimiento especial a mi hermano  
Edwin por brindarme el constante apoyo  
Aliento y amor.**

**Con mucho cariño a mis abuelitos (+) y  
Tíos por su apoyo incondicional.**

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado gracias al apoyo de instituciones y personas a las cuales debo mis más sinceros agradecimientos.

Mis agradecimientos más profundos y sinceros a mi padres y mi hermano por el apoyo y empuje que siempre le dieron a mi formación profesional sin el cual no hubiese sido posible dar este paso muy importante en mi vida.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Dr. Martin Cárdenas" de la Universidad Mayor de San Simón, a todo el personal docente y administrativo, por mi formación profesional.

A todo el plantel técnico y administrativo del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas, por el apoyo técnico y la sincera amistad que me brindaron durante la realización del presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento muy especial a mis tres asesores, que gracias al apoyo de ellos, pude realizar y terminar mi trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial al Ing. Juan Herbas B. por brindarme el tema de tesis y por toda su colaboración en la realización y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Jorge González C. por su amistad, su comprensión y paciencia, por la orientación prestada durante la ejecución del trabajo.

A la Ing. Emiliana Choque C. por su amistad, su comprensión y quién me colaboró desinteresadamente en la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mis amigas (os): Silvia S., Susi Q., Noemí, Deysi, Limbert, Olvis, Franklin, Joaquín, Eiber, Freddy Camacho y al grupo de los viejitos y compañeros de estudio por compartir los momentos más lindos de mi vida como estudiante.

A mis tío(a)s: Mario, Agripino, Marcial, Constantina, Teresa, M. Elena, primos a todos mis más sinceros agradecimientos.

Y a todos los que me dieron sus consejos y opiniones sobre el presente trabajo

Muchas Gracias.

## CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.2. Hipótesis .....	2
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Origen .....	3
2.2. Situación taxonómica.....	3
2.3. Botánica del tomate .....	3
2.4. Valor nutricional.....	5
2.5. Fases fenológicas del tomate .....	6
2.6. Requerimiento del cultivo .....	7
2.7. Manejo del cultivo.....	10
2.8. Control de plagas y enfermedades.....	11
2.9. Cultivo en invernadero.....	13
2.10. Fitomejoramiento.....	13
2.11. Rendimiento mundial de tomate.....	16
2.12. Producción de tomate en Bolivia.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1. Características generales de la zona.....	20
3.2. Materiales.....	22
3.3. Factores de estudio y diseño experimental.....	23
3.4. Métodos y procedimientos .....	24
3.5. Labores culturales.....	26
3.6. Cosecha.....	29
3.7. Variables de respuesta .....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Variables de respuesta .....	32
4.1.1. Peso total de fruto por planta (g) .....	36
4.1.2. Peso promedio de fruto (g).....	40
4.1.3. Diámetro de fruto (mm) .....	43
4.1.4. Altura de fruto (mm).....	46

4.1.5. Número de frutos por planta.....	48
V. CONCLUSIONES .....	51
VI. BIBLIOGRAFIA .....	52
VII. ANEXOS .....	56

**INDICE DE FIGURAS****PÁGINA**

Figura 1. Flor de tomate con sus respectivas características florales.....	4
Figura 2. Híbrido F1 es el producto resultante del cruzamiento entre dos líneas diferentes .....	14
Figura 3. Zonas de Producción de Tomate en Bolivia.....	18
Figura 4. Ambientes del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas .....	20
Figura 5. Invernadero tipo      donde se implemento en el presente trabajo de investigación.....	21
Figura 6. Distribución de macetas en invernadero.....	25
Figura 7. Trasplante de plantines en macetas de plástico dentro el invernadero.....	26
Figura 8. Tanque de aspersion con bomba, de 100 Lt. de capacidad. e insecticida utilizado en el ensayo.....	29
Figura 9. Cosecha realizada de las 75 accesiones de tomate con sus respectivas etiquetas.....	30
Figura 10. Peso total de fruto/planta de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) para cada híbrido utilizado en el ensayo.....	36
Figura 11. Representación grafica del Peso total de fruto/planta de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.....	37
Figura 12. Peso promedio de fruto de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.), para cada híbrido utilizado en el ensayo.....	40
Figura 13. Representación grafica del Peso promedio de fruto (g) de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.....	41
Figura 14. Promedio del diámetro de fruto (mm) de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.), para cada híbrido utilizado en el ensayo.....	43

Figura 15. Representación grafica del diámetro de fruto de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), de los nueve híbridos con mayor promedio.....	45
Figura 16. Promedio de la altura de fruto de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), para cada híbrido utilizado en el ensayo.....	46
Figura 17. Representación grafica de la altura del fruto de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.....	47
Figura 18. Promedio del número total de frutos/planta de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	48
Figura 19. Representación grafica del número de frutos por planta de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.....	49

**INDICE DE CUADROS****PÁGINA**

Cuadro 1. Cantidad de fertilizantes utilizados para 1000 litros de solución nutritiva en tomate indeterminado en invernadero.....	14
Cuadro 2. Principales países productores de tomate en las campañas 2008-2009 (expresado en tonelada).....	16
Cuadro 3. Producción y rendimiento de tomate en Bolivia en las campañas agrícolas 2010-2012.....	18
Cuadro 4. Producción de tomate en Bolivia (superficie y rendimiento).....	19
Cuadro 5. Características del agua de riego utilizado en el ensayo.....	21
Cuadro 6. Cantidad de fertilizantes utilizados durante el estadio fenológico del cultivo.....	27
Cuadro 7. Pesticidas utilizados para el control de las diferentes plagas del cultivo.....	29
Cuadro 8. Análisis de varianza para las variables de respuesta: peso total/planta (g), peso/fruto (g), evaluadas en el ensayo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.).....	32
Cuadro 9. Prueba de Duncan de las variables correspondientes a: peso total/planta (g), peso/fruto (g), , diámetro de fruto (mm), y altura de fruto (mm), y numero de frutos para los 75 híbridos de tomate utilizados en el ensayo .....	33
Cuadro 10. Prueba de Duncan de las variables correspondientes a: peso total/planta (g), diámetro de fruto (mm), y altura de fruto (mm), para los 75 híbridos de tomate utilizados en el ensayo.....	34
Cuadro 11. Rendimiento mayor a 70 t/ha de cinco híbridos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) evaluadas en el ensayo.....	39

## RESUMEN

El tomate, al ser una hortaliza muy importante para el consumo diario, además de ser fuente importante de nutrientes y vitaminas A y C para el consumidor ha adquirido una gran importancia económica y nutricional. En Bolivia el cultivo de tomate ocupa un lugar privilegiado en la alimentación de la población; sin embargo, debido a los diversos factores adversos, como el uso de semilla de mala calidad, factores ambientales adversos y el ataque de plagas y enfermedades, los mismos no logran rendimientos elevados repercutiendo en pérdidas económicas para los agricultores.

Con el objetivo de evaluar agronómicamente los 75 híbridos de tomate producto del cruzamiento de accesiones del Banco de Germoplasma en condiciones de invernadero, se instaló un ensayo en la localidad de Villa Montenegro, provincia de Quillacollo del departamento de Cochabamba utilizando el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Los resultados logrados en el estudio muestran que los 75 híbridos tienen un comportamiento estadísticamente diferente. Donde los híbridos D1417, D913, D152, D216 y D213 alcanzaron los rendimientos más elevados con 82.65, 75.75, 73.50 y 70.2 t/ha de rendimiento respectivamente, los mismos que son estadísticamente superiores al resto de los híbridos estudiados. Por otro lado los híbridos D1517 y E1715 reportaron significativamente los mayores pesos de fruto con 116.2 y 104.6 g/fruto en comparación a los restantes híbridos estudiados. Los mayores diámetros de fruto fueron logrados con los híbridos E1513 y E1517 con valores de 62.27 y 61.59 mm respectivamente. Finalmente los híbridos D179 y D173 mostraron las mayores alturas de fruto con 49.65 y 49.08 mm en comparación con los otros híbridos estudiados.

**Palabras claves:** tomate, híbridos, *Solanum lycopersicum* Mill.

## ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) is an important vegetable crop for human daily consumption. In Bolivia it has become an important source of vitamins and minerals and also it is an economically important vegetable crop. Because of environmental and biological constraints, the tomato yields are very low. With aim to study the agronomic performance under nursery conditions, 75 F1 hybrids were planted at Villa Montenegro National Research Center of Vegetable Crops in Quillacollo Province of Cochabamba - Bolivia (17° 22' S and 69° 19' W and 2500 m of altitude) . The experiment was established under Complete Randomized Bloc Experimental Design with four reps. The results show that all the hybrids were statistically different. Among them, the D1417, D913, D152, D216 y D213 Hybrids gave the higher yields (82.65, 75.75, 73.50 y 70.2 t/ha, respectively) and are statistically ( $p \leq 0.05$ ) similar and higher than the other hybrids studied. On the other hand, the D1517 (116.2 g ) and E1715 (104.6 g) hybrids showed the higher fruit weight. The higher fruit diameter was reported by E1513 y E1715 hybrids (62.27 and 61.59 mm of diameter) whereas the D179 y D173 hybrids reported the higher fruit height (49.65 and 49.08 mm) among the hybrids studied.

**Keywords:** Tomato, hybrids, *Solanum lycopersicum* Mill.

## CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Hipótesis.....</b>	<b>2</b>
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Origen.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Situación taxonómica .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. Botánica del tomate.....</b>	<b>3</b>
2.4. Valor nutricional.....	5
<b>2.5. Fases fenológicas del tomate .....</b>	<b>6</b>
<b>2.6. Requerimiento del cultivo .....</b>	<b>7</b>
<b>2.7. Manejo del cultivo .....</b>	<b>10</b>
2.8. Control de plagas y enfermedades.....	11
2.9. Cultivo en invernadero .....	13
2.10. Fitomejoramiento .....	13
2.11. Rendimiento mundial de tomate.....	16
2.12. Producción de tomate en Bolivia.....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Características generales de la zona.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Factores de estudio y diseño experimental .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4. Métodos y procedimientos .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5. Labores culturales .....</b>	<b>26</b>
<b>3.6. Cosecha .....</b>	<b>29</b>
<b>3.7. Variables de respuesta .....</b>	<b>30</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>32</b>
4.1. Variables de respuesta.....	32
4.1.1. Peso total de fruto por planta (g) .....	36
4.1.2. Peso promedio de fruto (g) .....	40
<b>4.1.3. Diámetro de fruto (mm).....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.4. Altura de fruto (mm).....</b>	<b>46</b>
4.1.5. Número de frutos por planta.....	48
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>

VI. BIBLIOGRAFIA .....	52
VII. ANEXOS .....	56



## I. INTRODUCCION

El tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) por su adaptabilidad y versatilidad es la hortaliza más importante, para el consumo diario y además de ser fuente importante de nutrientes y vitaminas A y C para el consumidor. En la actualidad este cultivo ha adquirido una gran importancia económica en todo el mundo. En Bolivia el cultivo de tomate ocupa uno de los lugares más privilegiados en la alimentación humana. Sin embargo, la producción tiende a bajar debido a diversos factores como él; uso de semillas de mala calidad, variedades de bajo rendimiento, baja adaptabilidad a condiciones ambientales, plagas y enfermedades, además la falta de apoyo técnico. Lo que representa en pérdidas económicas para el agricultor.

Un atractivo de cualquier producto para el consumidor es su diversidad de usos. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una gran variedad de tipos. Existen variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza), variedades destinadas para consumo en fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto (Ruiz, 2002).

Existen numerosas variedades de tomate, tanto de tipo determinado e indeterminado. El comportamiento depende del carácter genético, pero varía mucho de acuerdo a las condiciones ambientales de clima y suelo por lo que es indispensable estudiar el comportamiento regional (Van Haeff, 1992).

Según el PNS (2008), el tomate tiene un rendimiento de 18.48 t/ha que refleja un panorama desalentador en comparación con los rendimientos logrados en otros países. Por ejemplo en, EEUU (39.02 t/ha) y China (23.24 t/ha), estos rendimientos son el resultado de la utilización de híbridos y aplicación de tecnología de punta como fertirriego y manejo óptimo (SIAP-SAGARPA, 2009; FAOSTAT, 2008).

Dentro del grupo de las hortalizas de fruto el tomate se utiliza para consumo en fresco y procesado; sin embargo como ya se ha mencionado anteriormente la producción de tomate presenta limitaciones causadas por condiciones adversas de temperatura, humedad,

incidencia de plagas y enfermedades, que afectan el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto (Van Haeff, 1992).

En Bolivia, las regiones más tradicionales para el cultivo de tomate comprenden los valles mesotérmicos de Santa Cruz y Cochabamba, siendo los más representativos Saipina, San Isidro, Valle Grande, Omereque y el Valle Alto de Cochabamba.

El Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), se dedicaba a la producción de semilla híbrida de tomate la cual era exportada y comercializada por la empresa SEMINIS. Esta actividad del CNPSH fue suspendida por diversas razones, aunque sus programas de investigación continúan.

El presente estudio tiene el objetivo de evaluar agronómicamente 75 híbridos F1 de tomate producto de cruzamientos de accesiones del banco de germoplasma en condiciones de invernadero.

## **1.1. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Mejorar la productividad del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) en Bolivia mediante la utilización de híbridos de alto rendimiento.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el rendimiento de 75 híbridos de tomate generados a partir de germoplasma existente en la FCAPFyV y en el CNPSH.
- Determinar la calidad de fruto (peso total de fruto /planta, peso promedio de fruto, diámetro, longitud, forma) de 75 híbridos de tomate generados a partir de germoplasma existente en la FCAPFyV y en el CNPSH.

## **1.2. Hipótesis**

- H<sub>0</sub>: los 75 híbridos de tomate generados a partir de germoplasma existente en la FCAPFyV y en el CNPSH, presentan características agronómicas similares.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Origen

Según Vigliola (2007), el tomate es originario del continente sudamericano, más propiamente del Perú, Ecuador y Bolivia sin embargo la mayor variación varietal se encuentra en México estableciéndose como centro de origen del tomate cultivado. Fue llevado a Europa en el siglo XVI e Italia se convirtió en el primer país mejorador y consumidor.

El tomate es considerado como nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Colombia, Ecuador, Chile, Bolivia y Perú) y donde se encuentran la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Valadez, 1998).

### 2.2. Situación taxonómica

El tomate pertenece al **Orden:** Solanales, **Familia:** Solanaceae, **Clase:** Magnoliophyta, **Subclase:** Asteridae, **Género:** *Solanum*, **Especie:** *Lycopersicum* **Descriptor:** Miller (Peralta, 2000).

### 2.3. Botánica del tomate

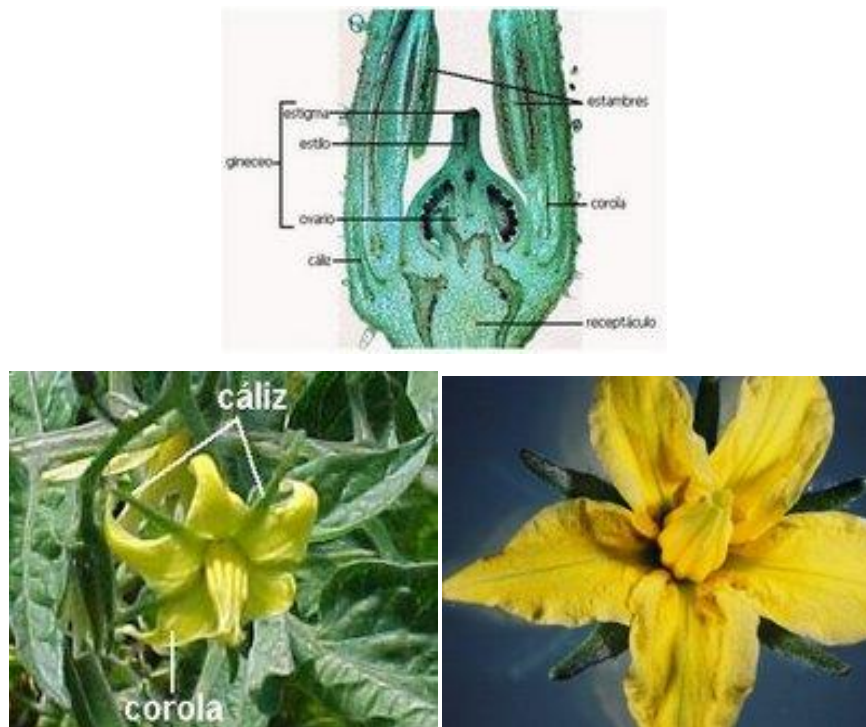
**Planta:** El tomate es una planta de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, con hábitos de crecimiento **determinado**, donde el crecimiento de la planta es limitado, tipo arbustivo, porte bajo, compactas, poseen inflorescencias apicales y su producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto; e **indeterminado**, donde el crecimiento de la planta es ilimitado con inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo; la floración, fructificación y cosecha se extienden por períodos muy largos (Jaramillo *et al.*, 2007).

**Raíz:** El sistema radical tiene como funciones primordiales la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias (Nuez, 2001).

**Tallo:** El tallo típico tiene 2-4 cm. de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. Tienen forma de cúpula y esta protegidos por las hojas recién formadas (Nuez, 2001).

**Hoja:** Las hojas del tomate son pinnada compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden a su vez ser compuestas. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. Las hojas están recubiertas de pelos del mismo tipo que los del tallo (Nuez, 2001).

**Flor:** La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 a más sépalos, de 5 o más pétalos dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de un número igual de estambres que se alternan con los pétalos y de un ovario bi o plurilocular. Las flores, en número variable, se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (Nuez, 2001).



**Figura 1. Flor de tomate con sus respectivas características florales. FUENTE:** González W. (2011).

**Fruto:** El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g, en función a la variedad y las condiciones de desarrollo. El fruto adulto del tomate está constituido, básicamente por el pericarpio el tejido placentario y las semillas (Nuez, 2001).

El tamaño final del fruto está estrechamente correlacionado con el número de semillas y el número de lóculos. El número de semillas varía, típicamente, entre 50 y 200. La correlación entre el número de semillas y el peso final del fruto es significativo para cada cultivar, pero las relaciones son distintas entre racimos de la misma planta, dependiendo también de las condiciones del cultivo (Nuez, 2001).

**Semilla:** La semilla de tomate tiene la forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5\*4\*2 mm y está constituido por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula (Nuez, 2001).

#### **2.4. Valor nutricional**

El tomate es una rica fuente de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fósforo, potasio, magnesio. Tiene un importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico (Jaramillo *et al.*, 2007).

El tomate es rico en licopeno, pigmento que le proporciona su característico color rojo, este tiene mayor proporción de este pigmento, hasta el punto de que proporciona el 90% del necesario para el organismo. El licopeno es el más potente de los antioxidantes, se ha demostrado que esta sustancia puede prevenir e incluso combatir el cáncer porque protege las células de los efectos de la oxidación. El tomate también posee el antioxidante glutatión, que ayuda a depurar el organismo de productos tóxicos e impide la acumulación de materiales pesados (Jaramillo *et al.*, 2007).

## 2.5. Fases fenológicas del tomate

**Germinación:** Es el proceso mediante el cual, a partir de una semilla, comienza el desarrollo de una nueva planta. En la germinación pueden distinguirse tres etapas: la primera, dura más de 12 h., se produce una rápida absorción de agua por la semilla. Le sigue un periodo de reposo de unas 40 h. durante el cual no se observa ningún cambio en la anatomía ni en la actividad metabólica de la semilla. Posteriormente la semilla comienza a absorber agua de nuevo, iniciándose la etapa de crecimiento asociada con la emergencia de la radícula. La germinación depende de la variedad, de las condiciones de almacenamiento de las semillas y las ambientales. La emergencia se produce una semana después de la siembra con temperaturas de 23-25°C en el suelo (Vigliola, 2007).

**Floración:** En la floración, no se detecta ninguna reducción apreciable de la producción de racimos, cuando se cultiva tomate en agua salina, ocurre la disminución drástica del número de flores por cada racimo, llegando en ocasiones al 40% del total de las flores que normalmente se venía produciendo (Chirinos *et al.*, 1995).

**Fructificación:** Dependiendo de la concentración de sal presente en los suelos, se reducirá en mayor o menor medida el número de frutos producidos por cada planta, pudiendo llegar a alcanzar reducciones del 60% respecto al total de frutos producidos con agua dulce (Chirinos *et al.*, 1995).

**Calidad de fruto:** La calidad del tomate va a depender fundamentalmente de cuál sea su destino ya que los caracteres como los sólidos solubles, azúcares reductores, acidez y pH, son importantes para tomates destinados tanto a consumo en fresco como para los destinados a la industria, pero otros como el sabor y el tiempo de vida una vez recogidos son más importantes para aquellos que son destinados al consumo en fresco (Chirinos *et al.*, 1995).

## 2.6. Requerimiento del cultivo

**Suelo:** Según Juscafresca (1977), el tomate es una planta que se adapta fácilmente a toda clase de suelos, sea cual fuere su naturaleza y propiedades físicas mientras estas sean profundas, ligeramente ácidas y ricas en materia orgánica. En las arcillas-silíceas prospera mejor que en las alcalinas y compactas. Para obtener una buena producción y frutos de alta calidad, se requiere de un terreno que permita la fácil penetración de las raíces a 80 cm de profundidad como mínimo. El suelo no debe tener capas duras o compactas ni humedad excesiva. El cultivo de tomate requiere un suelo poroso que favorezca el desarrollo adecuado del sistema radicular.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (FAO, 2002). Las características de desarrollo aéreo de cada cultivar (determinado, indeterminado) el manejo concreto y aplicado al cultivo y el tipo de suelo influyen en el crecimiento radicular (Castilla, 1985).

**Radiación:** El tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere una buena iluminación. Valores de radiación total diaria entorno a 0.85 MJ/m<sup>2</sup> son los umbrales mínimos considerados para la floración y cuajado siendo preferible mayor iluminación en menor periodo de tiempo que iluminaciones más débiles durante más tiempo (Nuez, 2001).

**Temperatura:** El tomate es una planta termo periódica, creciendo mejor con una temperatura variable que constante que varía con la edad de la planta. Diferencias térmicas noche/día de 6 a 7°C son óptimas citado (Nuez, 2001).

La temperatura influye en la distribución de los asimilados. Durante las fases de crecimiento vegetativo una temperatura alta (25°C) favorece el crecimiento foliar a expensas del ápice, mientras que a una temperatura baja (15 °c) ocurre lo contrario (Nuez, 2001). Las altas temperaturas (26/20°C) durante la fructificación provocan caída de flor y limitan el cuajado (30/20°C), tal como han descrito (Stevens y Rudich, 1978).

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 °c durante el día y entre 1 y 17 °c durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°c afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°c también originan problemas en el desarrollo de la planta (FAO, 2002).

**Humedad del aire:** En el cultivo de tomate la humedad relativa de aire inferior al 90% son deseables, pues valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades criptogámicas; especialmente *Botrytis* (Hurd y Sheard, 1981), siendo los óptimos valores del 70 al 80 %. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate, valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la evapotranspiración (ET), reducen la absorción de agua y nutrientes.

**Riego:** Para poder regar, se debe tomar en cuenta la facilidad de manejo, posibilidad de fertirrigar y la mayor eficiencia del uso del agua (Nuez, 2001). El método de riego que mejor se adapta al tomate es el riego por goteo, para lograr el aporte de agua y nutrientes en función de estado fenológico de la planta y ambientales (FAO, 2002).

Rodríguez (1997), sostiene que la estimación de las necesidades de agua del cultivo de tomate es difícil de generalizar dada la cantidad de factores que actúan sobre el mismo, no obstante las normas generales podemos citarlas:

- Entre el transplante y la aparición del primer racimo los riegos han de ser más escasos (15 días en promedio).
- Paulatinamente se irán aumentando hasta llegar al máximo cuando la planta haya adquirido un tamaño de 2m y tenga 4 racimos ya formados, dependiendo de las condiciones climáticas y del suelo.

### **Riego por goteo**

Según Fusades (1990), en el sistema de riego por goteo, se debe tomar en cuenta el diseño hidráulico del sistema de bombeo y las condiciones prácticas del lugar donde se instale el sistema.

Una de las grandes ventajas de este sistema es la eficiencia en la aplicación de agua, por lo que con pequeñas fuentes se puede establecer este cultivo. De acuerdo con el tipo de suelo donde se establezca, así será el intervalo de riego.

Señala Fusades (1990), que en los problemas por el abastecimiento de agua debido a la carencia, exceso o variación brusca pueden presentarse las siguientes sintomatologías en el cultivo:

Exceso de agua: frutos verdes y maduros se rajan debido a la turgencia de las células, mayor susceptibilidad a enfermedades fungosas y bacteriosas, exceso crecimiento apical y poco desarrollo de tallo.

Deficiencia de agua: caída de frutos y flores, coloración amarilla a violácea, se detiene el crecimiento vegetativo, específicamente en puntos apicales y en el fruto, necrosis en puntas de hojas y extremos apicales

### **Fertirriego**

Domínguez (1993), menciona que la fertirrigación es la aplicación de los fertilizantes y más concretamente, los elementos nutritivos en el riego como medio para la distribución de estos elementos nutritivos. Para ello se utiliza el agua como vehículo, al estar los elementos disueltos en la misma, con esta práctica lo que se hace es regar con una solución nutritiva ya sea de forma continua o intermitente.

**Solución Nutritiva:** Se aplica en todos los riegos, sin tener alternancia con agua sola. La concentración de fertilizantes varía según el estado fenológico de planta. Los elementos mayores como Nitrógeno, Fósforo y Potasio se suministran a partir de los fertilizantes como Nitrato de Calcio, Nitrato de Magnesio, Sulfato Magnesio y Potasio, Acido Fosfórico. Se cuida en especial el suministro de micronutrientes que son esenciales para amarre, firmeza y calidad de frutos, todos suministrados por el sistema de riego como se menciona en el cuadro 1.

Se inicia la fertirrigación aplicando 17-17-17 que tiene una relación 1:1:1 mas ácido fosfórico en la etapa de transplante a primera floración. En etapa formación de fruto se disminuye el nitrógeno y se incrementa potasio, fósforo, calcio y magnesio (Nuño, 2007).

**Cuadro 1. Cantidad de fertilizantes utilizados para 1000 litros de solución nutritiva en tomate indeterminado en invernadero**

FERTILIZANTE APLICADO	FORMULA	CANTIDAD/1000 Lt. DE AGUA	DEPOSITO 2500 Lt. AGUA
Acido fosfórico	$H_3PO_4$	175 ml.	437 ml.
Nitrato de calcio	$Ca(NO_3)_2$	1,228 gr.	3,070 gr.
Sulfato de magnesio	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	760 gr.	1,900 gr.
Sulfato de potasio	$K_2SO_4$	551 gr.	1,378 gr.
Nitrato de Magnesio	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	605 gr.	1,513 gr.
Triple 15	15-15-15	1,500 gr.	3,750 gr.
Micronutrientes	Mn, B, Zn, Cu, Fe	15.9 gr.	39.75 gr.

Nota: la aplicación de los fertilizantes es en base a la etapa fonológica del cultivo y no se aplican todos en una misma solución.

**FUENTE:** Nuño, 2007.

## 2.7. Manejo del cultivo

**Tutorado:** Según Ruiz (1993), consiste en instalar un soporte a la planta para un mejor manejo del cultivo y poder obtener frutos de calidad, esta actividad se realiza después del transplante.

Es muy importante mantener la planta erguida y evita que las hojas y sobre todo el fruto toque el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (desbrote, recolección, etc.). Todo ello afectará en la producción final, calidad del fruto y control de las plagas y enfermedades).

**Poda:** El desbrote o deshija consiste en el corte sistemático y frecuente de los numerosos brotes laterales que surgen en las axilas de las hojas, por debajo de la primera horqueta (Dirección Nacional de Investigación, 1991).

Según Ruiz (1993), la poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del transplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminadas, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello. Así mismo se determinara el número de brazos (tallos) a dejar por planta.

### 2.8. Control de plagas y enfermedades

Según Van Haeff (1992), el tomate puede verse afectado por un buen grupo de plagas, enfermedades y otras alteraciones, especialmente en el cultivo intensivo de invernadero ya que en el huerto al aire libre suele haber mucho menos problemas de plagas y enfermedades.

#### **Plaga**

Según Villarroel (1997), el ataque de plagas entomológicas afecta significativamente en la producción de tomate, su control es muy importante durante toda la fase de desarrollo de este cultivo. Entre los principales insectos plaga que se presentan en los valles son: *Liriomyza* spp. (gusano minador), *Frankliniella* spp. (trips), *Empoasca* spp. (cigarritas verdes), *Epitrix* spp. (pulguilla).

Entre las principales plagas presentes en el cultivo de tomate se tiene a la araña (*Tetranychus urticae*), vasate (*Aculops lycopersici*), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y (*Bemisia tabaci*), pulgón (*Aphis gossypii*) y (*Myzus persicae*), trips (*Frankliniella occidentales*), minadores de hoja (*Liriomyza huidobrensis*), orugas (*Spodoptera exigua*), (*Spodoptera litoralis*), (*Heliothis armígera*), (*Heliothis peltigera*), (*Autographa gamma*), (*Chrysodeisis chalcites*), nemátodos (*Meloidogyne javanica*), (*Meloidogyne arenaria*), (*Meloidogyne incognita*).

Efecto negativo causan en la producción de tomate según Anaya, *et al.*, (1992) son los insectos chupadores y minadores, teniendo en cuenta la gran diversidad de plagas entomológicas existentes para el cultivo.

## **Enfermedades**

Las enfermedades en el tomate según Franco *et al.*, (1993), son muy diversos y frecuentes, desde el inicio del mismo cultivo en almaciguera, transplante, floración, fructificación y pos cosecha.

Las enfermedades detectadas por PROCIPLA, en los años 1986-1987 en el cultivo de tomate, en el área de Comarapa y otras zonas bajas de Bolivia son: Tizón temprano (*Alternaria solani*), Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Viruela (*Septoria lycopersici*), Viruela (*Phoma destructiva*), Polvillo blanco (*Oidium* spp.), Antracnosis (*Colletotrichum gleosporioides*), Marchitamiento (*Rhizoctonia solani*), Nudo de la raíz - nemátodo (*Meloidogyne* spp.), Lesión de la raíz – nemátodo (*Pratylenchus* spp.), Rosario - nemátodo (*Nacobus* spp.), Podredumbre apical del fruto (desequilibrio hídrico), Virus del mosaico (TMV), Peste negra – virus (TSWV), Encrespamiento apical – virus (TCTV).

## **Fisiopatías o alteraciones**

- Producidas por desequilibrios en la relación N/K, dando lugar a la aparición de un jaspeado verde en la superficie del fruto.
- Otra alteración podredumbre apical del fruto (Blossom – end rot), la alteración de esta fisiopatía está relacionada con niveles deficientes de calcio en el fruto. El estrés hídrico y la salinidad influyen directamente en su aparición.
- Existen también distintos niveles de sensibilidad varietal comienza por la zona de la cicatriz pistilar como una mancha circular necrótica que pueden alcanzar hasta el diámetro de todo el fruto.
- Golpe de sol, se produce como una pequeña depresión en los frutos acompañados de manchas blanquecinas.
- Rajado de frutos, las principales causas de estas alteraciones son: Desequilibrio en los riegos y fertilización; bajada brusca de temperaturas nocturnas después de un periodo de calor.
- Carencia de nutrientes, que se ven en la superficie del fruto, o cicatriz leñosa pistilar, etc.

### **2.9. Cultivo en invernadero**

La importancia del invernadero según Villareal (1982), radica en que nos permite conseguir cultivos agrícolas:

- Producciones determinadas en zonas cuyo clima no le permite al aire libre en condiciones comerciales.
- Nos permite presentar productos fuera de temporada.
- Aumentar las producciones por unidad de superficie.
- Acortar los ciclos de las plantas.

Según Villareal (1982), los invernaderos no son solo una herramienta para controlar las heladas o bajas temperaturas, ya que cuando se diseñan adecuadamente, se obtienen ventajas como el control de varios factores ambientales (vientos fuertes, insolación, humedad relativa, exceso de humedad edáfica) y de plagas y enfermedades (barrera física contra plagas y vectores).

### **2.10. Fitomejoramiento**

Valadez (1998), señala que el tomate es una planta autógama cuyo número cromosómico es de  $2n= 24(n=12)$ : constituye una de las hortalizas en que se ha realizado más investigaciones acerca de mejoramiento genético a nivel internacional.

Agralia (2002), que el fitomejoramiento tiene como objetivo:

- Incrementar la resistencia a la salinidad.
- Mejorar la fertilidad del polen para disminuir los problemas de cuaje con bajas temperaturas, selección de frutos partenocarpicos, capaces de desarrollar sin polinización previa. Tolerancia al altas temperaturas ( $>37^{\circ}\text{c}$ ).
- Resistencia de agentes patógenos de difícil control (virus, nematodos, hongos).
- Obtención de variedades con frutos denominados de “larga vida de anaquel” que prolongan el periodo de maduración e incrementar su resistencia al transporte. Frutos con buena firmeza y tamaño.

**Híbrido de tomate:** Según Raymond (1989), el híbrido se produce por el cruce de dos líneas diferentes. En la práctica, las dos líneas parentales se obtienen por autofecundación. Por lo que respecta a la semilla comercial, las variedades híbridas son el resultado del cruce de dos líneas puras que han sido sometidas al control de los obtentores y que son reconocidas como deseables para producir el híbrido.



**Figura 2. Híbrido F1 es el producto resultante del cruzamiento entre dos líneas diferentes FUENTE:** González W. 2011.

### **Hibridación del tomate**

Según González (2011), en nuestros tiempos se presentan un gran número de variedades, prácticamente todas ellas híbridas, en las que se busca una mejora en calidad y capacidad productiva. De hecho los híbridos han sido seleccionados pensando en situaciones concretas, por lo que no se adaptan a cualquier situación de cultivo, sin embargo en los cultivos de invernadero adquieren gran importancia la uniformidad del tamaño de los frutos.

Para Fusades (1990), el mejoramiento de las plantas de tomate con más éxito y a nivel comercial se está realizando por medio de selecciones y cruzamiento, estos métodos mayormente utilizados son: hibridación manual, aprovechando la androesterilidad.

### **Proceso de hibridación**

**Cosechas de estambres:** Se recolectan flores maduras temprano en la mañana, se retiran los estambres y se ponen a secar en harneros a la sombra. En el harnero los estambres se dejan sobre un papel a una temperatura de 28°C (González, 2011).

**Extracción del polen:** Los estambres semi-secos se ponen sobre un tamiz muy fino que permite solo el paso del polen. En la parte posterior éste cae y se junta con un pincel, se guarda en un frasco de vidrio que contiene en su interior sílica gel que actúa como desecante. El frasco se guarda en un refrigerador a una temperatura de 4°C (González, 2011).

**Emasculado:** La planta de tomate tiene flores hermafroditas. Al emascular se retiran los estambres que representan al sexo masculino, quedando solo el pistilo que representa al sexo femenino. Para evitar riesgos de autopolinización, los estambres deben estar inmaduros y no deben quedar residuos (González, 2011).

**Polinizado:** A los 2–4 días del emasculado de las flores, éstas se abren completamente con su color de pétalos característicos. Se poliniza en la mañana y aplicado el polen, se marca cada flor polinizada para evitar que se confunda con flores autopolinizadas. Para tal efecto se puede usar lana de color, o se sacan 2 o 3 pétalos a modo de marca. Se debe tomar en cuenta desde la tercera inflorescencia. La primera y segunda inflorescencia no es representativa, porque son las que presentan mayores problemas en cuanto a tamaño y rendimiento. Se trabaja un promedio de 20 flores por planta, la hibridación dura 35 días y no debe exceder los 40 días (Marotto, 1993).

**Cosecha:** aproximadamente después de un mes de terminada la emasculación, es posible cosechar los primeros frutos bien maduros y con sus pétalos bien marcados. Esta operación debe ser muy rigurosa a fin de evitar mezclas. Una vez cosechado se hace un último control, retirando los pétalos.

La cosecha de los frutos debe hacerse cuando estos han alcanzado su madurez fisiológica, lo cual ocurre aproximadamente entre los 60 y 75 días después de la formación de fruto, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas (Lee y Escobar, 2001).

### **Ventajas de la semilla híbrida**

Las ventajas de la semilla híbrida según Marotto (1989), se manifiestan por:

- La heterosis: se manifiesta principalmente en un mayor vigor, producciones más altas y mayores porcentajes de cuajado de frutos.
- Incorporación de genes de resistencia a determinadas enfermedades, como el verticilosis, TMV, nematodos, etc.
- Otras características como precocidad, mejora de la consistencia, color del fruto, etc.

### **2.11. Rendimiento mundial de tomate**

El tomate es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial, tanto en lo referente a la producción como a valores comercializados internacionalmente.

La producción mundial ha crecido en las últimas décadas. Dentro la evolución, el crecimiento más importante se ha dado en la década de los 70 y 80, esta evolución de la producción mundial ha sido ocasionada tanto por el aumento de la superficie dedicada al cultivo, como por el crecimiento de los rendimientos. En efecto, la superficie cultivada se duplicó, pasando de 1.6 millones de hectáreas en 1961 a 3.2 en 1996. Una década más tarde, los rendimientos aumentaron, China con 45.365543 t/año (2009) seguida por EEUU. 14.141.900 t/año. (Cuadro 2) (FAOSTAT, 2008).

**Cuadro 2. Principales países productores de tomate a nivel mundial en las campañas 2008-2009 (expresados en toneladas)**

Países	2008	2009
China	<b>39.938708</b>	<b>45.365543</b>
EEUU.	<b>13.718200</b>	<b>14.141900</b>
Turkia	<b>10.985400</b>	<b>10.745600</b>
India	<b>10.303000</b>	<b>11.148800</b>
Egipto	<b>9.204100</b>	<b>10.000000</b>
Italia	<b>5.976910</b>	<b>6.877400</b>
Iran	<b>4.826400</b>	<b>5.887710</b>
Espana	<b>4.049750</b>	<b>4.603600</b>
Brasil	<b>3.867660</b>	<b>4.310480</b>
Mexico	<b>2.936770</b>	<b>2.591400</b>

Fuente: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>

## **2.12. Producción de tomate en Bolivia**

### **Identificación de genotipos de tomate en Bolivia**

En Bolivia se está efectuando colectas de genotipos nativos de tomate por el proyecto, en diversas zonas agroecológicas de los departamentos de Cochabamba y La Paz, también se obtuvieron varias accesiones de tomates de los países de España y Estados Unidos de las instituciones cooperadoras del proyecto, mediante convenios para la realización de investigaciones y creación de variedades híbridas con resistencia al tizón tardío, las cuales están almacenadas en los bancos de germoplasma de la UMSS y del CNPSH (Soliz, 2010).

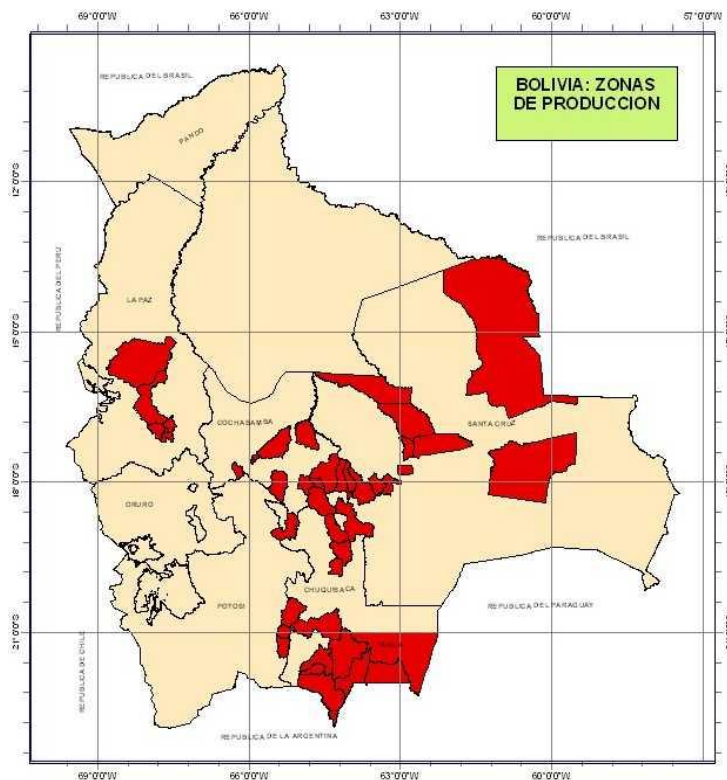
### Metodologías de Generación de Variedades

En Bolivia no se tiene experiencia en la generación de variedades de tomate. El mejoramiento genético es un proceso lento y generalmente laborioso; sus avances dependen de la variabilidad genética (heredabilidad) que el fitomejorador tiene a su disposición para llevar adelante el trabajo. El tiempo necesario para introducir un gen determinado en un cultivo depende de la fuente de ese gen y de la distancia evolutiva de la misma con respecto al cultivo. El proceso puede tomar entre 5 y 10 años cuando el gen de interés se encuentra en otros individuos de la misma especie y entre 10 y 15 años, o más, cuando la fuente del gen es el germoplasma emparentado silvestre o cultivado (Soliz, 2010).

Cuando se obtienen híbridos entre una especie cultivada y sus especies silvestres emparentadas, no sólo se introducen las características de interés sino que también pueden introducirse otras características indeseables, desde el punto de vista agronómico, que tienen que ser eliminadas a través de sucesivos pasos del mejoramiento genético (INTA, 2002).

### **Zonas de producción de tomate en Bolivia**

En la actualidad los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Tarija, Chuquisaca y La paz presentan numerosas áreas identificadas como potenciales en la producción de hortalizas y principalmente para el cultivo de tomate (Soliz, 2010) (figura 3).



**Figura 3: Zonas de Producción de Tomate en Bolivia. Fuente: Diagnostico del PNS, 2008**

### Rendimiento

La producción de tomates de Bolivia es de 49.000 t en poco más de 4.000 ha, según datos de la FAO y del Instituto Nacional de Estadística del país. Los datos mencionados muestran un aumento importante de la producción en lo que va de la década, dado, fundamentalmente, por incrementos en la superficie plantada observada en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Producción y rendimiento de tomate en Bolivia en las campañas agrícolas 2010-2011 y 2011-2012**

Cultivo	2010-2011			2011-2012		
tomate	<b>superficie</b>	<b>producción</b>	<b>rendimiento</b>	<b>superficie</b>	<b>producción</b>	<b>rendimiento</b>
	<b>(ha)</b>	<b>(t)</b>	<b>(kg/ha)</b>	<b>(ha)</b>	<b>(t)</b>	<b>(kg/ha)</b>
	<b>4.880</b>	<b>50.186</b>	<b>10.284</b>	<b>4.838</b>	<b>48.655</b>	<b>10.057</b>

**Fuente:** Encuesta Nacional Subjetiva, Encuestas Específicas y Registros Administrativos. INE - MDRyT 2012  
Producción de tomate obtenido a nivel nacional y departamental.

La producción de tomate es directamente proporcional al rendimiento y a la superficie, asumiendo las condiciones normales para el desarrollo del cultivo como se presenta en el cuadro 4 (sin incidencias o problemas bióticos o abióticos que se encuentren por encima del daño de Umbral económico) (PNS, 2008).

**Cuadro 4. Producción de tomate en Bolivia (superficie y rendimiento).**

<b>Departamentos</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Rendimiento (t/ha)</b>
<b>Santa Cruz</b>	<b>3850</b>	<b>19,45</b>
<b>Cochabamba</b>	<b>1204</b>	<b>22,82</b>
<b>Tarija</b>	<b>868</b>	<b>20,48</b>
<b>Chuquisaca</b>	<b>281,5</b>	<b>16,73</b>
<b>La Paz</b>	<b>476</b>	<b>12,92</b>
<b>Total</b>	<b>6679,5</b>	
<b>Promedio</b>		<b>18,48</b>

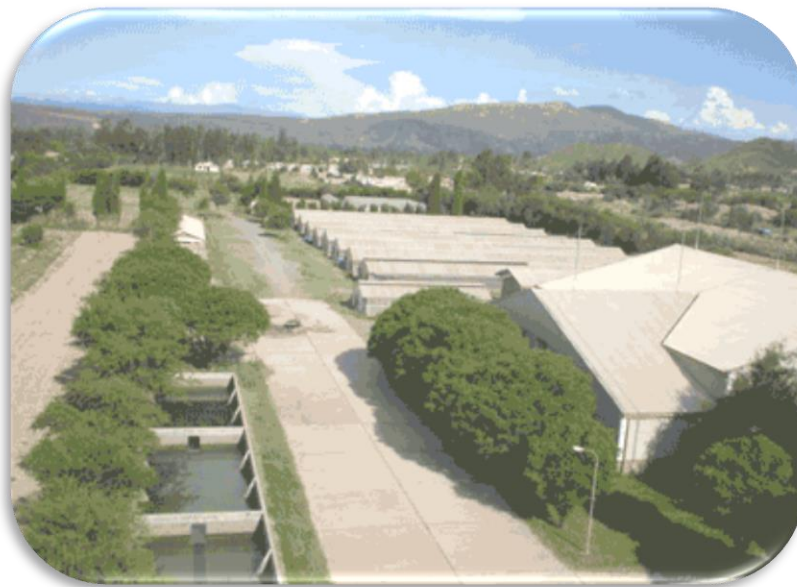
*Fuente: Diagnostico de PNS, 2008.*

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Características generales de la zona**

##### **Ubicación geográfica**

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). El CNPSH se encuentra en la localidad de Villa Montenegro del municipio de Sipe Sipe, provincia Quillacollo a 23 km de la ciudad de Cochabamba sobre la carretera a Oruro con dirección Oeste. El centro experimental se ubica en el Valle Bajo a una altitud de 2505 msnm., y a 17°22' de Latitud Sur y 69°19' de Longitud Oeste.



**Figura 4. Ambientes del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas. FUENTE: (CNPSH)**

##### **Características climáticas**

El lugar donde se ubica el CNPSH, tiene un clima templado con una temperatura media anual de 16°C, una precipitación promedio anual de 524 mm. El periodo lluvioso abarca desde noviembre hasta marzo y un periodo seco desde abril hasta octubre y con una humedad relativa media de 44% (CNPSH, 2004).

## Agua

El agua de riego en el ensayo proviene de un pozo artesano, el cual es utilizado para el desarrollo de sus actividades de producción y presenta las siguientes características, observados en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Características del agua de riego utilizado en el ensayo**

REFERENCIA	pH	C.E.	Ca	Mg	K	Na	RAS	CLASIFICACION
		Ds/m	Meq/100	Meq/100	Meq/100	Meq/100	Meq/100	C 3 S11
	7.8	1.27	5.59	7.44	0.15	1.13	1.53	

**Fuente:** (CNPSH, 2011).

## Características del invernadero

El presente trabajo de investigación fue realizado dentro un invernadero de plástico y vidrio con dos aguas, con presencia de dos entradas y un sistema de ventilación de cortinas movibles ubicados en las partes laterales, todo el invernadero cuenta con un largo de 64 m y un ancho de 5 abarcando una superficie total de 320 m<sup>2</sup>.



**Figura 5. Invernadero tipo donde se realizó en presente trabajo de investigación.**

### 3.2. Materiales

**Material biológico:** El material biológico que se utilizó en el ensayo fueron 75 híbridos de tomate (F1). La semilla fue proporcionada por el CNPSH, los híbridos utilizados fueron los siguientes: D113, D114, D115, D116, D117, D213, D214, D215, D216, D217, D313, D314, D315, D316, D317, D413, D414, D415, D416, D417, D913, D914, D915, D916, D917, D1013, D1014, D1015, D1016, D1017, D133, D134, D139, D1310, D1314, D1315, D1316, D1317, D141, D142, D143, D144, D149, D1410, E1413, D1415, D1416, D1417, D151, D152, D153, D154, D159, D1510, E1513, E1514, D1516, D1517, D161, D163, D164, D169, D1610, E1613, E1614, E1615, D1617, D173, D174, D179, D1710, E1713, E1714, E1715, E1716.

#### **Material de campo:**

Invernadero con techo de plástico rígido, almaciguera, equipo de desinfección de vapor para sustrato, niveladora de madera, mochila fumigadora, cinta métrica, marcador indeleble, sustrato, tierra vegetal, alambre galvanizado, pitas para el tutorado, tijeras de podar, letreros de identificación, poli tubo para riego por goteo, bolillos para tutoraje, bandejas y germinadores, goteros, macetas plásticas de polivinilo (0.33\*0.23m), carretilla, palas, caña hueca, baldes (preparación de fertiriego), alcohol al 96%, bolsas de red (cosecha), cuaderno de campo.

#### **Material de gabinete:**

Computadora, cámara fotográfica, calculadora, libreta de registro, cuaderno, bolígrafos, lápices, marcadores indelebles, hojas de papel bond, balanza electrónica, regla vernier.

#### **Insumos:**

**Fertilizantes:** Fosfato mono amónico (16-46-0 Mg 0.5), Nitrato de calcio (15.5-0-0 Ca 27), Nitrato de potasio (13-0-46), Urea (46), Sulfato de magnesio (0-0-0-0-16-13), Triple 20, Nitrofosca azul.

#### **Productos fitosanitarios:**

Perfekthion: (0, 0-Dimetil-s-(N-metilcarbamoilmetilofosforoditiato),

Kumulus: azufre

Karate: @-a-cyano-3-phenoxybenzyl (15)-cis-3-{{(z)-2-chloro-3,3,3-trifluoropropenyl} - 2,2- dimethylcyclopropanecarboxylate and (s)-a-cyano-3-phenoxybenzil (1R)-cis-3....

### 3.3. Factores de estudio y diseño experimental

#### Diseño experimental

Dentro el invernadero los 75 híbridos se evaluaron de acuerdo al diseño experimental de bloques completos al azar cada una con cuatro repeticiones.

Los datos de cada una de las variables de respuesta, previa verificación de los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas, serán analizadas de acuerdo al siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, 4$  Bloques

$j = 1, 2, 3, \dots, 75$  híbridos de tomate

$Y_{ij}$  = Rendimiento de fruto observado en una unidad experimental en el  $i$ -ésimo bloque donde se ubico el  $j$ -ésimo híbrido de tomate.

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto aleatorio del  $i$ -ésimo bloque  $\sim$  NIID  $(0, \sigma_r^2)$

$\beta_j$  = Efecto fijo del  $j$ -ésimo híbrido de tomate

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio de los residuales  $\sim$  NIID  $(0, \sigma_e^2)$

De acuerdo al modelo estadístico definido, se realizo el análisis de varianza (ANVA) utilizando el siguiente programa MSTAT-C para estimación de componentes de varianza de los efectos aleatorios y probar las hipótesis de los efectos fijos, también se realizó la prueba de DUNCAN al 99% de probabilidad.

#### Distribución de tratamientos

Los tratamientos se distribuyeron en forma aleatoria dentro el invernadero, según el diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

### **3.4. Métodos y procedimientos**

#### **Preparación del sustrato y llenado de bandejas**

Los diferentes sustratos a utilizarse fueron homogéneamente mezcladas en relación 2:2:2 de tierra vegetal, lama y cascarilla de arroz, y posteriormente se llevó a cabo la desinfección del sustrato utilizando una máquina a vapor, a una temperatura de 95°C con una presión de 0.4 Kg f/cm<sup>2</sup>, por un tiempo de 55 minutos, se realizó la desinfección con el objetivo de eliminar patógenos y restos de vegetales que puedan existir dentro de los mismos. Previo a la mezcla, la cascarilla de arroz fue requemada para el aporte de carbono y mejorar la estructura del sustrato. Posterior a la preparación de sustrato y la respectiva desinfección, se llenaron las bandejas y las macetas con el sustrato ya desinfectado para realizar el almácigo y el trasplante de las mismas.

#### **Almácigo**

El almácigo se realizó el 19 de agosto de 2010, en las bandejas ya llenadas con sustrato se procedió a realizar hoyos de 5 mm y se depositó dos semillas por golpe en cada pilón, se tapó la semilla con el mismo sustrato cernido.

La semilla que se empleo en el respectivo ensayo fue asignado por el (CNPSH). Para el almácigo se utilizaron bandejas planas de plástico y sobre ellas estaban las almacigueras con alveolos.

A las dos semanas tomando como referencia el desarrollo de lo cotiledones se realizó el raleo, dejando una planta en cada alveolo, los cuales se dejaron hasta que alcancen el desarrollo de 4 a 6 hojas verdaderas. El riego se realizó dos veces por día desde el momento del almácigo hasta su respectivo trasplante a macetas fijas.

#### **Preparación de macetas**

Una vez preparado y desinfectado el sustrato, se procedió al llenado del sustrato en las macetas (bolsas plásticas), esta fueron perforadas cercano a la base para el drenaje del agua. El sustrato puesta en las macetas fue ligeramente compactado, esto con el fin de obtener un buen drenaje y una buena distribución de humedad. El número total de macetas a llenar fueron 300 y cada maceta contenía un volumen total de sustrato de  $0.006\text{m}^3$ . El ensayo contó con 75 híbridos y cada una de estas con cuatro repeticiones.

### **Distribución de macetas en el invernadero**

Las macetas se distribuyeron dentro el invernadero sobre las platabandas, las cuales se ubicaron en una sola fila, a una distancia entre planta de 0.4 m y 1 m. entre platabandas (25000 plantas por hectárea).



*Figura 6. Distribución de macetas dentro el invernadero*

Posterior a la ubicación de las macetas se procedió a la instalación del sistema de riego por goteo (venturi) a una altura de 0.3m del suelo ubicado por encima de las macetas. Se instalaron cinco filas de mangueras y cada uno con sus respectivos llaves de paso en el extremo inicial, los goteros fueron distribuidos a 0.40 m de distancia el uno respecto al otro de tal manera que puedan ubicarse a la misma distancia que las macetas.

### **Trasplante**

El trasplante de los plantines se realizó a los 39 días después del almacigado, en fecha 27 de septiembre del 2010, cuando las plantas tenían entre 4 a 6 hojas verdaderas y una altura que oscile entre 15 y 20 cm. Previo al trasplante se humedecieron y fertilizaron las macetas utilizando el fertilizante químico triple 20 con la siguiente fórmula Nitrógeno (N), Fosforo ( $P_2O_5$ ) Y Potasio ( $K_2O$ ), a cada maceta se le aplico 1 gr. de este fertilizante.

Los factores que se consideraron para el trasplante de fueron: Uniformidad en el tamaño, sanidad de los plantines con su pan de tierra y capacidad de campo para un mejor prendimiento. El riego se realizó una sola vez a los 6 días después del trasplante.



**Figura 7. Trasplante de plantines en macetas de plástico dentro el invernadero**

### **3.5. Labores culturales**

#### **Riego y Fertilización**

Después del trasplante el riego fue intenso para garantizar la humedad y evitar el estrés hídrico y así asegurar el prendimiento de las plantas, durante las primeras semanas el riego se realizó uno por día.

Una vez que el cultivo ya estaba establecido se aplico un riego fertilizado (preparando los fertilizantes químicos solubles) a los 37 días después del trasplante. Pero antes de aplicar el riego fertilizado se realizó el riego con agua durante unos 5 minutos, posterior a este se le aplicó el fertirriego. Con esto se evito la deficiencia de nutrientes en la planta.

**Cuadro 6: Cantidad de fertilizantes utilizados durante el estadio fenológico del cultivo.**

Fertilizantes	Cantidad (gr)	(gr) /planta
Fosfato Mono amónico	<b>2801.0</b>	<b>4.6</b>
Nitrato de Calcio	<b>3294.5</b>	<b>5.5</b>
Nitrato de Potasio	<b>2367.4</b>	<b>4</b>
Urea	<b>316.2</b>	<b>0.5</b>
Sulfato de Magnesio	<b>3512.5</b>	<b>5.8</b>

### Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual y continuamente en las platabandas en especial en los alrededores de las macetas, para eliminar las plantas hospederas de plagas. El primer desmalezado se realizó a los 29 días después del trasplante, el segundo a los 35 días, como ultimo desmalezado se realizó a los 71 días después del trasplante.

### Poda

La primera poda que se realizó fue la de formación que se realizó a los 30 días después del trasplante, cuando las plantas alcanzaron una altura de 0.3 a 0.60 m donde se eliminaron las hojas basales con la siguiente finalidad:

- Reducir la posibilidad de contagio y diseminación de las enfermedades como por ejemplo, Tizón temprano (*Alternaria solani*), Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).
- Otorgar mayor circulación de aire dentro del cultivo.

Junto a la poda se efectuó la elección de los ejes o subtallos más vigorosos y la posterior eliminación de los tallos más débiles. A partir de esto se va realizando cada semana la poda de mantenimiento. En cada poda que se realizó se desinfectaron las tijeras de podar, para pasar a la siguiente planta.

### Tutoraje

El tutoraje de las plantas se realizó a los 36 días después del trasplante, cuando estas alcanzaron una altura de 0.30 a 0.60 m para este fin se utilizaron bolillos de eucalipto, localizados en ambos extremos del invernadero, estos fueron introducidos a una profundidad de 0.40- 0.60 m respecto al suelo, se utilizaron un total de ocho bolillos dos bolillos para cada platabanda. En cada platabanda se teso un alambre acerado con el objetivo de que estos ayuden a soportar el peso de las plantas, también se colocaron soportes con caña hueca 3 soportes en cada platabanda, se colocaron pitas de hilo amarrados en la parte basal de cada eje o rama de las plantas, envueltas en forma helicoidal y anudando en el alambre la parte superior de la pita.

### **Control de plagas y enfermedades**

Para realizar un control adecuado de los diferentes patógenos que se presentaron a lo largo del desarrollo del cultivo se realizaron aplicaciones asociadas de insecticidas y fungicidas compatibles, utilizando la mochila de aspersión manual de 20 Lt. También se utilizó el tanque de aspersión con bomba de 100 Lt. De capacidad.

#### ***Cuadro 7: pesticidas utilizados para el control de las diferentes plagas del cultivo***

Pesticida	Dosis	Tipo	Patógeno
Kumulus	60gr. para 20Lt.	Fungicida preventivo	Oidium
Perfekthion	15cc para 20 Lt.	Insecticida	Mosca blanca y pulguilla saltona
Karate	50-150cc para 100Lt.	Insecticida	Pulguilla saltona



Figura 8. Tanque de aspersión con bomba e insecticida utilizado en el ensayo

### 3.6. Cosecha

La cosecha se realizó cuando los frutos de tomate tenían o presentaban un 60% de madurez fisiológica, se cosecho en un estado de pintón los 75 híbridos de tomate. La primera cosecha se realizó a los 90 días después del transplante, se comenzó el 27 de diciembre hasta finales de marzo de 2011, efectuándose un total de diez cosechas.

La cosecha fue realizada en forma manual en bolsas de red con sus respectivas identificaciones donde se evaluaron, características de fruto de cada tratamiento y sus repeticiones



**Figura 9. Cosecha realizada de las 75 accesiones de tomate con sus respectivas etiquetas.**

### **3.7. Variables de respuesta**

Se realizaron una serie de observaciones continuas de los 75 híbridos en desarrollo, la primera cosecha se realizó a los 90 días después del trasplante, cuando los frutos ya estaban en la etapa de de madurez, en los cuatro bloques donde se realizó el muestreo de las variables de respuesta.

#### **Peso total de fruto por planta**

El peso total se refiere al peso de todos los frutos al finalizar la cosecha por planta, expresado en gramos para posteriormente transformarlo en kg/ha para las unidades experimentales.

Esta variable se evaluó después de la cosecha, cada tratamiento se evaluó por separado, se cosecharon todos los frutos maduros se peso el total de frutos, durante las diez evaluaciones y posteriormente llegaron a sumarse, se peso en una balanza de precisión, expresado en gr. luego los datos se expresaran en kg por hectárea, con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{X \times 10000}{A}$$

Donde:

X= es el peso de frutos por planta

A= es el área cosechada.

### **Peso promedio de fruto**

El peso promedio se determinó de tres frutos tomados al azar en las anteriores evaluaciones, acumulando datos (peso total) y realizando una división entre el número de frutos. La balanza que se utilizó fue una balanza electrónica con una capacidad de 600 g. la unidad de medida (peso) de fruto fue en gramos.

### **Diámetro de fruto**

Una vez cosechado el fruto en bolsas de red con sus respectivas identificaciones, se procedió a determinar la variable de respuesta tomando al azar tres frutos por cada tratamiento, de ellas se evaluó el diámetro del fruto, medido en la parte transversal o ecuatorial más ancha del fruto, con la ayuda de un calibrador vernier expresado en mm., y apuntando en el cuaderno de registro de datos (tomando una muestra de diez frutos).

### **Altura de fruto**

Los tres frutos tomados al azar se determinó al momento del medir el diámetro de fruto se procedió a determinar la longitud de fruto , medida desde la línea polar norte hasta la línea polar sur, también con la ayuda de un calibrador vernier, unidades expresados en mm.

### **Número de frutos por planta**

Es el número de frutos que se contabilizó en las diez cosechas realizadas, sumando estas y obteniendo el número de frutos por planta de cada unidad experimental.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables de respuesta

Según el análisis de varianza realizadas para todas las variables de respuesta, podemos observar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos al 95% de probabilidad, con un coeficiente de variación que parte del 8 al 33% en las respectivas variables de respuestas que fueron evaluadas en el ensayo.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para las variables de respuesta: Peso total/planta, Peso promedio/fruto, Diámetro de fruto, Altura de fruto, Numero de frutos evaluadas en el ensayo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)**

F.V.	G.L.	Peso Total /Planta Pr>F	Peso Promedio/F ruto Pr>F	Diámetro de Fruto Pr>F	Altura de Fruto Pr>F	Número de Fruto Pr>F
BLOQUE	3	0.2519 NS	0.0890NS	0.0013**	0.0000**	-----
HÍBRIDO	74	0.00001**	0.00001**	0.00001**	0.00001**	0.00001**
ERROR	222					
TOTAL	299					
C.V.		33%	25%	8%	8%	27 %

No Significativo: (> 0.05)

Significativo: (< 0.05)

Altamente significativo (< 0.01)

En el cuadro 8, se puede observar que las variables de respuesta tienen un coeficiente de variación dentro del rango aceptable excepto una variable que corresponde al peso total de fruto por planta, y que todas las variables evaluadas presentan diferencias altamente significativas.

**Cuadro 9. Prueba de Duncan de las variables correspondientes a: peso total/planta (g), peso/fruto (g), y numero de frutos para los 75 híbridos de tomate utilizados en el ensayo**

Híbridos	Peso Total / Planta (g)	Híbridos	Peso/Fruto (g)	Híbridos	Número de frutos
D1417	3306 A*	D1517	116.2 A*	D161	143.8 A*
D913	3035 AB	E1715	104.7 AB	D116	143.3 A
D216	2944 ABC	D417	94.22 ABC	D114	117.0 B
D152	2894 ABCD	D415	89.25 BCD	D216	112.3 B
D213	2812 ABCDE	D1317	88.84 BCD	D141	105.8 BC
D139	2799 ABCDE	E1513	87.44 BCDE	E1614	81.75 CD
D914	2742 ABCDEF	D414	81.72 BCDE	E1613	79.50 CDE
D144	2702 ABCDEFG	D154	80.25 BCDE	D1016	77.50 DEF
D217	2685 ABCDEFGH	D144	78.95 BCDE	D151	76.75 DEFG
D417	2663 ABCDEFGH	D174	77.17 CDE	D169	74.25 DEFGH
D1314	2618 ABCDEFGH	D153	76.29 CDE	D113	74.25 DEFGH
D1317	2584 ABCDEFGH	D173	76.18 CDE	D916	73.75 DEFGHI
D313	2578 ABCDEFGH	D134	71.53 CDE	D115	70.25 DEFGHIJ
D179	2554 ABCDEFGH	D1315	71.44 CDE	D316	68.25 DEFGHIJK
D215	2527 ABCDEFGH	D917	70.27 CDE	D1316	67.50 DEFGHIJK
D134	2518 ABCDEFGH	D1710	68.43 CDE	D1416	66.00 DEFGHIJK
E1715	2460 ABCDEFGH	D317	68.06 CDE	D416	66.00 DEFGHIJK
D917	2422 ABCDEFGH	D1417	67.40 CDE	D1610	65.25 DEFGHIJK
D159	2331 ABCDEFGH	E1713	67.35 CDE	D1617	63.50 DEFGHIJK
D114	2325 ABCDEFGH	D915	66.75 CDE	D117	61.50 DEFGHIJK
E1713	2277 ABCDEFGH	D179	66.63 CDE	D164	61.00 DEFGHIJK
D141	2256 ABCDEFGH	D413	66.46 CDE	D213	60.50 DEFGHIJK
D915	2248 ABCDEFGH	D159	64.34 DE	E1716	60.00 DEFGHIJK
D143	2222 ABCDEFGH	D314	63.83 DE	D152	59.25 DEFGHIJK
D173	2207 ABCDEFGH	D313	60.32 E	D913	57.00 DEFGHIJK
D1410	2172 ABCDEFGH	D139	59.75 E	E1615	56.50 DEFGHIJK
D214	2161 ABCDEFGH	D1415	59.71 E	D163	54.50 DEFGHIJK
D153	2132 ABCDEFGH	D914	59.56 E	D1516	54.00 DEFGHIJK
D169	2114 ABCDEFGH	D1017	58.93 E	D215	52.25 DEFGHIJK
D133	2102 ABCDEFGH	E1714	58.05 E	D1417	52.25 DEFGHIJK
D1013	2089 ABCDEFGH	D315	56.83 E	D1314	51.50 DEFGHIJK
D316	2082 ABCDEFGH	D142	56.62 E	D179	51.25 DEFGHIJK
D1415	2079 ABCDEFGH	D217	55.85 E	D217	49.25 EFGHIJK
D1517	2079 ABCDEFGH	D214	55.45 E	D139	45.75 FGHJK
D317	2071 ABCDEFGH	D1410	54.69 E	D914	46.00 GHIJK
D142	2069 ABCDEFGH	D149	53.65 E	D1014	45.25 HIJK
D149	2047 ABCDEFGH	D913	53.39 E	D1310	44.75 HIJK
E1614	2013 ABCDEFGH	D215	52.39 E	D1013	44.50 HIJK
D314	1997 ABCDEFGH	D143	52.34 E	D1410	43.75 HIJK
D154	1974 ABCDEFGH	D1314	52.19 E	D133	43.50 HIJK
D414	1966 ABCDEFGH	E1514	51.57 E	D313	43.50 HIJK
D416	1924 ABCDEFGH	D133	50.26 E	D214	43.25 HIJK
D415	1903 ABCDEFGH	D213	49.70 E	F134	41.75 IJK
D315	1864 ABCDEFGH	D152	48.45 E	D143	41.00 IJK
D1015	1863 ABCDEFGH	D1014	47.74 E	D149	39.25 IJK
D174	1850 ABCDEFGH	D1013	46.87 E	E1413	39.00 IJK
D164	1848 ABCDEFGH	E1413	45.21 E	D142	37.75 JK
E1513	1829 ABCDEFGH	D1510	43.49 E	D159	37.50 JK
E1514	1784 ABCDEFGH	D1015	41.83 E	D917	37.25 JK
D413	1769 BCDEFGH	D1310	41.28 E	D1415	36.75 JK
E1716	1704 BCDEFGH	D164	34.46 E	D144	36.00 K
E1413	1699 BCDEFGH	D216	32.86 E	D173	35.25 K
E1714	1689 BCDEFGH	D416	31.15 E	D315	35.25 K
E1617	1686 BCDEFGH	D316	30.69 E	D317	35.00 K
D1017	1650 BCDEFGH	E1716	29.80 E	E1514	34.00 K
D15	1643 BCDEFGH	D1617	26.25 E	D153	33.00 K
D1710	1627 BCDEFGH	D169	25.77 E	D915	32.75 K

D1016	1623	BCDEFGH	D163	25.62	E	D414	31.25	K
D1610	1596	BCDEFGH	E1614	24.42	E	D417	30.75	K
D161	1560	BCDEFGH	E1615	24.17	E	D1510	30.00	K
E1613	1548	BCDEFGH	D1610	23.92	E	E1513	30.00	K
D163	1463	CDEFGH	D916	23.83	E	D314	30.00	K
D115	1442	CDEFGH	D1516	23.40	E	E1713	29.75	K
D117	1400	CDEFGH	D117	23.08	E	E1714	29.00	K
D1416	1384	DEFGH	D141	23.02	E	D1017	28.25	K
D1316	1341	DEFGH	D1016	22.25	E	D1015	26.75	K
D116	1298	EFGH	D1416	21.88	E	D1517	26.50	K
D1516	1292	EFGH	D114	21.85	E	D1317	26.25	K
E1615	1267	EFGH	D151	21.47	E	D413	26.00	K
D1315	1255	EFGH	E1613	20.80	E	D154	25.75	K
D1510	1199	FGH	D115	19.91	E	D1710	25.25	K
D113	1170	GH	D1316	19.17	E	E1715	25.00	K
D916	1169	GH	D113	17.46	E	D174	24.00	K
D1015	1128	H	D116	9.160	E	D415	24.00	K
			D161	8.917	E	D1315	18.50	K

\* Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan a  $P \leq 0.05$

**Cuadro 10. Prueba de Duncan de las variables correspondientes a: peso total/planta (g), diámetro de fruto (mm), y altura de fruto (mm), para los 75 híbridos de tomate utilizados en el ensayo**

Híbridos	Peso Total / Planta (g)	Híbridos	Diámetro de Fruto (mm)	Híbridos	Altura de Fruto (mm)
D1417	3306 A*	E1513	62.27 A*	D179	49.81 A*
D913	3035 AB	E1715	61.59 A	D173	49.65 AB
D216	2944 ABC	D1517	59.50 AB	D317	49.08 ABC
D152	2894 ABCD	D414	58.90 ABC	D917	48.76 ABCD
D213	2812 ABCDE	D415	58.51 ABC	D313	48.17 ABCD
D139	2799 ABCDE	D1317	58.51 ABC	D417	47.78 ABCD
D914	2742 ABCDEF	D1315	52.39 ABCDE	D414	47.70 ABCD
D144	2702 ABCDEFG	D417	57.09 ABCDE	D1710	47.65 ABCD
D217	2685 ABCDEFGH	D154	56.95 ABCDE	D1317	47.39 ABCD
D417	2663 ABCDEFGH	D174	53.07 BCDEF	D144	46.65 ABCD
D1314	2618 ABCDEFGH	E1713	53.03 BCDEF	D1517	46.24 ABCD
D1317	2584 ABCDEFGH	D144	52.95 BCDEF	D1017	45.98 ABCD
D313	2578 ABCDEFGH	D153	52.90 BCDEF	D139	45.33 ABCD
D179	2554 ABCDEFGH	D134	51.63 CDEFG	E1715	45.11 ABCD
D215	2527 ABCDEFGH	D1417	51.49 CDEFG	D1417	44.93 ABCD
D134	2518 ABCDEFGH	D413	51.29 CDEFG	D913	44.71 ABCD
E1715	2460 ABCDEFGH	D1415	50.70 DEFGH	D133	44.67 ABCD
D917	2422 ABCDEFGH	D173	50.32 EFGHI	D153	44.49 ABCD
D159	2331 ABCDEFGH	D915	49.97 EFGHI	D174	44.29 ABCD
D114	2325 ABCDEFGH	D317	49.04 FGHIJ	D1013	43.62 ABCD
E1713	2277 ABCDEFGH	D1710	48.92 FGHIJ	D159	43.42 ABCD
D141	2256 ABCDEFGH	D159	48.83 FGHIJ	D1410	43.41 ABCD
D915	2248 ABCDEFGH	D179	48.67 FGHIJ	D314	43.21 ABCD
D143	2222 ABCDEFGH	D917	48.31 FGHIJ	D149	43.06 ABCD
D173	2207 ABCDEFGH	D315	47.89 FGHIJ	D915	43.04 ABCD
D1410	2172 ABCDEFGH	E1514	47.66 FGHIJ	D214	43.01 ABCD
D214	2161 ABCDEFGH	D215	47.21 FGHIJ	D914	42.91 ABCD
D153	2132 ABCDEFGH	D214	47.11 FGHIJ	D415	42.71 ABCD
D169	2114 ABCDEFGH	D914	47.09 FGHIJ	D315	42.49 ABCD
D133	2102 ABCDEFGH	D314	46.94 FGHIJ	D314	42.19 ABCD
D1013	2089 ABCDEFGH	E1714	46.40 FGHIJ	D1014	42.19 BCD
D316	2082 ABCDEFGH	D142	46.19 FGHIJ	D143	42.11 CD
D1415	2079 ABCDEFGH	D217	46.19 FGHIJ	D154	41.55 D
D1517	2079 ABCDEFGH	D139	46.4 FGHIJ	D217	41.38 D

D317	2071	ABCDEFGH	D149	45.94	FGHIJ	E1713	41.29	D
D142	2069	ABCDEFGH	D1314	45.76	FGHIJ	E1513	41.26	D
D149	2047	ABCDEFGH	D143	45.68	FGHIJ	D413	41.25	D
E1614	2013	ABCDEFGH	D313	45.38	FGHIJ	D1310	41.10	D
D314	1997	ABCDEFGH	D1410	45.31	FGHIJ	D142	40.84	D
D154	1974	ABCDEFGH	D152	45.09	FGHIJK	D213	40.72	D
D414	1966	ABCDEFGH	D1017	44.59	GHIJKL	E1714	40.23	D
D416	1924	ABCDEFGH	D213	43.68	GHIJKL	D1314	40.16	D
D415	1903	ABCDEFGH	D1014	43.24	HIJKL	D215	39.28	D
D315	1864	ABCDEFGH	E1413	43.16	HIJKL	E1514	39.14	D
D1015	1863	ABCDEFGH	D913	42.96	HIJKL	D1510	38.79	D
D174	1850	ABCDEFGH	D1015	42.35	IJKL	D316	38.31	D
D164	1848	ABCDEFGH	D1510	42.33	IJKL	D1415	38.00	D
E1513	1829	ABCDEFGH	D133	41.36	JKL	D1315	37.64	D
E1514	1784	ABCDEFGH	D1013	41.13	JKL	E1716	37.34	D
D413	1769	BCDEFGH	D1310	41.03	JKL	D163	37.29	D
E1716	1704	BCDEFGH	D164	37.53	KL	E1413	37.25	D
E1413	1699	BCDEFGH	D216	37.28	L	D1015	37.13	D
E1714	1689	BCDEFGH	D416	36.68	L	D1610	37.00	D
E1617	1686	BCDEFGH	E1614	35.16	L	D152	36.71	D
D1017	1650	BCDEFGH	E1716	34.92	L	D169	36.58	D
D15	1643	BCDEFGH	D117	34.81	L	E1613	36.39	D
D1710	1627	BCDEFGH	D316	34.67	L	D1316	36.10	D
D1016	1623	BCDEFGH	D141	34.61	L	D216	35.89	D
D1610	1596	BCDEFGH	D114	34.44	L	D164	35.84	D
D161	1560	BCDEFGH	D1516	34.29	L	D1016	35.82	D
E1613	1548	BCDEFGH	D1617	34.01	L	D916	35.59	D
D163	1463	CDEFGH	E1615	33.40	L	D1617	35.24	D
D115	1442	CDEFGH	D1416	33.22	L	D416	34.75	D
D117	1400	CDEFGH	D163	33.06	L	E1614	33.79	D
D1416	1384	DEFGH	D115	32.97	L	D1516	32.64	D
D1316	1341	DEFGH	D169	32.77	L	D1416	32.37	D
D116	1298	EFGH	D151	32.58	L	D117	32.36	D
D1516	1292	EFGH	D1610	32.48	L	E1615	31.97	D
E1615	1267	EFGH	D916	32.08	L	D141	31.29	D
D1315	1255	EFGH	D1016	30.51	L	D114	30.81	D
D1510	1199	FGH	D113	30.27	L	D115	29.59	D
D113	1170	GH	D1316	29.19	L	D151	29.26	D
D916	1169	GH	E1613	28.79	L	D113	29.13	D
D1015	1128	H	D116	24.67	L	D161	24.80	D
			D161	24.17	L	D116	24.75	D

\* Medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan a  $P \leq 0.05$

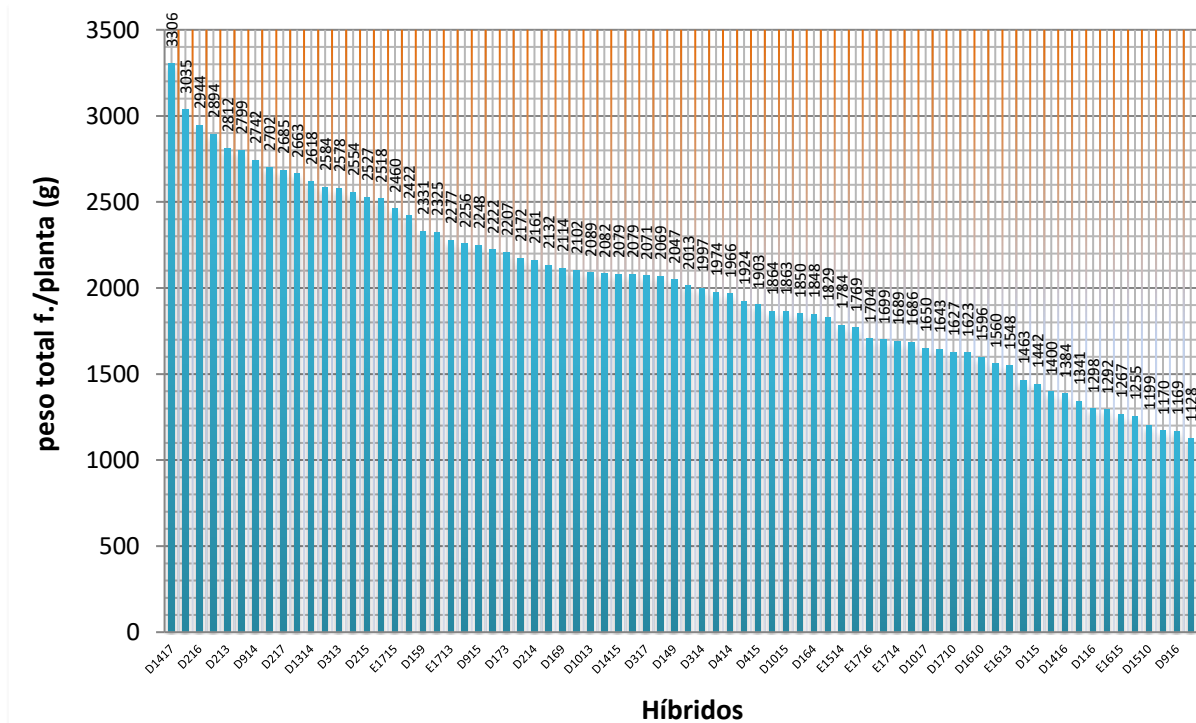
Según la prueba de Duncan realizada para todas las variables de respuesta, muestran que existen diferencias en rendimiento, en los diferentes híbridos utilizado en el ensayo, donde el híbrido D1417 fue el que registro mayor rendimiento con respecto al peso total de fruto por planta, ya que este tuvo como progenitores a BOTH 0063 y BOTH 0053 siendo el primer progenitor dominante sobre el peso total de fruto, ambos con una característica en común en la forma de fruto (ligeramente achatada) y ambas con procedencia extranjera (Honduras-España), el híbrido que registro mayor peso promedio de fruto fue el D1517, en cuanto al diámetro de fruto fue el híbrido E1513, el hibrido que presentó mayor altura de fruto fue D179, hibrido con mayor número de frutos fue D161. Según esta prueba se

puede observar que diferentes híbridos sobresalieron en cada variable que se evaluó en el ensayo, el híbrido D1417 que sobresalió en rendimiento tiene un tamaño intermedio.

#### 4.1.1. Peso total de fruto por planta (g)

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 8), para el rendimiento en peso total de fruto por planta se observan los valores de “F” que muestran diferencias altamente significativas entre tratamientos a una probabilidad del 95% con (C.V.) de 33 %, lo que implica que los valores de peso acumulado del fruto, son confiables.

En la figura 10 se observan los rendimientos de los 75 híbridos de tomate todas con el mismo manejo.

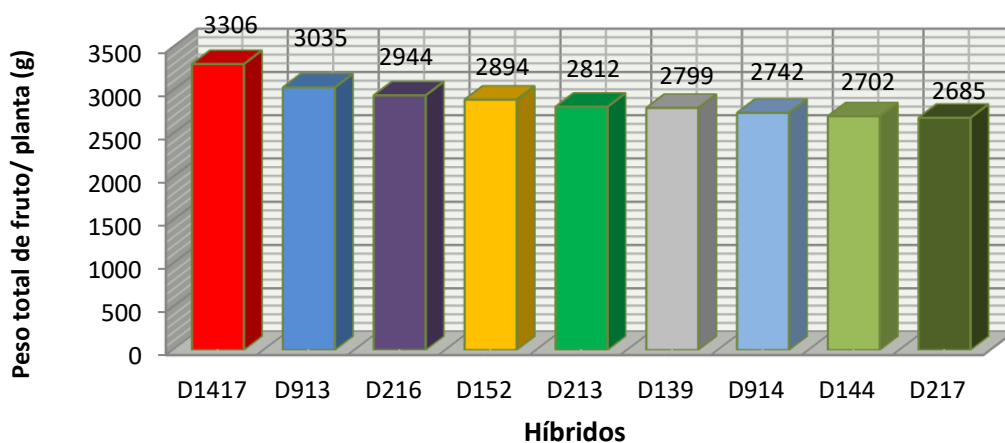


**Figura 10.** *Peso total de fruto por planta para cada híbrido de tomate (Solanum lycopersicum Mill.) utilizado en el ensayo.*

Según las observaciones de la figura 10, se puede apreciar el comportamiento de los diferentes híbridos, todos son significativamente diferentes de un híbrido a otro. En forma

particular si relacionamos los híbridos que tienen rendimientos altos con los que presentan rendimientos bajos.

En la figura 10 y 11 el híbrido D1417 tiene una ligera ventaja en cuanto al rendimiento, con relación a los demás híbridos con 3306 g/pl., seguido por los híbridos D913, D216, D152 y D213 con 3035, 2944, 2894 y 2812 g/pl., el cultivar de menor rendimiento fue el híbrido D1015 con 1128 g/pl



**Figura 11. Representación gráfica del Peso total de fruto/planta de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.**

Los híbridos D1415 y D913 son estadísticamente diferentes llevando una ligera ventaja a los 9 híbridos que resultaron con mayor promedio, observados en la figura 11.

Según Carrillo (2003), para la variable rendimiento por planta, los racimos cosechados y la humedad relativa, nos indican que a mayor número de racimos florales cosechados, se obtiene una mayor producción por planta.

Cuartero (1989), menciona que el rendimiento, es un carácter de baja heredabilidad, por ende puede ser influenciada por el medio ambiente y por el tipo de manejo que el cultivo tenga.

Según Argote (1986), indica que el rendimiento por planta está en función a dos aspectos principales; características genéticas y a influencias ambientales como el clima, disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo además del área foliar desarrollado. También indica que el rendimiento por hectárea está en función al número de plantas por hectárea, es decir una densidad óptima de la población para cada variedad.

Izquierdo (1988), indica que el incremento en el rendimiento de los cultivares tutorados se debe principalmente a una menor incidencia de plagas y enfermedades en las plantas tutoradas, por otra parte se tiene menor grado de pudrición de los frutos ya que las plantas tutoradas tienen menor contacto con el suelo y los tratamientos fitosanitarios son más uniformes y efectivos.

Villareal (1982), menciona que el potencial de rendimiento está influenciado por muchos factores, pero este puede elevarse mediante el desarrollo de variedades con buena capacidad de cuajamiento de fruto, además de ser resistente a enfermedades.

A su vez Brawer (1973), define que el mayor o menor rendimiento de diferentes variedades (líneas) dependen en gran parte de su capacidad de cada variedad de aprovechar mejor el agua, la energía lumínica, y las sustancias nutritivas; en general a la mejor adaptación al medio y por lo general dará como resultado que a mayor peso de fruto mayor será el rendimiento.

Para Baker (1970), la diferencia en rendimiento de cada variedad (línea), sin tomar en cuenta el manejo, se debe a las diferencias en las estructuras anatómicas y actividades fisiológicas o hábitos de comportamiento que permiten a cada variedad responder de forma diferente en la fructificación.

De los 75 híbridos que se utilizaron en el respectivo ensayo solo cinco presentaron un rendimiento mayor a 70 t/ha. Comparando con los híbridos comerciales como rio fuego, Rio grande estas presentan una producción de 30 a 40 t/ha, estos fueron superadas con el doble de producción.

**Cuadro 11. Rendimiento mayor a 70 t/ha de cinco híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) evaluadas en el ensayo.**

Híbridos	kg/planta	t/ha
D1417	<b>3.30</b>	<b>82.65</b>
D913	<b>3.03</b>	<b>75.75</b>
D152	<b>2.94</b>	<b>73.5</b>
D216	<b>2.89</b>	<b>72.25</b>
D213	<b>2.81</b>	<b>70.2</b>

A pesar de que todos los cultivares son híbridos F1, las diferencias en cuanto al rendimiento posiblemente se deban a que los cultivares D1417, D913, D152, D216 y D213 se han adaptado mejor a las condiciones del medio como indica Cuartero (1989) que algunos cultivares podrían haber presentado algunas características genéticas particulares en cuanto a su rendimiento. Indican también que las variedades que tienen problemas de adaptación son afectados directamente en su rendimiento debido a que presentan susceptibilidad a enfermedades, poca capacidad de cuajamiento de fruto.

Sarli (1982), citado por Meruvia (1991), señala que la meta de los programas de mejoramiento de tomate es elevar el rendimiento a su más alto potencial; pero que este aumento depende del método de manejo del cultivo, de la región en que se desarrollará el cultivo y de las variedades que se usarán. También indican que los tomates no tutorados rinden en término medio de 10 a 20 toneladas por hectárea con frutos tipo pera y de 20 a 30 toneladas por hectárea para frutos tipo redondo; por otra parte los tomates sin tutor rinden de 20 a 30 toneladas los primeros y con 30 a 50 toneladas por hectárea los segundo.

Por otra parte, Van de Vooren *et al.*, (1986), explican que a partir de un determinado nivel de densidad de siembra, la producción por planta disminuye y la producción por unidad de superficie crece; un nuevo incremento de densidad permite alcanzar la cosecha máxima, mientras que excesivas densidades hacen bajar la cosecha

4.1.2. Peso promedio de fruto (g)

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 8), para el rendimiento en peso promedio de fruto se observa los valores de “F” que muestran diferencias altamente significativas entre híbridos, a una probabilidad del 95% con un (C.V.) de 25%, lo que implica que los valores de peso acumulado del fruto, son totalmente confiables, debido a que se encuentran dentro del rango de 30% del coeficiente de variación para los estudios de campo.

El peso promedio de fruto es un carácter muy importante, debido a que principalmente en América Latina y particularmente en Bolivia, la comercialización de este producto es realizado por el peso de fruto.

Los datos promedios de la variable de respuesta, peso promedio de fruto, se observa en la figura 12, la siguiente figura nos confirma que existen diferencias significativas entre cada híbrido utilizado en el estudio, que corresponden a los híbridos.

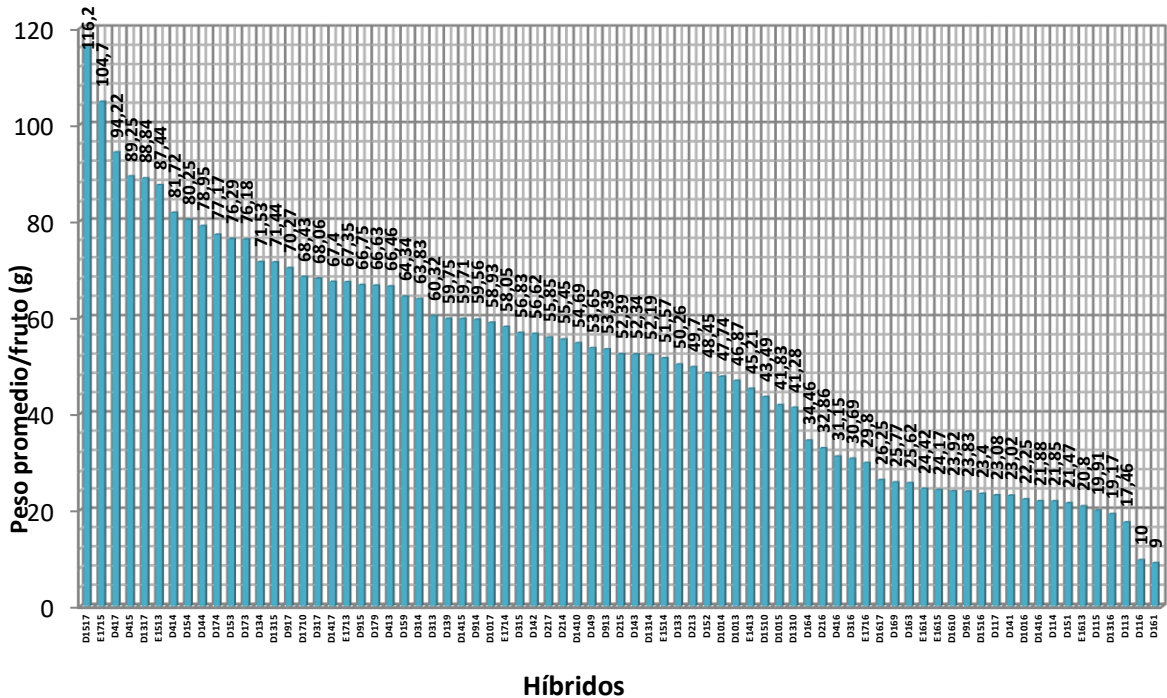
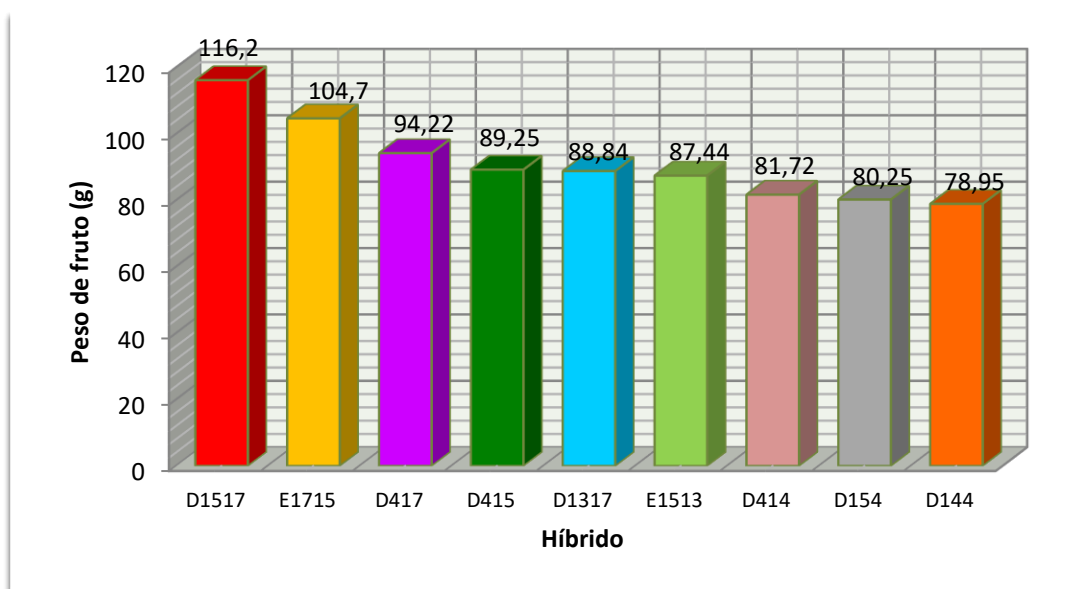


Figura 12. Peso promedio de fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.), para cada híbrido utilizado en el ensayo.

En la figura 12, se observa que existe variación entre los diferentes híbridos, con respecto al peso promedio de frutos, los híbridos que obtuvieron mayor variación son: D1517, E1715, D417, D415 seguida por el híbrido D1317, llegando a alcanzar 116.2, 104.7, 94.2, 89.25 y 88.8 g/fruto los híbridos que presentaron menor rendimiento con respecto al peso promedio de fruto son los híbridos D113, D116 y D161 con los siguientes pesos 17.4, 9.1 y 8.91 g /fruto.

El peso promedio de fruto de tomate es una característica cuantitativa, están controladas por múltiples factores genéticos y ambientales, los factores ambientales incluyen efectos de los fertilizantes y el riego también afecta la densidad de plantación, por ende en los resultados que se obtuvieron en el ensayo presentan diferencias significativas entre los híbridos que corresponde a los pesos promedios de frutos en cada híbrido del ensayo.



**Figura 13. Representación gráfica del Peso de fruto (g) de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.**

Según la prueba de Duncan observado en el cuadro 9 nos muestra al 99% de probabilidad que existen diferencias significativas entre los híbridos del ensayo, por ende según esta prueba los pesos promedios de fruto de tomates no son las mismas entre los 75 híbridos en estudio.

En esta prueba se aprecian dos híbridos, donde los híbridos D1517 y el E1715 son las que obtuvieron el mayor peso promedio de fruto cada uno con 116.2 y 104.7 g/fruto respectivamente siendo diferentes estadísticamente de los demás híbridos en estudio. Los híbridos D116 y D161 presentaron el menor peso promedio con 9.1 y 8.9 g/fruto.

Con relación al comportamiento de los diferentes híbridos, se puede ver en la prueba de Duncan realizada con un 99% de seguridad, que los híbridos D1517, E1715 y D417 son estadísticamente diferentes unas de otras además de ser las de mejor peso promedio por fruto existiendo una gran diferencia entre D1517 y E1715 debido a que el Híbrido D1517 tiene un fruto mediano a grande ; los Híbridos D134 Y D1315 son estadísticamente iguales en el peso promedio de fruto, al igual que los híbridos D139, D1415 y D914 que del mismo modo son estadísticamente iguales.

Cuartero (1989), menciona que el tamaño y peso promedio del fruto se destaca por tener un carácter que presenta una gran estabilidad, es por ello que las respuestas del tamaño y peso promedio de fruto son casi similares aunque estos se cultiven en ambientes diferentes (heredabilidad alta).

Koning (1988), indica que el tomate al ser un producto destinado tanto para consumo de mesa como para la industria, este debe tener un peso adecuado de acuerdo al destino que este tenga, es por ello que es muy importante tomar en cuenta la variedad que se utilizará en función al mercado (uso fresco, industria).

Según Fernández (1992), es importante tomar en cuenta el tipo de manejo se puede observar que los tutorados pueden incrementar el peso promedio de los frutos con respecto a los no tutorados.

Koning (1988), menciona que si se lleva a cabo un determinado manejo (tutoraje y podas), en buena forma se puede llegar a incrementar el tamaño y el peso de los frutos.

### 4.1.3. Diámetro de fruto (mm)

De acuerdo al análisis de varianza, sobre la variable diámetro de fruto expresado en milímetros, nos muestra los valores de “F” que tienen diferencias altamente significativas al nivel de 95% de probabilidad, con un (C.V.) de 8.13%, que se muestra en el cuadro 8.

El tamaño del fruto esta dado por el diámetro que estos puedan presentar en el momento de la cosecha. Dicho carácter es muy importante ya que es la base para la clasificación y mercadeo.

Los datos promedios de la variable de respuesta diámetro de fruto, se observa en la figura 14, en el análisis de varianzas nos indica que existen diferencias altamente significativas entre los 75 híbridos, la siguiente figura nos confirma que absolutamente si existen diferencias significativas entre los híbridos en estudio.

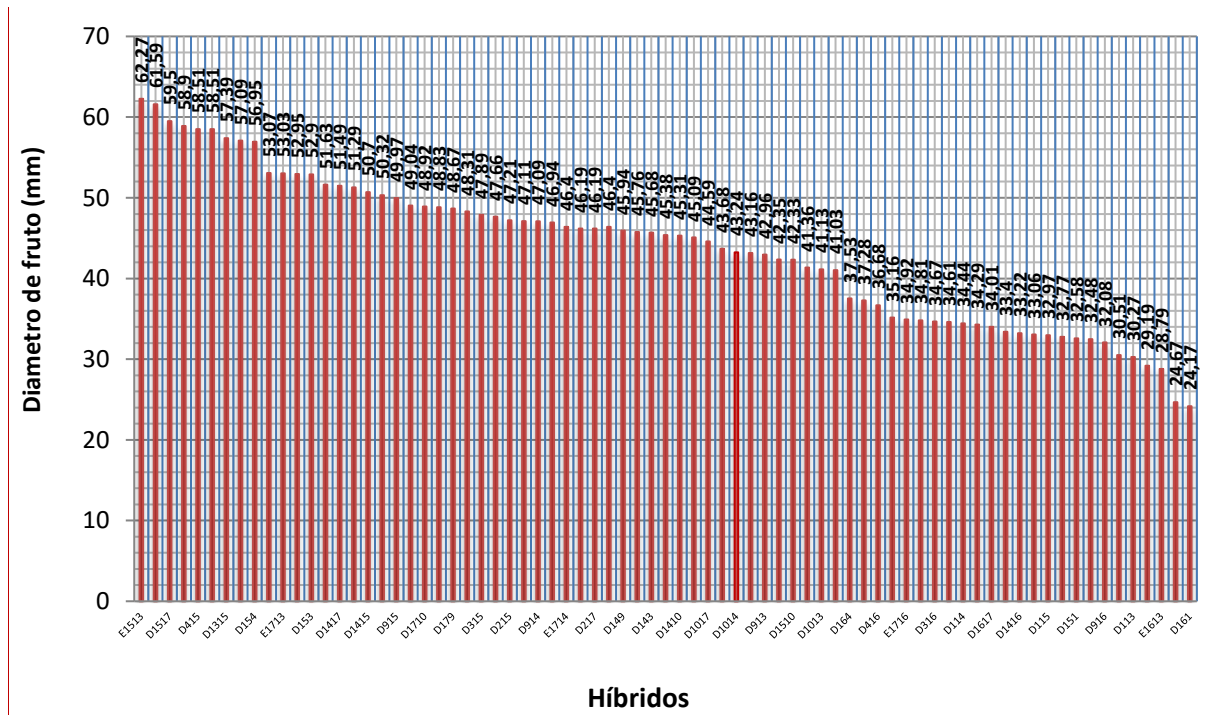


Figura 14. Promedio del diámetro de fruto (mm) de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) para cada híbrido utilizado en el ensayo.

En esta figura 14 podemos observar que existen diferencias altamente significativas entre híbridos, de la variable diámetro promedio de fruto de tomate, los híbridos que tuvieron mayor diámetro son: E1513, E1715, D1517, D414 y D415 con los siguientes diámetros 62.27, 61.59, 59.50, 58.90 y 58.51 mm.

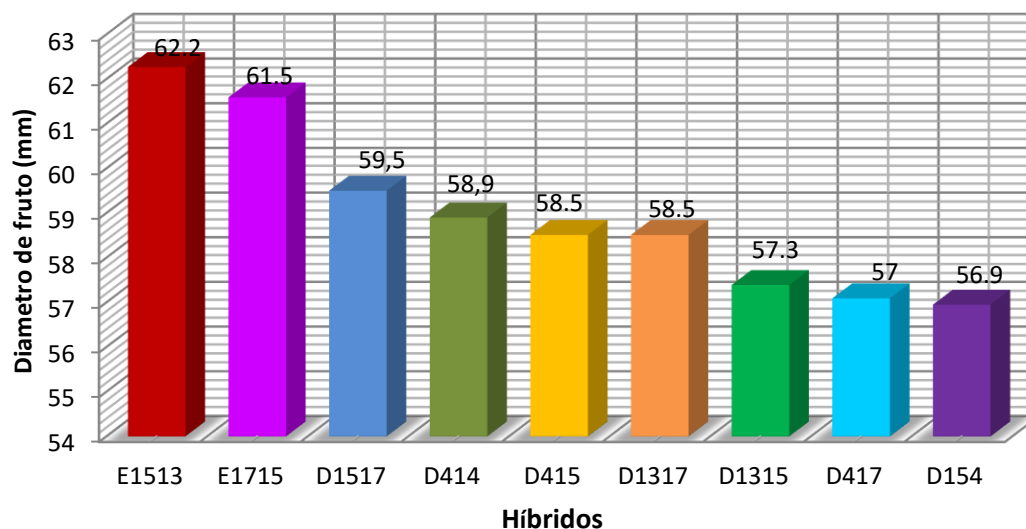
Villareal (1982), menciona que el tamaño y el peso mínimo del fruto, está ligada a la resistencia de las diferentes variedades al marchitamiento bacteriano y al virus mosaico del tabaco.

Sarli (1982), menciona que el tamaño del fruto esta en relación con la cantidad de polen de la flor cuando la polinización es completa, siendo los frutos de tamaño normal, caso contrario son pequeños y deformes. Menciona también que el rendimiento, calidad, tamaño de fruto esta en relación a los fotoasimilados sintetizados y de las condiciones que se les da a la planta.

Según Curbetto (2010), la capacidad de aumentar el tamaño de fruto es afectado por la presencia de la hormona giberelina en las plantas, que tienen una rápida distribución en el floema de la planta, el uso importante de las giberelinas tiene que ver por su capacidad de aumentar el tamaño y frutación en el tomate.

Según Linares el despunte de las inflorescencias y aclareo de frutos ha adquirido cierta importancia desde hace unos años, se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes así como su calidad.

Yamaguchi (1972), menciona que al estudiar diferentes densidades de población y fertilización en la producción de tomates, con un nivel de 100-50-120 de N-P-K, reportó diferencias significativas en los diámetros de los frutos.



**Figura 15.** Representación gráfica del diámetro de fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.

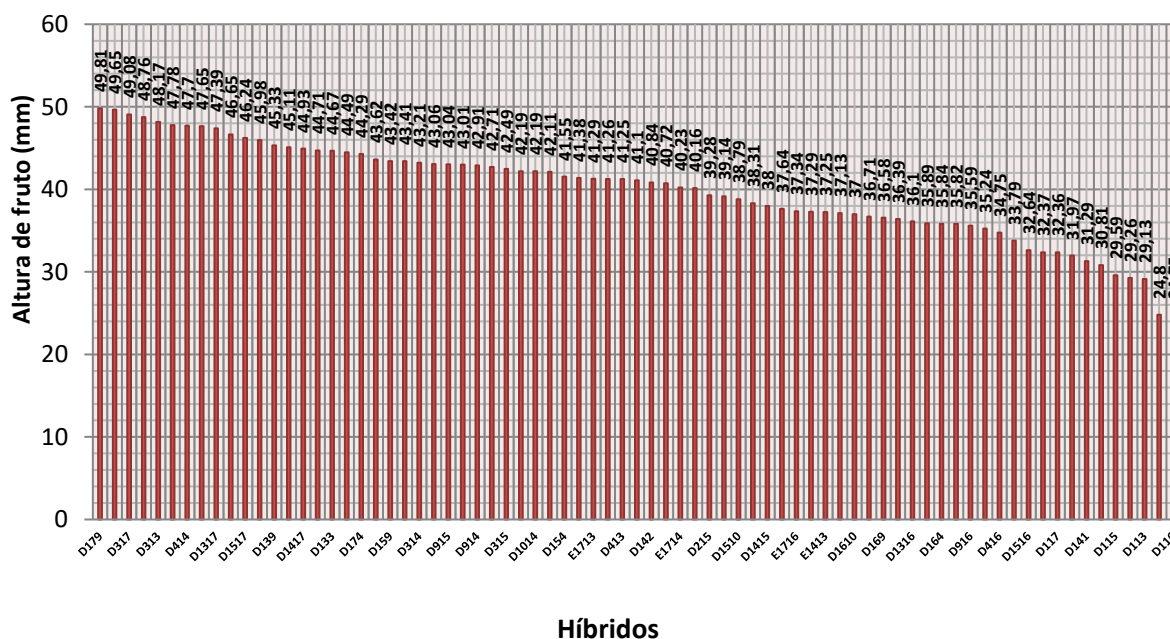
En la prueba de Duncan se aprecian dos híbridos con mayor diámetro de fruto, donde el híbrido E1513 y E1715 son las que obtuvieron el mayor diámetro de fruto, cada uno con 62.27 y 61.59 mm respectivamente siendo diferentes estadísticamente de los demás híbridos en estudio, los híbridos D161 y D116, fueron las que presentaron el menor diámetro de fruto, 24.67 y 24.17 mm, por lógica también presentaron un menor peso promedio de fruto. Entonces tanto el diámetro y la altura esta en estrecha relación con el peso de fruto, a mayor diámetro y altura de fruto existirá mayor peso promedio de fruto, no así, existiendo tanta relación con el peso total de fruto por planta.

Según Fernández (1992), el tipo de manejo no tiene significancia en el diámetro de los frutos, por ende las plantas que recibieron tutoraje son iguales a las plantas que no tuvieron tutor. Indica también que en un experimento, donde se realizó el raleo de frutos y una buena fertilización se tuvo una mejor calidad con mayores diámetros de frutos.

#### 4.1.4. Altura de fruto (mm)

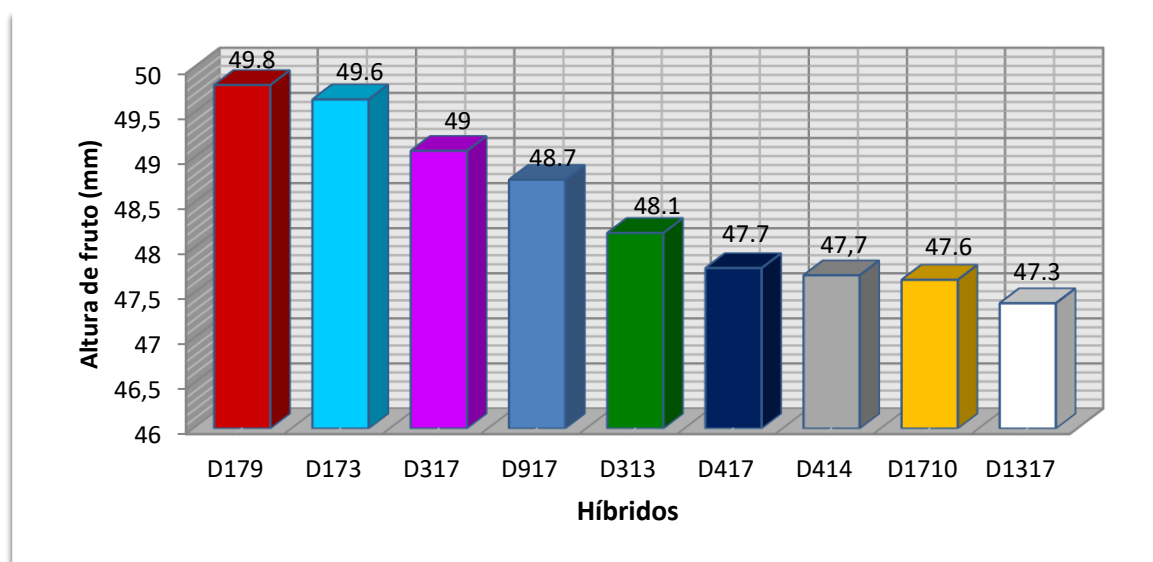
Según el análisis de varianza realizada para la altura de fruto, se observa en el cuadro 8, los valores de "F" estas mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, a una probabilidad del 95%, teniendo un (C.V.) de 8%.

Los datos promedios de la variable de respuesta altura de fruto, se observa en la figura 16, en el análisis de varianzas nos indica que existen diferencias significativas entre tratamientos, la siguiente figura nos confirma que si existen diferencias significativas entre los 75 híbridos en estudio.



El tamaño que alcanzan los frutos es influido por la cantidad de fotoasimilados disponibles por planta, pues al eliminar flores los fotoasimilados se reparten en menos frutos y se propicia un mayor tamaño que ayuda a compensar parcialmente la pérdida de rendimiento por unidad de superficie ocasionada por el menor número de frutos por planta o por racimo (Wolf y Rudich, 1988; Shishido, 1989).

Otra forma de aumentar la cantidad de fotoasimilados por planta es propiciar una mayor intercepción de luz por planta mediante la reducción de la densidad de la población. Dentro de ciertos límites, al aumentar la densidad de población el rendimiento por unidad de superficie aumenta debido a un mayor número de frutos por unidad de superficie; sin embargo, el rendimiento por planta disminuye como consecuencia de un mayor número de frutos por planta y un menor peso y tamaño de éstos (Hurd *et al.*, 1979).



**Figura 17. Representación gráfica de la altura del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.**

En la prueba de Duncan y en la figura 17 dos híbridos, muestran mayor altura de fruto, el híbrido D179 y D173 son las que obtuvieron la mayor altura de fruto cada uno con 49.805 y 49.655 mm respectivamente siendo diferentes estadísticamente de los demás híbridos en estudio. Los híbridos D116 Y D161 presentaron la menor altura de fruto con solo 24.798 y 24.745 mm.

4.1.5. Número de frutos por planta.

De acuerdo al análisis estadístico, realizado para el número de frutos por planta se observa en el cuadro 8, los valores de “F” mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, a una probabilidad de 95%, con un coeficiente de variación (C.V.) de 27 %.

El número de frutos por planta tiene mucha importancia en la agricultura ya que este mostrara la capacidad de producción de la planta, por ende del interés del agricultor para su posterior implantación.

En relación al número de frutos es importante señalar que las variedades de menor diámetro y altura de fruto presentan mayor numero de frutos a la cosechas.

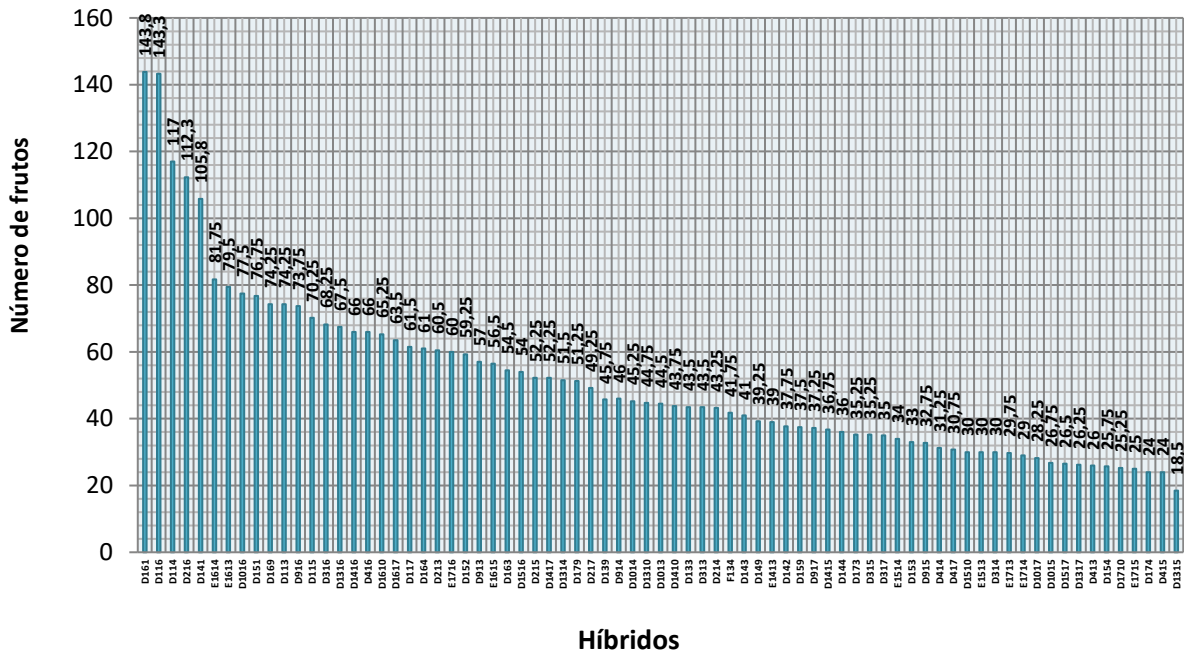


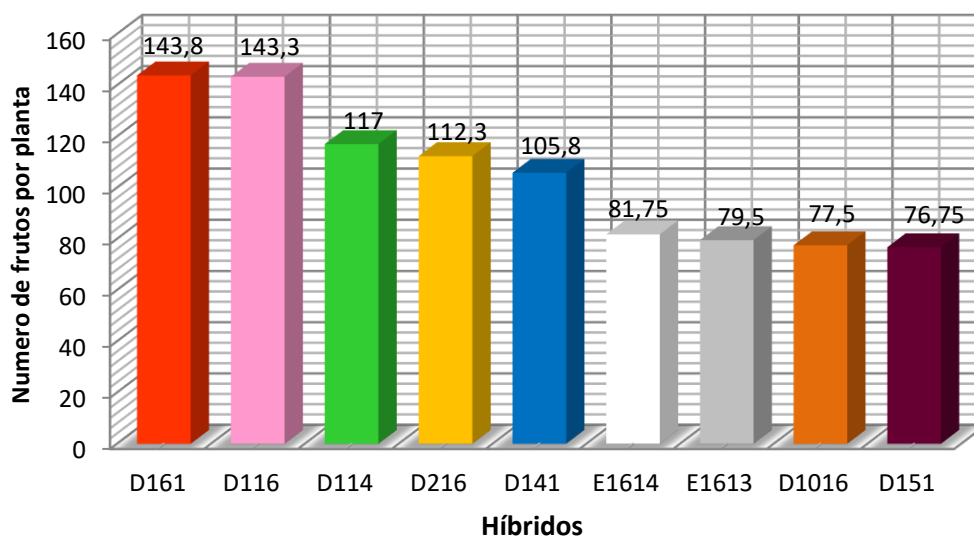
Figura 18. Promedio del número total de frutos/planta de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) para cada híbrido utilizado en el ensayo.

Según Ucan *et al.*, la densidad de 12 plantas/m<sup>2</sup> producirá mayor rendimiento por unidad de superficie, pero con la desventaja de que los frutos sean más pequeños, tal desventaja

reduce su precio de venta ya que en mercados como el estadounidense y el nacional se prefieren y se pagan mejor por los frutos grandes.

Según Frost y Kretchman (1988), que el número, tamaño y rendimiento de frutos disminuye al incrementar la densidad de población en los cultivares de tomate 2653 y h-722. En un estudio de campo Añez y Figueredo (1999), observaron que el número de frutos por planta disminuyó al aumentar la densidad de población de tomate.

Observando la figura 18 y 19 podemos afirmar que el híbrido D161 y el híbrido D116 con 143 frutos son las más productivas, en cuanto a número de frutos se refiere y estadísticamente superior a las demás; seguida del híbrido D114 con 117 frutos, finalmente; comportándose casi uniformemente los híbridos D216 Y D141.



**Figura 19. Representación gráfica del número de frutos por planta de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.), de los nueve híbridos con mayor promedio.**

Realizando la prueba de Duncan para cada híbrido tenemos dos híbridos, que estadísticamente no presentan diferencias significativas en función al número de frutos.

Siendo los híbridos D161 y el híbrido D116 cada uno con 143.8 y 143.3 frutos, respectivamente siendo estadísticamente diferentes de los demás genotipos en estudio. El genotipo D1315 fue la que presentó el menor número total de frutos con 18 frutos teniendo en cuenta de que el genotipo presentó mayor peso promedio de fruto y mayor diámetro.

Al comparar el número de frutos por planta con la variable diámetro de fruto se comprobó que ambos son inversamente proporcionales, a mayor diámetro y altura que el fruto presente, habrá menor número de frutos por planta.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo se llegó a las siguientes conclusiones:

- De los 75 híbridos estudiados, los híbridos D1417, D913, D216, D152 Y D213 reportaron rendimientos mayores a 70t/ha con 82.65, 75.75, 73.5, 72.25 y 70.25 de rendimiento respectivamente.
- Los híbridos D1517 y E1715 alcanzaron los mayores pesos de fruto con 116.2 y 104.6 g/fruto respectivamente.
- Los híbridos E1513 y E1715 reportaron los mayores diámetros de fruto con 62.27 y 61.59 mm respectivamente.
- Los híbridos D179 y D173, D317 mostraron las mayores alturas de fruto con 49.8, 49.6 y 49.08 mm respectivamente.
- Los híbridos D161 y D116 presentaron mayor número de frutos durante la cosecha con 144 y 143 frutos respectivamente.
- En los 75 híbridos la forma que predominó fue la forma achatada con un 33% seguida por el redondeado con un 20%.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Agralia. 2002. REDAREx. [http://agralia.juntaex.es/REDAREx ...](http://agralia.juntaex.es/REDAREx...)
- Anaya, R.; Bautista, M. y Vera, G. 1992. “Las plagas del tomate y sus principales hospederos en la región central de México”. Manejo Integrado De Plagas. 63-64 p.
- Añez, B. 1999. Influencia del número y disposición de plantas por hilera sobre el crecimiento y producción de tomate bajo siembra directa y por transplante. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 16:394-413.
- Argote, J. 1986. Coeficientes de sendero y heredabilidad en dos poblaciones de maíz bajo selección familiar. Tesis Ing. Agro. FCAP. 159P.
- Baker, J. y Allen, E. 1970. Biología e investigación científica. Trad. Del inglés por Jaime F. George. EEUU. Fondo Educativo Interamericano. 23-25p.
- Brawer, H. 1973. Fitogenética aplicada. Edición Limusa. D.F. México. 28p.
- Carrillo, G. 1981. Evaluación de diferentes distancias de siembra en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum L.*, variedad Roma VF, en la región de San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 37 p.
- Castilla, N. 1985. Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería: necesidades hídricas y extracción de nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado abrigo de polietileno. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica De Madrid, Caja Rural De Almería. 195p.
- Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas. 2004. “Cartilla de presentación de variedades de hortalizas”.
- Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas. 2011. “Manual de variedades”.
- Chirinos, D.; Geraud, F. Marin, M. y Chirinos, D. 1995. “Desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller; en Rio Grande”; en la zona del rio Limón del Estado de Zulia, Venezuela. I. Altura de Planta, Peso Fresco, Peso Seco, Número de Ramificaciones, Hojas, Flores y Frutos. Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ. 10(3): 311-324P. Cuadernos De Centros De Investigación De Asesorías Agroindustriales (CIAA).
- Cuartero, J. 1989. Mejoramiento genético de tomate. Ed. Por Curso Internacional de Horticultura Intensiva en Climas Áridos. Murcia, España. Instituto de Cooperación Iberoamericana IV.

- Dirección Nacional de Investigación y Extensión Agrícola. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de costa rica. Ministerio De Agricultura y Ganadería. San José. Costa Rica. 11p.
- Domínguez, A. 1993. Fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 217p.
- FAO. 2002. Bases agrícolas cultivos primarios de tomate ([www.FAO.gov.co](http://www.FAO.gov.co)).
- FAOSTAT database. (FAOSTAT, 2008), available at <http://faostat.fao.org/site/362/DesktopDefault.aspx?>
- FAOSTAT <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Fernández, B. 1992. “Evaluación de siete variedades de tomate de tipo industrial en Villa Montenegro, Tesis de grado para obtener el título de ingeniero agrónomo, Cochabamba-UMSS, Facultad de Agronomía. 119p.
- Franco, J.; Montalvo, R. y Montecinos, R. 1993. Tratamiento químico de tubérculos infectados por *Nacobbus aberrans* para evitar su diseminación. *Nematropica* 23:117.
- Frost, D.; Kretchman, D. 1988. Plant spatial arrangement and density effects on small-and medium- vined progressing tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(1):51-55.
- Fusades, R. 1990. Producción comercial de tomate, San Salvador, El Salvador, Programa De Diversificación Agrícola 84p.
- Hurd, R. y Gaya, M. 1979. The Effect of Partial Flower Removal on The Relation Between Root, Shobt and Fruit Growth in the Indeterminate Tomato. *Ann. Appl. Biol.* 93:77-89p.
- INE – MDRyT. 2012. Encuesta nacional subjetiva, encuestas específicas y registros administrativos. / **Elab:** IBCE .
- INTA - Centro Regional. 2002. El cultivo de tomate para industria. Mendoza, Argentina.
- Izquierdo, J. 1988. Prueba regional de cultivares de tomate. Santiago, Chile. Organización de las Naciones Unidas. 152p.
- Jaramillo, J.; Rodríguez, V.; Guzmán, M.; Zapata, M. y Rengifo, T. 2007. Manual Técnico: buenas prácticas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA. Centro D e Investigación “La Selva”. Colombia. 331p.

- Juscafresa, B. 1977. Como cultivar fresones y tomates. (Educación Virtual. Uta. edu.ec).
- Koning, M. 1988. The of different day/night temperature regimens on growth, development and yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science (USA)*. 63 (3):465.
- Lee, R. y Escobar, H. 2001. Producción de tomate bajo invernadero. Fundación Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, col. 127p.
- Maroto, J. 1993. Horticultura herbácea especial. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa. 319-340p.
- Maroto, J. V. 1989. Elementos de horticultura general. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Meruvia, A. 1991. “Coeficientes de sendero para la producción de líneas de tomate). [www.tesis.abesca.org:8080/dspace/handle/123456789/5186?mode...](http://www.tesis.abesca.org:8080/dspace/handle/123456789/5186?mode...)
- Nuez, F. 2001. El cultivo de tomate. Mundi-Prensa. México, D.F. 793P.
- Nuño, R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle Mexicali, Baja California.
- Peralta, E. y Spooner, D. 2000. Clasificación de los tomates silvestres: una revisión. *Kurtziana* 28 (I): 45-54.
- Programa Nacional de Semillas. 2008. “Estudio de identificación de áreas de producción y variedades cultivadas de tomate para semilla y consumo en Bolivia.
- Raymond, G. 1989. Producción de semillas de plantas hortícolas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 159-162p.
- Rodríguez, R. 1997. Cultivo moderno de tomate. Ediciones Mundi-Prensa Madrid.
- Ruiz, J. 1993. Los métodos convencionales de la desinfección del suelo y la alternativa de solarización. *Agronomía Vol. 5 N° 2-3p* 125-130p.
- Ruiz, S. 2002. Tipos y especificaciones de calidad en el cultivo del tomate, es un producto básico de la horticultura española. ([www.eumedia.es/articulos/vr/hotofrut/148tomate.html](http://www.eumedia.es/articulos/vr/hotofrut/148tomate.html)).
- Sarli, A. 1982. Tratado de Horticultura. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Shishido N., Seyama, S. y Hori, S. 1989. Carbon Budget in Tomato Plants as Affected by Night Temperature Evaluated By Steady State Feeding With 14CO<sub>2</sub>. *Ann. Bot.* 63:357367p.

- SIAP-SAGARPA, (2009). Agricultura y Producción Anual. [www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view...](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view...)
- Soliz, B. 2010. Proyecto: Identificación de genotipos superiores para la producción de semilla híbrida de alta calidad genética en tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) con metodologías de mejoramiento clásico y herramientas moleculares. Proyecto Tomate-UMSS-ASDI FC3. 51p.
- Stevens, A. y Rudich, J. 1978. Genetic Potencial For Over Physiological Limitations On Adaptability Yield And Quality In The Tomat. Hortscience. 13: 673-678p.
- Valadez, A. 1998. Producción de Hortalizas. 1ra. ed. 8va. Reimpresión Ed. Limusa. México. 298p.
- Van de Vooren, J.; Wells, H. y Haiman, G. 1986. Glasshouse crop production. *In: The Tomato Crop*. G Athenon, J Rudich (eds). Chapman and Hall, U. k. pp: 582-624
- Van Haeff, J. 1992. Tomates. Manuales para la educación agropecuaria. Ed. Trillas. D.F., México. 51p.
- Vigliola, M. 2007. Manual de Hortalizas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 152p.
- Villareal, R. 1982. Tomates. Trad. Del Ingles por Edilberto Camacho. IICA. San José, Costa Rica, 82-119p.
- Villarroel, D. 1997. Manejo integrado de plagas. CADIA. Tomo 1. Cochabamba –Bolivia, 145p.
- Wolf, S. y Rudich, S. 1988. The Rates of Fruits on Different Parts of The Tomato Plants and the Effect of Water Stress on Dry Weight Accumulation. *Sci. Hort.*34:1-11p.
- Yamaguchi, S. y Tanaka, A. 1972. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano de maíz. Colegio de postgraduados. Chapingo, México. 124 p.

## **VII. ANEXOS**