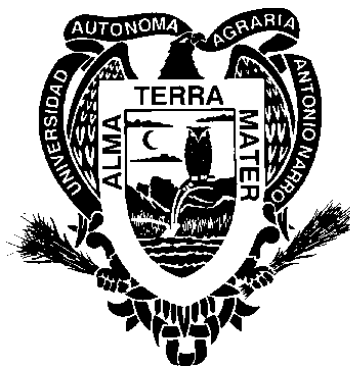


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DE GENOTIPOS SOBRESALIENTES DE TOMATE  
(*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) EN BASE A PARÁMETROS  
FISIOTÉCNICOS, BAJO CONDICIONES DE SUELO ACOLCHADO Y BAJAS  
TEMPERATURAS.

POR:

JAVIER GUTIÉRREZ DÍAZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Evaluación de Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum*  
Mill.) en Base a Parámetros Fisiotécnicos, Bajo Condiciones de Suelo  
Acolchado y Bajas Temperaturas.

Por:

JAVIER GUTIÉRREZ DÍAZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

Ingeniero en Agrobiología.

Aprobado por:

---

Dr. Fernando Borrego Escalante  
Presidente del Jurado

---

Dr. Ma. Margarita Murillo Soto  
Asesor

---

Dr. Manuel De La Rosa Ibarra  
Asesor

---

Ing. Rene De La Cruz Rodríguez  
Asesor

Coordinador de la División de Agronomía

---

M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2006

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

JAVIER GUTIÉRREZ PÉREZ Y DELKER DÍAZ PARRA, por darme todo el amor, cariño y la vida; por el apoyo que siempre me han brindado en las decisiones de la vida y los consejos.

### **A MIS HERMANOS**

IVAN y SERGIO por todo el apoyo, comprensión, cariño y amor que me brindaron en todo los momento gratos que he convivido con ellos y por cuidar de mi padres.

### **A MI TÍO**

David por ser un amigo y padrino que apoyo moralmente en el proceso de mi formación como persona.

### **A MIS ABUELOS**

Guadalupe y Angel por todo el cariño y amor que dieron durante mi infancia y crecimiento, siempre los llevare en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi “Alma Mater” la Universidad Autónoma Agrario Antonio Narro, por darme la oportunidad de terminar satisfactoriamente mis estudios en esta universidad.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante, por su colaboración y aportaciones para la realización de este trabajo, por su confianza y amistad, por su tiempo brindado.

A la Dr. Ma. Margarita Murillo Soto, por su apoyo en la realización del presente trabajo.

Al Dr. Manuel De la rosa Ibarra, por su apoyo en la realización de este trabajo, por sus enseñanzas y aportaciones en mi formación profesional.

Al Ing. Rene de la Cruz Rodríguez, por su apoyo en la realización del presente trabajo.

A mis compañeros de Agrobiología: Juan, Mariano. Miguel Angel, Eduardo, Oscar, Yanci, Elizabeth, Olivia, Víctor, Eberardo Guillermo, Daniel, Yadira, Juana por su valiosa amistad y compartir juntos las experiencias y conocimientos adquiridos en la universidad.

A mis mejores amigas Olga y Carmen con las que compartí los momentos más gratos en mi estancia en la universidad, por brindarme su amistad y cariño, siempre estarán en mi corazón.

Al M.C. David Sánchez por la amistad y contribuciones en la realización de este trabajo.

Al Ing. Lourdes Hernández por su apoyo en toma de datos y por las pruebas de laboratorio en este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos .....	3
Hipótesis .....	3
<b>REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA</b> .....	4
Intensidad luminosa .....	4
Fotosíntesis .....	5
Transpiración .....	6
Temperatura .....	7
Humedad Relativa .....	9
Agua .....	10
Resistencia estomática .....	11
°Brix .....	11
Vitamina C .....	12
Rendimiento .....	14
Componentes principales .....	14
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
Material Genético.....	16
Datos Agronómicos.....	16
Establecimiento del Experimento.....	17
Fertilización.....	17
Podas y colocación de tutores.....	18
Cosecha.....	18
Prueba de laboratorio .....	18

Variables en estudio .....	20
Variables Fisiológicas y Agroclimáticas .....	20
Variables Cuantitativas de Rendimiento.....	21
Variables Cualitativo de Rendimiento.....	21
Variables de Potencial de Rendimiento .....	22
Diseño experimental .....	22
Análisis Estadístico .....	22
Análisis de Factores Principales .....	25
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>28</b>
Análisis de Varianza para Variables de Potencial de Rendimiento .....	28
Análisis de Varianza para Variables Cuantitativas de Rendimiento .....	30
Análisis de Varianza para Variables Cualitativas de Rendimiento .....	32
Análisis de Varianza para Variables Agroclimáticas .....	34
Análisis de Varianza para las Variables Fisiológicas .....	36
Análisis de Factores Principales .....	39
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>50</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>54</b>
<b>APÉNDICE</b> .....	<b>58</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág
1.0	Contenido nutritivo del Tomate..... 13
2.0	Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables de Potencial de Rendimiento de 10 Genotipos de Tomate ( <i>L. esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas ..... 28
2.1	Análisis de Varianza (Cuadrados medios) Para las Variables de Rendimiento Cuantitativo de 10 Genotipos de Tomate ( <i>L. esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas ..... 32
2.2	Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables de Rendimiento Cualitativo de 10 Genotipos de Tomate ( <i>L. esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas ..... 34
2.3	Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables Agroclimáticas en Tomate ( <i>L. esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas..... 36
2.4	Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables Fisiológicas en Tomate ( <i>L. esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas ..... 39
3.0	Análisis de Factores Principales (Eingenvectores) entre variables en 10 Genotipos Sobresalientes de Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas ..... 40
3.1	Cuadro de Contribución Relativa de Cada Variable en los 3 Factores Principales en 10 Genotipos de Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas ..... 43
3.2	Contribución Relativa da cada Genotipo de Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) en los tres Factores Principales, Considerando Variables de Potencial de Rendimiento, de Rendimiento (cualitativo y cuantitativo), Fisiológicas y Agroclimáticas ..... 45

A1	Medias para la Variables de Potencial de Rendimiento de Tomate.....	58
A2	Medias para la Variables de Rendimiento Cuantitativo de Tomate.....	58
A3	Medias para la Variables de Rendimiento Cualitativas de Tomate.....	59
A4	Medias de las Evaluaciones de Tomate.....	59
A5	Medias de la posición de la hoja de Tomate.....	59
A6	Medias de Variables Agroclimaticas y Fisiológicas de Tomate.....	60
A7	Datos meteorológicos de la U.A.A.A.N del mes de Agosto 2005.....	61
A8	Datos meteorológicos de la U.A.A.A.N del mes de Septiembre ...	62
A9	Datos meteorológicos de la U.A.A.A.N del mes de Octubre.....	63
A10	Datos meteorológicos de la U.A.A.A.N del mes de Noviembre.....	64
A11	Datos meteorológicos de la U.A.A.A.N del mes de Diciembre.....	65



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1.0	Numero de Componentes Principales a Considerar para la Interpretación de las Variables Totales que se Midieron para 10 Genotipos Sobresalientes de Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas .....	41
1.1	Comportamiento de las Variables con dos Factores “Eficiencia Fisiológica” y “Componente de Rendimiento” en tomate, Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas .....	46
1.2	Comportamiento de las Variables de los Componentes Principales (3) para Selección de las Variables que son mas Significativas en Tomate Bajo acolchado y Bajas Temperaturas.....	47
1.3	Comportamiento de los 10 Genotipos con respecto a Eficiencia Fisiológica y Rendimiento en Tomate Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas .....	48

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate se cultiva en más de cien países, con una producción de 112.107 miles de toneladas, tanto para consumo fresco como para industria, los diez principales productores concentran más del 70 % del total mundial. China con el 23,7 %, Estados Unidos con el 10.2 %, Turquía con el 8.0 %, India con el 6.7 %, Italia con el 6.1 %, Egipto con el 6.0 %, España con el 3.6 %, Irán con el 3.3 %, Brasil con el 3.0 %, México con el 1.9 % y el resto del mundo con el 27.7 %. (alimentosargentinos, 2005).

Los exportadores mexicanos abastecieron 13.6 por ciento del mercado canadiense, consumidor de hortalizas por 220 millones de dólares. Canadá importó hortalizas por mil 560 millones de dólares anuales. Es decir, se registró un aumento de 42 por ciento de exportaciones mexicanas respecto de un año antes. Las hortalizas mexicanas que aumentaron sus exportaciones fueron arroz, zanahoria y nabos, chícharo fresco, mandioca, legumbres secas, camote, berenjena, pimientos, elote congelado y tomate; el crecimiento fue de 70 por ciento. (infoaserca, 2005)

El precio del tomate de las fechas del 1 al 30 de enero del 2006 van desde 158.00 a 129.00 pesos por caja de tomate Saladette de 15 Kg. Cuyo origen es de Sinaloa a la central de abastos de La Laguna, Torreón. Mientras en la Cd. de México: la Central de Abasto de Toluca varía el precio de 400.00 a 270.00 por caja de 28 kg. de tomate Saladette, principalmente producido en Michoacán. (SNIIM, 2006)

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la producción total mexicana de jitomate durante los últimos diez años (1991-2000) fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa (39.9%),

Baja California (14.7%), San Luis Potosí (7.9%), Michoacán (6.7%), Jalisco (3.8 %), Nayarit (3.5 %), Sonora (3.3 %) y Morelos (3 %). (Siap-Sagarpa, 2001).

Coahuila es el tercer estado del país donde menos llueve, pues registra una precipitación promedio anual de 325 milímetros, un 50 por ciento menos de la media nacional que es de 772 milímetros. La Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento (CEAS) establece que el 75 por ciento de los 325 milímetros de precipitación pluvial se registra durante los meses de junio a septiembre, siendo el período más seco noviembre-abril. La agricultura en Coahuila, a excepción de la Comarca Lagunera, es tradicionalista y funciona con sistemas de producción inadecuados, además de la baja disponibilidad de agua y reducida tecnificación. (agroenmexico, 2005)

La baja disponibilidad de agua, las altas y bajas temperaturas del norte del país merman el rendimiento de las cosechas, siendo estas que no alcancen para la demanda de la población, teniendo que traer productos agrícolas de otros lugares para satisfacer la demanda, elevando así su precio al consumidor.

El presente trabajo, busca la selección de genotipos sobresalientes con buenas características fisiotécnicas y rendimiento bajo condiciones de bajas temperatura y baja disponibilidad de agua, que son las que prevalecen en las regiones semiáridas del norte de México.

## OBJETIVOS

- ❖ Determinar los genotipos sobresalientes en base a su potencial de rendimiento en calidad y cantidad.
- ❖ Seleccionar genotipos basándose en su eficiencia fisiotécnica con temperaturas bajas.

## HIPÓTESIS

- 1.- Existe diferencia de rendimiento entre los Genotipos evaluados.
- 2.- Existe diferencia entre los genotipos de tomate en sus procesos Fisiotécnicos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es originario de Sudamérica y fue llevado a Europa en el siglo XVI. De acuerdo a la extensión de su cultivo, es una de las hortalizas de mayor importancia, en todo el mundo. Se destina tanto a consumo en fresco como a industrialización, y cada destino requiere variedades específicas (alimentosargentinos, 2005).

### *INTENSIDAD LUMINOSA*

La luminosidad tiene gran influencia tanto en la fotosíntesis como sobre el fotoperíodo, crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos. Ahora bien, en el tomate la influencia de la duración del día es menor que en otros cultivos, debiéndose de tomar en cuenta solamente para la maduración (coloración) y presentación homogénea de los frutos. (Rodríguez y Tabares, 1997)

Se puede decir que la transformación de energía se lleva principalmente por tres procesos secuenciales que son: a) Intercepción por el follaje, de la radiación solar incidente, B) Conversión de la energía radiante interceptada, a energía química potencial (biomasa) y C) Partición de la biomasa entre las partes cosechables y el resto de la planta (Hay y Walker, 1989)

Tomando de referencia a Cerisola (1994), podemos definir la intensidad luminosa óptima para el cultivo de tomate, la cual se encuentra entre  $200 \text{ W m}^{-2}$  para temperaturas de  $20^{\circ}\text{C}$  y  $500 \text{ W m}^{-2}$  para temperaturas de  $30^{\circ}\text{C}$ ; lo anterior en base a una correlación con la intensidad de luz y la temperatura.

## Fotosíntesis

La fotosíntesis también es afectada por la temperatura, aunque el intervalo de temperatura, en el que las plantas pueden fotosintetizar es de una amplitud sorprendente. En muchas plantas expuestas a la luz intensa en un caluroso día de verano, la temperatura de las hojas muchas veces alcanza los 35 °C o más, y la fotosíntesis aún continúa (Salisbury y Ross, 1994).

La planta del tomate se considera como una planta C3, desde el punto de vista del proceso fotosintético, debido a que presenta fotorespiración.

Se ha encontrado que la fotosíntesis no responde a la fertilización con CO<sub>2</sub> si la intensidad lumínica es baja, pero con intensidades luminosas altas como las que ocurren a partir de la primavera, la fotosíntesis aumenta considerablemente. Con una concentración de CO<sub>2</sub> normal para la atmósfera (300 ppm), la intensidad de la fotosíntesis fue de 10.8 Kg. de CO<sub>2</sub> fijados por ha. por hora. Al aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> a 1300 ppm la tasa fotosintética se triplicó. Además de un requerimiento en cuanto a niveles de radiación, la fertilización con CO<sub>2</sub> es efectiva cuando la temperatura es propicia para la realización de la fase secundaria de la fotosíntesis donde se realiza la reducción del CO<sub>2</sub>. No obstante debe considerarse que existen problemas de toxicidad cuando se eleva la concentración de CO<sub>2</sub> por encima de 1500 ppm (Domínguez, 1997)

Los principales factores que modifican el proceso de fotosíntesis son el CO<sub>2</sub>, la temperatura y la luz. El CO<sub>2</sub> es la fuente del carbono para el alimento primario de la planta a partir del cual se sintetizan los demás compuestos. El contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera de 0.03% y si bien casi siempre el factor limitante es otro, sí hay casos que la fotosíntesis se ve limitada por la cantidad de CO<sub>2</sub> a su

disposición; esto sucede cuando hay una población del cultivo muy densa, y el aire está muy quieto (Rojas y Rovalo, 1986)

Martínez (1999), encontró que en tomate en invernadero con 11 Genotipos la fotosíntesis su mayor actividad se encontró en la etapa fenológica de fructificación, en las horas de la mañana y el mediodía. La menor actividad, se encontró en la etapa fenológica de floración y madurez, en la tarde; al realizar correlaciones simples no exhibieron una tendencia regular entre variables fisiológicas (Fotosíntesis, Uso Eficiente del Agua, Transpiración, Temperatura de la Hoja) y Rendimiento (Rendimiento por Planta, Numero de Frutos por Planta, Peso Promedio de Fruto, Número de Cortes), así como entre variables agroclimáticas (CO<sub>2</sub>, Temperatura del Aire, Intensidad Lumínica, Humedad Relativa) y Rendimiento.

La ausencia de la correlación entre fotosíntesis y las características de rendimiento, indica que los genotipos más rendidores no son los mas acumulan fotosintetizados y el amarre y crecimiento de los frutos. Mayor fotosíntesis, puede acumular más fotosintetizados en otros órganos de crecimiento y de sostén (Pearce *et al*, 1993; Borrego, 2001)

#### *TRANSPIRACIÓN*

Leskovar (2001), dice que la planta controla su temperatura mediante la transpiración, disipando hasta un 50 % de la energía que absorbe. Todas las especies responden a un rango de temperatura dado que las reacciones bioquímicas están controladas por enzimas sensitivas al calor.

Alpi y Tognoni (1999), menciona que se puede tratar esencialmente como un proceso de difusión regulado por las leyes de la física, cuya intensidad es proporcional a las diferencias de presión de vapor hídrico entre la superficie a evaporar, la hoja y la atmósfera, e inversamente correlacionada con las resistencias que se oponen a la difusión.

Cuando la transpiración es intensa, como consecuencia de la falta de humedad en el ambiente o por las altas temperaturas, puede haber mas concentración de sales en las partes donde se realiza la fotosíntesis y quedar disminuida esta función. (Serrano, 1994)

Los factores ambientales y la forma en que estos influyen en la absorción de CO<sub>2</sub> y la transpiración en las hojas en distintos momentos, es difícil, ya que dichos factores interactúan de muchas formas. Los factores ambientales influyen no solo en los procesos físicos de difusión y evaporación, sino también en la apertura y el cierre de los estomas de la superficie foliar, a través de los cuales pasan el CO<sub>2</sub> y mas del 90% del agua se transporta. Un incremento en la temperatura de la hoja, estimula la transpiración y un poco la difusión, pero puede hacer que los estomas se cierren o que se abran mas, dependiendo de la especie y otros factores (Luz, Temperatura del Aire, Humedad, Viento.) (Salisbury y Ross, 1994).

La mayor parte del agua que pierde la planta se evapora de las superficies foliares por el proceso de la transpiración, la cual consiste esencialmente en la evaporación del agua de las superficies celulares y su pérdida a través de las estructuras anatómicas de la planta (estomas, lenticelas, cutícula).

Una planta de maíz puede perder entre 3 y 4 litros/ día, mientras que un cacto arbóreo del desierto pierde menos de 25 ml/día. Se ha calculado que más del 99% de agua absorbida por una planta de maíz durante su crecimiento se pierde por transpiración (Bidwell, 2002)

## TEMPERATURA

El límite inferior de rango de temperatura en el que pueden crecer las plantas de tomate es de 10°C y el límite máximo de 44°C. Entre estos valores extremos el crecimiento normal ocurre entre los 26 y 32 °C. Las plantaciones se deben de



establecer en sitios soleados y protegidos del viento para fortalecer el crecimiento de las plantas. Para que ocurra una buena producción de frutos, la planta de tomate requiere que la temperatura nocturna sea menor que la diurna en aproximadamente 6°C y debe estar entre los rangos de los 13 a 26°C. Cuando la temperatura interna del fruto es mayor de 30°C se inhibe la síntesis de licopeno que es el compuesto responsable del color rojo de los frutos, presentándose maduración desuniforme (Bolaños, 1998)

Durante la fase de crecimiento vegetativo una temperatura alta (25°C) favorece el crecimiento foliar a expensas del ápice, mientras que en una temperatura baja (15°C) ocurre lo contrario. Las altas temperaturas (26/20°C) durante la floración y fructificación provocan caída de flor y evita el cuajado (30/20°C) (Nuez, 1995)

La temperatura influye en todas las funciones vitales de las plantas, como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etc., teniendo en cada momento de su ciclo biológico una temperatura óptima.

Las temperaturas óptimas del tomate según la etapa de desarrollo son las siguientes.

Temperatura nocturnas 15 a 18 °C

Temperatura diurna 24 a 25°C

Temperatura ideal a floración 21°C

Temperatura ideal para su desarrollo vegetativo 22 a 30°C

Temperatura por debajo de 7°C causa daños fisiológicos (Rodríguez, 1997)

Cuando se presentan temperaturas altas mayores de 38°C entre los 5 y 10 días antes de la antesis, hay poco amarre de frutos, debido a que se destruyen los granos de polen y si las temperaturas prevalecen durante uno o tres días después de antesis, el embrión es destruido. (Valadéz, 1998)

Delgado (2002), menciona que cuando la temperatura del aire es alta, afecta al cultivo del tomate en invernadero, al tener mayor succulencia las hojas, que también se calentaron, lo que aceleró el metabolismo, ocasionando precocidad al primer corte, además, que inhibió la absorción de CO<sub>2</sub> y la fotosíntesis, además que la variable CO<sub>2</sub> presenta valor positivo y Días a último Corte negativo; al parecer al incrementare la concentración de CO<sub>2</sub> ocasiona precocidad al último Corte.

### **Humedad Relativa**

Cuanto más húmedo esté el ambiente, menos evaporación y transpiración de las plantas. A mayor temperatura, menos humedad relativa. A menor humedad relativa, mayor consumo de agua (Salisbury y Ross, 1994; Pérez y Martínez, 1994).

La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación y desarrollo de enfermedades criptogámicas, siendo humedades preferibles del 50% (Rodríguez y Tabares, 1997)

Humedades relativas de aire inferiores al 90% son deseables pues valores superiores favorecen el desarrollo de las enfermedades criptogámicas, especialmente Botrytis siendo valores óptimos de 70 a 80%, incluso con temperaturas nocturnas bajas de aire a 13°C (Nuez, 1995)

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80 % ya que humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. También una humedad baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Elizalde, 2002).

## Agua

El tomate es bastante resistente a la sequía pero es muy importante suministrarle riegos para lograr altos rendimientos y buena calidad en el fruto (Gil *et al.*, 1997)

Stanhill (1986), indica que una alta eficiencia en el uso de agua en un cultivo acarrea altos rendimientos con la menor cantidad de agua utilizada, indicando que se deben cuidar más los factores fotosintéticos y de respiración que la transpiración, ya que son los procesos más sensibles al estrés hídrico. Así mismo define el uso eficiente de agua desde el punto de vista fisiológico, como la porción de peso de agua perdida a la atmósfera por el cultivo, con relación a la producción de materia seca total, y que la capacidad de una planta para usar eficientemente el agua, depende de varios factores.

(Borrego, 2001), menciona que en tomate, la actividad fotosintética ésta directamente relacionada con la actividad transpiratoria, y sobre todo con el uso eficiente del agua, puesto que es necesario que en las zonas semiáridas, la transpiración se realice adecuadamente, para que la anatomía interna de la planta se enfríe, y pueda llevarse adelante una fijación mayor de CO<sub>2</sub>, con la utilización de menor cantidad de agua.

Trinidad (2003) observó que para la variable fisiológica fotosíntesis, existe una correlación positiva con la variable UEA, esto indica que la actividad fotosintética está directamente relacionada con el uso eficiente del agua, es decir que la planta tiene buena capacidad para acumular materia seca por unidad de agua transpirada, a una temperatura de 40°C.

# RESISTENCIA ESTOMÁTICA

Delgado (2002), menciona que cuando una humedad relativa es baja, en el ambiente, disminuye la apertura del estoma de los genotipos y con esto se incrementó el amarre de fruto, lo que se refleja en un mayor rendimiento por planta y mayor duración del período de cosecha en cultivo de tomate en invernadero.

La apertura estomática está en función de muchos factores como la presión de turgencia de la hoja, humedad relativa del aire, temperatura de la hoja, nivel de iluminación y concentración de CO<sub>2</sub> dentro y fuera de la hoja, esta apertura estomática determinará en gran parte la resistencia a la difusión de los gases (Coombs *et al*, 1988).

## **°Brix**

De Prado (2002), en un estudio sobre los tipos y especificaciones de calidad en el cultivo del tomate para procesamiento industrial, encontró que el contenido de sólidos totales y sólidos solubles están correlacionados, por lo cual se utiliza normalmente el contenido de sólidos solubles (°Brix) por ser mas fácil de determinar, indicando que en la mayor parte de las variedades se sitúa entre 4.5 y 5.5 °Brix y que los factores agrológicos, especialmente la climatología, influyen sobre el contenido de sólidos solubles en los frutos, el pH se encuentra normalmente entre 4.2 y 4.4 siendo raro que se superen estos valores.

Alonso (2004), reporta en la calidad nutritiva de la fruta de tomate, la aplicación de los señalizadores de estrés: ácido salicílico, ácido benzoico y quitosan, no tuvo efecto significativo sobre la concentración de manganeso, hierro y magnesio de dicho fruto, en el caso de cobre, calcio, zinc, sodio, potasio y fósforo no sufrió cambios estadísticamente significativos, mientras que los

señalizadores fueron aplicados únicamente en las estructuras reproductivas, se observaron cambios significativos en la concentración de zinc, fósforo, calcio y nitrógeno en las estructuras foliares.

Sánchez (2003), encontró valores promedio de °Brix y pH, en tomate tolerantes a la enfermedad del Tizón temprano, con valores de 5.26 y 4.6 respectivamente, no encontrando correlación alguna entre estas variables con las de rendimiento y fisiológicas.

Trinidad (2003), menciona que en la variable °Brix, observó una correlación negativa con la variable DFFF, lo que indica que la luz incidente en los Genotipos evaluados no tiene influencia en la acumulación de sólidos solubles, ya que el contenido de sólidos solubles depende del manejo agronómico que se le aplique al cultivo y a la capacidad de este para la asimilación de los fotosíntetizados y poder traslocarlos al fruto.

## VITAMINA C

El tomate es una Hortaliza relativamente rica en Vitaminas. Contiene de 20 a 45 mg Vitamina A; 0.08 mg de Vitamina B, etc. En los frutos encontramos de 0.03 a 0.5 % ácido cítrico y ácido málico y alrededor de 0.15% de pectina. El color rojo de los frutos se debe al licopeno. Los frutos amarillos contienen carotenos y xantofilas (Pérez *et al*, 1997).

Cuadro 1.0. Contenido nutritivo del Tomate (100 g)

Agua	94.0 g
Calcio	7.0 mg
Fierro	0.5 mg
Fósforo	23.0 mg
Potasio	204.0 mg
Sodio	13.0 mg
Acido Ascórbico	17.6 mg
Vitamina C	1, 113 U.I
Carbohidratos	4.3 g
Fibra	0.5 g
Grasa	0.2 g
Proteína	0.9 g
Energía	19.0 Kcal

U.I (unidades internacionales)

Delgado (2002), encontró una correlación del pH y Vitamina C negativa, sugiriendo que al aumentar la Vitamina C disminuye el pH dado que hay mas acidez. Además encontró que el Uso Eficiente del Agua se correlacionó negativa y significativamente con Días a Floración y Días a Primer Corte, y esta a su vez se correlacionó positivamente con °Brix, indicando que al aumentar la eficiencia en el Uso del Agua disminuye el periodo a Floración y como consecuencia los Días a la Primer cosecha de los progenitores, aumentando la acumulación de azúcares.

# RENDIMIENTO

La disminución del rendimiento total de tomate en campo de 11 genotipos, se debe por su hábito de crecimiento, de recibir mayor iluminación y radiación infrarroja, por lo que su temperatura foliar se incrementará, haciéndose necesario una mayor transpiración para que la planta pueda seguir realizando sus funciones a lo largo del ciclo del cultivo; la energía destinado a esta actividad disminuyendo la energía disponible para la fructificación, lo que se refleja en el rendimiento (Borrego, 2001)

Polley (2002), en su trabajo, establece que el rendimiento se ve afectado por la disponibilidad de agua y por la eficiencia en el uso de ésta, estos dos parámetros, se ven afectados a su vez por la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera que determinan una eficiente transpiración. En el incremento de la transpiración resulta en un incremento de la fotosíntesis y un decremento de la conductancia estomatal. Por otro lado, el aumento de la temperatura merma el rendimiento, pero mejora el uso eficiente del agua en una alta concentración de CO<sub>2</sub>. Incrementos de CO<sub>2</sub> repercuten en incrementos del uso eficiente del agua, principalmente por incrementos de la fotosíntesis y del crecimiento de la planta.

## *COMPONENTES PRINCIPALES*

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica exploratoria que nos ayuda a determinar las dimensiones de variabilidad y ayuda en la reformulación de hipótesis; esta prueba tiene diversidad de usos: a) la reducción del número de variables, por supresión de variables mínimas. b) la ordenación de variables en ayuda de interpretación de datos multivariados. c) el uso del ACP, en conjunto con análisis de regresiones, para la identificación de variables biológicas para próximas experimentaciones (Broschat, 1979; Ghawas, 1985).

Los componentes a seleccionar son los que cumplen alguna de las siguientes características: 1) que cada componente aporte al menos un 5% de la varianza total; 2) que expliquen al menos un 75% de la varianza total y 3) que tenga al menos un Eigenvalor de 1.0; siendo también de utilidad este análisis para determinar las principales variables para la formulación de modelos de crecimiento y fisiológicos (Lemaire y Millard, 1999; Pollman *et al.*, 2000).

Sánchez (2003), encontró en un estudio de tomate tolerante al tizón temprano, que con los primeros cuatro componentes se explica el 56% de la varianza total, pero debido al objetivo principal del trabajo, únicamente los componentes 1,5,6,8 y 10 que corresponden a “Alto Rendimiento”, “Peso y Tamaño de Fruto”, “Eficiencia Fisiotécnica”, “Vitamina C”, “Tolerante al Tizón Temprano” respectivamente, se seleccionaron para llevar a cabo calificaciones, tanto por medio del análisis multivariado como en una forma aritmética, que nos permitió seleccionar con una presión de selección del 10%, los mejores genotipos, la calificación se hizo en base a un porcentaje dado a cada factor, que de acuerdo a experimentos anteriores y a la línea de investigación del área de fisiotécnica de la UAAAN, esto corresponden a “Alto rendimiento” con un 40%, “Peso y Tamaño de Fruto” con un 20%, “Eficiencia Fisiotécnica” con un 15%, “Vitamina C” con un 5% y “Tolerancia al Tizón Temprano” con un 20%.



## III. Materiales y Métodos

### **Localización del área de estudio.**

El experimento se realizó en los lotes aledaños al invernadero 6 y Laboratorio de Fisiotécnica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) ubicada al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, ubicada a 25° 22' latitud N. 101° 00' longitud W y una altitud de 1742 msnm, con un clima Bshw muy seco, cálido, extremoso con lluvias en verano y con temperaturas medias de 20.6 y 12.1°C de los meses de agosto a diciembre, Cuadro A7 al A11. En el ciclo verano- otoño 2005.

### **Material Genético**

El material genético que se empleó para el presente trabajo fue de ocho líneas experimentales de tomate sobresalientes por sus características fenológicas, fisiotécnicas, de calidad y tolerancia a diferentes enfermedades que han sido seleccionadas de trabajos anteriores, procedentes de las cruces iniciales entre los materiales genéticos Shady Lady, Bonita, Montecarlo, Celebrity, Sunny y Tequila F<sub>1</sub>. Las líneas se encuentran con un porcentaje de endogamia fijado de 99.21 %, con lo cual se consideran homocigotas para uno o varios caracteres; como testigos se emplearon dos materiales comerciales (Río Grande y Toro)

## DATOS AGRONÓMICOS

Las parcelas antes de la siembra, se realizó las practicas agronómicas que consistió en el barbecho, esta consiste en el rompimiento de la capa arable e incorporación de la maleza y patógenos que se encuentran bajo la superficie, para exponer directamente al sol y al frío a dichos patógenos. Después de haber realizado el barbecho se llevó a cabo dos pasos de rastra con el objetivo de desmoronar los terrones para llevar a cabo, posteriormente el transplante.

Finalmente se realizó el bordeo del terreno con una separación entre bordo y bordo a una distancia de 1.30 m.

El acolchado se realizó en forma manual utilizando polietileno de color negro, calibre 600, al que se le hicieron perforaciones circulares cada 0.30 m de distancia, previo a la colocación del acolchado se colocaron las cintillas de riego, la cual se realizó de forma manual.

### **Establecimiento del Experimento.**

La siembra de los genotipos se realizó en la segunda semana del mes de Julio de 2005 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, rellenas de peatmoss, sembrando 100 semillas de cada línea, aplicando un riego y colocadas en un sombreadero, para su germinación y desarrollo.

El transplante se llevó a cabo el 27 de Agosto de 2005, de forma manual, utilizando una estaca de madera para hacer los hoyos en el suelo, cuando las plántulas presentaban una altura de 15 cm y cuatro hojas verdaderas, colocando 30 plántulas por línea en camas de 28 m de largo y con 1.30 m entre bordo y bordo, con dos repeticiones.

## FERTILIZACIÓN

Las fertilizaciones se realizaron de acuerdo con la fórmula 450-450-225-100 Ca, aplicando todo el P, K y Ca y la mitad del N antes del transplante y el resto del N a los 45 días después del transplante.

En cuanto al riego, después del transplante, se realizaron 2 veces por semana, aumentándose a 3 veces por semana conforme al desarrollo fenológico de la planta.

## PODAS Y COLOCACIÓN DE TUTORES

La poda se efectuó a los 15-20 días después del trasplante, con la aparición de los primeros tallos laterales, que fueron eliminados, al igual que las hojas más viejas, después se realizaron periódicamente de forma manual con unas tijeras de podar que se desinfectaba después de cada incisión por planta con Cloralex.

El tutorado se llevó a cabo a los 30 días después del transplante entutorando cada cama con rafia a una distancia entre rafia de 0.25 m. amarradas a tubos colocados cada 3 metros en cada cama, cuya finalidad es sostener el crecimiento y peso de las plantas.

## COSECHA

Para la cosecha de los genotipos se tomaron 3 plantas con competencia completa, por problemas climáticos (temperaturas bajas), solo se realizaron 2 cortes.

La cosecha se realizó de manera manual, desprendiendo el fruto del pedúnculo de la planta, y colocando posteriormente en bolsas de papel previamente identificadas por fecha, genotipo y repetición, donde se trasladaron las bolsas al laboratorio donde se pesaron, se clasificaron y contaron los frutos. El primer corte se realizó el día 25 de noviembre y el segundo el día 05 de diciembre del 2005.

## PRUEBA DE LABORATORIO

Se seleccionaron 3 frutos de cada genotipo, considerando que tuvieran una buena apariencia. Los frutos se colocaron en bolsas de papel para que maduraran completamente, una vez que maduraron se realizó las pruebas de laboratorio (pruebas cualitativas), para determinar pH, °Brix y Vitamina C, esta

solo se realizo en un corte. La prueba se realizó en el laboratorio de Fisiotécnica de la UAAAN.

Las actividades que se realizaron para determinar dicha prueba fueron las siguiente.

1. Se tomaron 3 frutos de cada genotipo y se levantó un registro.
2. Cada fruto se colocó en un vaso de precipitado y se molió hasta hacerse puré.
3. Con el ponteciómetro (Conductonic mode 10) se determino el pH.
4. Con el refractómetro portátil (Atago 01018) se determinó los grados °Brix.
5. Para Vitamina C, se realizó lo siguiente.
  - a) Se pesaron 20 g de muestra.
  - b) Se agregó 10 ml de ácido clorhídrico al 2 por ciento.
  - c) Se agregó 100 ml de agua destilada y se homogenizó
  - d) Se colocaron los vasos en el agitador Vortex por un período de 15 minutos.
  - e) Una vez agitado se filtró el contenido en un matraz Erlenmeyer y se midió el volúmen exacto.
  - f) En una bureta se colocó el volúmen conocido del reactivo de Thielman.
  - g) Se procedió a titular con el reactivo de Thielman, hasta obtener la coloración indicada (rosita), anotando los mililitros consumidos del reactivo, que posteriormente se utilizaron para calcular el contenido de Vitamina C en miligramos por litro para cada genotipo (Chechetkin *et al.*, 1984).

La ecuación empleada es la siguiente:

$$X = \frac{a \times 0.088 \times 100 \times 100}{100 \times b \times c}$$

En donde:

a= cantidad de reactivo

b= volúmen del reactivo (100 ml)

c= peso de la muestra (20 g)

### **Variables en estudio.**

La toma de datos de campo Agroclimáticos y fisiológicos se realizaron con el fotosintetómetro portátil LI-6200, que es un instrumento desarrollado por LI-COR Inc, Nebraska, U.S.A., capaz de proporcionar información referente al proceso fisiológicas y agroclimáticas en el momento de la evaluación, en un intervalo de 10 a 20 segundos por lectura. Además, mide el intercambio de CO<sub>2</sub> de la hoja con la atmósfera, intensidad luminosa y humedad relativa, así como la concentración de CO<sub>2</sub> en el área circundante de la hoja.

**Variables Fisiológicas y Agroclimáticas** tomadas con el Fotosintetómetro portátil Li- 6200.

Fotosíntesis (PHOTO,  $\mu$  mol de CO<sub>2</sub> fijados m<sup>-2</sup> hoja s<sup>-1</sup>.)

Temperatura de la hoja (THOJ, en °C)

Transpiración (TRANS, mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.)

Conductancia Estomática (CEST, cm s<sup>-1</sup>)

Conductancia Estomatal (COND, mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.)

Resistencia Estomática (REST, s cm<sup>-1</sup>)

Uso eficiente del agua (UEAF, g CO<sub>2</sub> fijados m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> por 10 l H<sub>2</sub>O transpiradas m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>)

Intensidad luminosa (DFFF, μ mol fotones m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>.)

Temperatura del aire (TAIRE, en °C)

Concentración de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>, ppm)

Humedad relativa (HR, %)

Las evaluaciones se realizaron en la etapa de la floración y la fructificación, los días 11 de noviembre desde las 10:30 a.m. hasta la 1:40 p.m. y la segunda toma de datos fue el día 19 de noviembre a las 12:40 p.m. hasta la 2:50 p.m.; tomando dos plantas por repetición que tuvieran competencia completa, la lectura se realizó en la hoja superior y media en una sola planta.

## VARIABLES CUANTITATIVAS DE RENDIMIENTO

Rendimiento total/planta (RTP)

Rendimiento en Toneladas/hectárea (RHATON)

Número de frutos/planta (NFRP)

Peso promedio de frutos (PPFR)

Rendimiento total por parcela (RTPLC)

Se empezó a cosechar los frutos el día 25 de noviembre y el segundo corte el día 05 de diciembre del 2005, por problemas climáticos ya no se pudo cosechar más. El último corte se tuvo que cortar todos los frutos existentes en la planta debido a que el frío estaba congelando el fruto.

## VARIABLES CUALITATIVO DE RENDIMIENTO

Potencial de iones hidrógeno (pH)

Concentración de azúcares (° BRIX)

Vitamina C (Vit C, mg/100)

La prueba de Vitamina C, pH y ° Brix, se realizó tomando tres frutos, y cada fruto se consideró como si fuera una repetición de cada genotipo.

## VARIABLES DE POTENCIAL DE RENDIMIENTO

Numero de Flores en Desarrollo (NFDLLO)

Numero de Inflorescencias (NINFL)

Numero de Inflorescencias en tallo principal (NINFTPR)

Numero de tallos (NTLLOS)

La toma de los datos de potencial de rendimiento se realizó el día 17 de septiembre, se realizó un conteo antes de la primera poda.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con 2 repeticiones y 10 tratamientos (Genotipos), con un total de 20 unidades experimentales. Asignándose los genotipos en cada repetición en forma aleatoria.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los datos obtenidos de los diferentes genotipos, para las variables de potencial de rendimiento, parámetros de rendimiento y calidad del fruto, se realizó bajo el siguiente modelo;

Modelo

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación del genotipo "i" en su repetición j.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\beta_i$  = Efecto de los bloques o repeticiones.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

El coeficiente de variación (C.V.) mediante la fórmula siguiente.

$$C.V = \frac{\sqrt{C.M.E.E}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

C.V = Coeficiente de variación, expresado en porcentaje.

C.M.E.E. = Cuadrado medio del error experimental.

$\bar{x}$  = Media general del experimento.

Prueba de medias

Para determinar los mejores genotipos, se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey. La cual se estimó al 0.05 por ciento de probabilidad para cada una de las variables, en donde se encontró diferencia significativa en el ANVA, bajo la siguiente fórmula.

$$W = q\alpha S_{\bar{x}}$$



En donde :

$$S_{\bar{x}} = \text{Cuadrados medios o varianza del error experimental} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

n = número de repeticiones para calcular las medias

$q\alpha$  = valor tabula, que es un valor de t modificado

PARA ANALIZAR ESTADÍSTICAMENTE LAS VARIABLES OBTENIDAS POR EL EQUIPO LI-6200 SE UTILIZO UN DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES AL AZAR CON 3 FACTORES CON ARREGLO DE PARCELAS SUBDIVIDIDAS, DONDE LA PARCELA MAYOR SON LAS EVALUACIONES Y LA PARCELA MENOR SON LOS GENOTIPOS Y DENTRO DE ESTA SE UBICA LA POSICIÓN DE LA HOJA. TODO BAJO EL SIGUIENTE MODELO ESTADÍSTICO.

#### MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{IJKM} = \mu + \theta_M + A_I + \epsilon_{IM} B_J + AB_{IJ} + \epsilon_{IJM} + \Delta_K + A\Delta_{IK} + B\Delta_{JK} + AB\Delta_{IJK} + \epsilon_{IJKM}$$

I= 1 A 2 ..... A EVALUACIONES (PARCELA MAYOR)

J= 1,2,3... 10.....B GENOTIPOS (PARCELA MENOR)

K= 1 A 2.....C HOJAS (SUBPARCELA)

M= 1 A 2.....R (BLOQUES)

DONDE:

$Y_{IJKM}$  = OBSERVACIONES DE LA I-ÉSIMA EVALUACIÓN, EN EL J- ÉSIMO GENOTIPO EN LA K- ÉSIMA POSICIÓN DE LA HOJA, EN EL M- ÉSIMO BLOQUE.

$\mu$  = MEDIA GENERAL

$\theta_m$  = EFECTO DEL BLOQUE

$A_i$  = EFECTO DE LA I-ÉSIMA EVALUACIÓN

$\epsilon_{IM}$  = ERROR EXPERIMENTAL PARCELA MAYOR ( $\epsilon_A$ )

$B_j$  = EFECTO DEL J-ÉSIMO GENOTIPO

$AB_{IJ}$  = EFECTO DE LA I-ÉSIMA EVALUACIÓN EN EL J-ÉSIMO GENOTIPO

$\epsilon_{IJM}$  = ERROR EXPERIMENTAL PARCELA MENOR ( $\epsilon_B$ )

$\Delta_k$  = EFECTO DE LA K-ÉSIMA HOJA

$A\Delta_{IK}$  = EFECTO DE LA I-ÉSIMA EVALUACIÓN EN LA K-ÉSIMA HOJA

$AB\Delta_{IJK}$  = EFECTO DE LA I-ÉSIMA EVALUACIÓN, EN EL J-ÉSIMO GENOTIPO EN LA K-ÉSIMA POSICIÓN DE LA HOJA

$\epsilon_{IJKM}$  = ERROR EXPERIMENTAL SUBPARCELA ( $\epsilon_C$ )

### **Análisis de Factores Principales**

En lo que respecta al análisis de factores principales, el planteamiento es el siguiente (Manly, 1986).

Los datos utilizados corresponden a las medias de cada variable en los 10 genotipos en estudio, quedando el arreglo de la siguiente manera:

Genotipos	Variables			
	$x_1$	$x_2$	...	$x_p$
1	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1p}$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2p}$
.	.	.	...	.
.	.	.	...	.
.	.	.	...	.
$n$			...	$x_{np}$

El primer componente principal es la combinación lineal de las variables  $x_1, x_2 \dots x_p$ , de forma  $z_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1p}x_p$ , donde  $a$  son los elementos de los eigenvectores correspondientes, que varía tanto como sea posible para los genotipos, sujeto a la condición de que:

$$a_{11}^2 + a_{12}^2 + \dots + a_{1p}^2 = 1$$

Donde la varianza de  $z_1$ ,  $\text{var}(z_1)$  es tan grande como sea posible, entonces el 2º componente principal es:

$$z_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2p}x_p$$

y  $\text{var}(z_2)$  es tan grande como sea posible, con la condición de:

$$a_{21}^2 + a_{22}^2 + \dots + a_{2p}^2 = 1$$

y también la condición de que  $z_1$  y  $z_2$  no estén correlacionados. Para encontrar los eigenvalores la matriz de covarianzas, adopta la forma:

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & \dots & C_{1p} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & \dots & C_{2p} \\ C_{p1} & C_{p2} & C_{p3} & \dots & C_{pp} \end{pmatrix}$$

Donde los elementos de la diagonal,  $c_{ii}$ , es la varianza de  $x_i$  (cada variable) y  $c_{ij}$ , es la covarianza de las variables  $x_i$  y  $x_j$ , los eigenvalores serían las varianzas de los componentes principales de la matriz

$$c: \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = c_{11} + c_{22} + \dots + c_{pp}.$$

Para el análisis de Factores, se adopta el supuesto de que

$$X_i = a_i F + e_i$$

Donde  $X_i$  es el (del tratamiento)  $i$ ésimo valor estandarizado, con media = 0 y desv. estd. = 1;  $a_i$  es una constante, y  $F$  es un valor de "Factor" que tiene media = 0 y desv. estd. de 1 para individuos considerados como un todo, y  $e_i$  es la parte de  $X_i$  que es específica solamente a la  $i$ ésima prueba.

El modelo general para el Análisis de Factores adopta la forma:

$$X_i = a_{i1} F_1 + a_{i2} F_2 + \dots + a_{im} F_m + e_i$$

Donde  $X_i$  es el (del tratamiento)  $i$ ésimo valor, con media = 0 y varianza = 1;  $a_{i1}$ ,  $a_{i2}, \dots, a_{im}$  son la contribución relativa de las variables a los Factores:  $F_1, F_2, F_m$  son  $m$  Factores Principales de Variación, no correlacionados y ortogonales, cada uno con media = 0 y varianza = 1, y  $e_i$  es un factor específico, solamente para la  $i$ ésima prueba, el cual no está correlacionado con cualquiera de los Factores Principales, y tiene media = 0.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se exponen los resultados y la discusión de las variables evaluadas en el presente trabajo de investigación.

##### **Análisis de Varianza para Variables de Potencial de Rendimiento**

En el análisis para las variables de potencial de rendimiento de 10 genotipos de tomate, se puede observar en el cuadro 2.0 que no hubo diferencia estadística, lo que nos indica que los genotipos tuvieron un mismo comportamiento en las variables de potencial de rendimiento. Otro aspecto que hay que considerar, es que el número de repeticiones son 2 y los cuadrados medios son grandes, lo que pudo ocasionar que al analizar los datos estadísticamente, estos tengan pocas observaciones, lo cual originó que no se encontrara diferencia entre los genotipos.

Cuadro 2.0. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables de Potencial de rendimiento de 10 Genotipos de Tomate (*L. esculentum* Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

FV	GL	NFDLLO	NINFL	NINFTPR	NTLLOS
Repetición	1	105.8	115.2	5	6.05
Genotipos	9	18.75	67.08	4.24	6.02
Error	9	61.24	685.8	5	4.16
C.V. (%)		46.3	22.61	23.05	15.99
Valor Máximo		24	47.5	12	15.5
Valor Mínimo		12.5	28.5	6.5	12.5
Media		16.9	38.6	9.7	12.75

\*\* nivel de probabilidad de  $p < 0.01$

\*nivel de probabilidad de  $p < 0.05$

Estas variables fueron tomadas en consideración, para poder dar una explicación de los rendimientos ya que estos no se pudieron llevar a cabo de la manera normal, ya que se presentaron temperaturas bajas en los meses de noviembre y diciembre, con temperaturas mínimas promedios de 6.6 y 4.6°C respectivamente, en el período de cosecha, provocando que se realizaran pocos cortes (2), Cuadros A10 y A11.

En el cuadro A1. El genotipo que tuvo el promedio medio más alto de frutos en desarrollo fue, el Toro (testigo) con 24 y el menor fue el D1 con 12.5, mientras el otro testigo fue el Río Grande (RGDE) tuvo 13.5; la media de los genotipos estuvo en 16.9 en la variable, Numero de Frutos en Desarrollo (NFDLLO); en la variable Numero de Inflorescencias (NINFL) el genotipo que más sobresalió fue el J3 con 47.5 y la menor fue el D1 con 28.5, los testigos RGDE y Toro obtuvieron 39 y 42.5 respectivamente, para la variable Numero de

Inflorescencias en Tallo Principal (NINFTPR) el genotipo con mayor numero fue el RGDE con 12 y la menor fue el L1 con 6.5, el genotipo Toro con 8.5, con respecto a la variable Numero Total de Tallos (NTLLOS), el genotipo que obtuvo la media mas alta fue el Q3 con 14.5 y la menor fue el F3 con 10, el genotipo Toro y RGDE con 14 y 15.5 respectivamente. Las variables más importantes son NFDLLO y NINFTPR ya que son los frutos presentes en cada genotipo y NINFTPR, serian los posibles frutos, si es que no se presentan temperaturas altas (26/20°C) durante la floración y fructificación que provocan la caída de flor y evita el cuajado (30/20°C) y si las temperaturas son mayores de 35°C durante 5 y 10 días antes de la antesis; hay poco amarre de frutos, debido a que se destruyen los granos de polen y si las temperaturas prevalecen durante uno o tres días después de antesis el embrión es destruido, (Nuez, 1995; Valadéz, 1998).

Mientras que las variables NINFL y NTLLOS, no son confiables debido a que son datos tomados antes de la poda, a la hora de quitar los mamones muchas de las flores totales pueden estar presentes en los tallos secundarios (mamones), lo que nos daría que aunque los genotipos tuvieran un numero alto de NINFL estas no alcanzar a formar frutos ya que podrían estar en los tallos secundarios.

### **Análisis de Varianza para Variables Cuantitativas de Rendimiento.**

En el cuadro 2.1, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza, donde se puede observar que para la fuente de variación repetición no existe diferencia significativa, en la fuente de variación genotipos se observan diferencias altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) en la variable Peso Promedio del Fruto, por lo cual se le aplicó la prueba de Tukey al 0.05, se identificaron dos grupos; los genotipos D1 y F3 con un promedio de (A) 129.76 g y 126.85 g respectivamente y el genotipo RGDE con un promedio de (B) 70.81 g, y el Toro con 82.66 g; en un estudio realizado por Montesinos (2001), encontró

resultados similares en tomate en invernadero, con respecto a los mencionados en este trabajo con pesos de 150 g, y el menor con 80 g

En las variables Numero de Frutos por Planta (NFRP), Rendimiento Total por Planta (RTP), Rendimiento Total por Parcela (RTPARC) y Rendimiento por Hectárea RHATO, no se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de variación genotipos y tampoco en la fuente de variación repetición. Como se observa en el cuadro A2, el genotipo con mas NFRP, se encontró en F3 con 9.5 y en Toro, Z4 con 8.95 y RGDE con la menor con 3.5, como se puede contrastar con el cuadro 2.0, las variables del potencial de Rendimiento el RGDE, tenia un buen numero de frutos en desarrollo, promedio de 13.5, numero de inflorescencia de 36 y de inflorescencia en el tallo principal de 12 y total de tallos 15.5, declinó mucho en su rendimiento debido a las bajas temperaturas que prevalecieron del mes de octubre hasta diciembre que fueron en promedio de 11.4, 6.6 y 4.6°C, esto es debido a que el RGDE, es una variedad ancestral, y ya que el tomate es una especie autógama, se tiene poca variabilidad para amortiguar el cambio ambiental y además que es más sensible a las temperaturas bajas, que el mes de noviembre en promedio fue de 6.6°C, lo que provocó que un número considerable de flores haya abortado.

En la variable RHATO, el genotipo que obtuvo mayor rendimiento fue el F3 con 28.18 t ha<sup>-1</sup>, y el L1 con 27.46 y el de menor rendimiento fue el RGDE con 7.80 t ha<sup>-1</sup>, y el Toro tuvo 16.67 t ha<sup>-1</sup>, el rendimiento del RGDE disminuyó notoriamente debido a que tuvo pocos frutos por planta y a su vez el peso de los frutos también es menor en comparación con los demás genotipos. Trinidad (2003), en un estudio de tomate con características de tolerancia al tizón encontró rendimientos de 135.59 t ha<sup>-1</sup> y el menor de 59.94 t ha<sup>-1</sup>, realizando 18 cortes, la diferencia de los rendimientos que encontró Trinidad y los del presente trabajo es debido al numero de cortes, ya que en este trabajo, se realizaron dos cortes debido a que se buscaba adaptación a las bajas temperaturas. La temperatura influye en todas las funciones vitales de las



plantas, como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etc., teniendo en cada momento de su ciclo biológico una temperatura óptima. Su temperatura nocturna debe de ser en un rango de 15 a 18°C, la temperatura diurna de 24 a 25°C, la temperatura ideal de floración de 21°C y temperaturas menores de 7°C causa daños fisiológicos, (Rodríguez, 1997), en este caso disminuyó el amarre de frutos, por lo tanto el bajo rendimiento obtenido.

Cuadro 2.1. Análisis de Varianza (Cuadrados medios) Para las Variables de Rendimiento Cuantitativo de 10 Genotipos de Tomate (*L. esculentum* Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

FV	GL	NFRP	RTP	PPFR	RTPARC	RHATO
Repetición	1	20.6	520808.76	388.87	4687056.2	2563.33
Genotipos	9	6.05	150215.2	769.98 **	1351918.2	79.98
Error	9	17.31	204159.97	148.05	1837491.7	125.57
C.V. (%)		51.91	52.51	11.93	52.51	56.44
Valor Máximo		9.5	1221.3	129.76	3664	28.18
Valor Mínimo		3.5	338.3	70.81	1015	7.80
Media		6.26	860.48	93.69	2581.3	19.85

\*\* nivel de probabilidad de  $p < 0.01$

\*nivel de probabilidad de  $p < 0.05$

### **Análisis de Varianza para Variables Cualitativas de Rendimiento.**

En el cuadro 2.2, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para las variables cualitativas de rendimiento, donde se observa que en la fuente de variación genotipos existen alta diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) en la variable Potencial de iones de Hidrogeno pH, Grados °Brix (°BRIX), y Vitamina C (VitC); en la fuente de variación repetición se encontró diferencia significativa en la Variable de pH, pero en las variables °Brix y Vitamina C (VITC) no hay diferencia significativa, los coeficientes de variación oscilaron en un rango de 1.75 a 14.03 por ciento.

En el cuadro A3, al realizarse la prueba de Tukey al ( $p < 0.05$ ) se encontraron cuatro grupos estadísticamente diferentes; el mejor valor para la variable pH se encontró en el genotipo R1, y el menor valor se encontró en el genotipo L1 con un valor de 4.65 y 4.32 respectivamente, el RGDE y Toro tuvieron valores de 4.45 y 4.40 respectivamente.

En la variable °Brix, se encontraron dos grupos estadísticamente diferentes la media más alta estuvo en los siguientes genotipos que son R1, Q3 y S1 con 4.8 °Brix mientras que el valor medio menor se encontró en el genotipo F3 con 3.8 °Brix.

Mientras que para la variable Vitamina C, se encontró diferencia altamente significativa, encontrando cuatro grupos estadísticamente diferente, las medias más altas en los genotipos D1 y Z4 con valores de  $21.8 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$  y el valor mas bajo se encontró en el genotipo Toro con  $9.2 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$  y el RDGE con  $11.7 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$  El tomate es una Hortaliza relativamente rica en Vitaminas. Contiene de 20 a 45 mg (Pérez *et al*, 1997), dependiendo de las condiciones del

cultivo y de la salinidad del suelo, en este estudio se encontraron valores bajos de vitamina C.

Lo que respecta a las variables de pH y °Brix se encuentran muy similares con un estudio que realizó Sánchez (2003), encontró valores promedio de °Brix y pH, en tomate tolerantes a la enfermedad del Tizón temprano, con valores de 5.26 y 4.6 respectivamente, no encontrando correlación alguna entre estas variables con las de rendimiento y fisiológicas. De Prado (2002), dice que las especificaciones de calidad en el cultivo del tomate para procesamiento industrial, encontró que el contenido de sólidos totales y sólidos solubles están correlacionados, por lo cual se utiliza normalmente el contenido de sólidos solubles (°Brix), indicando que en la mayor parte de las variedades se sitúa entre 4.5 y 5.5 °Brix y que los factores agrológicos, especialmente la climatología, influyen sobre el contenido de sólidos solubles en los frutos, el pH se encuentra normalmente entre 4.2 y 4.4 siendo raro que se superen estos valores.

Cuadro 2.2. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables de Rendimiento Cualitativo de 10 Genotipos de Tomate (*L. esculentum* Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

FV	GL	pH	° Brix	Vit c
Repetición	1	0.035 *	0.004	0.09
Genotipos	9	0.0337 **	0.344 **	0.664 **
Error	9	0.0061	0.086	0.055
C.V. (%)		1.75	6.641	14.03
Valor Máximo		4.65	4.8	21.8
Valor Mínimo		4.32	3.8	9.2
Media		4.89	4.43	16.72

\*\* nivel de probabilidad de  $p < 0.01$

\*nivel de probabilidad de  $p < 0.05$

### **Análisis de Varianza para Variables Agroclimáticas**

En el cuadro 2.3, se presentan los cuadrados medios del análisis de Varianza, de las variables Agroclimáticas, donde las Evaluación son (A), los Genotipos (B) y la posición de la hoja (C), en el factor de (A) son dos, una corresponde a la floración que es la 1 y la 2 en la fructificación, en el factor (B) son 10 genotipos evaluados y (C) corresponde a la hoja media y hoja superior. En el factor A todas las variables Agroclimáticas presentan diferencias altamente significativas, lo que significa que las condiciones ambientales son diferentes en su etapa de floración y en su fructificación observar cuadro A9. En el factor B que corresponde a los genotipos, se encontró diferencia altamente significativa para la variable Temperatura del aire (Taire), siendo las que registraron mayor Temperatura, los genotipos S1 y F3 con 31.67 y 31.27 °C respectivamente y la menor temperatura en el genotipo J3 con 26.41 °C, las demás variables no presentan diferencia, esto quiere decir que los genotipos, en promedio en las evaluaciones, por un arreglo de follaje, presenta el mismo microambiente, se comportaron similares en las diferentes evaluaciones, sin embargo en interacción AxB en la variable de Tair, se encontró diferencia altamente significativa, lo que nos quiere decir es que algunos genotipos tuvieron mayores valores en la etapa de la floración y viceversa en la fructificación. En el Cuadro A4, en la variable Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF) en la fructificación fue de 1330.65 y en la floración con 1019.57  $\mu \text{ mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , estos valores van de acuerdo con la posición natural de las hojas y en función de la trayectoria del sol, la luminosidad tiene gran influencia tanto en la fotosíntesis como sobre el fotoperíodo, crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos, (Rodríguez y Tabares, 1997), en la variable CO<sub>2</sub> en la floración tuvo una concentración más alta en comparación con la fructificación que fue de 405.06 y 430.26 ppm respectivamente, existe una concentración de CO<sub>2</sub> normal para la atmósfera (300 ppm), (Domínguez, 1997), varía esto según

con la altitud es que se realicen las lecturas, Montesinos, (2001), encontró en tomate en invernadero en un rango promedio de 507.18 a 378.27 ppm, lo cual es parecido en este estudio.

En el factor C no existe diferencia significativa en las variables, esto nos quiere decir que la posición de la hoja no presenta diferencia en el momento de tomar las lecturas de las variables.

En la interacción de AxC no existe diferencia significativa entre las variables, esto quiere decir que en las evaluaciones y la posición de la hoja no modificó notoriamente en la forma de tomar las lecturas de las variables.

En la interacción de BxC, que son los genotipos y las hojas, se comportaron de forma homogénea, esto quiere decir que los genotipos y la posición de la hoja, no es la que determina que las lecturas sean diferentes.

En la interacción AxBxC, no se encontró diferencia estadística, lo que quiere decir que las condiciones en que se tomaron las lecturas fueron muy similares, en condiciones ambientales. Los coeficientes de variación se encontraron en un rango de 1.65 y de 19.17 %.

Cuadro 2.3. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables Agroclimáticas en Tomate (*L. esculentum* Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

FV	GL	DFFF	Taire	CO <sub>2</sub>	HR
REP	1	592905.27	239.32	109.79	186.75
Eval (A)	1	1935402.88 **	8.14 **	12707.35 **	7017.19 **
ERROR (A)	1	284645.02	72.02	814.98	39.917
GEN (B)	9	41490.8	18.28 **	114.14	10.82
A X B	9	127112.35 *	1.48 **	161.2 *	6.44
ERROR (B)	18	144301.02	2.14	240.13	20
HOJA (C)	1	35577.14	0.049	9.13	4.68
A X C	1	36697.6	0.011	30.87	6.79

B X C	9	51628.08	0.609	21.39	4.61
A X B X C	9	51453.7	0.276	48.82	4.8
Error	20	1015072.7	7.178	47.74	5.26
C.V. (%)		19.17	2.03	1.65	3.96

\*\* nivel de probabilidad de  $p < 0.01$

\*nivel de probabilidad de  $p < 0.05$

### ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES FISIOLÓGICAS

En el cuadro 2.4, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para las variables fisiológicas, se observó que existe diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) en el factor A, en todas las variables; en la interacción de AxB, solo presenta diferencia significativa en la variable de Temperatura de la hoja (Thoj) esto nos quiere decir que las evaluaciones son diferentes entre sí, en la floración tuvo una temperatura promedio de la hoja de  $31.51^{\circ}\text{C}$  mientras que en la fructificación fue de  $29.75^{\circ}\text{C}$ , ya que los genotipos tienen diferentes exposiciones a la DFFF y por su arreglo del follaje les permita tener una aireación diferente, Cuadro A4 y A5.

En el cuadro A6, se observa los genotipos en el factor B, las que presentaron diferencia altamente significativa fue la Temperatura de la Hoja (Thoj) y Trans; y diferencia significativa Cest; el genotipo que tuvo mayor temperatura fue el S1 con  $32.81^{\circ}\text{C}$  y el menor fue el J3 con  $27.15^{\circ}\text{C}$  y el Toro y RGDE tuvieron temperaturas de  $30.25$  y  $31.2^{\circ}\text{C}$  respectivamente; En la variable Transpiración (Trans) el genotipo que más transpiró fue el F3 con  $17.19 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y la menor fue el J3 con  $12.58 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ; para la variable Conductancia Estomatica (Cest) el genotipo con obtuvo la lectura mayor fue el Z4 con  $4.70 \text{ cm s}^{-1}$  y la menor fue el L1 con  $2.87 \text{ cm s}^{-1}$ , el Toro obtuvo una lectura de  $3.70 \text{ cm s}^{-1}$  y el RGDE con  $3.22 \text{ cm s}^{-1}$ ; las otras variables no presentaron diferencia estadística.

En el cuadro A5, en el factor C, las que presentaron diferencia altamente significativa fue la Conductancia Estomática (Cest) en la hoja superior con  $3.85 \text{ cm s}^{-1}$  y la menor en hoja media con  $3.30 \text{ cm s}^{-1}$ , Transpiración (Trans) en la hoja superior  $15.77 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y menor en la hoja media con  $14.24 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , Conductancia Estomatal (Cond) en la hoja superior con una mayor lectura de  $1.3 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y en la hoja media con  $1.11 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , Uso Eficiente del Agua Fisiológico no se encontró diferencia en la posición de la hoja, en la Resistencia Estomática (Rest) en la hoja inferior es que opuso mas resistencia al intercambio gaseoso con una lectura de  $0.6 \text{ s cm}^{-1}$  mientras que en la superior con  $0.49 \text{ s cm}^{-1}$ , esto se debe a que los genotipos pueden presentar, un numero mayor de estomas en las hojas jóvenes (superiores), a diferencia de las hojas que se encuentran en senescencia (inferiores), por eso pierden la capacidad para las funciones de intercambio de gases, entre la relación hoja-atmósfera.

En el cuadro A6, se observa la interacción de AxC, existe diferencia significativa para la variable Uso Eficiente del Agua Fisiológico el mejor genotipo fue el J3 con  $1.43 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ l H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y el que obtuvo menor eficiencia fue el S1 con  $0.72 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ l H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y diferencia altamente significativa para la variable Resistencia Estomática los genotipos con mayor resistencia fueron L1 con  $0.61 \text{ s cm}^{-1}$  y D1, RGDE con  $0.60 \text{ s cm}^{-1}$ , el mas bajo estuvo en el genotipo Z4 con  $0.44 \text{ s cm}^{-1}$ , esto nos dice que las evaluaciones son diferentes, tanto en floración como en la fructificación y que la posición de la hoja influye de manera importante en el intercambio gaseoso de la planta, ya que en la floración tiene otros requerimientos de agua, mientras que en la fructificación, es mayor el uso del agua por la presencia de los frutos.

La interacción de AxBxC se observa diferencia significativa en la variable de (Foto), lo que indica que los genotipos se comportan diferente en floración con un promedio de  $7.60 \mu \text{ mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y en la fructificación con  $3.31 \mu \text{ mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y además, la posición de la hoja superior con  $5.59 \mu \text{ mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y media con  $5.32 \mu \text{ mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , influyen en la actividad fotosintética,

en el presente trabajo no concuerdan las lecturas de fotosíntesis con los resultados encontrados con Martínez (1999), ya que la mayor actividad fotosintética la encontró en la fructificación en las horas de la mañana y el medio día, mientras la menor actividad la encontró en la floración y madurez.

La ausencia de la correlación visual entre fotosíntesis y las características de rendimiento, indica que los genotipos más rendidores no son los mas acumulan fotosintetizados y el amarre y crecimiento de los frutos. Mayor fotosíntesis, puede acumular más fotosintetizados en otros órganos de crecimiento y de sostén (Pearce *et al*, 1993; Borrego, 2001)

Cuadro 2.4. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para las Variables Fisiológicas en Tomate (*L. esculentum* Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

FV	GL	Thoj	Foto	Cest	Trans	UEAF	Cond	Rest
REP	1	219.055	28.88	21.07	355.11	3.69	1.77	0.1
EVAL (A)	1	61.63 **	368.89 **	417.6 **	811.6 **	23.98 **	47.2 **	8.79 **
ERROR (A)	1	78.8	0.007	16.56	148.21	0.013	1.46	0.002
GEN (B)	9	20.52 **	3.37	2.053 *	15.03 **	0.312	0.14	0.025
A X B	9	1.36 *	4.2	1.58	4.47	0.167	0.1	0.02
ERROR (B)	18	2.54	2.75	3.8	7.78	0.13	0.55	0.06
HOJA (C)	1	0.072	1.4	5.96 **	46.71 **	0.21 **	0.68 **	0.26 **
A X C	1	0.059	0.049	2.13	1.14	0.44 *	0.19	0.18 **
B X C	9	0.67	0.59	1.37	4.99	0.041	0.18	0.016
A X B X C	9	0.37	5.04 *	0.87	2.12	0.206	0.12	0.004
Error	20	0.52	1.69	0.83	3.19	0.1	0.095	0.01
C.V. (%)		2.36	23.84	25.51	11.91	30.63	25.47	23.73

\*\* nivel de probabilidad de  $p < 0.01$

\*nivel de probabilidad de  $p < 0.05$

### Análisis de Factores Principales



El método de factores principales nos permitirá conocer mucho mejor la relación entre las variables estudiadas, así como su agrupamiento ordenado, este análisis es utilizado para reducir el número de dimensiones, esto es, según su influencia en la variación total del componente, si las variables originales están altamente correlacionadas, el número de variables puede reducirse (Rencher, 1995), así mismo Broschat, 1979, señala que es una técnica que reduce la dimensionalidad de un conjunto de datos multivariados, removiendo las interrelaciones existentes entre variables; en el cuadro 3.0 se observan los valores característicos (eigenvalores) y el por ciento de la varianza total que explica cada factor; se encontraron 3 valores mayores a 1, los cuales explican el 71.91 por ciento de la varianza total.

Cuadro 3.0. Analisis de Factores Principales (Eingenvectores) entre variables en 10 Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

Componente	Eigenvalor	VarianzaTotal (%)	Eigenvalor Acum.	Varianza Acumulada (%)
1	7,701446	35,00657	7,70145	35,00657
2	4,774950	21,70432	12,47640	56,71089
3	3,345615	15,20734	15,82201	71,91823

En la Figura 1.0, se presenta el número total de componentes, que en este estudio podrían ser ocho componentes, pero con los tres primeros componentes se cumple lo que es necesario para este trabajo que es: 1) que cada componentes aporte al menos un 5% de la varianza total; 2) que expliquen al menos un 75% de la varianza total y 3) que tenga al menos un Eigenvalor de 1.0; Siendo también de utilidad este análisis para determinar las principales variables para la formulación de modelos de crecimiento y fisiológicos (Lemaire y Millard, 1999; Pollman *et al.*, 2000).

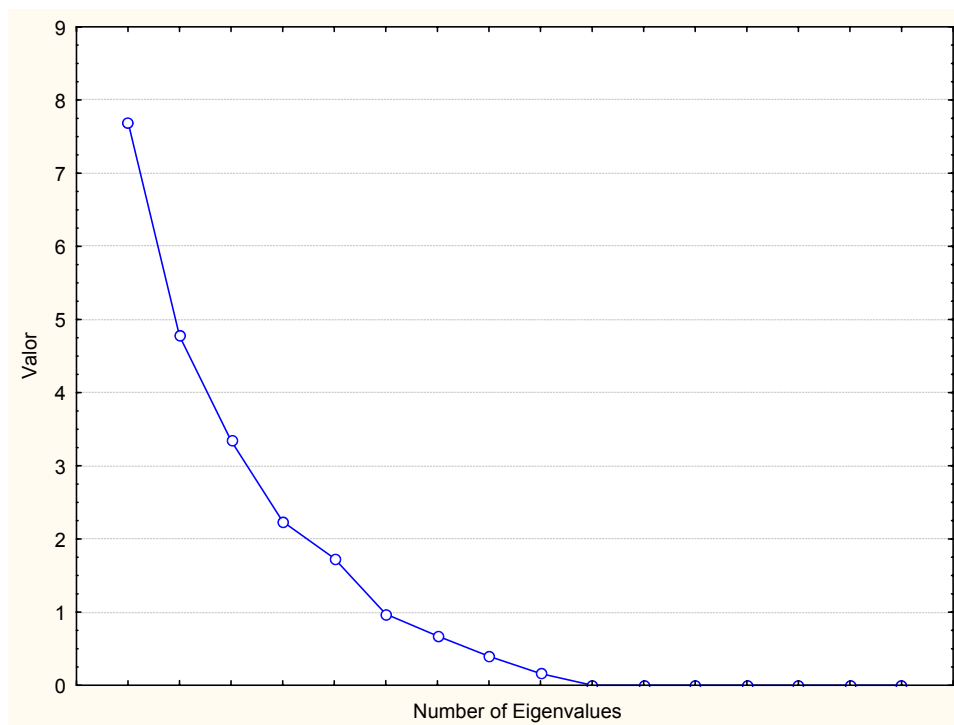


Figura 1.0 Numero de Componentes Principales a Considerar para la Interpretación de las Variables Totales que se Midieron para 10 Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

En el cuadro 3.1, se presenta la relación de las variables y su contribución relativa a cada factor. En el factor 1 se encuentra mayor contribución de las variables THOJ y TRANS y con signo contrario la variable UEAF, por lo que lo llamaremos “Componente de Eficiencia Fisiológica”, esto esta relacionado, si es que aumenta la temperatura del tejido fotosintético (hoja) y esto, por lo tanto incrementan la transpiración están relacionadas con el UEAF, debido a que tendrán que transpirar más, para bajar la temperatura del follaje y con esto disminuye el Uso Eficiente del Agua. (Borrego, 2001), menciona que la actividad fotosintética está directamente relacionada con la actividad transpiratoria, y sobre todo con el uso eficiente del agua, ya que es necesario que en las zonas semiáridas, la transpiración se realice adecuadamente, para que la anatomía

interna de la planta se enfríe, y puede llevarse adelante una fijación mayor de CO<sub>2</sub>, con la utilización de menor cantidad de agua.

En el factor 2 denominaremos “Componente de Rendimiento” debido a que las variables que más sobresalen son las que describen el rendimiento. En un programa de mejoramiento genético, lo que se busca es incrementar el rendimiento de un cultivo con la menor utilización de insumos y la mejor adaptación al medio donde se cultiva. Por lo que se consideraron en este estudio las siguientes variables que son: Rendimiento total/planta (RTP), Rendimiento en hectárea (RHATO), Número de frutos/planta (NFRP) y Peso promedio de frutos (PPFR). Siendo de mayor importancia la Variable NFRP y el RTP, ya que son las variables que nos puedan expresar los mejores genotipos con mayor número de frutos y mejor peso.

En el factor 3 las variables que más contribuyeron fueron Conductancia Estomática (CEST), Conductancia Estomatal (COND) y Resistencia Estomática (RS), lo cual denominaremos a este “Componente de Características Estomáticas” el cual es de gran importancia ya que en los diferentes genotipos el aparato estomático debe funcionar adecuadamente en la relación planta-atmósfera para no sufrir estrés hídrico por las altas y bajas temperaturas del medio ambiente. La transpiración tiene una relación directa con la Conductancia Estomática, ya que es un proceso de difusión regulado por las leyes de la física, cuya intensidad es proporcional a las diferencias de presión de vapor hídrico entre la superficie a evaporar, la hoja y la atmósfera, e inversamente correlacionada con la resistencia, Alpi y Tognoni (1999).

Cuadro 3.1. Cuadro de Contribución Relativa de Cada Variable en los 3 Factores Principales en 10 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon*

VARIABLES	EFICIENCIA FISIOLÓGICA FACTOR 1	COMPONENTE DE RENDIMIENTO FACTOR 2	CARACTERÍSTICAS ESTOMÁTICAS FACTOR 3
NFRP	-0,045807	0,910933 *	0,173666
RTP	0,139326	0,974446 *	-0,056085
PPFR	0,103847	0,905026 *	-0,302055
RHATO	0,139391	0,974429 *	-0,056078
PH	-0,461684	-0,150774	0,583183
BRIX	-0,484600	0,078660	0,002700
VITC	0,021497	0,653623	0,310230
NFDLLO	-0,077312	0,088395	0,073014
NINFL	-0,777468	-0,053371	0,300632
NINFTPR	0,014241	-0,570364	0,148913
NTLLOS	-0,232536	-0,775472	-0,108406
THOJ	0,935278 *	0,142365	-0,289679
FOTO	-0,686838	-0,275452	0,170230
TRANS	0,937921 *	0,152394	0,249110
CEST	0,102138	0,051742	0,915430 *
COND	0,061104	0,072653	0,928836 *
REST	0,351710	-0,001897	-0,917290 *
UEAF	-0,853021 *	-0,191878	0,059661
DFFF	0,764848	-0,364087	-0,099895
TAIRE	0,970255 *	0,115441	-0,151426
CO2	-0,407872	-0,125084	0,626270
HR	-0,290430	-0,411058	0,716104
Expl.Var	6,033680	5,436048	4,352283
Prp.Totl	0,274258	0,247093	0,197831

*esculentum* Mill) Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

significativos > .700 por ciento de probabilidad.

En el cuadro 3.2, se observa la contribución relativa de los 10 genotipos en los tres factores principales, para el factor 1 relacionado con la Eficiencia Fisiológica, se encontró que los genotipos que tuvieron mayor contribución son el J3 y R1, con signo negativo, y los genotipos con signo positivo estuvo el F3 y S1, lo que demuestra que éstos son los genotipos que tuvieron mejor uso de las variables, TRANS, THOJ, TAIR, UEAF.

En el factor 2, relacionados con el componente de Rendimiento, los genotipos que mostraron mejor contribución son tres genotipos que registraron valores positivos a este factor, siendo los genotipos L1 y F3 y con signo negativo el

RGDE. En el factor 3, que corresponde a las Características Estomáticas, los que presentaron los mejores valores son, los genotipos Z4 con signo positivo y con signo contrario L1.

En la figura 1.1, podemos observar la gráfica de los Componente de “Eficiencia Fisiológica” y el “Componente de Rendimiento” podemos ver que las variables que más sobresalen son PPFR, RHATO, RTP, mientras las Fisiológicas son TRANS, THOJ, y una agroclimática que es la TAIR, las Características Estomáticas que son COND, CEST, REST, también se encuentran presentes pero con menos influencia; para este estudio, lo que se busca son genotipos que presenten mejor eficiencia fisiológica, con menor consumo de agua y mas resistencia al medio ambiente extremo en el cual se cultivan, y que tengan rendimientos competitivos para que puedan ser rentables.

Cuadro 3.2. Contribución Relativa de cada Genotipo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en los tres Factores Principales, Considerando Variables de Potencial de Rendimiento, de Rendimiento (cualitativo y cuantitativo), Fisiológicas y Agroclimáticas.

Genotipos	Eficiencia Fisiológica	Componente de Rendimiento	Características Estomáticas
-----------	------------------------	---------------------------	-----------------------------

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
J3	-1,95732	-0,15098	0,81120
R1	-1,09438	0,38954	-0,15772
Q3	-0,03762	-0,97301	0,05873
TORO	-0,18921	-0,31206	-0,16715
L1	-0,55205	1,12915	-1,42900
D1	0,27376	0,54366	-0,57929
S1	1,10229	0,19245	-0,34875
F3	1,28792	1,11268	0,13277
RGDE	0,58690	-2,20476	-0,63671
Z4	0,57972	0,27332	2,31591

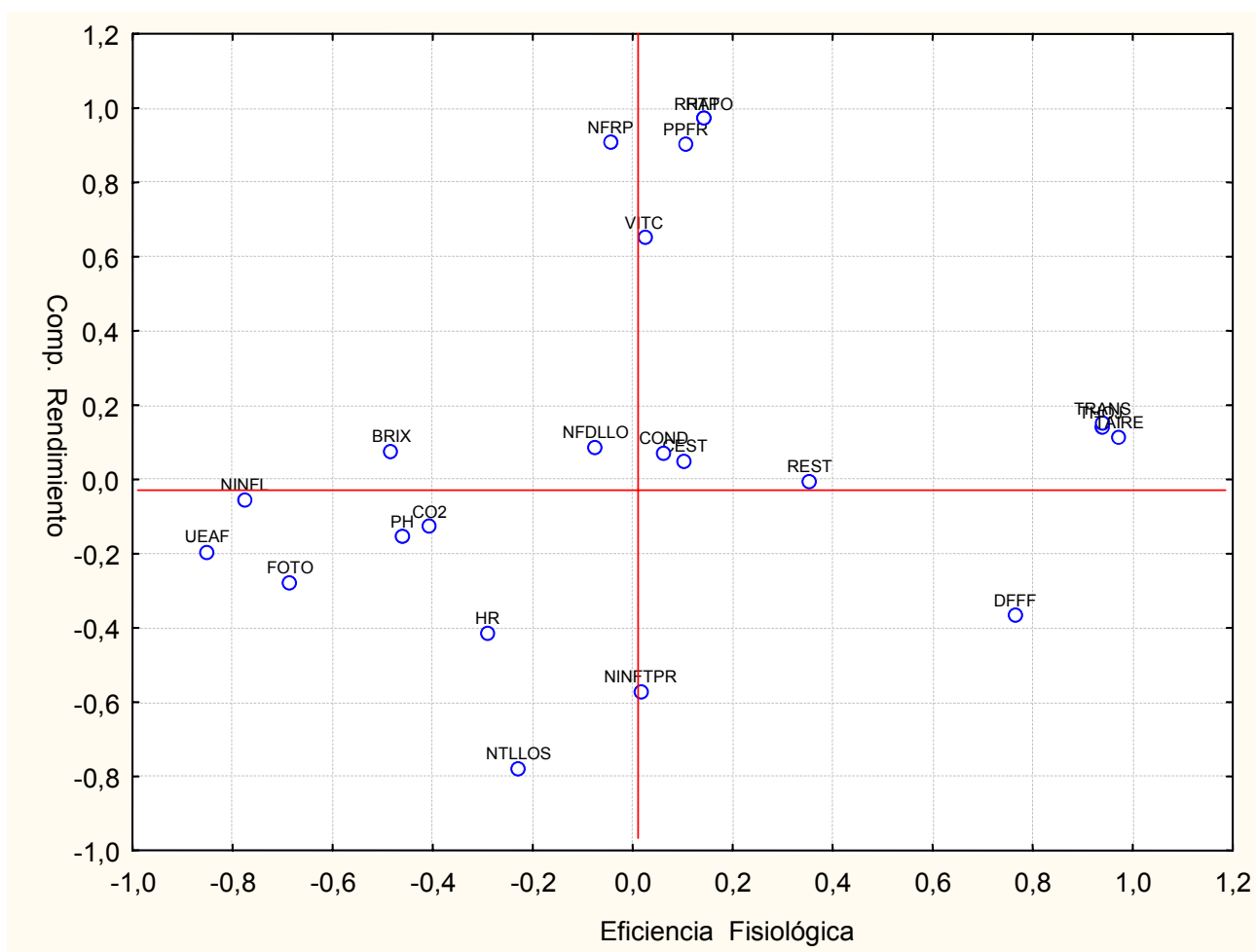


Figura 1.1. Comportamiento de las Variables con dos Factores “Eficiencia Fisiológica” y “Componente de Rendimiento” en tomate, Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

En la figura 1.2. podemos observar el comportamiento de las variables que se consideraron para este estudio, podemos ver que la COND, y RHATO son las más sobresalientes esto quiere decir que los genotipos que tuvieron mayor intercambio gaseoso con la atmósfera les permitió aumentar su producción.

Las siguientes variables que son TRANS, NFRP y VITC, que son variables de Rendimiento Cualitativo y Cuantitativo, la variable TRANS fisiológica es muy importante ya de esta depende la disminución del rendimiento, ya que si recibe mayor iluminación y radiación infrarroja, provocará un aumento en la temperatura foliar, haciéndose necesario una mayor transpiración para que la planta pueda seguir realizando sus funciones a lo largo del ciclo del cultivo; la energía destinada a esta actividad disminuyendo la energía disponible para la fructificación, lo que se refleja en el rendimiento (Borrego, 2001)

Polley (2002), menciona que el rendimiento se ve afectado por la disponibilidad de agua y por la eficiencia en el uso de esta, en el incremento de la transpiración resulta en un incremento de la fotosíntesis y un decremento de la Conductancia Estomatal.

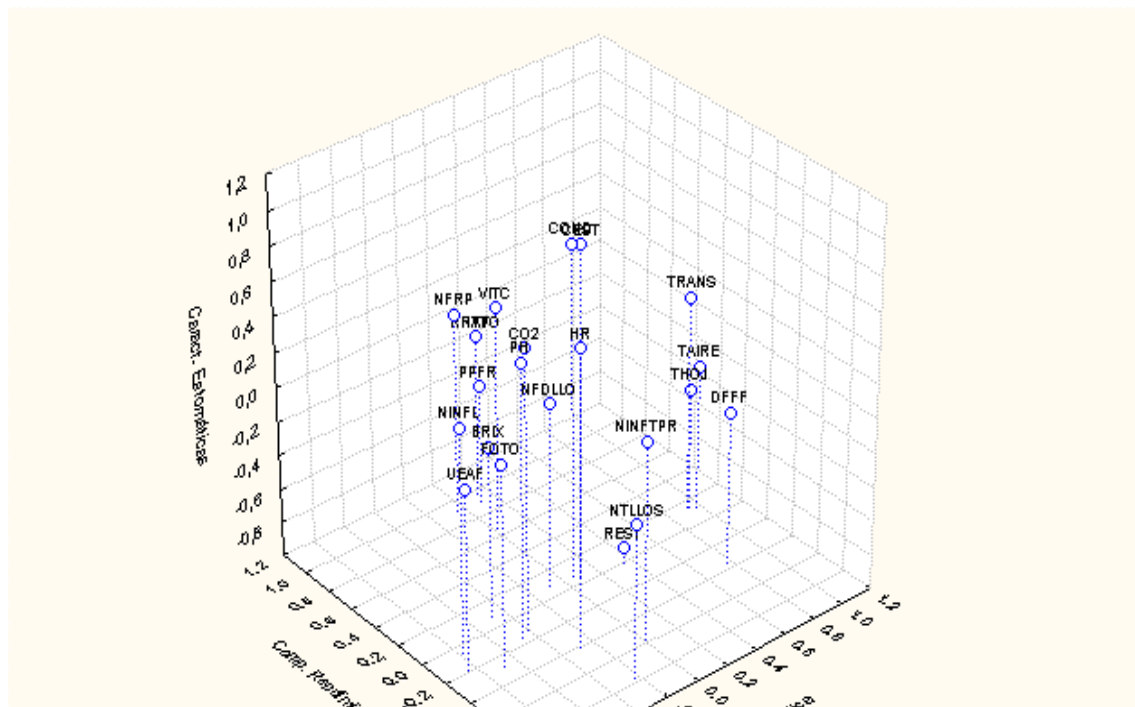


Figura 1.2. Comportamiento de las Variables de los Componentes Principales (3) para Selección de las Variables que son mas Significativas en Tomate Bajo acolchado y Bajas Temperaturas.

En la figura 2.2, como se observa los genotipos que tuvieron mayor rendimiento y además una mayor Eficiencia Fisiológica fue el F3 él más sobresaliente de todos los genotipos evaluados considerando el análisis multivariado; el genotipo D1 tuvo una buena respuesta al rendimiento pero su eficiencia fisiológica fue menor que los genotipos S1 y Z4, sin embargo el Z4 tuvo mejor eficiencia fisiológica pero menor rendimiento que el D1 y el S1 tuvo mejor eficiencia fisiológica que el D1 y Z4 pero menor rendimiento, pero sin embargo, son los mejores genotipos que se obtuvieron en este estudio. La ausencia de la correlación entre fotosíntesis y las características de rendimiento, indica que los genotipos más rendidores no son los que acumulan más fotosintetizados y el amarre y crecimiento de los frutos. Mayor fotosíntesis, puede acumular más fotosintetizados en otros órganos de crecimiento y de sostén (Pearce *et al*, 1993; Borrego, 2001)

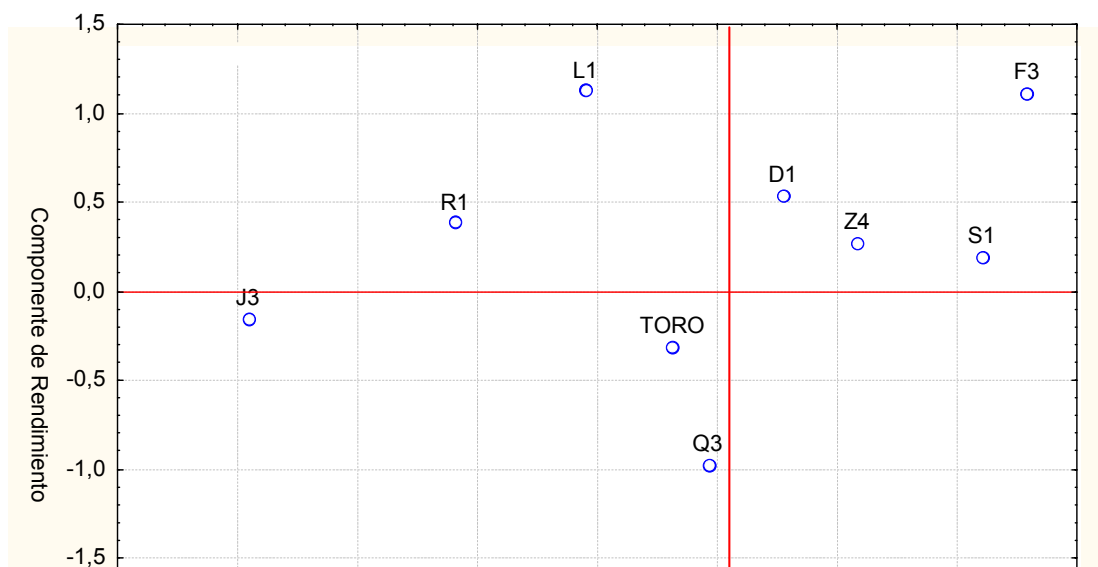




Figura 2.2. Comportamiento de los 10 Genotipos con respecto a Eficiencia Fisiológica y Rendimiento en Tomate Bajo Acolchado y Bajas Temperaturas.

## **V. CONCLUSIONES**

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo y las condiciones en las que se efectuó podemos concluir lo siguiente:

Para el Factor 1, las características del componente de “Eficiencia Fisiológica” las variables que se observaron que aportaron mas fueron: TAIR, THOJ, TRANS UEAF, y los genotipos que más sobresalieron fueron F3, S1, J3 y R1.

Para el Factor 2, que comprende el “Componente de Rendimiento” las variables que contribuyeron mas fueron NFRP, RTP, PFR, RHATO, los genotipos más sobresalientes fueron F3, L1 y D1 y al menor, fue en el RGDE, el híbrido Toro, ocupó el antepenúltimo lugar.

Para el Factor 3, que corresponde a las “Características Estomáticas” las variables de CEST, COND y REST son las que contribuyeron mas, los genotipos más sobresalientes se encontró en Z4 y L1.

El mejor genotipo que obtuvo mejores cualidades para Características de Eficiencia Fisiológica y de Rendimiento, se encontró en el genotipo F3, sin embargo los demás genotipos como el S1 y Z4 también se podrían considerar

para siguientes trabajos en búsqueda de materiales resistentes para Zonas Semiáridas.

## **VI. RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar ocho líneas experimentales de tomate sobresalientes por sus características fisiotécnicas, rendimiento y de calidad, tolerancia a diferentes enfermedades y bajas temperaturas, procedente de las cruzas iniciales entre los materiales genéticos Shady Lady, Bonita, Montecarlo, Celebrity, Sunny y Tequila F<sub>1</sub>. Las líneas se encuentran con un porcentaje de endogamia fijado de 99.21 %, con lo cual se consideran homocigotas para uno o varios caracteres; como testigos se emplearon dos materiales comerciales (Río Grande y Toro).

El presente trabajo se realizó en los lotes aledaños al invernadero 6 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). En el ciclo verano-otoño 2005. El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con 2 repeticiones y 10 tratamientos (Genotipos), con un total de 20 unidades experimentales.

Las variables evaluadas fueron fisiológicas: Fotosíntesis (PHOTO), Temperatura de la hoja (THOJ), Transpiración (TRANS), Conductancia Estomática (CEST), Conductancia Estomatal (COND), Resistencia Estomática (REST), Uso eficiente del agua (UEAF). Agroclimáticas: Intensidad luminosa

(DFFF), Temperatura del aire (TAIRE), Concentración de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>), Humedad relativa (HR). Variables Cuantitativas de Rendimiento: Rendimiento total/planta (RTP), Rendimiento en Toneladas/hectárea (RHATON), Número de frutos/planta (NFRP), Peso promedio de frutos (PPFR), Rendimiento total por parcela (RTPLC). Variable cualitativas de Rendimiento: Potencial de iones hidrógeno (pH), Concentración de azúcares (° BRIX), Vitamina C (Vit C, mg/100). Variables de Potencial de rendimiento: Número de Flores en Desarrollo (NFDLLO), Número de Inflorescencias (NINFL), Número de Inflorescencias en tallo principal (NINFTPR), Número de tallos (NTLLOS).

Para el análisis se utilizó el diseño completamente al azar para las variables de potencial de rendimiento, parámetros de rendimiento y calidad del fruto, para las variables fisiológicas y agroclimáticas se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 3 factores con arreglo de parcelas subdivididas, donde la parcela mayor son las Evaluaciones y la parcela menor son los Genotipos y dentro de esta se ubica la posición de la Hoja; y análisis multivariado de factores principales.

En las variables de potencial de rendimiento no hubo diferencia estadística en los genotipos y en la repetición, lo que nos indica que los genotipos tuvieron un mismo comportamiento, el genotipo Toro con un mayor NFDLLO de 24 y el menor fue el D1 con 12.5, el Río Grande (RGDE) tuvo 13; en la variable NINFL el genotipo que sobresalió fue el J3 con 47.5 y la menor fue el D1 con 28.5, los testigos RGDE y Toro obtuvieron 39 y 42.5 respectivamente; para la variable NINFTPR el genotipo con mayor número fue el RGDE con 12 y el menor fue el L1 con 6.5, el genotipo Toro con 8.5; la variable NTLLOS el genotipo con el valor más alto fue el Q3 con 14.5 y el menor fue el F3 con 10, el Toro y RGDE con 14 y 15.5 respectivamente.

Para las variables cuantitativas de rendimiento se observó que en la repetición no existe diferencia significativa y en los genotipos se observó diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en la variable Peso Promedio del Fruto, en la prueba de Tukey al  $p < 0.05$ , se identificaron dos grupos; los genotipos D1 y F3 con un promedio de 129.76 g y 126.85 g respectivamente, el genotipo RGDE

estuvo en el genotipo Z4 con  $4.70 \text{ cm s}^{-1}$  y la menor fue el L1 con  $2.87 \text{ cm s}^{-1}$ , las otras variables no presentaron diferencia estadística.

En el factor C, las variables que presentaron diferencia altamente significativa fue Cest, en la hoja superior con  $3.85 \text{ cm s}^{-1}$  y la menor en hoja media con  $3.30 \text{ cm s}^{-1}$ , Trans, en la hoja superior  $15.77 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y menor en la hoja media con  $14.24 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , Cond, en la hoja superior con una lectura de  $1.3 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y en la hoja media con  $1.11 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , UEAF no se encontró diferencia significativa, Rest, en la hoja inferior con  $0.6 \text{ s cm}^{-1}$  y hoja la superior con  $0.49 \text{ s cm}^{-1}$ , en la interacción de Ax C, en la variable UEAF existe diferencia significativa el genotipo que sobresalió fue el J3 con  $1.43 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ l H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y la menor eficiencia fue el S1 con  $0.72 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ l H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y diferencia altamente significativa para la variable Rest con mayor resistencia estuvo el genotipo L1 con  $0.61 \text{ s cm}^{-1}$  y el más bajo estuvo en el genotipo Z4 con  $0.44 \text{ s cm}^{-1}$ , en la interacción de Ax B x C se observa diferencia significativa en la variable Foto, con un promedio en la floración de  $7.60 \mu \text{ mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y en la fructificación con  $3.31 \mu \text{ mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

En el análisis de factores principales las variables que contribuyeron más en el factor 1 se encuentra las variables THOJ y TRANS y con signo contrario la variable UEAF, por lo que lo llamaremos "Componente de Eficiencia Fisiológica"; los genotipos que más contribuyeron fueron F3, S1, J3 y R1 En el factor 2 denominaremos las variables que sobresalen son RTP, RHATO, NFRP, PPFR, RTP por lo que este factor se denominó "Componente de Rendimiento" los genotipos que más contribuyeron fueron F3, L1 y D1 y el menor, fue el RGDE. En el factor 3 las variables que más contribuyeron fueron CEST, COND y RS los genotipos que más contribuyeron fueron en Z4 y L1.

con 70.81 g, y el Toro con 82.66 gr. En las variables NFRP, RTP, RTPARC y RHATO, no se encontró diferencia estadística significativa; en la variable de NFRP el genotipo con mas frutos fue el F3 con 9.5 y RGDE con la menor con 3.5, con temperaturas bajas que prevalecieron del mes de octubre hasta diciembre con temperaturas de 11.4 a 4.6°C; en la variable RHATO, el genotipo que obtuvo mayor rendimiento fue el F3 con 28.18 t ha<sup>-1</sup>, el L1 con 27.46 y el de menor rendimiento fue el RGDE con 7.80 t ha<sup>-1</sup>, y el Toro tuvo 16.67 t ha<sup>-1</sup>, En el análisis para las variables cualitativas de rendimiento, donde se observó que existe alta diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre los genotipos, en las variables: pH, °Brix y VitC; en la repetición se encontró diferencia significativa en la variable de pH, y no hay diferencia significativa en las variables °Brix y VITC. En el pH el genotipo que más sobresalió fue el R1 con 4.65 y el menor fue el L1 con 4.32. En la variable °Brix, los genotipos que más sobresalieron fueron el R1, Q3 y S1 con 4.8 °Brix y el menor fue el F3 con 3.8 °Brix. Para la variable Vitamina C los genotipos con más altos valores fueron D1 y Z4 con 21.8 mg 100<sup>-1</sup> g y el valor más bajo fue el Toro con 9.2 mg 100<sup>-1</sup> g

Paras las variables Agroclimáticas, las variables en las evaluaciones hubo diferencia altamente significativa, en los genotipos solo se encontró diferencia altamente significativa para la variable Taire, la temperatura mas alta estuvo en los genotipos S1 y F3 con 31.67 y 31.27 °C respectivamente y la menor en el J3 con 26.41 °C; en interacción AxB en la variable de Tair, se encontró diferencia altamente significativa y en las DFFF y CO<sub>2</sub> diferencia significativa. En el factor C y en la interacción de AxC y BxC no existe diferencia significativa en las variables.

El análisis para las variables fisiológicas, se observó que existe diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) en el factor A, para todas las variables; en el factor B, la variable que presentó diferencia altamente significativa fueron la de Thoj, el genotipo que tuvo mayor temperatura fue el S1 con 32.81°C y el menor fue el J3 con 27.15°C; en la interacción de AxB, solo presenta diferencia significativa en la variables Thoj y Trans; y diferencia significativa en Cest; en la variable Trans el genotipo que más transpiró fue el F3 con 17.19 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> y el menor fue el J3 con 12.58 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>; en la variable Cest, la mayor lectura

## LITERATURA CITADA

- Alonso, Y.L. 2004. Efecto de la Aplicación de Señalizadores del Estrés en el Contenido de Vitaminas C y Minerales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* (L.) Mill.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en Invernadero. Ediciones Mundi-Prensa.
- Bidwell R.G.S. 2002. Fisiología Vegetal. Editores AGT. México
- Bolaños A.H. 1998. Introducción a la Oleicultura. Primera Edición. San José Costa Rica.
- 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. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México
- Broschat, K.T. 1979. Principal Component Analysis in Horticultural Research. Hort Science 14(2): 114-117.
- CERISOLA C. I. 1994. CULTIVO EN INVERNADERO 3ª EDICIÓN, EDICIONES MUNDI-PRENSA. ESPAÑA.
- COOMBS J., D.O HALL, S.P. LONG, J.M.O. SCURLOCK. 1988. TÉCNICAS EN FOTOSÍNTESIS Y BIOPRODUCTIVIDAD. UNEP. COLPOS. CHAPINGO EDO. MÉX. MÉXICO.

CHECHETKIN, A.B., V.I. VORONISNSKI, G.G. PORUSAY, 1984, PRACTICAS DE BIOQUÍMICA DEL GANADO Y AVES DE CORRAL. ED. MR. MOSCU.

DELGADO, Z.C. 2002. CLASIFICACIÓN DE GENOTIPOS (PROGENITORES Y CRUZAS) DE TOMATE (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) PARA CARACTERÍSTICAS FISIOTÉCNICAS POR MÉTODOS MULTIVARIADO. TESIS DE LICENCIATURA. UAAAN. SALTILLO. COAHUILA. MÉXICO.

Domínguez A.V. 1997, Tratado de Fertilización. Tercera Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España.

Elizande R. 2002. Comisión para la Investigación y Defensa de las Hortalizas. (CIDH). [Http://www.org.mx/accidh.php](http://www.org.mx/accidh.php)

Gil V.I; Hernández O.J; Bastida T.A.; Miranda V.I.; y Reyes R.D.S. 1997. Manual Practico de Producción de Jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Hidropónico bajo Invernadero. Publicaciones ACRIBOT. UACH. Mexico.

Godshalk, B.E. and Timothy, H.D. 1988. Factor and Principal Component Analysis as Alternative to Index Selection. *Theor. Appl. Genet.* 76:395-360.

Hay, R.K.M. and A.J. Walker. 1989. An introduction to the Physiology of Crop Yield. Long man Scientific & Technical. New York. USA.

<http://www.agroenmexico.com.mx/cgi-bin/modules.php?name=News&file=article&sid=1374>

[http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/revistas/r\\_31/cadenas/tomate\\_indus.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/revistas/r_31/cadenas/tomate_indus.htm)

<http://www.infoaserca.gob.mx/mexbest/solucionesdrc/solucionesmar2005.pdf>

LESKOVAR, D.I. 2001. PRODUCCIÓN Y ECOFISIOLOGÍA EL TRASPLANTE HORTÍCOLA. PRIMER SIMPOSIO NACIONAL; TÉCNICAS MODERNAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE, PAPA Y OTRAS SOLANÁCEAS. UAAAN. SALTILLO. COAHUILA. MÉXICO.

Martínez, F. P. 1999. Selección Fisiotécnica de Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México.

Montesinos, C. A. 2001. Fotosíntesis y otros Parámetros Fisiotécnicos en 15 Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México.

Nuez F. 1995. El Cultivo de Tomate, AEDOS,A. Madrid España.

Pearce, B.D., R.I. Grange and K. Hardwick. 1993. The Growth of Young Tomato Fruit. I. Effect of Temperature and Irradiance on Fruit Grown Under Controlled Environments. Journal of Horticultural Science 68(1):1-11.

Pérez, G.M., Márquez S.F., Peña L.A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. UACH Chapingo. Mexico.

Polley, H.W. 2002. Implications of Atmospheric and Climatic Change for Crop Yield and Water Use Efficiency. Crop Sci. 42:131-140.



Rencher, A. C. 1995. Methods of Multivariate Analysis. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.

Rodríguez R.R., J. Tabares, 1997. Cultivo Moderno del Tomate. Edición Mundi-prensa. Madrid España.

Rojas G.M., Rovalo, M.M. 1986. Fisiología Vegetal Aplicada. Cuarta Edición. Editorial Interamericana MCGRAW-HILL. Impreso en México.

Salisbury, B.F. y W.C. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C.V. México, D.F. pp. 759.

Sánchez, A. D. 2003. Selección de Progenies de Tomate Tolerantes a la Enfermedad del Tizón Temprano (*Alternaria solani*) y de Alta Eficiencia Fisiotécnica. Tesis de Maestro en Ciencias. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México.

Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación(SAGARPA)  
<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html>

Serrano C.Z., 1994. Construcción de invernaderos. Editorial Mundi-Prensa Madrid

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados [http://www.info\\_sniim@economia.gob.mx](http://www.info_sniim@economia.gob.mx)

Stanhill, G. 1986. Water Use Efficiency. Adv. Agron. 39:53-86

Trinidad. C.M. 2003. Variabilidad en Genotipos (Progenitores, Cruzas y Progenies) de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Para Características de Rendimiento, Fisiotécnicas y Tolerantes al Tizón. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena Vista, Saltillo, Coahuila. México.

Valadéz L.A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México.

### APÉNDICE.

Cuadro A1. Medias para la Variables de Potencial de Rendimiento de Tomate

Genotipo	NFDLLO	NINFL	NINFTPR	NTLLOS
J3	16	47.5	10	13
R1	17.5	42.5	10	11.5
Q3	17.5	40	11	14.5
Toro	24	41	8.5	14
L1	16.5	43	6.5	12.5
D1	12.5	28.5	9.5	13.5
S1	18	32.5	9.5	10.5
F3	17	33.5	10	10
RGDE	13.5	36	12	15.5
Z4	16.5	41.5	10	12.5
Media	16.9	38.6	9.7	12.75

Cuadro A2. Medias para la Variables de Rendimiento Cuantitativo de Tomate

Genotipo	NFRP	RTP	PPFR	RTPARC	RHATO
J3	7.6 A	678.7 A	90.72 AB	2036 A	15.66 A
R1	8.8 A	997.7 A	113.09 AB	2993 A	23.02 A
Q3	7.15 A	608.3 A	87.99 AB	1825 A	14.03 A
Toro	8.95 A	722.7 A	82.66 AB	2168 A	16.67 A
L1	9.1 A	1190.3 A	129.76 A	3571 A	27.46 A

D1	8.45 A	1004.7 A	115.55 AB	3014 A	23.18 A
S1	8.15 A	892 A	108.1 AB	2676 A	20.58 A
F3	9.5 A	1221.3 A	126.85 A	3664 A	28.18 A
RDGE	3.5 A	338.3 A	70.81 B	1015 A	7.80 A
Z4	8.95 A	950.3 A	94.07 AB	2851 A	21.9 A

Cuadro A3. Medias para la Variables de Rendimiento Cualitativas de Tomate.

Genotipo	pH	° Brix	Vit c
J3	4.56 ABC	4.6 AB	20.6 AB
R1	4.65 A	4.8 A	14.2 BCD
Q3	4.41 BCD	4.8 A	11.8 BC
Toro	4.40 BCD	4.3 AB	9.2 D
L1	4.32 D	4.6 AB	19.4 AB
D1	4.41 BCD	4.2 AB	21.8 A
S1	4.43 BCD	4.8 A	16.5 ABC
F3	4.34 ABCD	3.8 B	20.2 AB
RDGE	4.45 ABCD	4 AB	11.7 BC
Z4	4.58 AB	4.4 AB	21.8 A

Cuadro A4. Medias de las Evaluaciones de Tomate.

	DFFF	Taire	Thoj	CO <sub>2</sub>	HR	Foto	Cest	Trans
Floración	1019.57 B	29,18 B	31.51 A	405.06 B	48.46 B	7.60 A	1.29 B	11.82 B
Fructificación	1330.65 A	29,82 A	29.75 B	430.26 A	67.19 A	3.31 B	5.86 A	18.19 A

Cuadro A5. Medias de la posición de la hoja de Tomate.

	DFFF	Taire	Thoj	CO <sub>2</sub>	HR	Foto	Cest	Trans
Superior	1196.19 A	29.53 A	30.6 A	417.32 A	58.07 A	5.59 A	3.85 A	15.77 A
Media	1154.02 A	29.48 A	30.66 A	418.00 A	57.58 A	5.32 A	3.30 B	14.24 B

Cuadro A6. Medias de Variables Agroclimaticas y Fisiológicas de Tomate

Genotipos	DFFF	Taire	Thoj	CO <sub>2</sub>	HR	Foto	Cest	Trans	UEAF
J3	1047,4 A	26,4125 D	27.15 E	426,128 A	59,294 A	6,2363 A	3,7425 AB	12,585 C	1,4363 A
R1	1161,4 A	28,0425 C	29.22 D	416,624 A	58,346 A	6,0113 A	3,3638 AB	13,57 BC	1,2275 A
Q3	1218,4 A	29,205 B	30.53 C	416,935 A	58,754 A	5,63 A	3,6738 AB	14,7275 ABC	1,08 AB
Toro	1144,1 A	29,0738 BC	30.25 CD	414,816 A	56,981 A	5,6313 A	3,7025 AB	14,8825 ABC	1,0575 A
L1	1070,8 A	29,4313 B	30.98 C	414,503 A	56,411 A	5,0913 A	2,87 B	14,2613 ABC	0,9863 A
D1	1240,6 A	29,825 B	31.08 C	415,403 A	56,241 A	5,9738 A	3,6425 AB	15,165 ABC	1,185 A
S1	1252,2 A	31,6788 A	32.81 A	420,135 A	58,065 A	4,0175 A	3,0713 B	15,7575 AB	0,7263 A
F3	1193,1 A	31,2738 A	32.47 AB	414,379 A	56,764 A	4,9075 A	3,7988 AB	17,1913 A	0,8775 A

RDGE	1251,8 A	30,125 B	31.2 BC	416,39 A	58,043 A	5,665 A	3,2225 AB	15,2438 ABC	1,0663 A
Z4	1171,3 A	30,0063 B	30.63 C	421,329 A	59,388 A	5,435 A	4,7075 A	16,715 A	0,9325 A