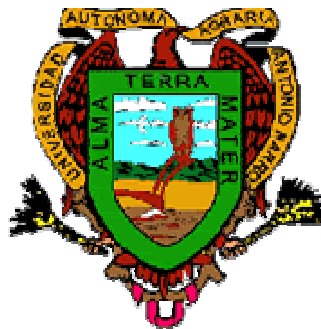


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por su  
Rendimiento y Eficiencia Fisiotécnica Bajo Condiciones de Hidroponía en  
Invernadero**

**Por:**

**ROSENDO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

**T E S I S**

**Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título De:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Febrero del 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por su  
Rendimiento y Eficiencia Fisiotécnica Bajo Condiciones de Hidroponía en  
Invernadero

Por:

ROSENDO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

APROBADA

Asesor Principal



Dr. Fernando Borrego Escalante

Coordinador de la División de Agronomía



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Coordinación  
División de Agronomía

Febrero del 2010

**Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por su  
Rendimiento y Eficiencia Fisiotécnica Bajo Condiciones de Hidroponía  
en Invernadero**

**Por:**

**ROSENDO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

**T E S I S**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**APROBADA POR EL COMITÉ ASESOR**

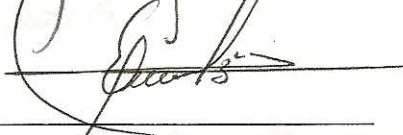
Asesor Principal

  
Dr. Fernando Borrego Escalante

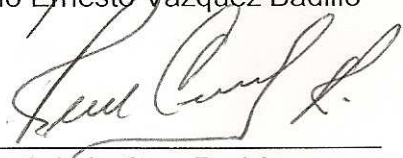
Asesor 1

  
Dra. Ma. Margarita Murillo Soto

Asesor 2

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Asesor 3

  
Ing. René de la Cruz Rodríguez

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Febrero del 2010**

## **DEDICATORIA**

### ***A DIOS***

*A tí mí Díos que me dístes la vida y la oportunidad de seguir en esta etapa de superación y formación profesional. Gracias por ser la luz que me guía por la vida, por darme una familia muy hermosa y unida en todo momento.*

### ***A MIS PADRES***

*SALVADOR HERNÁNDEZ MARTÍNEZ Y ELENA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ por el gran amor que me brindan y por estar conmigo en los momentos mas difíciles en que los necesito, además de toda su confianza y apoyo para culminar una etapa mas de mi vida. Que díos les bendiga hoy y siempre para que puedan seguir en el camino de nuestro señor Jesucristo y con mucho cariño les dedico la presente, los AMO.*

### ***A MIS HERMANOS***

*Amadeo, Ciriaco, Laura, a mis hermanitas Mary, Caty y en especial a mí hermano Fernando, a ustedes que ante todo me han dado de su amor, cariño y afecto fraternal y por haberse privado de muchas cosas que a ustedes les correspondían y bríndármelas a mí; Mil gracias.*

### ***A MIS SOBRINOS***

*Modesta, Ramona, Aquilino, Norberto, Ana Laura y a mis pequeños sobrinitos Ángel, Luz y Salvador que son los niños mas maravillosos cuando están a mí lado, ya que ustedes son mi fuente de inspiración para superarse en el ámbito profesional.*

### ***A MIS CUÑADOS***

*Florentino, Mónica, y Raquel, por la confianza que pusieron en mí y por apoyarme durante mi instancia universitaria que Dios los bendiga.*

### ***A MI NOVIA***

*Ana Santiago Hernández, gracias amor por darme la confianza, la alegría, las fuerzas y ser mi fuente de motivación para lograr mis metas y ser una persona capaz de enfrentar cualquier cosa en la vida, a ti mi niña míl gracias por el gran amor que me tienes, con todo mi corazón te dedico la presente tesis, tuyo es mi amor, hoy, mañana y siempre. TE AMO mi flaca.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A mi “Alma Mater” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) por haberme cobijado en su seno y por darme la oportunidad de superarme profesionalmente.*

*Al Dr. Fernando Borrego Escalante, por darme su apoyo en la realización de este trabajo, por ser mi maestro, por haberme brindado su sincera amistad, su tiempo y su amplio conocimiento en diversas áreas de la ciencia. Alentándome a la superación constante y por ser de una manera muy especial que le he tomado un gran respeto, mil gracias.*

*A la Dra. Ma. Margarita Murillo Soto, por su apoyo en la realización y revisión de este trabajo, por sus enseñanzas y por tener participación dentro de las pruebas de laboratorio, así mismo felicitarla por ser un buen ejemplo para muchos hacia la superación constante.*

*Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo por el gran apoyo y la confianza que nos brindo para poder llevar a cabo este trabajo de tesis, gracias por brindarme tu sincera amistad en cualquier momento, además de colaborar en la revisión de este trabajo para que esta fuera mejor y por participar como jurado calificador.*

*Al Ing. René de la Cruz Rodríguez, por la colaboración y aportación de esta tesis como jurado calificador y por los conocimientos compartidos en el trascurso de esta investigación.*

*Al Ing. María de Lourdes Hernández Hernández por su apoyo en la colaboración de este trabajo, dentro del laboratorio y en la toma de datos, además por su linda amistad muchas gracias.*

*A la MC. Aurelia Mendoza Gómez, por su colaboración en el presente trabajo, por brindarme su linda amistad, la confianza y ser un ejemplo a seguir, para una constante superación personal, a tí muchas gracias, y que Dios te guíe siempre en tu camino.*

*A la Dra. Susana Gómez Martínez, por bríndame su apoyo moral y económico, así por los consejos para mi superación personal en el ámbito profesional y por ser ejemplo mío para luchar y alcanzar las metas deseadas, a tí muchas gracias, que Dios te bendiga.*

*Al Ing. M.SC. Ignacio García Casillas ( + ) por el diseño del sistema de riego del invernadero donde se llevo a cabo la presente investigación y que Dios lo guarde en su gloria.*

*Al ing. José Ángel de la Cruz Bretón ( + ) por el mantenimiento del invernadero donde se llevo a cabo la presente investigación y que Dios lo guarde en su gloria.*

*A los señores Francisco, Germán, Adrián, por su apoyo en el trabajo de campo.*

*A los compañeros de generación XVIII y amigos Álvaro, Gustavo, Sergio, José Alfredo, Esther, Dora Alicia, y en especial a mis amigos Miguel Ángel, Raúl y hermano del alma Alexander López Hernández por todo su apoyo tanto moral y económicamente, por ayudarme a crecer como persona y por compartir muchas cosas durante el transcurso como universitario, a todos ustedes mil gracias por dejarme entrar a sus vidas y compartir conmigo un poquito de cada uno de ustedes.*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                           | <b>PÁG</b>  |
|-------------------------------------------|-------------|
| <b>DEDICATORIAS.....</b>                  | <b>i</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTOS.....</b>               | <b>iii</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>             | <b>viii</b> |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>             | <b>ix</b>   |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                  | <b>1</b>    |
| Objetivos.....                            | 4           |
| Hipótesis.....                            | 4           |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>        | <b>5</b>    |
| Origen é Historia.....                    | 5           |
| Clasificación taxonómica.....             | 6           |
| Características generales.....            | 6           |
| Temperatura.....                          | 8           |
| Luminosidad.....                          | 9           |
| Humedad Relativa.....                     | 10          |
| Fotosíntesis.....                         | 11          |
| Respiración.....                          | 12          |
| Transpiración.....                        | 12          |
| Resistencia y conductancia estomatal..... | 13          |
| Concentración de dióxido de carbono.....  | 14          |
| Uso Eficiente del Agua.....               | 15          |
| Composición química del tomate.....       | 16          |
| Aspecto fenológicos.....                  | 17          |
| Generalidades del invernadero.....        | 17          |
| Producción nacional.....                  | 19          |
| Establecimiento y manejo del cultivo..... | 20          |
| Fertirrigación.....                       | 21          |
| Calefacción.....                          | 22          |
| Sustrato.....                             | 23          |

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                           | <b>25</b> |
| Localización del área de investigación.....                                | 25        |
| Material genético.....                                                     | 25        |
| Establecimiento del cultivo.....                                           | 26        |
| Siembra del material genético.....                                         | 26        |
| Transplante.....                                                           | 26        |
| Entutorado.....                                                            | 27        |
| Podas.....                                                                 | 27        |
| Riego.....                                                                 | 27        |
| Fertilización.....                                                         | 27        |
| Cosecha.....                                                               | 28        |
| Toma de datos fenológicos.....                                             | 29        |
| Datos de rendimiento.....                                                  | 29        |
| Datos fisiológicos.....                                                    | 29        |
| Variables evaluadas.....                                                   | 30        |
| Análisis estadístico.....                                                  | 31        |
| Diseño experimental.....                                                   | 31        |
| Análisis de componentes principales.....                                   | 32        |
| Criterios de calificación.....                                             | 32        |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                         | <b>33</b> |
| Análisis de Varianza de las Variables Fenológicas.....                     | 33        |
| Análisis de Varianza de las Variables Cuantitativas de<br>Rendimiento..... | 35        |
| Análisis de Varianza de las Variables Agroclimáticas.....                  | 37        |
| Análisis de Varianza de las Variables Fisiológicas.....                    | 39        |
| Análisis de componentes principales.....                                   | 42        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                                   | <b>53</b> |
| <b>RESUMEN.....</b>                                                        | <b>54</b> |
| <b>LITERATURA CITADA.....</b>                                              | <b>56</b> |
| <b>APÉNDICE.....</b>                                                       | <b>63</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO                                                                                                                                                                                          | PÁG |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Material genético utilizado, líneas y cruasas.....                                                                                                                                           | 25  |
| 2. Híbridos comerciales.....                                                                                                                                                                    | 26  |
| 3. Fertilizantes macronutrientes (Trasplante al primer racimo floral).....                                                                                                                      | 28  |
| 4. Fertilizantes micronutrientes (Primer racimo floral a cosecha).....                                                                                                                          | 28  |
| 5. Análisis de varianza (cuadrados medios) de las variables fenológicas de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en Invernadero.....                                         | 33  |
| 6. Análisis de varianzas (Cuadrados medios) de las variables cuantitativas de rendimiento de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero..                          | 35  |
| 7. Análisis de varianza (Cuadrados medios) de las variables agroclimáticas en 25 genotipos de tomate (( <i>Solanum Lycopersicum</i> L.) en invernadero.....                                     | 38  |
| 8. Análisis de varianza (Cuadrados medios) de las variables fisiológicas características en 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero..                           | 40  |
| 9. Análisis de componentes principales (Eigenvalores) entre valores de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....                                             | 42  |
| 10. Contribución relativa de cada variable en seis componentes principales (Factor Loadings) de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....                                   | 43  |
| 11. Puntuación de cada genotipo al factor correspondiente (Factor Scores) de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....                                                      | 44  |
| 12. Calificación final de los genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en base a características fenológicas, fisiotécnicas y de rendimiento, bajo condiciones de invernadero..... | 52  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA |                                                                                                                                                                                            | PÁG |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1      | Resultados obtenidos para las variables fenológicas DPC, DUC y DC, de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....                                         | 34  |
| 2      | Resultados obtenidos para las variables cuantitativas de rendimiento NC, DP, DE, NFPP, PTFPP, PPF Y RNDTHA de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero..... | 37  |
| 3      | Resultados obtenidos para las variables agroclimáticas DFFF, TAIR, CO2 Y HR de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....                                | 39  |
| 4      | Resultados obtenidos para las variables fisiológicas THOJA, FOTO, COND, CINT, RE, CE, TRANS y UEAF de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....         | 41  |
| 5      | Comportamiento de las variables con dos factores “Alto Rendimiento” y “Eficiencia Fisiológica” para 25 Genotipos de tomate ( <i>Solanum Lycopersicum</i> L.).....                          | 45  |
| 6      | Comportamiento de las variables con dos factores “Alto Rendimiento” y “Precocidad” para 25 Genotipos de tomate ( <i>Solanum Lycopersicum</i> L.).....                                      | 46  |
| 7      | Comportamiento de las variables con dos factores “Alto Rendimiento” y “Asimilación Fotosintética” para 25 Genotipos de Tomate ( <i>Solanum Lycopersicum</i> L.).....                       | 47  |
| 8      | Comportamiento de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en los parámetros de rendimiento, peso promedio de fruto y número de corte por planta.....                      | 48  |
| 9      | Comportamiento de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en los parámetros de rendimiento, días a primer corte y días en cosecha.....                                    | 49  |
| 10     | Comportamiento de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en los parámetros de rendimiento, uso y eficiente del agua y temperatura de la hoja.....                        | 50  |
| 11     | Comportamiento de 25 genotipos de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en los parámetros de rendimiento, conductancia intercelular y dióxido de carbono.....                           | 51  |

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es, una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo y en las ultimas décadas el incremento en la popularidad de las comidas rápidas ha hecho necesaria su industrialización y transformación en subproductos utilizados por restaurantes, los cuales aparentemente consumen el 50 % de la producción (DeGiglio, 2003). La demanda de tomate crece constantemente y con ella la producción del mismo, así como su comercio.

Es una especie sensible al frío, siendo afectada por temperaturas menores a 10°C, por lo que su cultivo se ve condicionado a zonas donde estas temperaturas no sean una limitante o se hace necesaria la ayuda de métodos artificiales para lograr su producción. El tomate se cultiva fuera de temporada en invernaderos, incrementando en definitiva el costo del cultivo. Esto ofrece una gran oportunidad para el desarrollo de genotipos que puedan tolerar bajas temperaturas (Foolad y Lin, 2001).

Dentro de las hortalizas de exportación nacional, el tomate es la más importante, ya que ocupa el 16 por ciento del valor total de las exportaciones con una producción de 316,824 toneladas, con un valor total de 303.89 millones de dólares durante el 2007 y se estima que de los 5.7 millones de hectáreas cultivadas bajo condiciones de riego en nuestro país, el 1.5 por ciento es para la producción de tomate. En cuanto a la exportación de tomate fresco, España, los Países Bajos y México se disputan las tres primeras posiciones (CAADES, 2007).

En México, para el año 2008 se sembraron alrededor de 58,540 hectáreas bajo condiciones de campo e invernadero obteniendo un rendimiento promedio de 41.743 t ha<sup>-1</sup>. De la superficie total, el 71.33 %

corresponden a los estados de Baja California Norte (6.326%), Baja California Sur (4.387%), Sinaloa (27.306%), San Luis Potosí (5.381%), Jalisco (4.178%), Veracruz (5.524%), Michoacán (9.201%), Nayarit (5.012%) y Morelos (4.028%). Para la Región Lagunera de Coahuila y Durango se siembran 1,252 has, las cuales corresponden solamente al 2.139% de la superficie sembrada a nivel nacional, aunque el rendimiento promedio es de 58.943 t ha<sup>-1</sup> superando a la media nacional (SIAP, 2008).

El tomate (*Solanum lycopersicon* L.) es la hortaliza más cultivada y comercializada en el mundo con una producción cercana a los 108 millones de toneladas, teniendo como principales productores EE. UU, China, India, Turquía, Italia, Irán y México (1 millón de toneladas), entre otros (SAGARPA, 2007).

La tendencia actual de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, según Castilla (2003) dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, presentándose producciones de tomate de 300 a 500 t ha<sup>-1</sup> año, en función del nivel de tecnificación del invernadero, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales.

Por lo que respecta a superficie establecida en invernadero, según Steta, (2003) en México, la producción de hortalizas en invernadero ha mostrado un incremento considerable en pocos años, pues en el 2002 se tenían establecidas 1,205 ha, de las cuales 830 ha eran de tomate (principalmente bola y cherry) y estaban en construcción 365 ha más.

Uno de los puntos principales de partida en la agricultura sustentable, lo constituye la explotación racional e intensiva de genotipos o variedades eficientes en su morfología y fisiología, así como tolerancia a factores adversos, de manera que requieran el suplemento de menor cantidad de insumos.

La importancia que se le ha dado al estudio potencial de genotipos de tomate en los parámetros fisiológicos para ser explotados bajo condiciones de invernadero, han aumentado la relación en las variables agroclimáticas, morfologías y de rendimiento (Montesinos, 2001).

Las Zonas Áridas y Semiáridas de México ocupan el 66 por ciento del territorio nacional (alrededor de 1,360,000 Km<sup>2</sup>), donde la rentabilidad agrícola es escasa o nula, debido a las condiciones adversas del crecimiento vegetal, sobre todo por las altas temperaturas y escasez de agua. Las poblaciones importantes de estas regiones, no producen los suficientes alimentos, por lo que es necesario trasladarlos de las zonas productoras, encareciendo considerablemente los costos, por el flete y manejo (Borrego, 2001 y GIIEZAP-UAAAN, 1991).

Las principales condiciones agroclimáticas que prevalecen en el sur de Coahuila, México, son las de severa escasez de precipitación, con una distribución anual errática y altas temperaturas, lo que condicionan altas evapotranspiraciones, además hay una corta temporada de crecimiento, por la presencia de heladas severas, tempranas y tardías (GIIEZAP-UAAAN, 1991).

En base a la problemática antes mencionada sobre el manejo del proceso productivo del cultivo de tomate esta investigación tiene como finalidad, obtener variedades con alta eficiencia sobre los diferentes parámetros fisiológicos y agroclimáticos enfocados principalmente a rendimientos, que a su vez puedan adaptarse a las condiciones de la región para un mejor uso y explotación de esta hortaliza bajo condiciones de invernadero en el territorio de México. Por lo cual se plantean los siguientes:

Palabras Claves: Tomate (*Solanum lycopersicum* L.), Selección, Genotipo, Eficiencia Fisiotécnica, Hidroponía, Invernadero.

## **Objetivos**

- Determinar los componentes principales de variación de los diferentes genotipos en estudio.
- Determinar los genotipos más sobresalientes en base a su potencial de Rendimiento.
- Seleccionar los genotipos más sobresalientes basándose en su eficiencia fisiotécnica.

## **Hipótesis**

- En la evaluación de los genotipos de tomate, al menos uno tendrá un comportamiento superior a los testigos.
- Existen diferencias de rendimiento y eficiencia fisiotécnica en los 25 genotipos evaluados.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen é historia

El Jitomate (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* M.) es una hortaliza de amplia distribución é importancia económica para todo el mundo, en el año 2005 por su volumen de exportación se le ubicó en la tercera posición a nivel nacional e internacional. Actualmente este rubro se sitúa en un segundo lugar en nuestro país, además de ser la hortaliza con mayor producción en el período 2000- 2005 (ASERCA, 2006). El origen del tomate se localiza en la región andina que se extiende desde el Sur de Colombia al Norte de Chile y desde la costa del Pacífico (incluidas las islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes, comprendiendo los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995). Sin embargo, parece que fue en México donde se originó el cultivo del tomate, muy probablemente a partir de *L. esculentum* var. *cerasiforme*, único *Lycopersicon* silvestre que crece como mala hierba y que se encuentra fuera del área de distribución del género.

El "tomate rojo" es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, sólo superada por el ganado vacuno.

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. La palabra tomate proviene del termino tomatl del nahuatl, un antiguo idioma procedente de México. Datos históricos comprueban que fue introducido por Hernán Cortés a Europa en el año de 1523 (Mundogar, 2006). Reverenciado

como alimento ilustre, al cual se le consideró además en el viejo continente, varios siglos atrás como un alimento afrodisíaco (Martínez, 2006).

Actualmente se cultivan variedades con dos tipos de hábitos de crecimiento, determinadas é indeterminadas. El primer grupo de variedades, es utilizado principalmente para agroindustria y se cultiva al aire libre; posee un período limitado de floración, seguido por un desarrollo frutal sincrónico. El segundo grupo, es utilizado generalmente para consumo fresco, especialmente en invernaderos, cuando las temperaturas son una limitante. Se caracteriza por producir inflorescencias de forma continua durante el desarrollo de la planta (Kinet y Peet, 1997).

### **Clasificación taxonómica**

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* Mill.) es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia de las solanáceas; la taxonomía generalmente aceptada es (Esquinas-Alcazar y Nuez, 1995; Peralta *et al* 2005 y 2007):

Reino: Vegetal

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Genero: Solanum

Especie: *Solanum lycopersicum* L.

### **Características generales**

Según Chamarro (1995) el tomate es una planta perenne, la cual es cultivada como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera,

semierecta o erecta, y su crecimiento puede ser determinado ó indeterminado, lo que corresponde a una característica varietal.

El cultivo se compone de una raíz principal de las que surgen raíces laterales que forman un conjunto de un radio de 1.5m la mayor parte del sistema radical se ubica entre los 5 y 45 cm. de profundidad (Cedaf, 1993).

El tallo es herbáceo, en su etapa de desarrollo es erecto y cilíndrico, cubierto de pelos glandulares que expulsan una sustancia de color verde amarillo con un olor característico que desempeña el papel de repelente para algunos insectos. El tamaño es determinado por características genéticas así como por otros factores (Cedaf, 1993).

Las hojas son pinntisectas con folíolos desiguales, oval lanceolados, labodentados, pilosos y aromáticos. El tamaño de esta estará determinado por las características genéticas del cultivo y las condiciones en las que se encuentre (Cedaf, 1993).

El tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple, en la base de la planta, ó ramificado en la parte superior. Las flores son pequeñas, pedunculadas, de color amarillo, formando corimbos axilares; el cáliz tiene cinco pétalos, corola soldada interiormente, con cinco pétalos que conforman un tubo pequeño, los cinco estambres están soldados, el estilo a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 - 6 flores; en tomates de calibre mediano aumenta de 10 – 12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo (Berenguer, 2003).

Los frutos de tomate son bayas carnosas con diferencias en forma (lisos, asurcado, aperado) e intensidad de coloración rojiza, con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplanadas (Berenguer, 2003).

La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro é impermeable. La germinación de la semilla ocurre de manera fácil (Berenguer, 2003).

### **Necesidades climáticas del tomate**

#### **Temperatura**

A la planta de tomate le favorece los climas cálidos, sin embargo, bajo condiciones de baja luminosidad, las temperaturas de la noche y el día se deben mantener bajas, de lo contrario, se tendrá una planta raquítica y de floración pobre, como consecuencia de que la energía que proporciona la fotosíntesis es inadecuada para la velocidad de crecimiento. Una planta joven utiliza productos disponibles de la fotosíntesis, en primer lugar, para mantenimiento y crecimiento, segundo, para las raíces y tercero para formar el fruto (León, 2001).

La temperatura de desarrollo oscila entre 20 a 30° C durante el día y entre 13 y 17° C durante la noche; temperaturas superiores a los 30 – 35° C afectan la fructificación por mal desarrollo de óvulos y el desarrollo de la planta en general y del sistema radical en particular. Temperaturas inferiores de 12 - 15° C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25° C é inferiores a 12° C la fecundación es defectuosa o nula. Las temperaturas óptimas para tomate son de 24 y 16° C durante el día y la noche respectivamente. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10° C así como superiores a los 30° C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos y los genotipos (Infoagro, 2004).

Existen recomendaciones para la temperatura de acuerdo con el desarrollo del cultivo. Así para la germinación, se considera la temperatura óptima de 18 a 26 °C con una mínima de 15 °C y una máxima de 35 °C. En el caso del sustrato, este se puede mantener entre 15 a 18 °C, mientras que la temperatura del aire se recomienda mantenerla a un promedio de 24 °C. (Bringas, 2004)

La relación integral térmica en un corto periodo de día y crecimiento ha sido valorada con detalle (Hurd y Graves, 1984; Cockshull, 1988); dentro de ciertos límites, una reducción térmica nocturna puede compensarse con un incremento térmico de día, lo que puede permitir un manejo más económico de la calefacción en invernadero (Castilla, 1994).

Las temperaturas extremas son causa de alteraciones morfológicas, desórdenes fisiogénicos y finalmente disminución en los rendimientos y calidad de los frutos (Sato *et al.*, 2006).

Costa (1992), Peet y Bartholomew (1996) condujeron estudios fisiológicos en tomate para determinar las causas de la alteración del funcionamiento por efecto de las temperaturas diurnas, nocturnas o déficit hídrico, encontrando la importancia del nivel hidrostático celular que exhiben los genotipos a altas temperaturas y sequía

## **Luminosidad**

La producción y distribución de los fotoasimilados es un factor esencial en el desarrollo de la planta. La iluminación es, con frecuencia, un factor limitante en invierno en los cultivos en invernadero. El factor que más afecta el desarrollo vegetativo es la iluminación diaria total, mientras que la calidad de la luz y el fotoperíodo desempeñan un papel secundario.

La luz es un requisito esencial para el desarrollo de la planta ya que mediante la fotosíntesis la energía de la luz es utilizada para fijar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y del agua para producir azúcares, almidón y carbohidratos que se utilizan en la formación de materia seca (Bringas, 2004)

Dybing y Currier (1991) citan que la luz promueve la absorción foliar al estimular la apertura de los estomas y por permitir la fotosíntesis, lo cual establece un gradiente de presión osmótica continuo entre hojas y raíces, permitiendo el transporte de los compuestos aplicados al follaje.

En relación a los niveles de luminosidad, el cultivar de tomate utiliza toda la energía en su mantenimiento y muy poca queda disponible para raíces y frutos (León, 2001).

En cuanto a luminosidad, valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración y fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (Infoagro, 2004).

### **Humedad relativa**

La humedad relativa óptima del cultivo oscila entre el 60% y 80%, favoreciendo el desarrollo normal de la polinización y garantizando la producción. Valores muy altos, con baja iluminación, reduce la viabilidad del polen, ya que se compacta, abortando parte de las flores, limitando la evapotranspiración, reduciendo la absorción de agua y nutrientes y generando déficit de elementos como el calcio, lo que induce desórdenes fisiológicos como podredumbre apical del fruto, provocando el desarrollo de enfermedades fungosas y favoreciendo el desarrollo de enfermedades del follaje y el agrietamiento del fruto (Chung y Choi, 2002).

Se ha observado que el tomate puede resistir un amplio rango de humedad relativa, de muy baja a muy alta, siempre y cuando estos cambios no sean constantes. En el caso de presentarse una baja humedad relativa, la correcta irrigación será el elemento clave para mejorar el desarrollo de la planta y aumentar su rendimiento (Bringas, 2004).

## Aspectos fisiotécnicos

### Fotosíntesis

El proceso de fotosíntesis consiste en la transformación de  $\text{CO}_2$  a compuestos orgánicos estables utilizando la energía solar. La incorporación de  $\text{CO}_2$  a compuestos orgánicos da como resultado un incremento en el peso de las plantas. Los productos de la fotosíntesis son usados en la estructura de la planta, en la respiración, en el crecimiento y también son almacenados, por lo que el rendimiento de una planta depende de la eficiencia para particionar los productos generados por la fotosíntesis en las diferentes fracciones (Gardner *et al.*, 1985).

La eficiencia fisiológica para producir rendimiento, se puede medir en una planta mediante la estimación de procesos fisiológicos a través de índices de eficiencia o índice fisiotécnico. Se puede considerar un buen número de índice que podría dar una estimación de la eficiencia fisiológica de una planta tales como el rendimiento por unidad de superficie, rendimiento por cantidad de fertilizante aplicado, rendimiento por agua suministrada o a través de índices como el índice de cosecha y otros procesos fisiológicos que están mas relacionados con el rendimiento de las plantas como la fotosíntesis, la translocación y acumulación y distribución de la materia seca en la planta (Romero, 1981).

Matthew y Foyer (2001) mencionan que la fotosíntesis es uno de los más altos reguladores que integra el proceso metabólico, maximiza el uso de la luz disponible, reduciendo al mínimo los efectos perjudiciales por su exceso, además optimiza el uso de los recursos limitantes de carbono y nitrógeno; los fotosintetizados y las fitohormonas, particularmente las citoquininas, interactúan con el nitrógeno para controlar la expresión de los genes de fotosíntesis; el desarrollo de la hoja y la distribución del nitrógeno en la planta, proveen la base dominante de la fotosíntesis.

Los valores de fotosíntesis, transpiración, radiación y conductancia estomática, son afectados de diversas maneras por una serie de factores,

entre los que podemos citar: incidencia de luz, área del aparato asimilatorio, número de estomas, concentración de  $\text{CO}_2$ , humedad relativa, etc., é incluso existen una interacción entre algunos de ellos, como por ejemplo, entre la conductancia estomática y la transpiración y fotosíntesis; al existir variabilidad genética en la expresión de estas características, son susceptibles de seleccionarse los genotipos de mejores atributos, y ser incorporados a un programa de mejoramiento. (Borrego, 1993)

## **Respiración**

Es un proceso necesario en todos los seres vivos. La respiración permite a las células producir la energía necesaria para que los seres vivos puedan realizar sus funciones vitales (crecer, reproducirse, transportar nutrientes, defenderse, etc). Mediante la respiración los seres vivos también expulsan las sustancias de desecho de las células. Al respirar los seres vivos consumen oxígeno y expulsan dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Este proceso se realiza a través de unas aberturas de las hojas y de las partes verdes de las planta, llamadas estomas, y de otra serie de aberturas en la corteza de tallos, llamados lenticelas, o raíces (pelos radicales). La respiración en las plantas sería una especie de proceso contrario al de la fotosíntesis: En la fotosíntesis la planta obtiene dióxido de carbono y expulsa oxígeno; en la respiración la planta toma oxígeno y desprende dióxido de carbono.

(<http://www.botanical-online.com/funcionesplantas.htm>. Consultada el 05/01/2010)

## **Transpiración**

Transpiración, pérdida de agua en las plantas que se efectúa, en particular, a través de las estructuras llamadas estomas que tienen las células superficiales de las hojas. Las plantas pierden casi toda el agua por transpiración estomática, pero también se produce evaporación directa a través de la epidermis foliar (Encarta, 2009)



Aikman y Houter (1990) mencionan a la transpiración como un factor importante en la producción de los cultivos. Fernández, (1992) al citar varios autores, menciona la importancia de los estomas en la transpiración y que el movimiento estomatal depende de la estructura de las células y del cierre y de los cambios en turgencia de las células.

El contenido de agua o humedad del aire tiene un marcado efecto sobre la transpiración por que modifica el gradiente bajo el cual difunde el vapor de agua. El contenido de agua de la planta puede afectar la transpiración de dos maneras: indirectamente, afectando la apertura estomática, y directamente, afectando el gradiente de concentración de vapor desde las superficies celulares de la hoja al aire (Bidwell, 1999).

Durante la transpiración, las columnas de agua en los elementos conductores del agua están bajo tensión. Un gradiente de potencial hídrico entre el mesófilo y los elementos del xilema es establecido, asegurando el flujo de agua contra la resistencia del flujo (Heber *et al.*, 1986)

### **Resistencia y conductancia estomatal**

El movimiento del  $\text{CO}_2$  a través de las hojas puede ser impedido por diferentes causas, lo que se llama resistencia (Turner, citado por Mendoza, 1986). Gardner *et al.* (1985) define resistencia como el impedimento del movimiento de  $\text{CO}_2$  hacia la hoja y dentro de la hoja. La resistencia al movimiento del  $\text{CO}_2$  se puede explicar con tres componentes: resistencia laminar, la cual ocurre en la superficie de la hoja; resistencia estomatal, es la resistencia a la difusión del  $\text{CO}_2$  a través de los estomas; y resistencia del mesófilo, la cual se refiere a la resistencia a la difusión de  $\text{CO}_2$  dentro de la hoja.

En la actualidad existen evidencias de que un producto sintetizado en las raíces de maíz bajo condiciones de déficit hídrico en el suelo es capaz de afectar la conductancia estomática (gs) de la hoja mucho antes de presentar una pérdida de turgencia en ésta. Las raíces responden a la sequía edáfica produciendo una alta concentración de ácido abscísico (ABA), el cual se

transporta al vástago ocasionando el cierre estomático (Davies y Zhang, 1987; Davies y Zhang, 1991)

Uno de los indicadores más sensibles del estado fisiológico de una planta es su comportamiento estomático (Smith y Hollinger, 1991). Los estomas responden rápidamente a los cambios ambientales, y de esta manera permiten que la planta pueda regular la pérdida de agua y la toma de carbono durante los períodos de escasez de humedad en el suelo.

### **Concentración de dióxido de carbono**

El  $\text{CO}_2$  afecta la respiración en la obscuridad, de manera que se prevee que las pérdidas respiratorias de carbono podrían reducirse en 10 – 15 por ciento al doblarse la concentración actual de  $\text{CO}_2$ , lo cual puede reforzar el posible papel sumidero de carbono de las plantas (Drake *et al.*, 1999).

Para la determinación del dióxido de carbono pueden utilizarse tubos colorimétrico o monitores portátiles ya sean fotoacústicos o de infrarrojo, siendo estos últimos los más versátiles y de uso más extendido, ya que permiten tanto mediciones puntuales como mediciones promediadas en el tiempo mediante la utilización de acumuladores de datos que luego pueden estudiarse con un equipo informático.

Bowes (1991) y Sage (1994) mencionan que se disminuye la capacidad fotosintética por exposición prolongada a elevadas tasas de  $\text{CO}_2$ , debido a un decremento en las enzimas fotosintéticas, inhibición de la fotosíntesis, seguida de la acumulación de carbohidratos en hojas por la insuficiente demanda, o reubicación del nitrógeno desde el aparato fotosintético, para reunir otras demandas dentro de la planta.

Se ha reportado que la disminución del  $\text{CO}_2$  intracelular inhibe la actividad de enzimas, como la sacarosa-fosfato sintasa, ejerciendo un efecto 'feedback' sobre la tasa de asimilación (Vassey *et al.*, 1991), en tanto en las

plantas  $C_3$  puede producirse fotorrespiración debido a la incorporación de  $O_2$  en el ciclo de Calvin (Rodríguez *et al.*, 2005).

### **Uso eficiente del agua**

El agua es un recurso escaso en el mundo (Postel, 1998) y, por consiguiente, existe la urgente necesidad en desarrollar y adoptar prácticas eficientes en el ahorro de agua para riego. Esto se debe a que 85% del agua dulce del mundo se usa en el riego de tierras agrícolas (van Schilfgaarde, 1994). Una reducción en agua para riego podría incrementar la disponibilidad de ésta para otros propósitos (Obreza *et al.*, 1996). Mencionan que en particular el agua es importante en la producción de tomate, ya que este cultivo ocupa la mayor superficie cultivada en el mundo (Ho *et al.*, 1996).

Hacer un uso eficiente del agua implica el uso de tecnologías y prácticas mejoradas que proporcionan igual o mejor servicio con menos agua. En condiciones protegidas la programación de riego se puede realizar por diferentes métodos, siendo el más difundido el basado en el balance hídrico del suelo – planta – atmósfera (Jara y Valenzuela, 2000).

Los métodos utilizados en la programación del riego pueden basarse en el conocimiento de las condiciones atmosféricas (estimación de la evapotranspiración), en el control de humedad del suelo y en el seguimiento del estado hídrico de la planta. En general, estos son de dos tipos: i) Aquellos que consideran como punto de partida para la dosificación del riego, el balance hídrico del suelo calculado a partir de la estimación de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) y la aplicación de coeficientes de cultivo, al utilizar los estimadores de contenido de humedad del suelo y de estrés hídrico de la planta como ayuda para la toma de decisiones (Myburgh, 1996); y ii) las estrategias basadas en el seguimiento del contenido de agua del suelo, manteniendo la tensión matricial del suelo por encima de un determinado valor que varía según el estado fenológico del cultivo y los objetivos de producción y calidad deseados (McCarthy, 1998).

El propósito del manejo del agua de riego es obtener rendimientos máximos, particularmente cuando esta es escasa (Mojarro, 2004). Bleyaert (1991) estudió la relación agua planta en tomate bajo condiciones de invernadero acondicionado a diferentes sitios. Las plantas fueron sembradas en diferentes suelos y con regímenes variados de riego, y los efectos que encontró fueron registrados en la producción de fruta, calidad de fruta y composición; transpiración y otros parámetros. La correlación significativa fue dada entre el agua diaria suplida (1/m<sup>2</sup>) y el suministro diario de irradiación. Otros estudios de la temperatura en la fotosíntesis, transpiración y resistencia estomatal, concluyen que las altas temperaturas (+ 30 °C) en el invernadero, la transpiración se incrementó hasta mediodía y disminuyó cuando la temperatura se moderaba, este incremento de la transpiración correspondió a una disminución en la resistencia estomatal. El incremento en la transpiración afecta al estado del agua en la planta y disminuye el potencial del agua en la hoja (Stanghellini *et al.*, 1992).

### **Composición química del tomate**

Agua 94%

Hidratos de carbono 3% (fibra 1%)

Proteínas 1%

Lípidos 0, 3%

Potasio 258 mg/100 g

Sodio 3 mg/100 g

Calcio 10 mg/100 g

Hierro 0, 6 mg/100 g

Fósforo 24 mg/100 g

Vitamina C 26 mg/100 g

Vitamina A (retinol) 207 mg/100 g

Tiamina (Vit B1) 0, 06 mg/100 g

Riboflavina (Vit. B2) 0, 04 mg/100 g

Niacina (Vit. B3) 28 µg/100 g

(<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/tomate-tomatera-jitomate.htm>  
Consultada el 25/11/2009)

## **Aspectos fenológicos**

El número de días en cosecha en tomate, varía dependiendo de la variedad y específicamente del hábito de crecimiento que éste tenga, pero en general una continua producción de frutos es característico de tomate de hábito indeterminado, los cuales se recomiendan para invernadero, en cambio, una producción concentrada en períodos cortos de tiempo, en tomate de hábito determinado, es adecuado para la industria procesadora (Elkind *et al.*, 1991).

Unas de las características para clasificar los distintos cultivares de tomate es según el periodo de duración de su ciclo vegetativo, dentro de las cuales se encuentran las precoces que duran de 90-110 días las cuales producen sus frutos en los 65 y 80 días desde el transplante. Las semiprecoces con una duración de 110-120 días, y los tardíos de 120 y 130 días con 85 a 100 días para la primera recolección. El tipo de crecimiento también es importante para definir un cultivar, por lo cual pueden ser determinados de porte bajo é indeterminados de porte alto (Elkind *et al.*, 1991).

## **Generalidades del invernadero**

Los invernaderos son estructuras que tienen techo y paredes transparentes y en su interior se combinan: radiación solar, temperatura, humedad, evaporación y otros factores climáticos que contribuyen a un desarrollo armónico de las plantas.

La función de los invernaderos es la de modificar total o parcialmente aquellas condiciones de clima que son adversas, además de aplicar agua y fertilizantes de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas; esto se traduce en incrementos significativos de producción, tanto en cantidad como en calidad.

En México, la producción de hortalizas en invernadero se inició desde hace aproximadamente 10 años. Desde entonces, nuestro país ha entrado a la carrera tecnológica para producción de hortalizas en invernadero con

calidad de exportación con alto valor agregado, incrementando su superficie de producción en más del 400% en los últimos 10 años.

El invernadero es un sistema de producción agrícola de precisión muy intensivo que se ha desarrollado a raíz de los descubrimientos de las sustancias nutritivas que permiten el desarrollo de las plantas, que al conjugarse con el uso de sistemas de riego y plásticos permite una gran producción en cultivos hortícolas como el tomate rojo (California, 1995).

Los invernaderos varían en tamaño, forma y complejidad; desde un pequeño albergue o pequeño túnel semicilíndrico, hasta las estructuras comerciales que cubren grandes extensiones de terreno. La producción de hortalizas en pequeñas superficies en condiciones protegidas o invernadero, se realiza principalmente para satisfacer las necesidades de consumo de una comunidad o para la venta de sus excedentes. La producción en superficies mayores se realiza para la venta del producto en el mercado nacional o para exportación. (Gil y Miranda 2002).

Dentro del invernadero se maneja un microclima que favorezca el crecimiento de las plantas. Una elevada radiación solar y temperatura se traducen en un alto índice de evapotranspiración del cultivo lo que provoca daños y muerte de las plantas por que se hace necesario manejar los factores de:

**Temperatura:** Que favorece al crecimiento de la planta de tomate es el clima templado a mayor temperatura mayor será la velocidad de crecimiento, pero si hay poca luminosidad hay poca floración y un desarrollo raquítrico. El rango de temperatura óptima es de 24°28°C.

**Humedad relativa.** Optima esta en el rango de 70-80% lo que permite una adecuada transpiración, cuando se exceden estos rangos se crea un ambiente favorable para el desarrollo de patógenos y deficiencias de calcio en frutos y hojas de tomate.

**Energía solar.** Es la responsable de tres procesos que rigen el crecimiento de la planta; la fotosíntesis (radiación 400 - 700 nanómetros), fotoperíodo y fotomorfogénesis.

(<http://www.Tomateinvernadero.mx/pdf>. Consultada el 10/12/2009)

### **Producción nacional**

El cultivo de tomate se realiza en 26 estados de la Republica, las cuales concentran mas del 60% de la superficie sembrada y cosechada; el principal estado productor de tomate es Sinaloa, que abastece tanto el mercado nacional e internacional. Le siguen en importancia los estados de Baja California Norte, San Luis Potosí, Jalisco, Nayarit y sonora.

(<http://www.sagarpa.mx/paginas/default.aspx>. Consultada el 12/10/2009)

A nivel nacional, la producción de tomate rojo en 2008, según datos preliminares fue de 2.3 millones de toneladas, lo que representó un decremento del (-) 4.1% respecto al año anterior, y un 11.2% con respecto a 2006. En el periodo comprendido entre 2002 y 2008, la producción presenta una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) del 2.6%. Para 2009 se estima un crecimiento de 2.7% en la producción, ubicándola en 2.4 millones de toneladas (Fuente: SIAP: Monografía Tomate Rojo, Junio 2009)

El 91.5% de la producción total corresponde a la modalidad de riego y el otro 8.5% corresponde a la modalidad de temporal. Los estados de Chiapas y Guerrero destacan por producir el 69.1% y 64.8% respectivamente, de su producción en modalidad de temporal (Fuente: SIAP: Monografía Tomate Rojo Junio 2009)

En el periodo 2002-2008, el rendimiento promedio del tomate rojo en México fue de 33.9 toneladas por hectárea, con una TMAC del 5.9%. A pesar de la fuerte caída registrada en la superficie sembrada, la producción no se ha visto afectada, debido al incremento en el rendimiento. De los principales estados productores, el que registra la más alta productividad por

hectárea es el estado de Baja California, con un rendimiento de 56.7 t ha<sup>-1</sup> (Fuente: SIACON y SIAP. Monografía Tomate Rojo Junio 2009)

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) México es el principal exportador de tomate rojo fresco en el mundo. En el periodo 2002-2006, la TMAC de las exportaciones se ubicó en 5.0% (Fuente: FAO. 2008. Monografía Tomate Rojo Junio 2009)

### **Establecimiento y manejo del cultivo**

Después de la preparación de la tierra, se inicia el establecimiento del cultivo de tomate en el campo. Esto se realiza mediante una siembra directa o mediante el trasplante de las plántulas de los semilleros al campo.

Se sugiere utilizar una densidad de población de 20 mil a 30 mil plantas ha<sup>-1</sup>, la cual se puede lograr trasplantando en camas meloneras en arreglo a doble hilera, con distancia entre camas de 1.80 a 2.0 m. y espaciamiento entre plantas dentro de la misma hilera: de 40 a 50 cm. El espaciamiento entre hileras dentro de la misma cama puede ser de 40 cm.

Las plantas que se van a trasplantar deben provenir de charolas de invernadero, pues deben ser plantas sanas, uniformes y con buen sistema radicular. En el trasplante se eliminan plántulas enfermas, con daño de plagas o con defectos en su desarrollo. El trasplante se realiza en suelo húmedo para lo cual se debe regar hasta la profundidad que se espera lleguen las raíces (Espinosa y Álvarez, 2002).

La poda consiste en quitar los pequeños brotes axilares llamados vástagos, que de no eliminarse, llegarán a formar brotes laterales que le van a quitar energía a la planta y se va a reducir su producción. Es de suma importancia eliminar los brotes axilares cuando están pequeños (alrededor de 5 cm de largo), estos se pueden eliminar fácilmente con la mano (León, 2001)



En las variedades de crecimiento indeterminado, durante la poda hay que cuidar de no cortar el brote apical que contiene el punto de crecimiento. A medida que se cosechan los frutos de tomate hacia arriba del tallo, se van podando también las hojas hasta el racimo siguiente con frutos, dejando dos hojas inmediatamente debajo de cada racimo.

El deshojado se hace periódicamente, no quitando más de dos o tres hojas en una sola vez, para no estresar la planta en su balance hídrico y energético (Berenguer, 2003). Es importante que las hojas eliminadas sean recolectadas en bolsas de plástico y sean sacadas del invernadero para eliminar posibles fuentes de inóculo (Guzmán y Sánchez, 2000).

El tutorado o guiado de las plantas de tomate, es una práctica necesaria en el campo ó en invernadero, porque permite un crecimiento adecuado de la planta é impide que los frutos se dañen o sufran ataque de alguna enfermedad si estuviera en contacto en el suelo. El tutorado de las plantas de las variedades indeterminadas se hace con hilo rafia y se amarran a las estructuras metálicas del invernadero o sobre alambres colocados a 2 metro o más arriba de las hileras del tomate.

### **Fertirrigación**

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

La ferti-irrigación se refiere a la técnica de dosificación de fertilizantes disueltos en el agua de riego basándose en las necesidades por etapa fenológica de los cultivos (Burgueño, 1994). Con esta técnica se optimiza la cantidad de agua de riego y fertilizantes dado que su aplicación es más localizada y disponible al sistema radical de la planta (Nathan, 1995 y Pier y Doerge, 1995). La ferti-irrigación se basa en que pequeños volúmenes de

raíces pueden mantener una gran planta si se le suministra soluciones nutritivas constantes (Hochmuth, 1992 y Thompson, 1997).

Una de las ventajas de la ferti-irrigación es que se puede realizar un manejo de algunas características del suelo y agua de riego tales como pH, salinidad, calidad del agua de riego, humedad en el suelo y disponibilidad de nutrimentos (Cook y Sanders, 1991, Jones *et al.*, 1991 y Thompson y Doerge, 1996).

De acuerdo con (León, 2001), La planta de tomate crece bien en la solución suelo agua con pH de 5.5. a 6.8 con valores óptimos entre 6.0 y 6.8. En cuanto a CE en general, aguas con conductividades superiores a 2.5 ms/cm empiezan a crear algún tipo de problema (Martínez y García, 1993).

Según León (2001), la solución nutritiva se aplica en todos los riegos sin alternancia con solo agua. La concentración del fertilizante varía según el estado fenológico de la planta y las condiciones de clima. La fertirrigación permite altos rendimientos en los cultivos, una mejor utilización del agua y de los nutrientes, menores pérdidas por lixiviación y aplicaciones controladas durante el desarrollo de los cultivos.

### **Calefacción**

La mayor parte de las hortalizas sembradas bajo invernadero son especies térmofilas las cuales reducen su potencial de crecimiento debido a bajas temperaturas nocturnas de invierno. Las bajas temperaturas reducen las actividades fisiológicas, la tasa fotosintética, la transpiración y la absorción radicular de agua y nutrientes, la translocación de asimilados se hace muy lenta.

Dependiendo del clima de la zona, será el potencial del sistema de calefacción, se recomienda 100Kl/m-2 para lograr un salto térmico de 9°C bajo un sistema de calefacción por combustión indirecta. Para zonas muy frías (temperaturas debajo de cero por tiempo prolongado), se recomienda incrementar el nivel de Kl/m-2 para mejores resultados (Burgueño, 2001).

## SUSTRATO

El sustrato es todo material sólido que se utiliza en contenedores ó bolsas solo o combinado, que permiten el desarrollo del sistema radicular y del cultivo. Este elemento reviste una gran importancia en el éxito del cultivo, antes que pensar en nombres; o tipos de sustratos se debe tener presente la conjugación de una serie de factores o propiedades para optimizar la funcionalidad y el papel que debe desempeñar un sustrato en el sistema de cultivos sin suelo.

Propiedades generales que debe reunir un sustrato para cultivo hidropónico:

- Debe ser un sustrato estéril o que permita su esterilidad.
- Que sus propiedades físicas no se alteren en corto tiempo.
- Permitir una buena oxigenación.
- Debe poseer excelente drenaje.
- Buena capacidad de retención de humedad, de forma homogénea.
- Debe ser de fácil manejo.
- Debe permitir guardar una relación entre sus fases, sólido, líquido, oxigenación estable (30:40:30) y fácil de recuperar.
- De bajo costo.
- PH: 5.4 - 6.0
- Capacidad de Intercambio Catiónico: 6-15 meq/100gr.

El sustrato de coco es un producto natural, contiene hormonas enraizantes naturales y cierta capacidad de protección contra hongos y bacterias, además es susceptible de almacenar una mayor cantidad de vida bacteriana y microorganismos que otros sustratos, las bacterias atrapan una parte del nitrógeno que la planta no puede aprovechar.

(<http://www.sustratosdominicanos.galeon.com/05/10/2009>)

Algunas características de este producto son:

- Buen equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación. Evita las enfermedades fungosas en las raíces como consecuencia del exceso de humedad.
- El pH de este producto es un pH estable y controlado, oscila entre 5,5 y 6,5, rango que resulta apropiado para la mayoría de las plantas.
- Capacidad de retención del agua. En el cultivo intensivo este valor resulta de interés frente a sustratos como la perlita o la lana de roca , cuya escasa retención hídrica puede comprometer seriamente el cultivo en caso de fallo del sistema de riego.
- Buena mojabilidad. El sustrato de coco al contrario que las turbas absorbe muy rápidamente el agua cuando está seco.
- Capacidad de intercambio catiónico. Es capaz de retener nutrientes y liberarlos progresivamente, evitando las perdidas por lixiviación. Ejerce un poder amortiguador contra los errores de abonado.
- Producto ecológico y renovable. Su extracción y posterior eliminación no representa ningún tipo de impacto medioambiental.
- Relación calidad/precio. Muy competitivo frente a otros sustratos.

(<http://abonosysustratosmarc.galeon.com>. Consultada el /05/10/2009)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

El experimento se realizó en el invernadero de fisiotécnica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, ubicada a 25° 22' latitud N , 101°00' longitud W, cuenta con una altitud de 1742 msnm. Su temperatura media anual es de 16.8° C, el clima es muy seco, semiárido y extremoso con lluvias en verano, la precipitación anual es de 350 a 450 mm (INEGI, 2008).

### Material genético

El material genético utilizado en este trabajo de investigación fueron 15 genotipos provenientes del programa de mejoramiento fisiotécnico de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el área de Fisiotécnica de la UAAAN. Estos materiales fueron comparados con 10 testigos comerciales (Híbridos) provenientes de diferentes empresas, lo cual da un total de 25 genotipos.

Cuadro 1. Material genético utilizado, líneas, cruas e híbridos.

| No. | Genotipo. | Tipo.     | Habito de Crecimiento. |
|-----|-----------|-----------|------------------------|
| 1   | R1        | Bola.     | Determinado.           |
| 2   | Q3        | Bola.     | Determinado.           |
| 3   | Z533      | Saladette | Determinado.           |
| 4   | Q3xR1     | Bola      | Determinado.           |
| 5   | J3        | Bola      | Determinado.           |
| 6   | F3        | Bola      | Indeterminado.         |
| 7   | S1xL1     | Bola      | Indeterminado.         |
| 8   | D1        | Bola      | Indeterminado.         |
| 9   | K3        | Bola      | Indeterminado.         |
| 10  | S1        | Bola      | Determinado.           |
| 11  | Z4        | Saladette | Indeterminado.         |
| 12  | 45xTQ     | Saladette | Indeterminado.         |
| 13  | B2        | Bola      | Determinado.           |
| 14  | H2        | Bola      | Indeterminado.         |
| 15  | L1        | Bola      | Indeterminado.         |

Cuadro 2. Híbridos Comerciales:

| No. | Genotipo.     | Tipo.     | Habito de Crecimiento. |
|-----|---------------|-----------|------------------------|
| 1   | EL CID        | Saladette | Indeterminado.         |
| 2   | TORO          | Saladette | Determinado.           |
| 3   | ANIBAL        | Saladette | Indeterminado.         |
| 4   | PEGASO        | Saladette | Indeterminado.         |
| 5   | GIRONDA       | Bola      | Indeterminado.         |
| 6   | BADRO         | Saladette | Indeterminado.         |
| 7   | IMPERIAL 643  | Bola      | Indeterminado.         |
| 8   | BEEF IMPERIAL | Bola      | Indeterminado.         |
| 9   | AMARAL BEEF   | Bola      | Indeterminado.         |
| 10  | ENZAADEN      | Saladette | Indeterminado.         |

### **Establecimiento del experimento**

#### **Siembra del material genético**

La siembra se realizó en primavera/verano del 2009 bajo condiciones de invernadero mediante el cultivo de hidroponía. El experimento se inició con la siembra de la semilla en charolas el 13 de abril del 2009. Se utilizaron charolas de 200 cavidades, utilizando como sustrato Peat-moss previamente preparado, sembrando con ello 200 semillas de cada genotipo, al finalizar la siembra de todo el material se le aplicó un riego ligero con Biozyme TS a razón de 0.1 g por litro de agua, con la finalidad de estimular la germinación de las semillas.

Las charolas se colocaron dentro del invernadero No. 6 de esta Universidad y ahí se les aplicaba los riegos conforme estas lo requerían, permanecieron ahí hasta que las plántulas estaban completamente emergidas, presentando por lo menos las dos primeras hojas verdaderas, para posteriormente poder realizar el transplante.

#### **Transplante**

Se realizó el 2 de junio del 2009 de manera manual, antes de colocar los bolis ya se habían marcado las distancias respectivas donde quedarían las perforaciones, las cuales se hicieron con una estaca de madera y ahí se fueron colocando las plántulas a una distancia de .33 m entre planta y planta

y 1.6 m entre cama y cama a doble hilera, teniendo una densidad de plantas por hectárea de 37537 plantas.

### **Entutorado**

La colocación de tutores se realizó a los 18 días después del trasplante consistió en amarrar cada una de las plantas con rafia y sostenerlas de las estructuras metálicas del invernadero y mediante este hilo se fueron guiando las plantas. La distancia entre hilos fué aproximadamente de 0.33 m.

### **Podas**

Las podas fueron a un solo tallo y se realizaron cada semana después del trasplante y se continuaron hasta la finalización del ciclo del cultivo en tomates de tipo indeterminado y los de crecimiento determinado solo hasta el inicio de fructificación a dos tallos respectivamente con la aparición de los primeros tallos laterales, así como también de hojas viejas.

### **Riego**

En cuanto al riego después del trasplante, se realizaban riegos según las necesidades de la planta como fue en hidroponía y era fertirriego, se programó el timer para que se regara cada dos horas durante 5 minutos y estos tiempos fueron variando de acuerdo a los requerimientos del cultivo y también en base a las condiciones climáticas externas del invernadero.

### **Fertilización**

En invernadero fue fertirriego se realizaron las proporciones para cada uno de los macros y micronutrientes, las cantidades fueron proporcionadas por el Controlled Environment Agriculture Center (CEAC) en Arizona USA., la cual se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Solución nutritiva para 1000 litros de agua, para el ciclo P/V 2009.

| <i>TRANSPLANTE AL PRIMER RACIMO FLORAL</i>                           |                                |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Macronutrientes</b>                                               | <b>Micronutrientes</b>         |
| Nitrato de calcio: 700grs.                                           | Sulfato ferroso: 5.5grs.       |
| Sulfato de magnesio: 250grs.                                         | Sulfato de manganeso: 4.75grs. |
| 12-61-00 (Fosfato de amonio): 96grs.                                 | Sulfato de boro: 5.8grs.       |
| 13-2-44 (Fosfato de potasio): 315grs.                                | Sulfato de cobre: 11grs.       |
|                                                                      | Sulfato de zinc: 5.18grs.      |
| *Soluciones proporcionadas por el CEAC, Tucson, Az. USA. Abril, 2009 |                                |

Cuadro 4. Solución nutritiva para 1000 litros de agua, para después del primer racimo floral hasta la finalización de la cosecha. Abril 2009.

| <i>PRIMER RACIMO FLORAL A COSECHA</i>                                |                                |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Macronutrientes</b>                                               | <b>Micronutrientes</b>         |
| Nitrato de calcio: 800grs.                                           | Sulfato ferroso: 7.7grs.       |
| Sulfato de magnesio: 340grs.                                         | Sulfato de manganeso: 6.75grs. |
| 12-61-00 (Fosfato de amonio): 98grs.                                 | Sulfato de boro: 7.5grs.       |
| 13-2-44 (Fosfato de potasio): 370grs.                                | Sulfato de cobre: 13.5grs.     |
|                                                                      | Sulfato de zinc: 8.18grs.      |
| *Soluciones proporcionadas por el CEAC, Tucson, Az. USA. Abril, 2009 |                                |

## Cosecha

La cosecha de los genotipos se realizó en los meses de Agosto y Septiembre del 2009, por lo cual se seleccionó una planta con competencia completa y de esta misma planta seleccionada se tomaron los datos fisiológicos. La cosecha se realizó de manera manual, colectando frutos con un grado de madurez de pinto a maduro, desprendiendo el fruto del pedúnculo de la planta y colocándolo posteriormente en bolsa de papel previamente identificadas por fecha, genotipo y repetición. Después se trasladaron las bolsas al laboratorio para pesarlas, clasificarlas y contar los frutos.



## **Toma de datos fenológicos**

Para los días a primer corte se realizó un conteo de días a partir de la fecha de transplante y el inicio de cosecha de cada uno de los genotipos, esto con la finalidad de determinar la precocidad de los genotipos.

Para los días a último corte se realizó un conteo de días a partir de la fecha de transplante hasta el final del último corte y esto fue con la finalidad de determinar los genotipos más tardíos.

Los días en cosecha se tomaron contando los días desde el primero hasta el último corte y posteriormente se hizo el cálculo del número de días en producción y así determinar el número de cortes por genotipo de este experimento.

## **Datos de Rendimiento**

Al finalizar el último corte se realizaron los cálculos pertinentes para obtener el rendimiento total de cada genotipo, esto se obtuvo sumando el peso de cada uno de los cortes realizados a cada genotipo, el peso total que se obtuvo se dividió entre el número de frutos totales para obtener el peso promedio de los frutos de cada genotipo por planta.

Para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea, se multiplicó el rendimiento por planta por la densidad de la población.

Para el caso de tamaño del fruto, al cuarto corte se tomaron 5 frutos al azar de cada genotipo y de cada repetición y se le tomó su peso, diámetro polar y ecuatorial del fruto y al final se determinó la media de los 5 tomates para reportar su valor.

## **Datos Fisiológicos**

Para la toma de variables, fisiológicas se utilizó el Fotosintetómetro portátil LI-6200 (LI –COR, INC, NEBRASKA, USA), el cual mide el intercambio de CO<sub>2</sub> de la hoja con la atmósfera.

La tasa fotosintética neta se calcula usando estas tasas de cambio y otros factores, como el área de la hoja utilizada, el volumen de la cámara, volumen del sistema, temperatura, presión atmosférica, intensidad luminosa y humedad relativa, así como también la concentración de CO<sub>2</sub> en el área circundante de la hoja.

Se realizó una toma de datos dentro del invernadero el cual fue el 30 julio. Para la toma de datos se seleccionó sólo una planta de cada genotipo, en donde se escogió la planta que tuviera competencia completa y esta fue la misma que se utilizó para la toma de datos de rendimiento y fenológico.

### **Variables evaluadas**

Fenológicas: Días a Primer Corte (DPC), Días a Último Corte (DUC), Días en Cosecha (DC).

Agroclimáticas: Los datos obtenidos por el Fotosintetómetro fueron las siguientes: Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF,  $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Concentración de CO<sub>2</sub> en el Ambiente (CO<sub>2</sub> en ppm), Temperatura del Ambiente (TAIR, °C) y Humedad Relativa (HR, en %).

Fisiológicas: Los siguientes datos también fueron obtenidos por el Fotosintetómetro, los cuales son: Fotosíntesis (FOTO,  $^1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Conductancia Estomatal (CE,  $\text{cm s}^{-1}$ ), Resistencia Estomatal (RE,  $\text{s cm}^{-1}$ ), CO<sub>2</sub> intercelular (CINT, ppm), Transpiración (TRANS,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Uso Eficiente del Agua (UEAF,  $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Temperatura de la Hoja (THOJA, °C) y Conductancia (COND,  $\text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ).

Rendimiento: Número de Cortes (NCORTES), Número de Frutos por Planta (NFPP), Peso Total de Fruto por Planta (PTFPP), Peso Promedio del Fruto (PPF), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE) y el Rendimiento proyectado en toneladas por hectárea (RNDTHA).

## **Análisis estadístico**

El proceso de los datos y el análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.0. El cual permitió realizar el análisis de varianza de este experimento.

## **Diseño experimental**

Para este experimento se utilizó un modelo estadístico que corresponde a un diseño de bloques completos al azar con 25 genotipos y tres repeticiones, seis plantas por genotipo en cada repetición. La parcela útil consistió en una planta con competencia completa para cada genotipo para las variables agroclimáticas, fenológicas, fisiológicas y rendimiento. Dicho modelo se define como:

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

i = Genotipos.

j = Repeticiones.

Donde;

$Y_{ij}$  = Observación del i-ésimo genotipo en su j-ésima repetición.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\beta_j$  = Efecto de los bloques ó repeticiones.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental del i-ésimo genotipo en la j-ésima repetición.

Este análisis se utilizó para analizar los resultados de manera individual; para los tratamientos donde encontraron diferencias significativas, se determinaron las diferencias en cada uno de ellos mediante la prueba de medias de Tukey.

## **Análisis de componentes principales**

Para facilitar la interpretación de los resultados, se realizó un análisis de componentes principales, con la ayuda del programa estadístico STATISTICA 6.0, el cual el objetivo es reducir la dimensionalidad de los datos y discrimina variables tomadas en conjunto permitiendo seleccionar genotipos con los mejores atributos. El programa trabaja únicamente con medias, por lo que hubo necesidad de calcular las medias de cada variable.

En lo que respecta al análisis de factores principales, el planteamiento de los datos utilizados que corresponden a las familias en estudio, quedando de la siguiente manera:

- El primer componente se calcula eligiendo  $a_1$  de modo que  $y_1$  tenga la mayor varianza posible, sujeta a la restricción de que  $a_0^2 a_1^2 = 1$ .
- El segundo componente principal se calcula obteniendo  $a_2$  de modo que la variable obtenida,  $y_2$  esté incorrelada con  $y_1$ .
- Del mismo modo se eligen  $y_1, y_2, \dots, y_p$ , incorrelados entre sí, de manera que las variables aleatorias obtenidas vayan teniendo cada vez menor varianza.

(<http://halweb.use3m.es/esp/personal/personas/jmmarin/esp/AMult/tema3am.pdf>. Consultada 29/01/2010)

## **Criterios de calificación.**

Se hicieron en base a las características fisiotécnicas y agronómicas de cada genotipo en estudio y las variables que se manejaron para calificar a los diferentes genotipos son; RNDTHA con un valor del 50%, DPC con (15%), PPF con (20%) y UEAF (15%) dando un total del 100%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en este estudio, así como la comprobación de las hipótesis planteadas, este capítulo incluye los resultados y la discusión del análisis de varianza (ANVA) de las diferentes variables evaluadas.

### Análisis de varianza de las variables fenológicas

En el Cuadro 5 se presentan los cuadrados medios de las variables fenológicas, donde se puede observar que solo existió diferencia significativa ( $p < 0.5$ ) para la fuente de variación repetición para la variable días a último corte (DUC). Para la fuente de variación genotipo, no se presentó diferencia alguna para todas las variables, por lo tanto los genotipos se comportaron de forma similar desde el punto de vista estadístico. Resultado similar obtenido por Martínez (2008) ya que los genotipos se comportaron de manera similar dentro del invernadero.

Cuadro 5. Análisis de Varianza (cuadrados medios) de las Variables Fenológicas de 25 Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Invernadero

| FV      | GL | DPC   | DUC      | DC    |
|---------|----|-------|----------|-------|
| REP     | 2  | 49.29 | 127.96 * | 36.01 |
| GEN     | 24 | 37.31 | 18.45    | 50.39 |
| EE      | 48 | 35.23 | 42.52    | 62.36 |
| C.V (%) |    | 8.31  | 6.07     | 21.83 |
| MAX     |    | 79.33 | 111.00   | 43.00 |
| MED     |    | 71.37 | 107.32   | 36.17 |
| MIN     |    | 68.00 | 101.33   | 27.66 |

FV (Fuente de Variación), GL (Grados de Libertad), DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DC (Días en Cosecha), REP (Repetición), GEN (Genotipo), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX (Máxima), MED (Media), MIN (Minima), \* Significativo ( $p < 0.5$ ) y \*\* Altamente Significativo ( $p < 0.01$ ).

En la Figura 1 y A I se muestran cada una de las medias obtenidas en las variables fenológicas.

AL realizar la prueba de Tukey para la variable días a primer corte (DPC), los mas precoces fueron los genotipos J3, F3, D1, L1 de tipo bola y hábito indeterminado a acepción del F3 pertenecientes al área de fisiotécnia y EL CID, ANIVAL, PEGASO, BADRO híbridos comerciales, ya que el inicio de la cosecha se realizo a los 68 días, y los más tardíos fueron Q3, con 79 días, K3 y R1, con 77 días respectivamente, indicando con esto que las líneas en cuanto a esta variable se comportaron de manera similar a los híbridos comerciales de las diferentes empresas, ya que una de las características para clasificar los distintos cultivares de tomate es a través de la duración de su ciclo vegetativo dentro de las cuales se encuentran las precoces, semiprecoces, y los tardíos (Elkind *et al.*, 1991).

Para la variable días en cosecha (DC), los mejores genotipos fueron ANIBAL (43 días), PEGASO, GIRONDA y D1 (41 días) y los genotipos con menos días en cosecha (DC) fueron R1 (27 días) y BEEF IMPERIAL (29 días), ya que varia dependiendo de la variedad y específicamente del hábito que este tenga, a una continua producción de fruto es característico de tomate de hábito indeterminado, en cambio una producción concentrado en periodos cortos de tiempo es de hábito determinado (Elkind *et al.*, 1991).

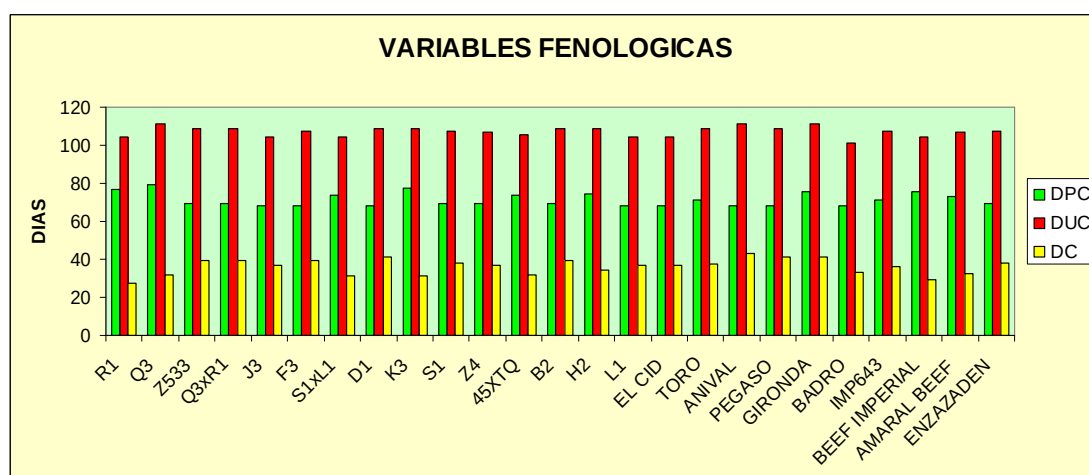


Figura 1. Resultados obtenidos para las Variables Fenológicas DPC, DUC y DC, de 25 Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Invernadero.

## Análisis de Varianza de las Variables de Rendimiento

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANVA) para las características cuantitativas de rendimiento, en el Cuadro 6 se presentan los cuadrados medios, donde se observa que en la fuente de variación genotipos existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), Numero de Fruto por Planta (NFPP), Peso Total de Fruto por Planta (PTFPP), Peso Promedio del Fruto (PPF) y Rendimiento en Toneladas por Hectárea. (RNDTHA). La variable que no contribuyó ninguna significancia respectivamente fue el Número de Cortes (NC). Indicando con esto la gran diferencia que existe entre los materiales genéticos evaluados debido a sus diferentes bases genéticas con que están constituidos, coincidiendo con Ramos (2000) y Azpeitia (1991) que encontraron estas mismas diferencias.

Para la fuente de variación repetición no presento diferencia significativa en ninguno de las variables en estudio se puede confirmar, de acuerdo a Rodríguez (1991) que el bloqueo fue adecuadamente efectuado.

Cuadro 6. Análisis de varianza (Cuadrados medios) de las Variables Cuantitativas de Rendimiento de 25 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

| FV      | GL | NC    | DP     | DE     | NFPP    | PTFPP         | PPF       | RNDTHA    |
|---------|----|-------|--------|--------|---------|---------------|-----------|-----------|
| REP     | 2  | 1.92  | 0.40   | 0.48   | 74.25   | 683772.09     | 431.13    | 963.63    |
| GEN     | 24 | 1.80  | 1.35** | 2.20** | 64.90** | 1137096.20 ** | 2590.81** | 1602.26** |
| EE      | 48 | 1.55  | 0.42   | 0.64   | 28.60   | 489232.25     | 571.77    | 689.36    |
| C.V (%) |    | 16.42 | 11.76  | 13.20  | 24.56   | 27.13         | 19.67     | 27.13     |
| MAX     |    | 8.66  | 6.80   | 7.70   | 31.00   | 3913.0        | 173.73    | 146.88    |
| MEDIA   |    | 7.60  | 5.52   | 6.06   | 21.77   | 2577.82       | 121.51    | 96.76     |
| MIN     |    | 6.00  | 4.57   | 4.37   | 14.33   | 1460.0        | 73.43     | 54.80     |

FV (Factor de Variación), GL (Grados de Libertad), NC (Numero de Cortes), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro Ecuatorial), NFPP (Numero de Fruto por Planta), PTFPP (Peso Total de Fruto por Planta), PPF (Peso Promedio del Fruto), RNDTHA (Rendimiento en Toneladas), REP (Repetición), GEN (Genotipo), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX, (Máxima), MED, (Media), MIN (Minima), \* Significativo ( $p < 0.5$ ) y \* \* Altamente Significativo ( $p < 0.01$ ).

En la Figura 2 y A III se muestran cada una de las medias obtenidas en las variables cuantitativas de rendimiento.

Al realizar la prueba de Tukey para la variable Número de Cortes (NC) el más sobresaliente fue el genotipo D1, B2, TORO y ANIBAL con 9 y el más bajo R1 con 6 cortes, cabe mencionar que los genotipos de hábito determinados fueron similares a los indeterminados ya que según (Elkind *et al.*, 1991), los genotipos de hábitos determinados expresan una concentración mayor de producción en periodos cortos de tiempo. Para la variable diámetro polar (DP) los valores más altos fueron EL CID (6.80), Z4 (6.74), PEGASO (6.49), y los más bajos son los genotipos Z533 (4.68) y K3 (4.57). Para Diámetro Ecuatorial (DE) el genotipo con valor más alto fue el R1 (7.70), ENZAZADEN (7.50) y el más bajo fue 45xTQ con (4.37), ya que las características de fruto, como tamaño y forma, están determinados por varios genes y son obtenidas principalmente por la explotación de la heterosis de los híbridos (Peirce, 1992).

Para la variable Número de Frutos por Planta (NFPP) el genotipo más sobresaliente fue EL CID (31) y el más bajo fue H2 con (14.33), indicando con esto que el número de fruto por planta esta determinada por el número de flores que son fecundadas y alcanzan a desarrollarse en fruto (Wareing y Patrick, 1975). Para la variable Peso Total de Fruto por Planta (PTFPP) el valor más alto fue (3913.0) siendo el genotipo L1 y el más bajo fue (1460) que le corresponde al genotipo 45xTQ. Para la variable Peso Promedio del Fruto (PPF) el valor más alto fue R1 con (173.73) lo cual indica que tuvo un menor número de cortes pero con un peso mayor de los demás genotipos y el más bajo fue 45xTQ con (73.43).

En cuanto a la variable de Rendimiento en Toneladas por Hectárea. (RNDTHA) el genotipo que obtuvo mayor producción fue L1 con (146.88), F3 (137.09) y D1 (123.76) siendo esto los más rendidores, y los de menor rendimiento fueron los genotipos 45xTQ con (54.80) y Q3 (55.60), ya que la cosecha total de una superficie determinada, depende del numero de plantas/hectáreas, del numero de frutos/plantas, de la cantidad de racimos, del número de frutos por cada uno de estos y del peso de cada fruto (Pasternarck *et al.*, 1979).



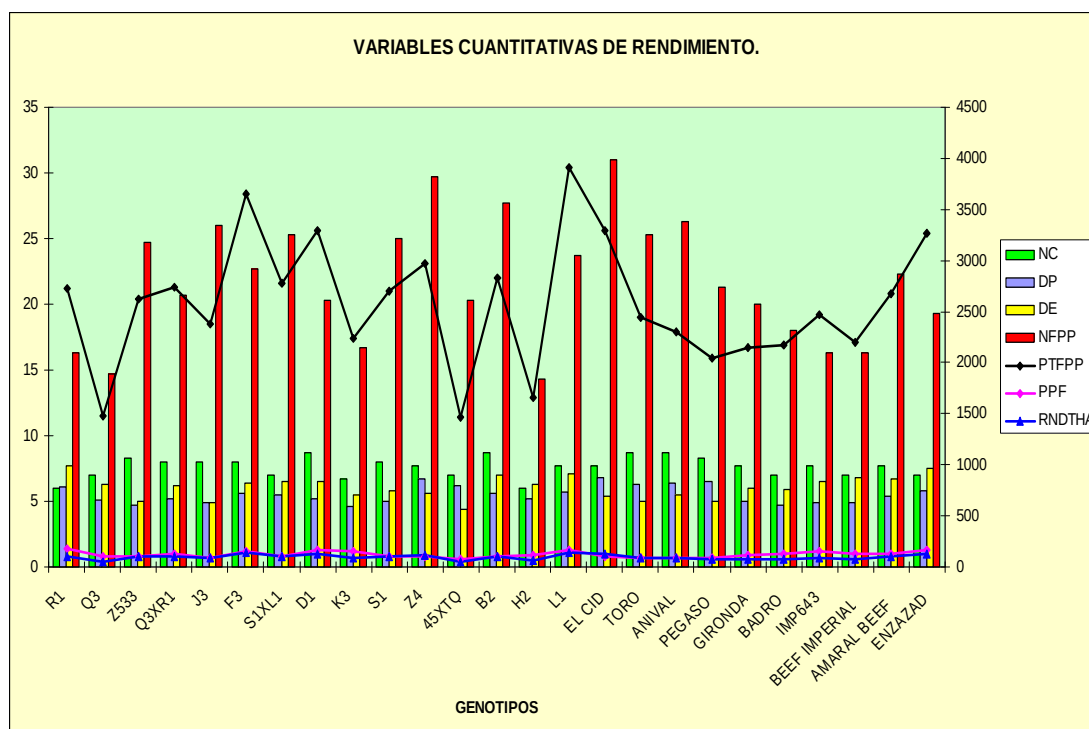


Figura 2. Resultados obtenidos para las Variables Cuantitativas de Rendimiento NC, DP, DE, NFPP, PTFPP, PPF Y RNDTHA de los 25 Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Invernadero.

### Análisis de Varianza de las Variables Agroclimáticas

En base a los resultados obtenidos de varianza para las variables agroclimáticas en el Cuadro 7 se presentan los cuadrados medios, donde se puede observar que en la fuente de variación genotipo, existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para los parámetros Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF), Temperatura del Aire (TAIR), Concentración de Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), y Humedad Relativa (HR), indicando con esto que las variables antes mencionadas son diferente en cada genotipo en las diferentes horas del día dentro del invernadero.

Para la fuente de variación repetición existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en la mayoría de los parámetros agroclimáticos en estudio TAIR,  $\text{CO}_2$  y HR, lo que indica que no obstante las condiciones de invernadero, se encontró variación influida por la posición de la cama dentro del invernadero. En cuanto a la fuente de variación repetición la Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF), no presentó diferencia significativa alguna, lo que nos indica que no existió variación en muestreos, y que la

intensidad de fotones fotosintéticos recibidos en el cultivo fue muy semejante, resultados similares obtenidos por Martínez (2008).

Cuadro 7. Análisis de varianza (Cuadrados medios) de las Variables Agroclimáticas en 25 genotipos de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) en invernadero.

| <b>FV</b>      | <b>GL</b> | <b>DFFF</b> | <b>TAIR</b> | <b>CO<sub>2</sub></b> | <b>HR</b> |
|----------------|-----------|-------------|-------------|-----------------------|-----------|
| <b>REP</b>     | 2         | 18.49       | 0.04 **     | 1203.61 **            | 10.35 **  |
| <b>GEN</b>     | 24        | 23851.69 ** | 0.54 **     | 10393.91 **           | 132.19 ** |
| <b>EE</b>      | 48        | 146.40      | 0.0012      | 180.37                | 0.53      |
| <b>C.V (%)</b> |           | 5.25        | 0.11        | 3.30                  | 2.18      |
| <b>MAX</b>     |           | 522.06      | 31.25       | 616.53                | 43.65     |
| <b>MED</b>     |           | 230.22      | 30.57       | 405.86                | 33.65     |
| <b>MIN</b>     |           | 76.28       | 29.77       | 331.93                | 17.68     |

FV (Factor de Variación), GL (Grados de Libertad), DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> en el Ambiente) y Humedad Relativa (HR, en %), REP (Repetición), GEN (Genotipo), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX, (Máxima), MED, (Media), MIN (Minima), \* Significativo (p < 0.5) y \*\* Altamente Significativo ((p < 0.01).

En la Figura 3 y A II se muestran cada una de las medias obtenidas en las variables agroclimáticas.

Realizando la prueba de Tukey se encontró que para todos los parámetros presentan diferencias en agrupamiento en las variables evaluadas. Dentro del parámetro Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF), los que mejor se comportaron son el PEGASO con (522.06), TORO (406.16) y J3 (300.53), mientras que los genotipos más bajos fueron L1 con (76.28), D1 (143.73) y GIRONDA este ultimo con un valor de (147.43), indicando que la intensidad es diferentes para cada genotipo es las diferentes horas en que se realizo la evaluación.

Para Temperatura del Aire (TAIR) los mejores genotipos fueron ENZAZADEN y BEEF IMPERIAL manteniendo un rango de 31.25, mientras los genotipos con un valor menor fueron L1, K3 y Q3xR1 con 29.77, respectivamente, lo que nos indica que la temperatura se incrementa a medida que transcurre las horas del día.. En cuanto a la Concentración del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) el genotipo que mas sobresalió fue BEEF IMPERIAL con 616.53 y el genotipo con menor concentración de carbono

fue J3 con un valor de 331.93, indicando que la hora del día y los genotipos influyen en la concentración del CO<sub>2</sub>, Ramos (2000).

Por ultimo para la variable Humedad Relativa (HR) los que mejores respondieron a este parámetro fueron los genotipos EL CID con (43.65) y 45XTQ con (41.40), y los genotipos con menor respuesta fueron BEEF IMPERIAL (17.68) y K3 con (22.94), indicando con esto que la humedad relativa dentro del invernadero fue diferente para todos los días, por tal razón la fructificación de los genotipos se vio afectado considerablemente debido a las diferentes condiciones climáticas presentadas en esta investigación.

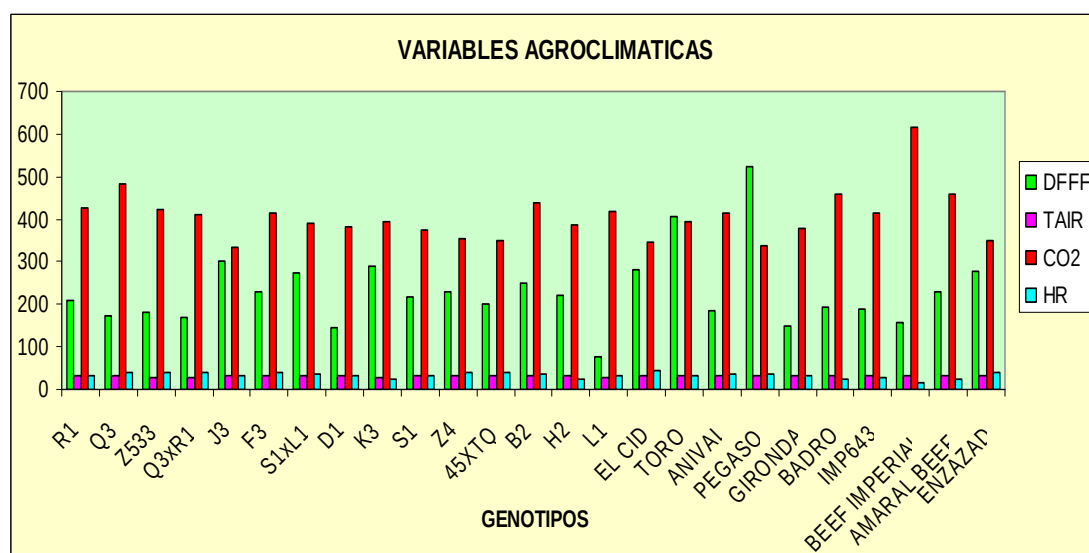


Figura 3. Resultados obtenidos para las Variables Agroclimáticas DFFF, TAIR, CO2 Y HR de los 25 Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Invernadero.

### Análisis de Varianza de Variables Fisiológicas

En el Cuadro 8 se observan los valores de los cuadrados medios de las variables fisiológicas, donde se observa para el factor de variación genotipo, que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para todos los parámetros en estudio las cuales son: Temperatura de la hoja (THOJA), Fotosíntesis, (FOTO), Conductancia (COND), CO<sub>2</sub> Intercelular (CINT), Resistencia Estomatal (RE), Conductancia Estomatal (CE), Transpiración (TRANS) y Uso Eficiente del Agua (UEAF).

Para la fuente de variación repetición, existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para los parámetros de CO<sub>2</sub> Intercelular (CINT), y Uso Eficiente del Agua (UEAF) y diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para Fotosíntesis (FOTO). En las demás variables no presentaron diferencia alguna.

Cuadro 8. Análisis de varianza (Cuadrados medios) de las Variables Fisiológicas características en 25 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

| FV      | GL | THOJA   | FOTO     | COND    | CINT       | RE      | CE      | TRANS    | UEAF    |
|---------|----|---------|----------|---------|------------|---------|---------|----------|---------|
| REP     | 2  | 0.002   | 1.92 *   | 0.00004 | 1131.54 ** | 0.02    | 0.0003  | 0.03     | 0.25 ** |
| GEN     | 24 | 4.20 ** | 17.84 ** | 0.06 ** | 4020.17 ** | 2.58 ** | 0.58 ** | 12.59 ** | 5.00 ** |
| EE      | 48 | 0.007   | 0.40     | 0.00004 | 11.29      | 0.01    | 0.0003  | 0.01     | 0.03    |
| C.V (%) |    | 0.32    | 9.79     | 0.83    | 0.96       | 8.61    | 1.81    | 1.39     | 8.58    |
| MAX     |    | 30.66   | 12.09    | 0.65    | 436.33     | 4.72    | 1.93    | 11.61    | 7.66    |
| MED     |    | 27.30   | 6.48     | 0.35    | 349.49     | 1.26    | 1.03    | 7.47     | 2.29    |
| MIN     |    | 25.55   | 2.70     | 0.07    | 282.53     | 0.51    | 0.21    | 2.82     | 0.57    |

FV (Factor de Variación), GL (Grados de Libertad), THOJA (Temperatura de la Hoja), FOTO (Fotosíntesis), COND (Conductancia), CINT (Conductancia Intercelular), RE (Resistencia Estomacal), CE (Conductancia Estomacal), TRANS (Transpiración), UEAF (Usos Eficiente del Agua), REP (Repetición), GEN (Genotipo), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX, (Máxima), MED, (Media), MIN (Minima), \* Significativo ( $p < 0.5$ ) y \*\* Altamente Significativo ( $p < 0.01$ ).

En la Figura 4 y A IV se muestran cada una de las medias obtenidas en las variables fisiológicas.

Al realizar la prueba de Tukey se encontró diferencias en los agrupamientos de los parámetros evaluados. Dentro del parámetro Temperatura de la Hoja (THOJA) el genotipo que mejor se comportó fue BADRO con 30.66 y el más bajo fue Q3xR1 con 25.55, lo que nos indica que la T° de la hoja de los genotipos serán diferentes de acuerdo a la posición en el dosel. Para Fotosíntesis (FOTO) los mejores genotipos fueron TORO (12.09), PEGASO (9.97), y J3 con (9.84), y los de menor valor fueron D1 (2.70) y L1 con (2.74), lo que indica que estos genotipos tienen diferente potencial para fotosintetizar y esto puede deberse al incremento de la temperatura en cada genotipo, ya que la fotosíntesis aumenta con temperaturas por arriba de 15 a 30 °C (Aungustine *et al.*, 1976).

En la variable Conductancia (COND) los genotipos con mayor relevancia fueron EL CID (0.65) y L1 con (0.60), y con menor importancia fue BEEF IMPERIAL (0.07) y BADRO (0.12). Para el parámetro CO<sub>2</sub> Intercelular el más sobresaliente fue 436.33 del genotipo Q3 y el menor fue 282.53 correspondiente al genotipo J3.

En cuanto al parámetro de la variable Transpiración (TRANS) y Uso Eficiente del Agua (UEAF) los que mejor respondieron a este parámetro fueron los genotipos L1 (11.61), EL CID (9.58) y ANIBAL (9.46) y los de menor respuesta fueron BEEF IMPERIAL (2.82) y IMP 643 con (3.70) para TRANS. Lo que nos indica que los genotipos transpiran de una forma diferente con respecto a la hora del día. En cuanto al UEAF los genotipos con mayor respuesta fueron BEEF IMPERIAL (7.66) y TORO (3.40), y los de menor respuesta L1 (0.57), y D1 con (0.86), indicándonos que los genotipos tienen diferentes capacidades para eficientizar el agua.

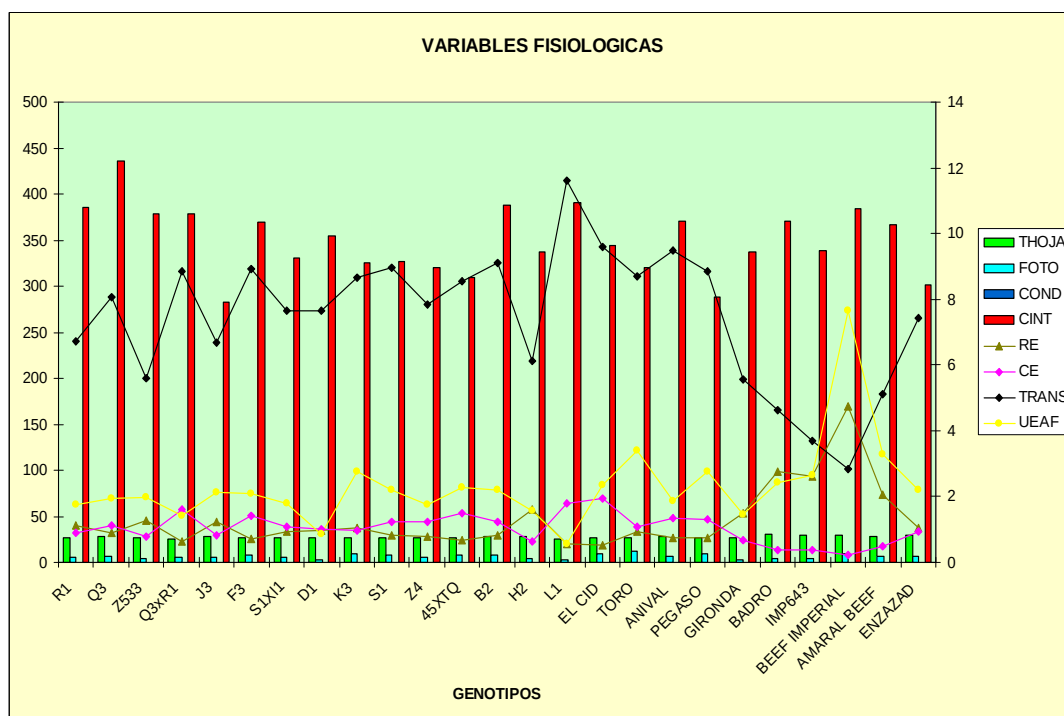


Figura 4. Resultados obtenidos para las Variables Fisiológicas THOJA, FOTO, COND, CINT, RE, CE, TRANS y UEAF de los 25 Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Invernadero.

## Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes Principales (ACP), es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número, perdiendo la menor cantidad de información posible.

Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre si.

([http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/componentes\\_principales.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/componentes_principales.pdf)  
Consultada el 05/01/2010)

En el Cuadro 9 se presentan los Eigenvalores o valores característicos y el porciento de la varianza total que explica cada uno. Se encontraron 6 valores mayores a uno explicando entre los seis un 86.92 % de la varianza total.

Cuadro 9. Análisis de componentes principales (Eigenvalores) entre valores de 25 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

|   | <b>Valor<br/>característico</b> | <b>% Variación<br/>Explicada</b> | <b>Eigenvalor<br/>Acumulada</b> | <b>% Varianza<br/>Acumulada</b> |
|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 7.875240                        | 37.50114                         | 7.87524                         | 37.50114                        |
| 2 | 3.350617                        | 15.95532                         | 11.22586                        | 53.45646                        |
| 3 | 2.341354                        | 11.14930                         | 13.56721                        | 64.60577                        |
| 4 | 1.902114                        | 9.05769                          | 15.46933                        | 73.66345                        |
| 5 | 1.624300                        | 7.73476                          | 17.09363                        | 81.39822                        |
| 6 | 1.160708                        | 5.52718                          | 18.25433                        | 86.92540                        |

En el Cuadro 10. Se muestran la contribución relativa (Factor loadings) arrojados por el programa Statistica "Componentes Principales" reduciendo la dimensión de los datos en 6 componentes que a continuación se describen.

Para el análisis de componentes principales podemos observar que en el factor uno la mayor contribución fue; HR, COND, CE, TRANS mientras de una manera inversa fueron THOJA y RE a este factor se le llamo

“FACTOR APERTURA ESTOMATAL Y TRANSPIRACIÓN”, de donde las variables antes mencionadas influyen en la apertura o cierre estomático y además por el papel fisiológico que desempeña la transpiración en cada genotipo.

En el factor dos sobresalen las variables de manera inversa; PPF, DE y RNDTHA denominando a este factor como “FACTOR TAMAÑO DE FRUTO Y RENDIMIENTO” ya que el peso y tamaño del fruto esta relacionada con el rendimiento de cada genotipo.

En el factor tres las variables que más contribuyeron fue; DC, NCORTES y de forma inversa fue DPC estas características están relacionadas con el “FACTOR DE PRECOCIDAD”, de donde las variables antes mencionadas están estrechamente relacionadas con la cosecha y el rendimiento de los genotipos.

Cuadro 10. Contribución relativa de cada variable en seis componentes principales (Factor Loadings) de 25 Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

|         | <b>Factor 1</b>    | <b>Factor 2</b>    | <b>Factor 3</b>    | <b>Factor 4</b>   | <b>Factor 5</b>   | <b>Factor 6</b>    |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| DPC     | -0.138329          | 0.073295           | <b>-0.886851 *</b> | 0.037326          | 0.223383          | -0.212754          |
| DUC     | 0.155623           | 0.113863           | 0.068151           | 0.001780          | 0.040998          | <b>-0.948010 *</b> |
| DC      | 0.174937           | 0.034454           | <b>0.800501 *</b>  | -0.113753         | -0.186051         | <b>-0.477779 *</b> |
| NCORTES | 0.134695           | 0.202548           | <b>0.867118 *</b>  | 0.102186          | 0.070993          | -0.268568          |
| NFPP    | 0.457652           | 0.255455           | 0.674202           | 0.144931          | -0.078827         | 0.296754           |
| PPF     | -0.079092          | <b>-0.876057 *</b> | -0.136721          | -0.226066         | 0.092160          | 0.065034           |
| RNDTHA  | 0.354081           | <b>-0.626435 *</b> | 0.515076           | -0.104281         | 0.039609          | 0.313568           |
| DP      | 0.561128           | -0.036586          | 0.175300           | 0.513447          | -0.201057         | 0.145185           |
| DE      | -0.136256          | <b>-0.864218 *</b> | -0.160315          | -0.088795         | 0.292200          | 0.015045           |
| DFFF    | 0.054835           | 0.189503           | 0.037563           | <b>0.655374 *</b> | -0.606952         | -0.080243          |
| TAIR    | -0.666907          | -0.204378          | 0.149127           | 0.487128          | 0.041331          | -0.099099          |
| THOJA   | <b>-0.858465 *</b> | -0.132329          | 0.050214           | 0.180130          | 0.107584          | 0.065835           |
| CO2     | -0.473207          | -0.108632          | -0.181727          | 0.163215          | <b>0.822805 *</b> | 0.077749           |
| HR      | <b>0.711158 *</b>  | 0.033281           | 0.312368           | -0.000935         | -0.145704         | -0.128946          |
| FOTO    | 0.130930           | 0.279333           | -0.023455          | <b>0.883588 *</b> | -0.045774         | -0.020960          |
| COND    | <b>0.946106 *</b>  | 0.017688           | 0.219617           | 0.110336          | 0.004612          | 0.022182           |
| CINT    | 0.049666           | -0.215247          | -0.085894          | -0.158430         | <b>0.896573 *</b> | -0.114213          |
| RE      | <b>-0.873338 *</b> | -0.022122          | -0.135532          | 0.086931          | 0.303993          | 0.245073           |
| CE      | <b>0.945753 *</b>  | 0.016685           | 0.220326           | 0.111540          | 0.004510          | 0.021625           |
| TRANS   | <b>0.901705 *</b>  | -0.042360          | 0.181190           | 0.129084          | -0.050455         | -0.108530          |
| UEAF    | -0.561128          | 0.142815           | -0.129413          | 0.611092          | 0.304758          | 0.222354           |

En el factor cuatro sobresalen las variables UEAF, FOTO y DFFF a este factor se le llamo “FACTOR DE ASIMILACIÓN FOTOSINTÉTICA Y

EFICIENCIA FISIOLÓGICA”, en donde el rendimiento y la acumulación de compuestos fotosintatos están muy relacionados con las variables antes mencionadas.

En cuanto al factor cinco las variables con mayor contribución fueron; CO<sub>2</sub> y CINT a estas características están relacionadas con el “FACTOR ALTO DIOXIDO DE CARBONO”, en donde la capacidad fotosintética de cada genotipo por exposición prolongada a elevadas tasas de las variables antes mencionadas se ve afectada en el rendimiento.

Para el factor seis la de mayor contribución de una manera inversa fue DUC seguido de DC, a este factor se le llamo “FACTOR DE PERIODO VEGETATIVO” en donde las variables antes mencionadas determinan los periodos de cosecha de cada genotipo.

Cuadro 11. Puntuación de cada genotipo al factor correspondiente (Factor Scores) de 25 genotipos de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.)

|         | <b>Factor 1</b> | <b>Factor 2</b> | <b>Factor 3</b> | <b>Factor 4</b> | <b>Factor 5</b> | <b>Factor 6</b> |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| R1      | 0.59458         | -1.71363        | -2.08886        | -0.08632        | 0.02755         | 0.74654         |
| Q3      | 0.44292         | 0.44301         | -1.61737        | 0.24698         | 1.83367         | -1.87398        |
| Z533    | -0.28968        | 1.38484         | 0.88563         | -1.50452        | 0.67542         | -0.26736        |
| Q3xR1   | 1.15508         | 0.10857         | 0.13954         | -1.02236        | 0.80814         | -0.51284        |
| J3      | -0.69539        | 1.20506         | 0.69377         | -0.67376        | -1.56404        | 1.00405         |
| F3      | 0.66635         | -1.29120        | 0.82442         | 0.41073         | 0.33802         | -0.14627        |
| S1xL1   | 0.45977         | 0.16292         | -0.71180        | -0.21566        | -0.43892        | 1.20276         |
| D1      | -0.10998        | -1.04777        | 1.11212         | -1.37176        | -0.12446        | -0.76519        |
| K3      | 0.32549         | 0.22064         | -2.03003        | 0.17849         | -0.51684        | -0.49283        |
| S1      | 0.37932         | 0.57864         | 0.38223         | -0.29221        | -0.11454        | 0.08840         |
| Z4      | 0.71249         | 0.50844         | 0.51656         | -0.17924        | -0.55973        | 0.98752         |
| 45Xtq   | 0.93307         | 1.87933         | -1.18287        | 0.12524         | -0.50124        | 0.67672         |
| B2      | 0.31248         | -0.28325        | 1.12731         | 0.85582         | 1.08493         | -0.71162        |
| H2      | -0.58509        | 0.06041         | -1.59959        | -0.89233        | -0.90064        | -0.73956        |
| L1      | 1.59698         | -1.44016        | 0.46879         | -1.23533        | 1.04947         | 1.19943         |
| EL CID  | 1.61361         | 0.24556         | 0.63751         | 1.03154         | -0.03770        | 1.56636         |
| TORO    | 0.07742         | 0.70633         | 0.41978         | 1.98816         | -0.43191        | -0.54201        |
| ANIVAL  | 0.29227         | 0.55386         | 1.42322         | 0.59291         | 0.82350         | -1.29428        |
| PEGASO  | 0.19915         | 0.50670         | 0.40741         | 1.80928         | -1.78314        | -0.93213        |
| GIRONDA | -0.66451        | 0.49668         | -0.06752        | -1.43570        | -0.32354        | -1.51205        |
| BADRO   | -1.89829        | 0.15628         | 0.35018         | -0.65771        | 0.05070         | 1.57515         |
| IMP643  | -1.76901        | -0.76802        | 0.25546         | -0.54628        | -0.51047        | -0.48711        |
| BIMP    | -2.24354        | 0.09939         | -0.56443        | 1.57561         | 2.34148         | 1.22009         |
| ABEEF   | -1.05822        | -0.26274        | 0.00670         | 0.43424         | 0.43052         | 0.54093         |
| ENZA    | -0.44728        | -2.50988        | 0.21184         | 0.86417         | -1.65625        | -0.53073        |



En la Figura 5 de la grafica dimensional se muestran dos factores, de donde el factor 2 se le denomino “TAMAÑO DE FRUTO y RENDIMIENTO” correspondiente al eje de las X, en donde tenemos la puntuación de cada genotipo (Factor Scores) que es de -3.0 a 2.5 en donde los valores negativos influyen al factor 2 debido al signo del componente (Factor loadings), en el eje de las Y tenemos al factor 1 “APERTURA ESTOMATAL Y TRANSPIRACIÓN” en donde tenemos la puntuación de cada genotipo (Factor Scores) que es de -2.5 a 2.0 en donde los valores positivos influyeron al factor 2 debido al signo de los componentes (Factor loadings), en la que podemos mencionar que los genotipos de mayor tamaño de fruto y rendimiento se encuentran al lado izquierdo del eje de las X y los genotipos con una mayor apertura estomático y transpiración se encuentran en la parte superior del eje de las Y, en donde los genotipos que sobresalen en cuanto a estos dos factores son: L1, R1, F3 Y D1.

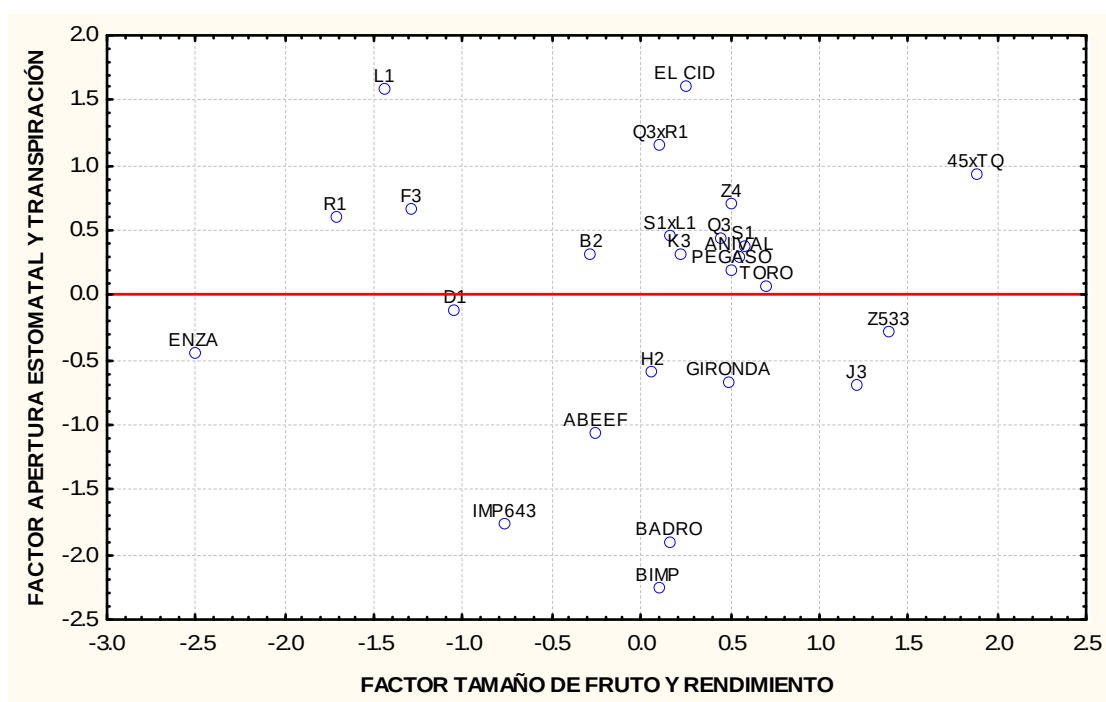


Figura 5. Comportamiento de las variables con dos factores “Alto Rendimiento” y “Eficiencia Fisiológica” para 25 Genotipos de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.)

En la Figura 6 de la grafica dimensional se muestran dos factores, de donde el factor 2 se le denomino “TAMAÑO DE FRUTO y RENDIMIENTO” correspondiente al eje de las X, en donde tenemos la puntuación de cada genotipo (Factor Scores) que es de -3.0 a 2.5 en donde los valores negativos influyen al factor 2 debido al signo del componente (Factor loadings), en el eje de las Y tenemos al factor 3 “PRECOCIDAD” en donde tenemos la puntuación de cada genotipo (Factor Scores) que es de -2.5 a 2.0 en donde los valores positivos influyeron al factor 2 debido al signo de los componentes (Factor loadings), en la que podemos mencionar que los genotipos de mayor tamaño de fruto y rendimiento se encuentran al lado izquierdo del eje de las X y los genotipos con una mayor precocidad se encuentran en la parte superior del eje de las Y, en donde los genotipos que sobresalen en cuanto a estos dos factores son: D1, F3, L1 y ENZAZADEN.

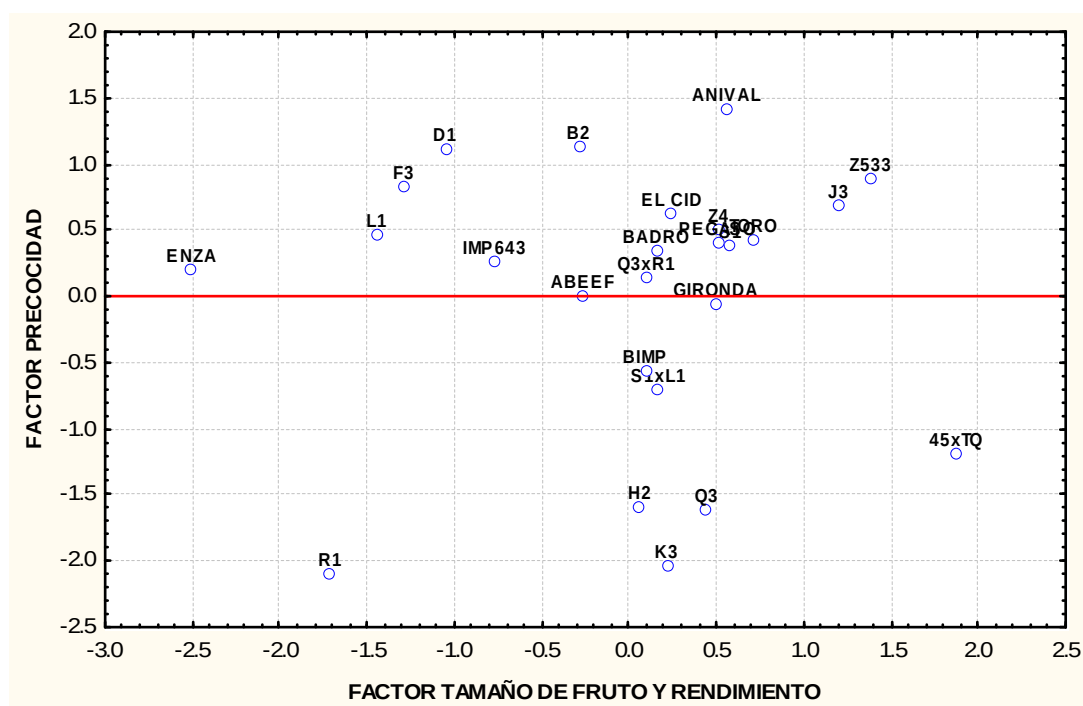


Figura 6. Comportamiento de las variables con dos factores “Alto Rendimiento” y “Precocidad” para 25 Genotipos de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.)

En la Figura 7 de la grafica dimensional se muestran dos factores, de donde el factor 2 se le denomino “TAMAÑO DE FRUTO y RENDIMIENTO” correspondiente al eje de las X, en donde tenemos la puntuación de cada genotipo (Factor Scores) que es de -3.0 a 2.5 en donde los valores negativos influyen al factor 2 debido al signo del componente (Factor loadings), en el eje de las Y tenemos al factor 4 “ASIMILACIÓN FOTOSINTÉTICA y EFICIENCIA FISOLÓGICA” en donde tenemos la puntuación de cada genotipo (Factor Scores) que es de -2.5 a 2.0 en donde los valores positivos influyeron al factor 2 debido al signo de los componentes (Factor loadings), en la que podemos mencionar que los genotipos de mayor tamaño de fruto y rendimiento se encuentran al lado izquierdo del eje de las X y los genotipos con una buena taza de asimilación fotosintética y uso eficiente fisiológica se encuentran en la parte superior del eje de las Y, en donde los genotipos que sobresalen en cuanto a estos dos factores son: ENZAZADEN y B2.

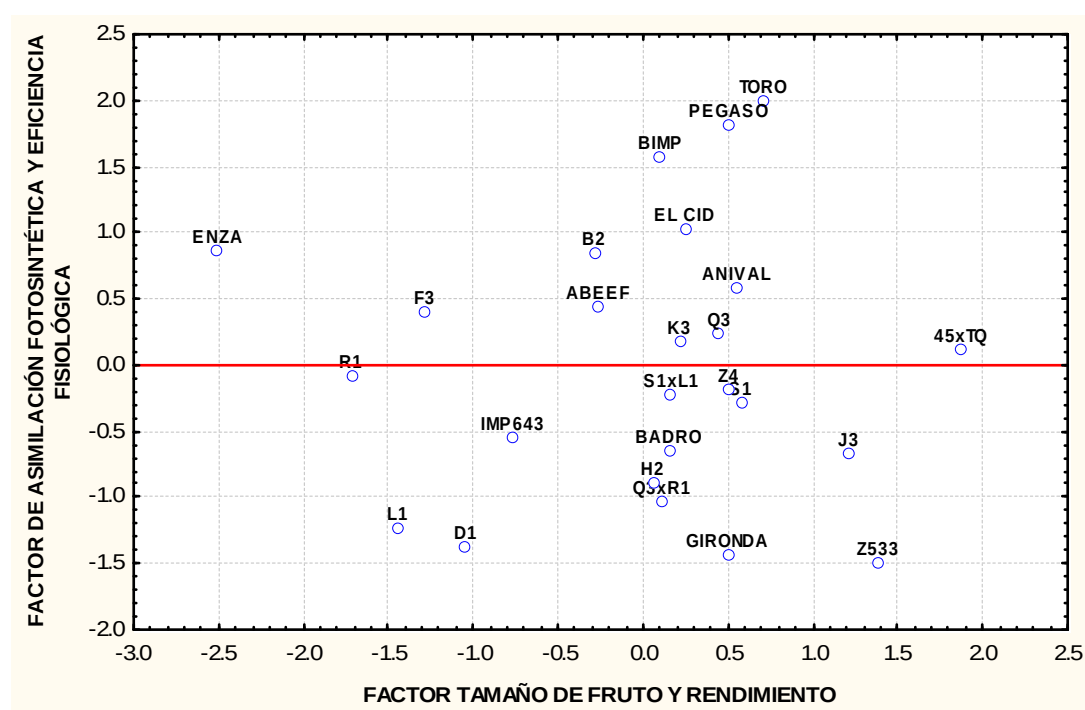


Figura 7. Comportamiento de las variables con dos factores “Alto Rendimiento” y “Asimilación Fotosintética” para 25 Genotipos de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.)

En la Figura 8, se observa el comportamiento de los genotipos en cuanto a las variables Rendimiento, Peso Promedio de Fruto y Numero de Cortes, en donde el eje de las Z observamos RENTHA, en el eje de las Y observamos a la variable PPF y en el eje de las X observamos la variable NCORTES, en donde los genotipos más sobresalientes a estas tres variables son: L1, seguido de los genotipos F3, D1 y EL CID.

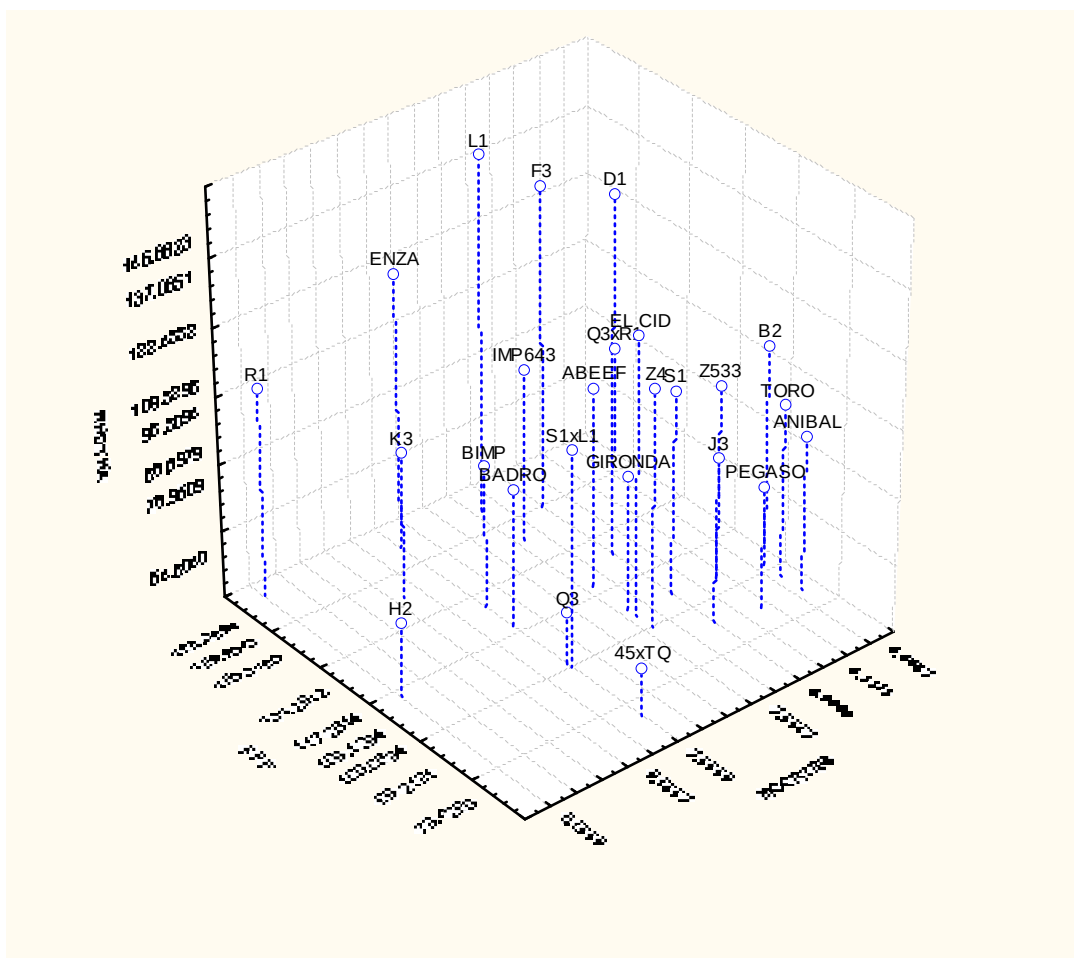


Figura 8. Comportamiento de 25 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En los parámetros de rendimiento, peso promedio de fruto y número de corte por planta.

En la Figura 9, se observa el comportamiento de los genotipos en cuanto a las variables Rendimiento, Días en Cosecha y Días a Primer Corte, en donde el eje de las Z observamos RENTHA, en el eje de las Y observamos a la variable DC y en el eje de las X observamos la variable DPC, en donde los genotipos más sobresalientes a estas tres variables son: L1, seguido de los genotipos F3, EL CID y D1.

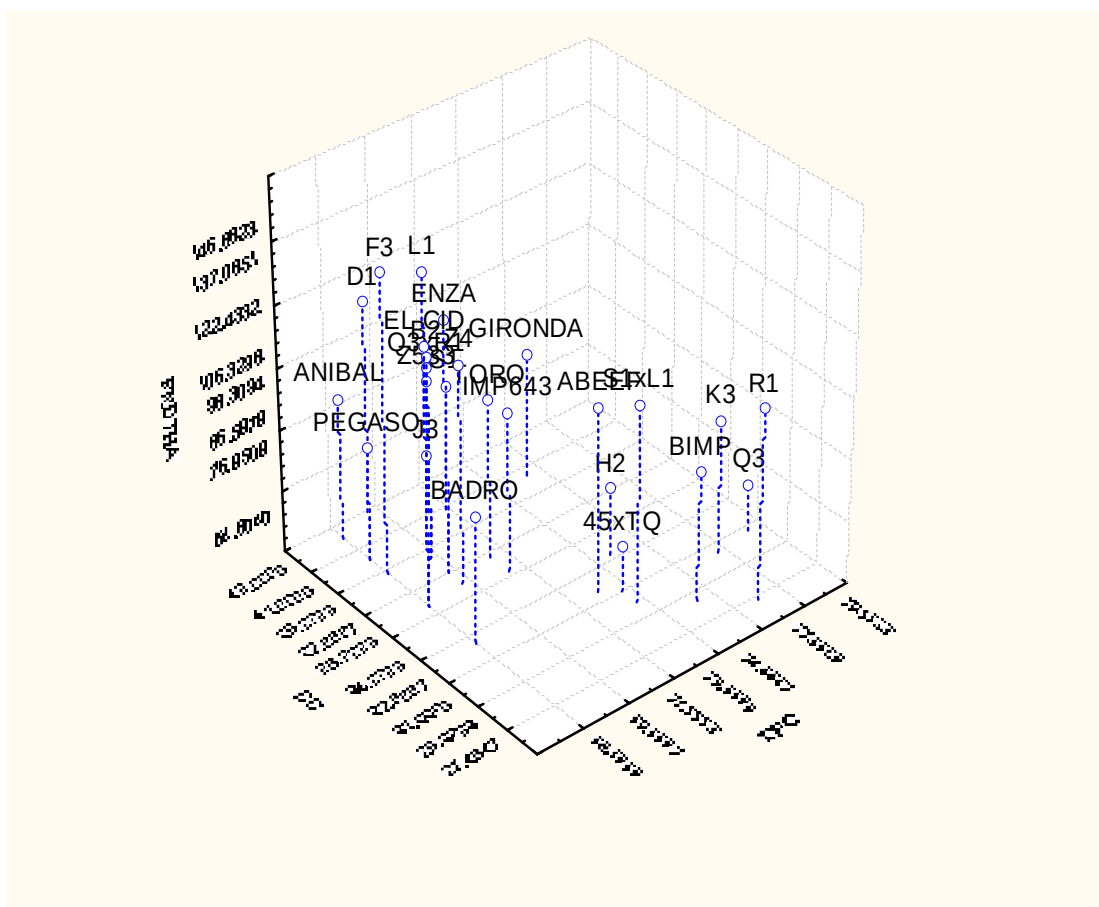


Figura 9. Comportamiento de 25 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En los parámetros de rendimiento, días a primer corte y días en cosecha.

En la Figura 10, se observa el comportamiento de los genotipos en cuanto a las variables Rendimiento, Temperatura de la Hoja y Uso eficiente del Agua, en donde el eje de las Z observamos RENTHA, en el eje de las Y observamos a la variable THOJA y en el eje de las X observamos la variable UEAF, en donde los genotipos más sobresalientes a estas tres variables son: F3, seguido de los genotipos ENZAZADEN, EL CID y Z4.

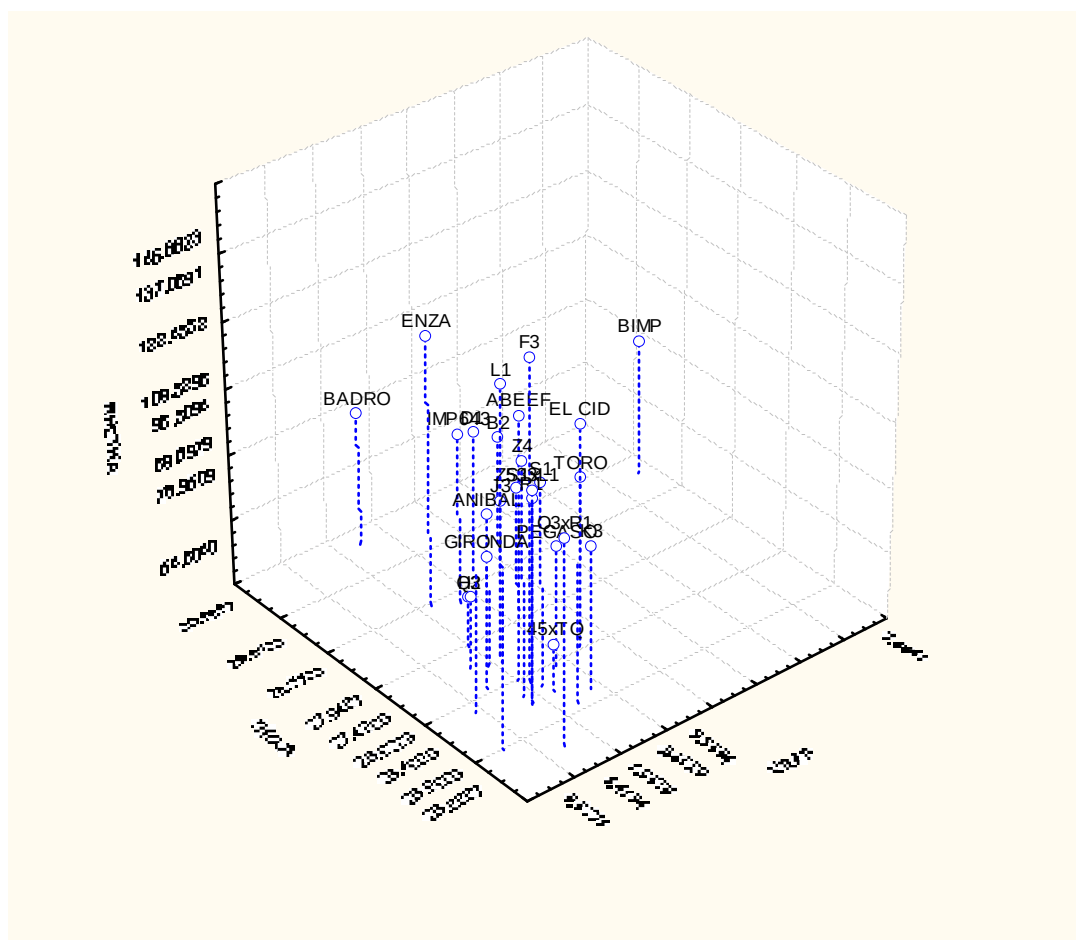


Figura 10. Comportamiento de 25 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En los parámetros de rendimiento, uso y eficiente del agua y temperatura de la hoja.

En la Figura 11, se observa el comportamiento de los genotipos en cuanto a las variables Rendimiento, Dióxido de Carbono y Conductancia Intercelular, en donde el eje de las Z observamos RENTHA, en el eje de las Y observamos a la variable  $\text{CO}_2$  y en el eje de las X observamos la variable CINT, en donde los genotipos más sobresalientes a estas tres variables son: L1, seguido de los genotipos F3, D1 y EL CID.

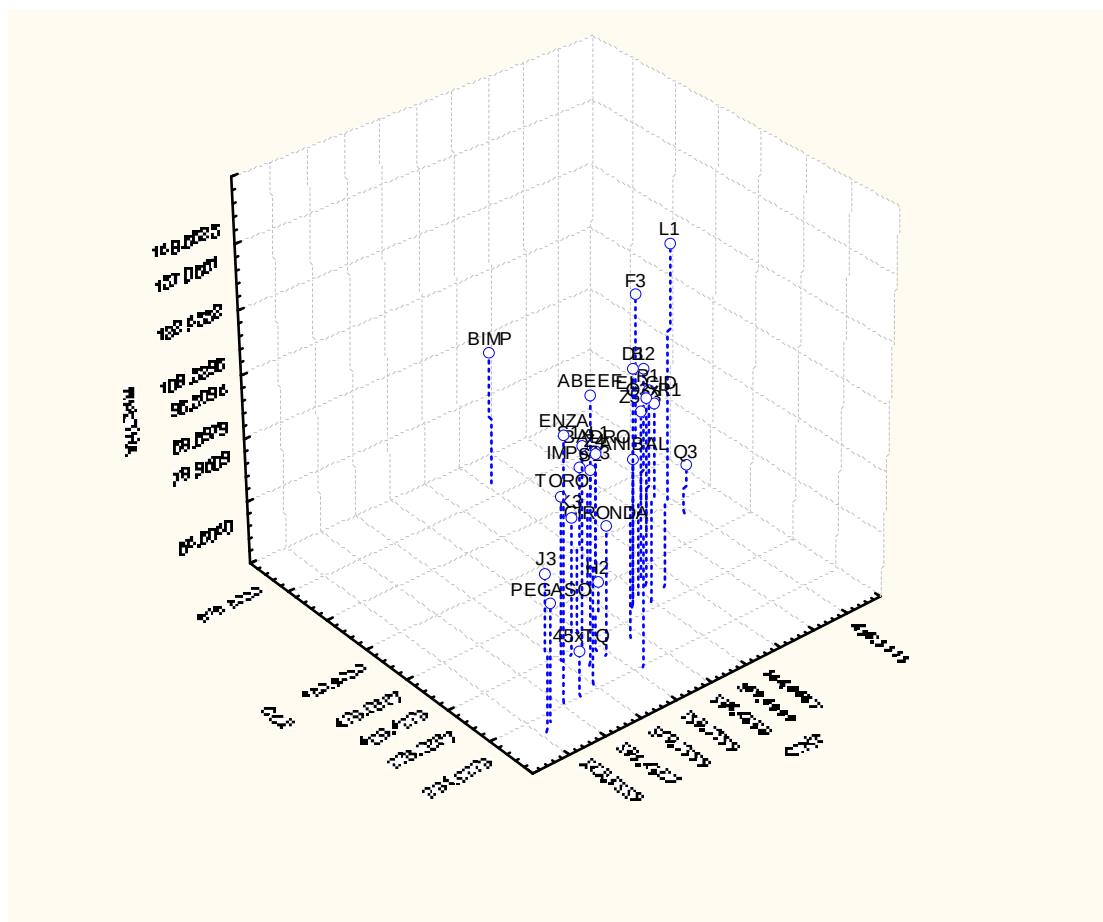


Figura 11. Comportamiento de 25 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). En los parámetros de rendimiento, conductancia intercelular y dióxido de carbono.

Cuadro 11. Calificación final de los genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en base a características fenológicas, fisiotécnicas y de rendimiento, bajo condiciones de invernadero.

| GENOTIPOS     | CALIFICACIÓN | POSICIÓN |
|---------------|--------------|----------|
| F3            | 89.37        | 1        |
| BEEF IMPERIAL | 88.85        | 2        |
| L1            | 86.93        | 3        |
| ENZAZADEN     | 85.11        | 4        |
| EL CID        | 79.68        | 5        |
| D1            | 79.66        | 6        |
| AMARAL BEEF   | 75.53        | 7        |
| IMPERIAL 643  | 74.03        | 8        |
| R1            | 73.22        | 9        |
| B2            | 71.98        | 10       |
| Z4            | 71.38        | 11       |
| S1            | 70.83        | 12       |
| TORO          | 70.79        | 13       |
| Q3xR1         | 70.51        | 14       |
| Z533          | 68.63        | 15       |
| K3            | 68.57        | 16       |
| BADRO         | 67.53        | 17       |
| S1xL1         | 67.29        | 18       |
| J3            | 65.35        | 19       |
| PEGASO        | 63.56        | 20       |
| ANIBAL        | 62.81        | 21       |
| GIRONDA       | 58.08        | 22       |
| H2            | 53.50        | 23       |
| 45xTQ         | 49.44        | 24       |
| Q3            | 48.95        | 25       |



## CONCLUSIONES

En base a los resultados que se obtuvieron en los análisis de varianza y las condiciones en que se realizó la presente investigación se concluye que las variables que no tuvieron diferencias estadísticas para el factor genotipo es la variable fenológica, dentro de las variables que presentaron diferencias altamente significativas del factor genotipo fue la variable rendimiento cuantitativos (DP, DE, NFPP, PTFPP, PPF y RNDTHA), seguida de agroclimática (DFFF, TAIR, CO<sub>2</sub> Y HR) y concluyendo con la variable fisiológica (THOJA, FOTO, COND, CINT, RE, CE, TRANS, y UEAF) es decir que todos las variables de los genotipos evaluados en este estudio se comportaron de diferente manera uno de otra.

Para la variable rendimiento cuantitativo en RNDTHA el mejor genotipo fue el L1 (146.88), F3 (137.09) y D1 con (123.76). Dentro de la variable agroclimática para el parámetro TAIR los genotipos más sobresalientes son el ENZANZADEN y BEEF IMPERIAL con un rango de 31.25. Para la variable Fisiológica para el parámetro UEAF el genotipo que mas sobresalió fue el BEEF IMPERIAL (7.66) seguida por el TORO (3.40).

Dentro del Análisis multivariado en componentes principales podemos concluir que las variables que tuvieron mayor correlación para los diferentes factores fueron HR, COND, CE, TRANS, THOJA, y RE y llamándose como “FACTOR CON EFICIENCIA FISIOLÓGICA.” Los genotipos que aportaron para el “FACTOR ALTO RENDIMIENTO” las variables son; PPF, DE y RNDTHA. Para el “FACTOR PRECOCIDAD” las variables fueron DC, NCORTES y DPC. Dentro del “FACTOR ALTO DIOXIDO DE CARBONO” las variables que influyen son CO<sub>2</sub> y CINT. Para “FACTOR TIEMPO”. La única variable que influyo fue DUC. En cuanto a los genotipos que aportaron para el “FACTOR DE ASIMILACION FOTOSINTETICA” las variables fueron FOTO y DFFF.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal estudiar a los genotipos sobresalientes en base a su rendimiento, así mismo en seleccionar genotipos basándose en su eficiencia fisiotécnica (fenológica, fisiológica y agroclimáticas). El trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, situada a una Latitud N; 101°00' Longitud W, cuenta con una altitud de 1742 msnm. En el ciclo primavera/verano 2009 bajo condiciones de invernadero mediante el cultivo en hidroponía. Contando con un total de 25 materiales genéticos de los cuales 10 son híbridos experimentales: EL CID, TORO, ANIBAL, PEGASO, GIRONDA, BRADO, IMPERIAL 643, BEE IMPERIAL, AMARAL BEEF y ENZAZADEN, y 15 líneas del programa de fitomejoramiento fisiotécnico de la UAAAN que son: R1, Q3, Z533, Q3 X R1, J3, F3, S1 X L1, D1, K3, S1, Z4, 45 X TQ, B2, H2 y L1.

Durante el Establecimiento del experimento, se realizaron las prácticas del cultivo, Siembra, Transplante, Fertilización, Riego, Poda, Entutorado, Cosecha y por ultimo las Pruebas de Laboratorio, todo esto durante los meses Junio-Septiembre del 2009.

Las variables que se evaluaron en este estudio, comprenden los parámetros de Días a Primer Corte, Días a Último Corte, Días en Cosecha, (Variables Fenológicas); Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos, Concentración de CO<sub>2</sub> en el Ambiente, Temperatura del Ambiente y Humedad Relativa (Variables Agroclimáticas); Fotosíntesis, Conductancia Estomatal, Resistencia Estomatal, CO<sub>2</sub> intercelular, Transpiración, Uso Eficiente del Agua, Temperatura de la Hoja y Conductancia (Variables Fisiológicas); Número de Cortes, Número de Frutos por Planta, Peso Total de Fruto por Planta, Peso Promedio del Fruto, Diámetro Polar, Diámetro Ecuatorial y el Rendimiento proyectado en toneladas por hectárea (Variables de Rendimiento).

En el experimento se utilizó un modelo estadístico de un Diseño de Bloques Completos al Azar con 25 Genotipos y 3 Repeticiones para las variables Agroclimáticas, Fisiológicas, Fenológicas y Rendimiento Cuantitativo.

En las variables se encontró se encontraron diferencias altamente significativas para el factor de variación repetición (  $CO_2$  ), (CINT), (UEAF) y (FOTO).

Dentro de las variables fenológicas solo se encontró diferencia significativa para el factor de variación repetición para la variable Días a Último corte (DUC).

Se obtuvo diferencia altamente significativa para las variables agroclimáticas para la fuente de variación repetición en la mayoría de los parámetros agroclimáticos en estudio (TAIR), mostrando a los genotipos sobresalientes con valores de 31.25 el mayor y 29.77 el menor, también ( $CO_2$ ) y HR para el factor de variación repetición.

Para las variables cuantitativas de rendimiento (RNDTHA) el genotipo que obtuvo una mayor producción fue L1 con (146,88), seguida del genotipo F3 con (137.09) y D1 (123.76).

Dentro de la calificación de los genotipos el que obtuvo la mejor calificación en cuanto a las variables de rendimiento (RNDTHA), días a primer corte (DPC), peso promedio de fruto (PPF) y uso eficiente del agua (UEAF) fue el genotipo F3, seguido del BEEF IMPERIAL y el L1.

## LITERATURA CITADA

- Aikman, D.P., and G. Houter. 1990. influence of radiation and humidity on transpiration: Implication for calcium levels in tomato leaves. J. of Horticultural Science. 65 (3): 245 – 253.
- ASERCA. 2006. El sector agroalimentario mexicano: evolución, retos y perspectivas. Claridades Agropecuarias, 157p.
- Aungustine, JJ, MA Stevens, RW Bridenbach, DF Painge. 1976. Plant Physiology. p. 57: 325.
- Azpeitia, H. F. 1994. Rendimiento y fenología de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) evaluados bajo condiciones de altas temperaturas, en invernadero. Tesis Licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coah, Méx.
- Berenguer J., J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Javier Z. Castellanos. y José de Jesús Muñoz. (Eds.) Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero. México D. F.
- Bidwell, R.G.S. 1999. Fisiología Vegetal. Primera Edición. Pág. 367-369. Editorial Iberoamérica. México.
- Bowes, G. 1991. Growth at elevated CO<sub>2</sub>: photosynthetic responses mediated through Rubisco. Plant Cell. Environ . 14: 795-806.
- Bleyaert, P. 1991. A study of plant-water relations in tomato. A contribution to the optimization of irrigation. Ghenti Belgio. p. 333.
- Borrego, E. F. 1993. Apuntes del Curso de Fisiotécnia. Sin editar. UAAAN.
- Borrego. E. F. 2001. Determinación Fisiotécnica de Eficiencia en el Desarrollo y Rendimiento de Genotipos de Papa, Melón, Tomate, para Agricultura Sustentable en Zonas Semiáridas. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Bringas, G.L. 2004. Producción de Tomate en Climas Extremos. Revista Productores de Hortaliza. Agosto 2004. Editorial Richard Jones. México.
- Burgueño, C. H. 1994. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Bursag, S.A. de C.V. Culiacán, Sin. México. 46 p.

- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de Producción de Solanáceas en Invernadero. 1er Simposio Nacional. Técnicas Modernas de Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- CAADES, 2007. El sector agroalimentario mexicano: evolución, retos y perspectivas. Claridades Agropecuarias, 157.
- California, F.A. 1995. Manual de fertilizantes para horticultura. UTEHA, Noriega Editores. México D.F.
- Castilla N. 2003. Estructuras y equipamientos de invernaderos. p. 1-11 En: J.Z. Castellanos y J.J. Muñoz-Ramos (Eds) Memoria del Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. INIFAP. México
- Castilla, N. (1994). Greenhouses in the mediterranean area: Technological level and strategic management. Acta Hort. 361: 44-63.
- Cedaf, 1993, Tomate de mesa. Disponible en [http //cedaf.org/tomatedemesa](http://cedaf.org/tomatedemesa). Consultada el 17/09/2006.
- Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. In: Nuez, F. ed. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 43-91
- Chung, H. D. and Y. J. Choi. 2002. Effects of temperature, relative humidity and light on the absorption and translocation of  $^{45}\text{Ca}$  in the grafted tomato seedlings. Plant Nutrition. 92: 140 – 141.
- Cockshull, K.E. (1988). The integration of physiology with physical changes in the greenhouse climate. Acta Hort. 229: 113-123.
- Cook, W.P., and D.C. Sanders. 1991. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. Hort Science. 26:250-252.
- Costa J. 1992. Frida, new tomato parthenocarpic hybrid. Hort Sci. 27: (2): 185 – 186.
- Davies, W. J. and Zhang, J. 1987. Increased synthesis of ABA in partially dehydrated root tips and ABA transport from root to leaves. J. Exp. Bot. 38: 2015-2023.
- Davies, W.J. and Zhang, J. 1991. Root signals and regulation of growth and development of plants in drying soil. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 42: 55-76.
- DeGiglio, M. A. 2003. Growth of the fresh greenhouse tomato market in the USA. Acta Horticulturae 611: 91- 92.

- Drake, B. G., J. Azcon-Beto and J. Berry. 1999. Does elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration inhibit mitochondrial respiration in green plants. *Plant Cell and Environment*, 22, Mundi-Prensa. México.
- Dybing, C. D. and Currier, H. B. 1991. Foliar penetration by chemicals. *Plant physiology*.1: (1) 32-35.
- Elkind, Y., A. Gurnick and N. Kedar. 1991. Genetics of semideterminate growth habit in tomato, *Hort. Sci.* 26(8): 1074 – 1075.
- Espinosa Z., C. y S. Álvarez. 2002. Producción de plántulas de chile en charolas en Durango. Desplegable para productores Núm. 28. Campo Experimental "Valle del Guadiana". INIFAP.
- Esquinas-Alcázar J. y Nuez F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: Nuez V., F., Rodríguez Del R., A., Tello, J., Cuartero, J. y Segura. B. (eds.). *El cultivo del tomate*, pp 11-42. Nuez F. ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Fernández, B. J. M. 1992. Apuntes de introducción a la Fisiología Vegetal. Curso de Maestría. U.A.A.A.N. Sin editar.
- Foolad, M. R. and Lin, G. Y. 2001. Genetic analysis of cold tolerance during vegetative growth in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *Euphytica* 122: 105-11.
- G.I.I.E.Z.A.P.- UAAAN. 1991. Diagnóstico del grupo interdisciplinario de investigación en especies de zonas áridas con potencial. Dirección de Investigación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gil, V.I., Miranda, V.I. 2002. Producción de tomate rojo en hidroponía bajo invernadero. Manual de manejo. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press: Ames, Iowa State University. 1Ed. pp. 98 – 107.
- Guzmán, M. y A. Sánchez. 2000. Sistemas de Explotación y Tecnología de Producción. En: J. Z. Castellanos y M. Guzmán Palomino (Eds). *Ingeniería, Manejo y Operación de invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas*. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C.
- Heber, U.S. Neimains and O.L. Lange. 1986. Stomatal aperture, photosynthesis and water fluxes on mesophyll cells as affected by the abscission of leaves. Simultaneous measurements of gas exchange, light scattering and chlorophyll fluorescence. *Planta* (1986) 167: 554-562.

- Ho, L. C. 1996. Tomato. pp. 709-728. In: E. Zemaski and A. A. Schaffer (eds). Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships. Marcel Dekker. New York, NY, USA,
- Hochmuth, G.J. 1992. Tomato fertilizer management: In. Proceedings Florida Tomato Institute. C.S. Vavrina (ed) SS HOS 1. IFAS. UF. 39 p.
- Hurd, R. G.; Graves, C. J. (1984). El Cultivo Del Tomate, Primera Edición. Ed. Mundi-Prensa. México.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadísticas Geográficas e Informática. Consultada el 12/09/2009.
- Infoagro. 2004. El Cultivo de Tomate. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate>. Consultada el 20/12/2009.
- Jara, J. y A. Valenzuela: Necesidades de agua de los cultivos, Riego y Drenaje, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chillan, Chile, 2000.
- Jaren, C., Arazuri, S. García, M.J., Arnal, P. y Arana, J.I. 2005. White Asparagus, Harvest Date Discrimination Using NIRS Technology. International Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2006 (en prensa).
- Jones, J.B., Benjamin Wolf, and Harry A. Mills. 1991. Plant analysis Handbook. Micro-Macro Publishing. Inc. U.S.A.
- Kinet, J.M and Peet, G. R. 1997. Tomato. In: Wien H.C. ed. The physiology of vegetable crops. CAB International. pp 207-259.
- León G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.
- Li-Cor, Inc. 1990. The LI-6200 Primer. An introduction to operating the LI-6200 portable photosynthesis system. Lincoln, Nebraska, U. S. A.
- Martínez C., E. y M. García. 1993. Cultivos sin Suelo: Hortalizas en Clima Mediterráneo. pp. 43.
- Martínez, D. 2006. Tomate: una hortaliza que no falta en la cocina criolla. Disponible en <http://www.listindiario.com.do/antes/agosto/26/120806/cuerpos/dinero>. Consultada 16/09/2009.
- Martínez, M. S. 2008. Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Base a Parámetros Fisiotécnicos Bajo Condiciones de Invernadero en Providencia, General Cepeda, Coahuila. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coah, Méx.

- Matthew, J. P. and C. H. Foyer. 2001. Sink regulation of photosynthesis. *J. Experimental Botany*. 52 (360): 1383 – 1400.
- McCarthy, M. G. 1998. Irrigation management to improve winegrape quality – nearly 10 years on. *The Australian grapegrower and Winemaker, Annual Technical Issue*: pp. 65 - 71.
- Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- Mojarro D., F. 2004. Optimización del uso del agua de riego para incrementar la productividad de chile seco en Zacatecas. *Memorias de la Primera Convención Mundial del Chile*. León Guanajuato, México. pp. 203 – 210.
- Montesinos, C. A. 2001 *Fotosíntesis y otros Parámetros fisiotécnicos en 15 Genotipos de tomate*. Tesis Nivel Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Mundogar .2006.El tomate. Disponible en [www.mundogar.com/ideas/ficha.asp](http://www.mundogar.com/ideas/ficha.asp)? Consultada el 01/12/2009.
- Myburch, P. A. 1996. Response of *Vitis vinifera* L. cv. Barlinka/Ramsey to soil water depletion levels with particular reference to trunk growth parameters. *South African Journal for Enology and Viticulture* 17(1): 3 – 14.
- Nathan, R. 1995. La fertirrigación combinada con el riego. *Notas del curso asociación israelí de Cooperación Internacional*. Ministerio de agricultura Estado de Israel. 51 pp.
- Obreza, T.A., D.J. Pitts, R.J. McGovern, and T.H. Speen. 1996. Deficit irrigation of micro-irrigated tomato affects yield, fruit quality, and disease severity. *Journal of Production Agriculture* 2: 270-275.
- Pasternarck, D. M. Twersky and Y. de Malach. 1979. Salt resistance in agricultural crops. In: H. Musell and R.C. Staples (eds) *Stress physiology in crop plants*. John Wiley. New York pp. 127-142.
- Peirce, L. C. 1992. "Super Hybrid Newida and Gold Dust" tomatoes. *Hort Sci* 27 (8) 935-937.
- Peet, M. M. and M. Bartholomew. 1996. Effect of night temperature on pollen characteristics, growth and fruit set in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121 (3): 514-519.
- Peralta, I. E. y Spooner, D. M. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*). En: *Genetic Improvement of Solanaceous Crops*, Vol. 2: Tomato. M.K. Razdan y A.K. Mattoo (eds.) Science Publishers, Enfield, USA. Pp 1 – 27.



- Pier, J.W. and T.A. Doerge. 1995. Nitrogen and water interactions in trickle-irrigated watermelon. *Soil Sci.* 59:145-150.
- Postel, S.L. 1998. Water for food production: will there be enough in 2025? *BioScience* 48: 629-637.
- Ramos, D. F. 2000. Formación de híbridos en cultigenes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), para explotación intensiva y sustentable. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah, Méx.
- Rodríguez del Ángel J. M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Mex. Ed. Trillas. UAAAN.
- Rodríguez, P., M. A. Morales. A. Torrecillas, J. M. Dell'Amico, J. J. Alarcón and D. Camejo. 2005. High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. *J. Plant Physiology*. 162 (3): 281-289.
- Romero, H.L. 1981. El índice de cosecha como criterio de selección para rendimiento en dos poblaciones de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), bajo tres métodos de selección familiar. Chapingo México, Tesis, MC., Colegio de Posgraduados, Chapingo Mex pp. 4 -17.
- SAGARPA, 2007. El sector agroalimentario mexicano: evolución, retos y perspectivas. *Claridades Agropecuarias*, p. 157.
- Sage, R. F. 1994. Acclimation of photosynthesis to increasing atmospheric CO<sub>2</sub>: the gas exchange perspective. *Photosynth. Res.* 39: 351 – 368.
- Sato, S., M. Kamiyama, T. Iwata, N. Makita, H. Furukama and H. Ikeda. 2006. Moderate increase of mean daily temperature adversely affects fruit set of *Lycopersicon esculentum* Mill. by disrupting specific physiological processes in male reproductive development. *Annals of Botany*. 97 (5): 731-738.
- SIAP, 2008. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Monografía Tomate Rojo. <http://monografiatomaterojo.com/hortalizas>. consultada el 26/10/2009.
- Smith, W.K.; Hollinger, D.Y. 1991. Measuring stomatal behaviour. In: Lassoie, J.P. and Hickley, T.M. Edrs. *Techniques and approaches in forest tree ecophysiology*. Boca Raton. CRC Press Inc. *Soil Science and Plant Nutrition* 20(1): 57-68
- Steta G., M. 2003. Panorama de la Horticultura en México. *Memorias*. 4° Congreso Internacional. Producción de Hortalizas en Invernadero. Sinaloa, México.

Stanghellini, C.; Meurs, W. T. M.; Van. 1992. Environmental control of greenhouse crop transpiration. Journal. Agric. London Academic Press. 51(4):297-311.

Thompson, L.T. and T.A. Doerge. 1996. Nitrogen and water interactions in subsurface trickle-irrigated leaf lettuce: I. Plant response. Soil Sci. 60:163-168.

Thompson, L.T. 1997. Fertigation of vegetable crops: the Arizona experience. 1997. In. Segundo Simposium Internacional de Fertilización. Memorias. Querétaro, Qro., México. pag. 83-89.

Van Schilfgaarde, J. 1994. Irrigation - a blessing or a curse. Agricultural Water Management 25: 203-219.

Vassey, L. T., W. P. Quick. T. D. Sharkey and M. Stitt. 1991. Water stress, carbon dioxide, and light effects on sucrose-phosphate synthase activity in *Phaseolus vulgaris* L. Plant Physiol. 81: 37 – 44.

Wareing, P. F. and J. Patrick. 1975. Source sink relation and the portion of assimilates pp 481-489 In: J. P. Cooper (ed) photosynthesis and productivity in different environments Cambridge Univ. Press.

<http://www.botanical-online.com/funcionesplantas.htm>. Consultada el 05/01/2010.

<http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/tomate-tomatera-jitomate.htm>. Consultada el 25/11/2009.

<http://www.Tomateinvernadero.mx/pdf>. Consultada el 10/12/2009.

<http://www.sagarpa.mx/paginas/default.aspx>. Consultada el 12/10/2009

<http://abonosysustratosmarc.galeon.com>. Consultada el 05/10/2009.

<http://www.sustratosdominicanos.galeon.com>. Consultada el 05/10/2009.

[http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/componentes\\_principales.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/componentes_principales.pdf) Consultada el 05/01/2010.

## **APÉNDICE**

### Apéndice I. Análisis de Varianza de las Variables Fenológicas.

| VARIABLES  | FV       | GL | SC          | CM         | FC   | Pr > F |
|------------|----------|----|-------------|------------|------|--------|
| <b>DPC</b> | Genotipo | 24 | 895.5466667 | 37.3144444 | 1.06 | 0.4205 |
|            | Error    | 49 | 1691.413333 | 35.237778  |      |        |
|            | Total    | 73 | 2685.546667 |            |      |        |
| <b>DUC</b> | Genotipo | 24 | 442.9866667 | 18.4577778 | 0.43 | 0.9852 |
|            | Error    | 49 | 2041.413333 | 42.529444  |      |        |
|            | Total    | 73 | 2740.320000 |            |      |        |
| <b>DC</b>  | Genotipo | 24 | 1209.413333 | 50.392222  | 0.81 | 0.7093 |
|            | Error    | 49 | 2993.306667 | 62.360556  |      |        |
|            | Total    | 73 | 4274.746667 |            |      |        |

### Apéndice II. Análisis de Varianza de las Variables Agroclimáticas.

| VARIABLES   | FV       | GL | SC          | CM         | FC     | Pr > F |
|-------------|----------|----|-------------|------------|--------|--------|
| <b>DFFF</b> | Genotipo | 24 | 572440.7601 | 23851.6983 | 162.92 | <.0001 |
|             | Error    | 49 | 7027.3741   | 146.4036   |        |        |
|             | Total    | 73 | 579505.1306 |            |        |        |
| <b>TAIR</b> | Genotipo | 24 | 13.11908533 | 0.54662856 | 434.39 | <.0001 |
|             | Error    | 49 | 0.06040267  | 0.00125839 |        |        |
|             | Total    | 73 | 13.27721867 |            |        |        |
| <b>C02</b>  | Genotipo | 24 | 249454.0247 | 10393.9177 | 57.62  | <.0001 |
|             | Error    | 49 | 8658.2133   | 180.3794   |        |        |
|             | Total    | 73 | 260519.4756 |            |        |        |
| <b>HR</b>   | Genotipo | 24 | 3172.626200 | 132.192758 | 245.10 | <.0001 |
|             | Error    | 49 | 25.888672   | 0.539347   |        |        |
|             | Total.   | 73 | 3219.230000 |            |        |        |

**Apéndice III. Análisis de Varianzas de las Variables Cuantitativas de Rendimiento.**

| <b>VARIABLES</b> | <b>FV</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b>   | <b>CM</b>  | <b>FC</b> | <b>Pr &gt; F</b> |
|------------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|------------------|
| <b>NC</b>        | Genotipo  | 24        | 43.33333333 | 1.80555556 | 1.16      | 0.3245           |
|                  | Error     | 49        | 74.8266667  | 1.5588889  |           |                  |
|                  | Total     | 73        | 122.0000000 |            |           |                  |
| <b>DP</b>        | Genotipo  | 24        | 32.42544800 | 1.35106033 | 3.20      | 0.0003           |
|                  | Error     | 49        | 20.25687200 | 0.42201817 |           |                  |
|                  | Total     | 73        | 53.50211467 |            |           |                  |
| <b>DE</b>        | Genotipo  | 24        | 52.94010133 | 2.20583756 | 3.44      | 0.0001           |
|                  | Error     | 49        | 30.76848267 | 0.64101006 |           |                  |
|                  | Total     | 73        | 84.67263467 |            |           |                  |
| <b>NFPP</b>      | Genotipo  | 24        | 1557.813333 | 64.908889  | 2.27      | 0.0078           |
|                  | Error     | 49        | 1372.826667 | 28.600556  |           |                  |
|                  | Total     | 73        | 3079.146667 |            |           |                  |
| <b>PTFPP</b>     | Genotipo  | 24        | 27290308.75 | 1137096.20 | 2.32      | 0.0064           |
|                  | Error     | 49        | 23483147.81 | 489232.25  |           |                  |
|                  | Total     | 73        | 52141000.75 |            |           |                  |
| <b>PPF</b>       | Genotipo  | 24        | 62179.56837 | 2590.81535 | 4.53      | <.0001           |
|                  | Error     | 49        | 27445.38753 | 571.77891  |           |                  |
|                  | Total     | 73        | 90487.21690 |            |           |                  |
| <b>RNDTHA</b>    | Genotipo  | 24        | 38454.34925 | 1602.26455 | 2.32      | 0.0064           |
|                  | Error     | 49        | 33089.39074 | 689.36231  |           |                  |
|                  | Total     | 73        | 73471.00838 |            |           |                  |

#### Apéndice IV. Análisis de Varianza de las Variables Fisiológicas.

| VARIABLES    | FV       | GL | SC          | CM         | FC      | Pr > F |
|--------------|----------|----|-------------|------------|---------|--------|
| <b>THOJA</b> | Genotipo | 24 | 101.0265547 | 4.2094398  | 538.34  | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 0.3753253   | 0.0078193  |         |        |
|              | Total    | 73 | 101.4065547 |            |         |        |
| <b>FOTO</b>  | Genotipo | 24 | 428.3600140 | 17.8483339 | 44.27   | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 19.3516091  | 0.4031585  |         |        |
|              | Total    | 73 | 451.5586427 |            |         |        |
| <b>COND</b>  | Genotipo | 24 | 1.62816297  | 0.06784012 | 1612.91 | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 0.00201892  | 0.00004206 |         |        |
|              | Total    | 73 | 1.63026827  |            |         |        |
| <b>CINT</b>  | Genotipo | 24 | 96484.17520 | 4020.17397 | 355.85  | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 542.27440   | 11.29738   |         |        |
|              | Total    | 73 | 99289.53520 |            |         |        |
| <b>RE</b>    | Genotipo | 24 | 62.05557871 | 2.58564911 | 216.07  | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 0.57439450  | 0.01196655 |         |        |
|              | Total    | 73 | 62.68430277 |            |         |        |
| <b>CE</b>    | Genotipo | 24 | 13.98650100 | 0.58277088 | 1630.62 | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 0.01715486  | 0.00035739 |         |        |
|              | Total    | 73 | 14.00440101 |            |         |        |
| <b>TRANS</b> | Genotipo | 24 | 302.2983609 | 12.5957650 | 1157.89 | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 0.5221538   | 0.0108782  |         |        |
|              | Total    | 73 | 302.8847155 |            |         |        |
| <b>UEAF</b>  | Genotipo | 24 | 120.0643933 | 5.0026831  | 129.03  | <.0001 |
|              | Error    | 49 | 1.8610644   | 0.0387722  |         |        |
|              | Total    | 73 | 122.4346380 |            |         |        |

**Apéndice V. Prueba de Tukey para las Variables Fenológicas de los 25 Genotipos de Tomate. (*Solanum Lycopersicum* L.)**

| GENOT         | DPC    |   | DUC     |   | DC     |   |
|---------------|--------|---|---------|---|--------|---|
| R1            | 77.000 | A | 104.667 | A | 27.667 | A |
| Q3            | 79.333 | A | 111.000 | A | 31.667 | A |
| Z533          | 69.667 | A | 109.000 | A | 39.333 | A |
| Q3xR1         | 69.667 | A | 109.000 | A | 39.333 | A |
| J3            | 68.000 | A | 104.667 | A | 36.667 | A |
| F3            | 68.000 | A | 107.667 | A | 39.667 | A |
| S1xL1         | 73.667 | A | 104.667 | A | 31.000 | A |
| D1            | 68.000 | A | 109.000 | A | 41.000 | A |
| K3            | 77.667 | A | 109.000 | A | 31.333 | A |
| S1            | 69.667 | A | 107.667 | A | 38.000 | A |
| Z4            | 69.667 | A | 106.667 | A | 37.000 | A |
| 45XTQ         | 73.667 | A | 105.667 | A | 32.000 | A |
| B2            | 69.667 | A | 109.000 | A | 39.333 | A |
| H2            | 74.667 | A | 109.000 | A | 34.333 | A |
| L1            | 68.000 | A | 104.667 | A | 36.667 | A |
| EL CID        | 68.000 | A | 104.667 | A | 36.667 | A |
| TORO          | 71.333 | A | 109.000 | A | 37.667 | A |
| ANIVAL        | 68.000 | A | 111.000 | A | 43.000 | A |
| PEGASO        | 68.000 | A | 109.000 | A | 41.000 | A |
| GIRONDA       | 75.333 | A | 111.000 | A | 41.333 | A |
| BADRO         | 68.000 | A | 101.333 | A | 33.333 | A |
| IMP643        | 71.333 | A | 107.667 | A | 36.333 | A |
| BEEF IMPERIAL | 75.333 | A | 104.667 | A | 29.333 | A |
| AMARAL BEEF   | 73.000 | A | 106.667 | A | 32.667 | A |
| ENZAADEN      | 69.667 | A | 107.667 | A | 38.000 | A |

**Apéndice VI. Prueba de Tukey para las Variables Cuantitativas de Rendimiento de 25 Genotipos de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) en Invernadero.**

| GENOT            | NC      | DP         | DE         | NFPP     | PTFPP     | PPF        | RNDTHA    |
|------------------|---------|------------|------------|----------|-----------|------------|-----------|
| R1               | 6.000 A | 6.1200 A-C | 7.7033 A   | 16.333 A | 2721.7 AB | 173.73 A   | 102.17 AB |
| Q3               | 7.000 A | 5.1067 A-C | 6.2667 A-D | 14.667 A | 1481.3 B  | 101.75 A-D | 55.60 B   |
| Z533             | 8.333 A | 4.6833 C   | 4.9667 B-D | 24.667 A | 2619.0 AB | 106.29 A-B | 98.31 AB  |
| Q3XR1            | 8.000 A | 5.1633 A-C | 6.2400 A-D | 20.667 A | 2735.0 AB | 131.28 A-D | 102.66 AB |
| J3               | 8.000 A | 4.9433 A-C | 4.9100 CD  | 26.000 A | 2384.3 AB | 91.75 CD   | 89.50 AB  |
| F3               | 8.000 A | 5.6467 A-C | 6.4367 A-D | 22.667 A | 3652.0 AB | 159.90 A-C | 137.09 AB |
| S1XL1            | 7.000 A | 5.5300 A-C | 6.5467 A-D | 25.333 A | 2782.3 AB | 100.06 A-D | 104.44 AB |
| D1               | 8.667 A | 5.1900 A-C | 6.5200 A-D | 20.333 A | 3297.0 AB | 162.65 A-C | 123.76 AB |
| K3               | 6.667 A | 4.5700 C   | 5.4767 A-D | 16.667 A | 2236.0 AB | 150.31 A-C | 83.93 AB  |
| S1               | 8.000 A | 4.9667 A-C | 58.100 A-D | 25.000 A | 2702.3 AB | 108.13 A-D | 101.44 AB |
| Z4               | 7.667 A | 6.7467 AB  | 5.5600 AD  | 29.667 A | 2964.7 AB | 100.09 A-D | 111.29 AB |
| 45XTQ            | 7.000 A | 6.2100 A-C | 4.3733 D   | 20.333 A | 1460.0 B  | 73.43 D    | 54.80 B   |
| B2               | 8.667 A | 5.6200 A-C | 6.9733 A-C | 27.667 A | 2832.7 AB | 102.92 A-D | 106.33 AB |
| H2               | 6.000 A | 5.2500 A-C | 6.3500 A-D | 14.333 A | 1654.0 B  | 117.26 A-D | 62.09 B   |
| L1               | 7.667 A | 5.7300 A-C | 7.0833 A-C | 23.667 A | 3913.0 A  | 168.37 AB  | 146.88 A  |
| EL CID           | 7.667 A | 6.8000 A   | 5.3633 A-D | 31.000 A | 3293.7 AB | 106.25 A-D | 123.64 AB |
| TORO             | 8.667 A | 6.2633 A-C | 5.0233 B-D | 25.333 A | 2448.7 BA | 96.10 B-D  | 91.92 AB  |
| ANIVAL           | 8.667 A | 6.3767 A-C | 5.5033 A-D | 26.333 A | 2307.0 BA | 88.21 CD   | 86.60 AB  |
| PEGASO           | 8.333 A | 6.4900 A-C | 4.9933 B-D | 21.333 A | 2050.0 AB | 89.04 CD   | 76.95 AB  |
| GIRONDA          | 7.667 A | 4.9667 A-C | 6.0367 A-D | 20.000 A | 2151.7 AB | 109.99 A-D | 80.77 AB  |
| BADRO            | 7.000 A | 4.7133 BC  | 5.9267 A-D | 18.000 A | 2169.0 AB | 123.06 A-D | 81.42 AB  |
| IMP643           | 7.667 A | 4.8533 A-C | 6.5467 A-D | 16.333 A | 2464.0 AB | 150.86 A-C | 92.49 AB  |
| BEEF<br>IMPERIAL | 7.000 A | 4.9400 A-C | 6.8000 A-D | 16.333 A | 2196.0 AB | 134.03 A-D | 82.43 AB  |
| AMARAL<br>BEEF   | 7.667 A | 5.3900 A-C | 6.6900 A-D | 22.333 A | 2668.7 AB | 123.51 A-D | 100.18 AB |
| ENZAAD           | 7.000 A | 5.7567 A-C | 7.5067 AB  | 19.333 A | 3261.7 AB | 168.76 AB  | 122.43 AB |



**Apéndice VII. Prueba de Tukey de las Variables Agroclimáticas de 25 Genotipos de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) en Invernadero.**

| GENOT    | DFFF        | TAIR        | CO2        | HR          |
|----------|-------------|-------------|------------|-------------|
| R1       | 207.400 F-I | 30.38000 J  | 427.80 C-F | 33.1400 HI  |
| Q3       | 171.800 I-L | 30.85000 DE | 483.93 B   | 39.5700 B-D |
| Z533     | 183.033 H-K | 30.01333 L  | 421.93 C-G | 38.8433 C-E |
| Q3xR1    | 169.667 I-L | 29.77667 M  | 408.43 E-H | 39.5133 B-D |
| J3       | 300.533 C   | 30.62000 GH | 331.93 N   | 32.5833 H-J |
| F3       | 231.267 EF  | 30.54000 HI | 412.43 E-H | 39.4667 B-D |
| S1xL1    | 271.733 CD  | 30.39000 J  | 390.90 F-K | 34.5900 GH  |
| D1       | 143.733 L   | 30.46333 IJ | 382.60 G-L | 33.4200 HI  |
| K3       | 289.200 C   | 29.97667 L  | 394.37 F-I | 22.9433 M   |
| S1       | 217.833 E-H | 30.18000 K  | 375.27 H-M | 33.9567 H   |
| Z4       | 229.667 EF  | 30.18000 K  | 354.97 I-M | 40.3467 BC  |
| 45XTQ    | 202.967 F-I | 30.42000 J  | 349.70 K-N | 41.4000 AB  |
| B2       | 247.833 DE  | 30.87667 D  | 439.07 C-E | 36.3700 FG  |
| H2       | 221.067 E-H | 30.45333 IJ | 386.13 F-L | 25.3767 L   |
| L1       | 76.283 M    | 29.98667 L  | 417.03 C-H | 33.6100 H   |
| EL CID   | 282.067 CD  | 30.40333 J  | 347.80 L-N | 43.6533 A   |
| TORO     | 406.167 B   | 30.75333 EF | 393.73 F-J | 30.4800 JK  |
| ANIVAL   | 184.233 I-K | 31.07667 C  | 414.90 D-H | 36.6567 E-G |
| PEGASO   | 522.067 A   | 30.69667 FG | 339.60 MN  | 37.4200 D-F |
| GIRONDA  | 147.433 KL  | 30.48667 IJ | 377.27 H-M | 31.2833 IJ  |
| BADRO    | 194.367 F-J | 31.11333 BC | 458.33 BC  | 25.3767 L   |
| IMP643   | 190.533 F-J | 31.19333 AB | 413.30 E-H | 28.4733 K   |
| BEEF     | 157.467 J-L | 31.22333 AB | 616.53 A   | 17.6833 N   |
| IMPERIAL |             |             |            |             |
| AMARAL   | 227.833 E-G | 31.04667 C  | 457.27 B-D | 24.3300 LM  |
| BEEF     |             |             |            |             |
| ENZAAD   | 279.467 CD  | 31.25333 A  | 351.41 J-N | 40.9633 BC  |

**Apéndice VIII. Prueba de Tukey de las Variables Fisiológicas de 25 Genotipos de Tomate (*Sonatum Lycopersicum* L.) en Invernadero.**

| GENOT                    | THOJA     | FOTO     | COND    | CINT       | RE       | CE      | TRANS    | UEAF     |
|--------------------------|-----------|----------|---------|------------|----------|---------|----------|----------|
| <b>R1</b>                | 26.48 JK  | 4.77 J-M | 0.30 L  | 385.10 BC  | 1.10 F-H | 0.90 L  | 6.71 I   | 1.73 G-I |
| <b>Q3</b>                | 27.94 D   | 6.47 F-K | 0.37 H  | 436.33 A   | 0.89 H-L | 1.11 H  | 8.08 F   | 1.95 F-I |
| <b>Z533</b>              | 26.99 FG  | 4.54 K-N | 0.26 M  | 378.06 CD  | 1.27 D-F | 0.78 M  | 5.61 K   | 1.97 F-I |
| <b>Q3Xr1</b>             | 25.55 N   | 5.13 I-M | 0.54 C  | 378.93 CD  | 0.62 K-M | 1.59 C  | 8.86 C-E | 1.41 IJ  |
| <b>J3</b>                | 27.43 E   | 5.76 G-L | 0.27 M  | 282.53 N   | 1.24 F-G | 0.80 M  | 6.66 I   | 2.11 E-H |
| <b>F3</b>                | 26.85 F-H | 7.70 D-G | 0.48 E  | 369.80 DE  | 0.70 I-M | 1.40 E  | 8.91 CD  | 2.10 E-H |
| <b>S1XI1</b>             | 26.50 JK  | 5.59 H-L | 0.36 HI | 330.90 H-J | 0.92 G-K | 1.07 HI | 7.64 GH  | 1.78 G-I |
| <b>D1</b>                | 26.79 G-I | 2.70 N   | 0.34 IJ | 354.40 F   | 0.98 F-J | 1.01 IJ | 7.66 GH  | 0.86 JK  |
| <b>K3</b>                | 26.26 KL  | 9.84 BC  | 0.33 JK | 325.66 JK  | 1.02 F-I | 0.97 JK | 8.66 DE  | 2.77 CD  |
| <b>S1</b>                | 26.70 H-J | 8.02 B-F | 0.41 G  | 327.26 I-K | 0.81 H-M | 1.22 G  | 8.96 CD  | 2.18 D-H |
| <b>Z4</b>                | 26.67 H-J | 5.65 H-L | 0.42 G  | 319.73 KL  | 0.80 H-M | 1.24 G  | 7.85 FG  | 1.75 G-H |
| <b>45XTQ</b>             | 26.51 I-K | 7.93 C-F | 0.50 D  | 309.96 LM  | 0.67 J-M | 1.47 D  | 8.55 E   | 2.26 D-G |
| <b>B2</b>                | 27.54 E   | 8.23 B-F | 0.42 G  | 387.96 BC  | 0.80 H-M | 1.24 G  | 9.12 C   | 2.20 E-H |
| <b>H2</b>                | 27.57 E   | 3.98 L-N | 0.21 N  | 336.73 G-I | 1.59 D   | 0.62 N  | 6.13 J   | 1.58 HI  |
| <b>L1</b>                | 25.98 M   | 2.74 N   | 0.60 B  | 390.70 B   | 0.56 LM  | 1.78 B  | 11.61 A  | 0.57 K   |
| <b>EL CID</b>            | 26.13 LM  | 9.23 B-E | 0.65 A  | 344.26 FG  | 0.51 M   | 1.93 A  | 9.58 B   | 2.35 D-G |
| <b>TORO</b>              | 27.05 FG  | 12.09 A  | 0.36 HI | 320.33 JKL | 0.92 G-K | 1.07 H  | 8.68 DE  | 3.40 B   |
| <b>ANIVAL</b>            | 27.46 E   | 7.19 E-H | 0.45 F  | 371.30 DE  | 0.74 I-M | 1.33 F  | 9.46 B   | 1.85 F-I |
| <b>PEGASO</b>            | 26.92 F-H | 9.97 B   | 0.45 F  | 288.56 N   | 0.75 I-M | 1.32 F  | 8.86 C-E | 2.74 CD  |
| <b>GIRONDA</b>           | 27.09 F   | 3.28 MN  | 0.22 N  | 337.36 G-I | 1.51 DE  | 0.66 N  | 5.55 K   | 1.44 IJ  |
| <b>BADRO</b>             | 30.66 A   | 4.58 K-N | 0.12 P  | 370.70 DE  | 2.75 B   | 0.36 P  | 4.63 M   | 2.41 D-F |
| <b>IMP643</b>            | 28.77 C   | 4.04 L-N | 0.12 P  | 338.96 GH  | 2.62 B   | 0.35 P  | 3.70 N   | 2.66 DE  |
| <b>BEEF<br/>IMPERIAL</b> | 29.61 B   | 8.87 B-E | 0.07 Q  | 384.06 BC  | 4.72 A   | 0.21 Q  | 2.82 O   | 7.66 A   |
| <b>AMARAL<br/>BEEF</b>   | 28.16 D   | 6.91 E-I | 0.16 O  | 366.16 E   | 2.05 C   | 0.48 O  | 5.10 L   | 3.30 BC  |
| <b>ENZAAD</b>            | 28.96 C   | 6.76 F-I | 0.32 KL | 301.46 M   | 1.05 F-I | 0.94 KL | 7.43 H   | 2.21 D-G |

**Apéndice IX. Calificación Final de los Genotipos de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) en Base a Características Fenológicas, Fisiotécnicas y de Rendimiento, Bajo Condiciones de Invernadero.**

| GENOTIPOS            | DPC   | PPF   | RNDTHA | UEAF  | CALIFICACIÓN | POSICIÓN |
|----------------------|-------|-------|--------|-------|--------------|----------|
| <b>F3</b>            | 15.00 | 18.41 | 46.66  | 9.30  | 89.37        | 1        |
| <b>BEEF IMPERIAL</b> | 11.56 | 15.43 | 28.06  | 33.80 | 88.85        | 2        |
| <b>L1</b>            | 15.00 | 19.39 | 49.99  | 2.55  | 86.93        | 3        |
| <b>ENZA ZADEN</b>    | 14.22 | 19.43 | 41.67  | 9.79  | 85.11        | 4        |
| <b>EL CID</b>        | 15.00 | 12.23 | 42.08  | 10.36 | 79.68        | 5        |
| <b>D1</b>            | 15.00 | 18.73 | 42.12  | 7.87  | 79.66        | 6        |
| <b>AMARAL BEEF</b>   | 12.66 | 14.22 | 34.10  | 14.56 | 75.53        | 7        |
| <b>IMPERIAL 643</b>  | 13.44 | 17.37 | 31.48  | 11.74 | 74.03        | 8        |
| <b>R1</b>            | 10.78 | 20.00 | 34.77  | 7.66  | 73.22        | 9        |
| <b>B2</b>            | 14.22 | 11.85 | 36.19  | 9.72  | 71.98        | 10       |
| <b>Z4</b>            | 14.22 | 11.52 | 37.88  | 7.76  | 71.38        | 11       |
| <b>S1</b>            | 14.22 | 12.45 | 34.53  | 9.64  | 70.83        | 12       |
| <b>TORO</b>          | 13.44 | 11.07 | 31.29  | 15.00 | 70.79        | 13       |
| <b>Q3xR1</b>         | 14.22 | 15.12 | 34.94  | 6.23  | 70.51        | 14       |
| <b>Z533</b>          | 14.22 | 12.24 | 33.46  | 8.71  | 68.63        | 15       |
| <b>K3</b>            | 10.47 | 17.31 | 28.57  | 12.23 | 68.57        | 16       |
| <b>BADRO</b>         | 15.00 | 14.17 | 27.71  | 10.65 | 67.53        | 17       |
| <b>S1xL1</b>         | 12.34 | 11.52 | 35.55  | 7.87  | 67.29        | 18       |
| <b>J3</b>            | 15.00 | 10.56 | 30.46  | 9.33  | 65.35        | 19       |
| <b>PEGASO</b>        | 15.00 | 10.25 | 26.19  | 12.12 | 63.56        | 20       |
| <b>ANIBAL</b>        | 15.00 | 10.16 | 29.48  | 8.18  | 62.81        | 21       |
| <b>GIRONDA</b>       | 11.56 | 12.66 | 27.49  | 6.37  | 58.08        | 22       |
| <b>H2</b>            | 11.88 | 13.50 | 21.13  | 6.99  | 53.50        | 23       |
| <b>45xTQ</b>         | 12.34 | 8.45  | 18.65  | 9.98  | 49.44        | 24       |
| <b>Q3</b>            | 9.69  | 11.72 | 18.93  | 8.62  | 48.95        | 25       |