

**FORMACIÓN Y SELECCIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA  
TOLERANTES A ALTAS TEMPERATURAS Y DE ALTA EFICIENCIA  
FISIOTÉCNICA EN INVERNADERO Y CAMPO**

**CRISTINA PATRICIA AGUILAR ARANDA**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO**



**Universidad Autónoma Agraria  
“Antonio Narro”**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**DICIEMBRE DE 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**FORMACIÓN Y SELECCIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA  
TOLERANTES A ALTAS TEMPERATURAS Y DE ALTA EFICIENCIA  
FISIOTÉCNICA EN INVERNADERO Y CAMPO**

**T E S I S**

**Por**

**CRISTINA PATRICIA AGUILAR ARANDA**

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como  
requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO**

**COMITÉ PARTICULAR**

Asesor principal:

\_\_\_\_\_  
**Dr. Fernando Borrego Escalante**

Asesor:

\_\_\_\_\_  
**Dr. Víctor Manuel Zamora Villa**

Asesor:

\_\_\_\_\_  
**Dra. María Margarita Murillo Soto**

Asesor:

\_\_\_\_\_  
**Dr. Adalberto Benavides Mendoza**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Jerónimo Landeros Flores**  
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2008.

## **AGRADECIMIENTOS**

- **Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología “CONACYT” por darme la oportunidad de seguir mis estudios profesionales y apoyar mi superación así como el apoyo económico brindado para la realización de Investigación y mis estudios de postgrado.**
- **Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología “COECYT” por el apoyo económico para el finiquito de este trabajo como parte del proyecto de Investigación.**
- **A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por la Oportunidad otorgada de superación.**
- **Al Dr. Fernando Borrego, por su asesoría, paciencia, colaboración, confianza y comentarios para enriquecer y llevar a cabo el presente trabajo de Investigación.**
- **Al comité de asesores:**
  - **Dra. Margarita Murillo, Dr. Víctor M. Zamora Villa, Dr. Adalberto Benavides por su colaboración, apoyo, tiempo, disponibilidad y por las sugerencias para realizar la presente investigación.**
- **A Ing. Lourdes Hernández por su amistad, apoyo, colaboración y las facilidades concedidas en el uso de laboratorio en días y horas inhábiles, para la realización de trabajo en laboratorio y campo.**

- **A los maestros de los diferentes cursos y áreas de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**
- **A todos mis compañeros y amigos que en mi estancia en la Universidad me brindaron su apoyo, por todo lo que compartimos y convivimos.**
- **A mi grupo de amigas, que han contribuido de alguna manera alentándome y estando ahí cuando se necesito, gracias.**

## DEDICATORIA

**A mis Padres:**

**Josefina Aranda y José Andrés Aguilar, por todo el amor, palabras de aliento en todo momento, paciencia y por creer en mi, ya que con su gran amor son la base de mi esfuerzo.**

**A mis hermanos:**

**Azucena, Andrés y Daniel, quienes por su espíritu de lucha por sobresalir me alentaron y apoyaron a no quedarme atrás.**

**A mi Abuela y Tíos:**

**Felicitas de Alba, por tus constantes bendiciones.**

**Rosa Linda, Ángeles y Antonio Aranda, por los consejos, palabras de motivación y apoyo así como por sus constante preocupaciones, Gracias.**

**Rocío Aranda; por tu amistad por estar siempre pendiente, consejos, por toda tu ayuda brindada desde siempre GRACIAS.**

**Ma. De la Luz, Francisca Aguilar por estar siempre conmigo.**

**Gracias por ayudarme a lograrlo.**

**Amiga Gloria gracias por tus palabras..... *Con gran esfuerzo y ayuda de Dios los sueños se cumplen...en cualquier momento.***

## COMPENDIO

### FORMACIÓN Y SELECCIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA TOLERANTES A ALTAS TEMPERATURAS Y DE ALTA EFICIENCIA FISIOTÉCNICA EN INVERNADERO Y CAMPO

Por

CRISTINA PATRICIA AGUILAR ARANDA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE DE 2008.

Dr. Fernando Borrego Escalante---Asesor---

**Palabras clave:** Híbridos, Tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., Tolerancia, Alta temperatura, Eficiencia fisiotécnica.

Los objetivos de esta investigación fueron: 1). Obtener híbridos de tomate entre líneas y genotipos superiores, con tolerancia a altas temperaturas, utilizando parámetros fisiotécnicos y de calidad. 2) Así como determinar los genotipos sobresalientes basado

en análisis de componentes principales, 3) Su adaptación en los ambientes de evaluación por el comportamiento fisiotécnico y estabilidad. El material genético utilizado ha sido obtenido por medio de cruzamientos dirigidos, los progenitores utilizados son líneas generadas en la UAAAN por parte del programa de mejoramiento fisiotécnico del Departamento de Fitomejoramiento en la Universidad, procedentes de cruza iniciales de los materiales genéticos Shady Lady, Bonita, Montecarlo, Celebrity y Sunny, y materiales comerciales. Estos materiales fueron evaluados en tres localidades contrastantes: Providencia Coah, Rancho Nuevo, Ramos Arizpe Coahuila y Buenavista Saltillo Coah., la primera localidad en invernadero, las dos siguientes bajo condiciones de campo.

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con 2 repeticiones para las evaluaciones en campo, mientras que en los trabajos de laboratorio se empleó el mismo diseño con 3 repeticiones. La parcela experimental consistió en cuatro surcos de 28 m, una distancia entre surcos de 1.30 cm, , en la localidad Buenavista. Cinco surcos de 40 m, una distancia entre surcos de 1.80 cm en la localidad Providencia. Para la localidad Rancho Nuevo siete surcos de 200 m, una distancia entre surco de 1.80 cm y una distancia entre plantas a 30 cm, para las tres localidades Para las variables agroclimáticas y fisiológicas, se utilizó el Fotosintetómetro portátil LI-6200 (LI-Cor, Inc, Nebraska, USA). Con una sola toma de datos, que fueron tomados en el estrato medio de la planta, dos repeticiones, estos datos fueron tomados a medio día. Las variables que se consideraron en campo fueron: Variables de Rendimiento (cuantitativas): Número de

Cortes (NC), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Peso (PESO), Número de Frutos (NOFRUT), Peso Promedio de Fruto (PPF), Rendimiento (REND). Agroclimáticas: Luz Incidente (DFFF) en  $\mu\text{mol}$  de Fotones  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Concentración de  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2$ ) en ppm, y temperatura del Ambiente circundante a la hoja (TAIR) en  $^{\circ}\text{C}$  y Humedad Relativa (HR) en %. Fisiológicas: Fotosíntesis (FOTO) en  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Conductancia Estomatal (CE) en  $\text{mol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Uso Eficiente del Agua Fisiológico (UEAF) en  $\text{g} \text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  por  $10 \text{L} \text{H}_2\text{O} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Temperatura de la Hoja (THOJA) y Transpiración (TRANS) en  $\text{mol} \text{H}_2\text{O} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Fenológicas: Días a primer corte (DPC), Días a último corte (DUC) y Días en cosecha (DEC). Bajo un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones y el mismo diseño con tres repeticiones para las variables de Rendimiento (cualitativas): Color (COLOR), Grados Brix (GBRIX), Potencial de Iones de Hidrógeno (pH), Vitamina C (VITC) y Licopeno (LICOP).

Se realizó Análisis de varianza combinado a través de localidades y en las variables que presentaron interacción Genotipo – Ambiente, se realizó Análisis de Estabilidad. Así mismo, se realizó Análisis de Componentes Principales y Análisis de Conglomerados.

El ambiente providencia obtuvo el mayor rendimiento con  $96 \text{t ha}^{-1}$ , siendo los genotipos más sobresalientes: Q3 x R1 y S1 x L1. Se presentó adaptación a los tres ambientes de evaluación; considerando que los mejores materiales que se expresaron de manera general fueron los genotipos; S1 x L1, Z4 x Q3, R1, Q3, Q3 x R1 y F3, estos materiales presentaron un rendimiento superior a las 50 toneladas por hectárea. Obteniéndose también buena respuesta a las características de calidad, fenológicas y fisiológicas.



Se pudo obtener el 89% de la variación con el uso de la extracción de factores principales con siete componentes principales, obteniéndose así las variables de interés y genotipos más sobresalientes.

Con el uso del Análisis Cluster fue posible el dendograma que nos permitió identificar la agrupación de los materiales en base a sus características similares, ya que permite la búsqueda de nuevos cruzamientos emparentados. El análisis de parámetros de estabilidad muestra que los genotipos R1 y S1 x L1 obtuvieron rendimientos altos y estables a través de los ambientes, siendo Providencia el mejor para el desarrollo de las variables NC, REND y UEAF. No se obtuvo genotipo que mostrara estabilidad para todas las características evaluadas

## ABSTRACT

By

CRISTINA PATRICIA AGUILAR ARANDA

MASTER OF SCIENCE IN PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. MAY 2008.

**Key words:** Hybrids, Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill., Tolerance, High temperature, Physiotechnical Efficiency

The objectives of this research were: 1).- To obtain tomato hybrids from superior lines, 2).- To determine the physiotechnic and establiity behavior of the genetic materials of tomato in environment evaluation 3).- Selection of superior genotypes, with the use of Principal Components Analysis 4).- To define on the basis of cluster analysis the groups of similar genotypes based on the average of evaluated variables from three environments. The genetic material used was obtain by directed crosses; the parent lines used were generated in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Antonio Narro Autonomous Agrarian University) by the Physiotechnical Breeding Program of the Plant Breeding Department of the University, coming from initial crosses of the genetic materials Shady Lady, Bonita, Montecarlo, Celebrity and Sunny, and commercial material. The

genotypes in study were evaluated en three contrasting localities: Providencia, Rancho Nuevo, Ramos Arizpe Coah., and Buenavista Saltillo, Coahuila, México. The first locality in greenhouse, and the other two on field. Randomized complete block design was used with 2 replications for field evaluations, whereas in the work the same design with 3 replications was used. the experimental parcel consisted of four rows of 28 m, distance between rows 1,30 m, in Buenavista locality. Five rows of 40 m, distance between rows 1.80m in Providency locality. For Rancho Nuevo locality seven rows of 200 m, distance between rows 1,80 m and for the three localities distance between plants .30 m. A photosynthesis portable system LI-6200 (LI-Cor, Inc, Nebraska. USA) was used to measure agroclimatic and Physiotechnical variables. Whit a single data taking at noon, on the plant middle layer, with two replications. The variables considered for field were: Yield Variables (quantitative): Cut Number (NC), Polar Diameter (DP), Equatorial Diameter (DE), Weight (PESO), Fruit Number (NF), Fruit Mean Weight (PPF), Yield in t ha<sup>-1</sup> (REND). Agroclimatics: Incidence Light (DFFF) in  $\mu\text{mol}$  of photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, Concentration of CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>) in ppm, leaf boundary Environment Temperature (TAIR) in °C and Relative Humidity (RH) in %. Physiologicals: Photosynthesis (FOTO) in  $\mu\text{mol}$  of CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, Stomatal Conductance (CE) in mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, Physiological Water Use Efficiency (UEAF) in g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> by 10 L H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, Leaf Temperature (THOJA) in °C and Transpiration (TRANS) in mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Phenologicals: Days to First Cut (DPC), Days to Last Cut (DUC) and Days in Harvest (DC). The same design with 3 replications for Yield Variables (qualitatives): Color (COLOR), Brix degrees (BRIX), Hydrogen Ions

Potential (pH), Vitamin C (VITC) and Lycopene (LICOP). Variance Combined Analysis was done through localities, and in the variables that presented Genotypes- Environment interaction, Analysis of satability, also, Principal Components Analysis and Cluster Analysis were used.

In phonological variables were obtained precocity genetic materials in open field, obtaining in this way an early production.

Environment Providencia had the higher yield with  $70 \text{ t ha}^{-1}$ , being the superior genotypes: Q3xR1 y S1xL1. Adaptation to three evaluation environments appeared; the best genetic materials than expressed in a general way were the genotypes S1xL1, Z4xQ3, R1, Q3, Q3xR1 and F3, with a yield superior to  $50 \text{ t ha}^{-1}$ . Obtaining also a good answer to quality, phenological and physiological characteristics.

89% of the variation was obtain with the use of the extraction of principal factors with seven principal components could be obtained, obtaining therefore the variables of more interest and superior genotypes.

With Cluster Analysis was possible to build a dendogram that allowed us to identify the grouping of genetic material on the basis of similar characteristics, since it allows to search of new no related mating. Stability Parameters Analysis show that genotypes R1 and S1xL1 had high stable yields across the environments, being Providencia the best for the variables expression NC, REND and UEAF. There were no genotypes that showed stability for all the evaluated characteristics.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Generalidades.....	5
2.2 Mejoramiento del Tomate.....	6
2.3 Aspectos fisiológicos.....	7
2.3.1 Fotosíntesis y conductancia estomática.....	7
2.3.2 Transpiración.....	10
2.3.3 Uso eficiente del agua.....	11
2.4 Variables Agroclimáticas.....	12
2.4.1 Temperatura.....	12
2.4.2 Humedad Relativa.....	15
2.4.3 Concentración de CO <sub>2</sub> .....	15
2.5 Aspectos cualitativos.....	16
2.5.1 pH.....	17
2.5.2 Sólidos solubles y Grados Brix.....	18
2.5.3 Vitamina C.....	19
2.5.4 Color.....	19
2.5.5 Análisis de Componentes Principales.....	20
2.5.6 Análisis Conglomerados.....	21
2.5.7 Parámetros de estabilidad.....	21

III. MATERIALES Y METODOS.....	24
3. 1 Localidades de estudio.....	24
3. 2 Material genético.....	25
3. 3 Manejo agronómico.....	25
3. 3. 1 Siembra.....	25
3. 3. 2 Establecimiento del experimento.....	26
3. 4 Manejo del cultivo.....	27
3. 4. 1 Transplante.....	27
3. 4. 2 Fertilización.....	27
3. 4. 3 Riegos.....	28
3. 4. 4 Podas.....	28
3. 4. 5 Entutorado.....	28
3. 4. 6 Cosecha.....	29
3. 5 Variables evaluadas.....	29
3. 6 Toma de datos.....	30
3. 6. 1 Datos fisiológicos.....	30
3. 6. 2 Datos fenológicos.....	30
3. 6. 3 Datos de rendimiento.....	31
3. 7 Pruebas de laboratorio.....	31
3. 7. 1 Grados Brix y pH.....	32
3. 7. 2 Vitamina C.....	32
3. 7. 3 Licopeno.....	33
3. 7. 4 Color.....	33
3. 8 Diseño experimental.....	34
3. 9 Análisis Combinado sobre Localidades.....	35
3. 10 Análisis Componentes Principales.....	35
3. 11 Análisis de Correlaciones.....	37
3. 12 Análisis de Conglomerad.....	38
3. 13 Prueba de Tukey .....	38
3. 14 Análisis de parámetros de Estabilidad.....	38

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4. 1 Evaluación Análisis combinado.....	40
4. 1.1 Análisis de varianza para variables fenológicas.....	40
4. 1.2 Análisis de varianza para variables cuantitativas de rendimiento.....	44
4. 1.3 Análisis de varianza para variables agroclimáticas.....	49
4. 1.4 Análisis de varianza para variables fisiológicas.....	53
4. 1.5 Análisis de varianza para variables cualitativas de rendimiento.....	59
4. 2 Análisis de Interacción Genotipo x Ambiente.....	66
4. 3 Análisis de Componentes Principales.....	77
4. 4 Análisis Conglomerados.....	83
V. CONCLUSIONES.....	85
VI. RESUMEN.....	87
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	90

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1	Descripción de materiales genéticos de tomate bola ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).....	26
Cuadro 4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables fenológicas de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.....	41
Cuadro 4.2	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables de rendimiento de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.....	48
Cuadro 4.3	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado en las variables agroclimáticas de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.....	50
Cuadro 4.4	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables fisiológicas de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.....	56
Cuadro 4.5	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables de calidad de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.....	61
Cuadro 4.6	Cuadrados medios del análisis de varianza y de Parámetros de Estabilidad para diferentes variables de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.....	67
Cuadro 4.7	Rendimiento promedio en parámetros de estabilidad en genotipos de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.....	68
Cuadro 4.8	Clasificación de genotipos de tomate bola en parámetros de estabilidad evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006	69
Cuadro 4.9	Análisis de componentes principales (eigenvalores) entre variables fisiológicas, fenológicas y de rendimiento, evaluados en tres ambientes.....	77
Cuadro 4.10	Contribución relativa de cada variable en siete componentes principales, en genotipos de tomate bola, evaluadas en tres ambientes.....	79



Cuadro 4.11	Comportamiento de genotipos de tomate bola para los componentes principales.....	80
Cuadro 4.12	Calificación final de los genotipos de tomate bola, en base a características fenológicas, fisiológicas y de rendimiento en tres ambientes de evaluación.....	83

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 4.1	Comparación de medias para las variables fenológicas de genotipos de tomate bola por ambiente de evaluación.....	42
Figura 4.2	Comportamiento fenológico de genotipos de tomate bola en tres ambientes de evaluación.....	43
Figura 4.3	Comportamiento de las variables cuantitativas de rendimiento en genotipos de tomate bola, por ambiente de evaluación.....	45
Figura 4.4	Comportamiento de genotipos de tomate bola con las variables REND, FOTO Y TRANS, promedio de los tres ambientes de evaluación.....	47
Figura 4.5	Comportamiento de las variables cuantitativas de rendimiento en genotipos de tomate bola, promedio de los tres ambientes de evaluación.....	47
Figura 4.6	Comportamiento de las variables Agroclimáticas TAIR Y HR en genotipos de tomate bola, promedio de los tres ambientes de evaluación.....	51
Figura 4.7	Comportamiento de las variables Agroclimáticas DFFF Y CO <sub>2</sub> en genotipos de tomate bola, promedio de los tres ambientes de evaluación.....	51
Figura 4.8	Comportamiento de genotipo de tomate bola con variables REND, TAIR Y THOJA, promedio de los tres ambientes de evaluación....	52
Figura 4.9	Comportamiento de variables fisiológicas en genotipos de tomate bola por ambiente de evaluación.....	55
Figura 4.10	Comportamiento de variables fisiológicas, Resistencia y Conductancia Estomática de genotipos de tomate bola por ambiente de evaluación.....	55
Figura 4.11	Comportamiento de genotipos de tomate bola de las variables Fotosíntesis, Uso eficiente del Agua y Rendimiento, promedio de	

	los tres ambientes de evaluación.....	58
Figura 4.12	Comportamiento de genotipos de tomate bola de las variables Transpiración, Fotosíntesis y Uso eficiente del Agua, promedio de los tres ambientes de evaluación.....	59
Figura 4.13	Comportamiento de las variables de rendimiento cualitativo en genotipos de tomate bola, por ambiente de evaluación.....	61
Figura 4.14	Comportamiento de las variables cualitativas de rendimiento en genotipos de tomate bola, promedio de tres ambientes de evaluación.....	67
Figura 4.15	Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica Días a Primer Corte (DPC).....	70
Figura 4.16	Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica Número de Cortes (NC).....	71
Figura 4.17	Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Fotosíntesis (FOTO).....	72
Figura 4.18	Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Uso eficiente del agua (UEAF)	73
Figura 4.19	Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Vitamina C (VIT C).....	74
Figura 4.20	Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Licopeno (LICOP).....	75
Figura 4.21	Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Rendimiento (REND).....	76
Figura 4.22	Comportamiento de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, considerando el componente tres y cuatro.....	81
Figura 4.23	Comportamiento de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, considerando el componente uno y cuatro.....	82
Figura 4.24	Dendograma de genotipos de tomate bola, mediante Análisis Cluster, evaluados en tres ambientes.....	84

## INTRODUCCIÓN

Por la demanda que tiene en el mercado local, nacional y mundial el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas de mayor importancia, por la superficie cultivada, por su sabor y alto valor nutritivo, ya que es rico en vitamina C, A, B y B<sub>12</sub>, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio (Carrillo *et al.*, 2003).

El tomate es el principal producto de exportación de México, por ser una de las hortalizas que genera mas divisas para el país, pues más del 30% de la producción nacional se exporta (Hernández, 2004). México ocupa el 3er lugar a nivel mundial como País exportador, siendo Sinaloa el principal estado productor de esta hortaliza por excelencia.

En México, se produce en los ciclos agrícolas otoño-invierno y primavera-verano. La gran variedad de condiciones en las que se cultiva esta hortaliza ha llevado a desarrollar una notable diversidad de técnicas y a crear cultivares adaptados a condiciones que en muchas ocasiones son poco favorables (Santiago, 1995).

La producción total mexicana de tomate para agosto del 2007 fue de 1,270,208 toneladas, con un rendimiento promedio de 35 toneladas por hectárea (SAGARPA, SIAP, 2007)

Durante estaciones cálidas la planta se somete a temperaturas extremas que ocasionan trastornos en el proceso fisiológico de la planta, tales como aborto de flores y reducción en los racimos, teniendo como consecuencia una baja en la producción, por lo que, se realizan estudios para la obtención de materiales genéticos superiores con resistencia a altas temperaturas (Sasaki *et al.*, 2005).

Debido a la influencia desfavorable de los extremos climáticos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de muchas especies, entre ellas el tomate, el productor se ha visto obligado por una parte a la búsqueda de cultivares con adaptación a altas temperaturas y por la otra a la diversificación de los métodos de cultivo para modificar favorablemente el microclima (Rodríguez, 2004).

La creación de nuevas variedades es una actividad de enorme trascendencia para el desarrollo agrario, gracias a eso es posible resolver un gran número de problemas agrícolas (Villareal, 1999). El mejoramiento genético de tomate en México se encuentra orientado principalmente a desarrollar de manera constante nuevas y mejores variedades, de mayor rendimiento, tolerancia y resistencia a condiciones ambientales adversas, plagas y enfermedades (Rodríguez *et al.*, 2005).

Se tienen pocos avances en la formación de variedades orientadas para la producción en el Norte de México, por lo que se tiene que recurrir a la siembra de cultivares extranjeros cuyo costo es alto, además difieren en adaptación, productividad, resistencia a factores bióticos, abióticos, y calidad. Para tener mayores posibilidades de éxito, el mejorador puede utilizar instrumental científico avanzado, que permita

discriminar genotipos con variables difíciles o imposible de tomar con la metodologías tradicionales como el de la fotosíntesis, Conductancia estomatica, Transpiración y Uso eficiente del Agua etc.

En base a la importancia del cultivo y la problemática existente, se planteó la realización de la presente investigación, basado en un enfoque hacia la productividad, rendimiento de los genotipos de tomate que sobresalgan en base a el siguiente objetivo:

### **1.1. Objetivo**

1. Obtener híbridos de tomate, entre Líneas y genotipos superiores, con tolerancia a altas temperaturas, utilizando parámetros fisiotécnicos y de calidad.

#### **Objetivos específicos:**

1. Formación de híbridos de Tomate a partir de líneas sobresalientes.
2. Detrminar el comportamiento fisiotécnico y estabilidad de los materiales genéticos de tomate en tres ambientes de
3. Selección de genotipos sobresalientes, con el uso de Análisis de Componentes principales .
4. Definir en base al análisis de Conglomerados los grupos de genotipos similares basados en las variables evaluadas promedio de tres ambientes.

### **1.3. Hipótesis.**

1. Los parámetros fisiotécnicos y de calidad y su evaluación multivariada coadyuvan a efectuar una selección de materiales genéticos mas eficientes por su tolerancia a altas temperaturas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) perteneciente a la familia de las solanáceas, es una planta autógama que tiene su centro de origen en la costa oeste de América del Sur, desde Ecuador hasta el norte de Chile. Por sus requerimientos climatológicos es de clima templado, que requiere de condiciones favorables de temperaturas, luminosidad y una buena humedad relativa para un buen desarrollo y de esta manera obtener una producción satisfactoria; es una hortaliza de clima templado que no tolera heladas (Santiago, 1998). Sin embargo, se puede producir de manera adecuada bajo cubierta en invernadero en regiones ó temporadas de clima frío. Tiene dos tipos de crecimiento: el determinado y el indeterminado, también se clasifican por la forma del fruto que se obtiene de la planta: tomate bola, cherry y el tomate guaje (saladette), este último en algunas regiones lo producen con fines industriales, siendo también un buen producto para consumo en fresco. Cásseres (1981) menciona que el tomate es adaptable a alturas considerables y a nivel del mar. Las condiciones ambientales que más afectan al cultivo son humedad relativa, sequía, intensidad luminosa y la oscilación de temperatura.



## 2.2. Mejoramiento del Tomate.

El tomate es un modelo de mejoras espectaculares en producción y en otras características logradas por hibridación de variedades domésticas, acoplada a una inteligente manipulación de métodos de cultivo. Este cultivo ha sido de los más extensamente estudiados genéticamente, exceptuando el maíz. Prueba de ello es que en el año de 1979 ya se tenían reportados más de 970 genes. Así mismo para 1971 se formó la cooperativa de genética del tomate en la Universidad en Davis California, la cual ha proporcionado muchos avances en el mejoramiento del tomate (Pérez, 1997)

La producción a gran escala de variedades domésticas híbridas del tomate es posible gracias a que las flores son de tamaño apropiado y de fácil manipulación para la polinización y porque la producción de semillas por flor polinizada es elevada (Chávez, 1993). El uso de híbridos F<sub>1</sub> resulta muy interesante en cultivo protegido, ya que permiten, por una parte producciones más tempranas y abundantes, y por otra parte facilitan la introducción bastante rápida de resistencias a distintas enfermedades, dado que los genes más importantes son de tipo dominante.

El objetivo fundamental del mejoramiento genético es la obtención de variedades genéticamente mejoradas que causen un beneficio a los usuarios y que no incidan desfavorablemente directa o colateralmente sobre el medio natural; en el caso del tomate el programa de mejoramiento debe enfocarse sobre la resistencia a factores limitantes (bióticos y abióticos), calidad (Vitamina C, Licopeno), rendimiento y otras características de interés para el mejorador, por lo que se debe de buscar el mejoramiento de un conjunto de caracteres de interés que estén asociados al rendimiento (Allard, 1995). Los híbridos F<sub>1</sub> se justifican en el tomate por un cierto

número de ventajas que presentan con relación a las variedades ya establecidas: Manifiestan un cierto efecto de heterosis; permiten acumular muy rápidamente cualidades como precocidad, forma y tamaño del fruto así como de resistencia a enfermedades del cultivo.

### **2.3. Aspectos fisiológicos.**

#### **2.3.1. Fotosíntesis y Conductancia estomática**

La luz juega dos roles en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Primero, constituye la fuente de energía para el proceso de fotosíntesis, en el cual el carbono atmosférico es fijado en carbohidratos y finalmente en compuestos orgánicos. Segundo, regula el desarrollo vegetativo y reproductivo. Las mediciones de luz incluyen la cantidad, calidad, duración, é intensidad.

Todas las partes de la planta que contienen clorofila son capaces de efectuar fotosíntesis. Russildi (1981) describe que la fotosíntesis es un proceso bioquímico donde las plantas transforman la energía del sol en energía química para realizar los procesos metabólicos. La energía que llega en forma de radiación solar, se absorbe por las plantas y por medio del proceso de fotosíntesis, se producen compuestos orgánicos que al oxidarse por la respiración celular, producen energía química. Ya transformada en energía química quedará disponible para las plantas (Garden y Barden, 1984). Los principales factores que modifican el proceso fotosintético son el CO<sub>2</sub>, la temperatura y la luz (Rojas y Robalo, 1993).

La fotosíntesis es un proceso complejo que funciona con la interacción de varios factores ambientales externos é internos de la planta, así como la cantidad de luz (Papadópulos y Douglas, 1988).

Martínez (1998) en su trabajo de selección fisiotécnica de genotipos sobresalientes de tomate, encontró que la mayor actividad fotosintética se obtuvo en la etapa fenológica de fructificación en horas de la mañana y mediodía, del mismo modo Montesinos (2001) establece que la mayor actividad fisiológica (fotosíntesis) de la planta se encuentra en etapas tempranas de su fenología.

Páez *et al.*, (2000) encontraron en estudio de planta puestas a sol y sombra, que la tasa neta de fotosíntesis y la velocidad de transpiración fueron significativamente mayores en las plantas que crecieron bajo luz solar total que en plantas crecidas con sombreado.

En estudio realizado en algodón afectado por mosca blanca, encontraron disminución en fotosíntesis de 50%, en 60 días posteriores a la siembra; esta reducción se encuentra relacionada con la disminución de clorofila en las hojas, lo que indica que las infestaciones perjudican la reacción fotoquímica de la fotosíntesis en la planta de algodón (Tung *et al.*, 1999). Cruz *et al.*, (2005) encontraron que la tasa de fotosíntesis del dosel en plantas de chile morrón en altas densidades, fué mayor en las plantas manejadas a densidades de 14 plantas m<sup>-2</sup> y despuntadas, debido al alto índice de área foliar que condujo a un mayor porcentaje de intercepción de radiación fotosintéticamente activa por el dosel.

Un cultivo con una densidad de siembra alta determina la captación de energía solar para el cultivo, convirtiendo esta energía en biomasa esencial para maximizar la producción cosechable (Castilla, 2001).

Guerra *et al.*, (1997) menciona que la densidad de plantas en el cultivo de tomate se debe de reducir, pues los resultados obtenidos afectaron las variables fisiológicas en fotosíntesis en las áreas mas sombreadas, debido a la competencia por la luz.

Fernández (1992) menciona que a través de los estomas, las plantas toman CO<sub>2</sub> atmosférico necesario para efectuar la fotosíntesis. El cierre de los estomas, reflejado como una disminución de la conductancia estomática, es de importancia en la disminución de la tasa transpiratoria, por lo tanto también del agua consumida, lo que produce una caída de la asimilación de CO<sub>2</sub> y algunos efectos asociados como acumulación de poder reductor y susceptibilidad a la fotoinhibición (Lawlor, 2002).

Salas *et al.*, (2001) encontraron que la salinidad produce un disminución en el número de estomas por unidad de superficie en la cara adaxial de las hojas; hay factores que afectan el movimiento estomático, como el agua, CO<sub>2</sub> y la luz, que es uno de los factores importantes en la apertura de los estomas; de igual modo, pues una temperatura alta ocasiona una apertura de estomas, siempre y cuando el agua no llegue a limitarlas (Bidwell, 1990).

Barrios *et al.*, (1998) investigaron en cultivo de frijol el impacto del estrés hídrico en el crecimiento foliar y en la intercepción de luz y conductancia estomática; la sequía inició a principios de floración, obteniendo como resultado que los tratamientos en frijol disminuyeron la conductancia estomática y en menor intensidad las tasas de fotosíntesis, bajo el estrés hídrico. Kuruvadi *et al.*, (1993) menciona que

la densidad, tamaño y comportamiento de estomas es importante para la regulación del contenido hídrico en la planta, por lo que el cierre de estomas en sequía es importante para la conservación del agua en la planta. Por lo general, la conductancia estomática aumenta con la temperatura hasta un óptimo para luego declinar a altas temperaturas.

Se realizó un estudio en la Universidad Humboldt Berlín bajo invernadero, donde se mostró que genotipos tolerantes al calor muestran una alta tasa fotosintética en etapa de floración y ésta condición de estrés al calor podría ser utilizada como criterio para proteger genotipos para tolerancia al calor (Abdelmaged *et al.*, 2003).

### **2.3.2. Transpiración**

La transpiración puede definirse como la pérdida de agua en forma de vapor por las plantas. Se trata básicamente de un proceso de evaporación. Sin embargo, difiere de la evaporación desde una superficie libre de agua, porque la transpiración es modificada por la estructura de la planta y el funcionamiento de los estomas, los que operan conjuntamente con los principios físicos que gobiernan la evaporación. La radiación solar recibida por las hojas proporciona la energía necesaria para evaporar el agua, además de influir, como ya se ha visto, sobre la resistencia estomática. El agua perdida por la hoja en la transpiración es controlada por estomas que cierran cuando el flujo de agua que sale no puede ser balanceado por el agua que entra (Guerra, 1997).

La transpiración es determinante en el balance energético a nivel foliar y en el estado hídrico de la planta; junto con la fijación de CO<sub>2</sub> se determina el uso eficiente del agua (Richter, 1972). Las plantas C3 pueden tener relación transpiratoria de 100g

de agua transpirada por gramo de CO<sub>2</sub> fijado. Fernández (1992) menciona la importancia de los estomas en la transpiración y que el movimiento estomatal depende de la estructura y del cierre de las células, así como de los cambios en la turgencia.

La transpiración en invernadero se reduce un 70% respecto a la del aire libre y la eficiencia en el uso del agua aumenta 50% (Antón *et al.*, 1990). Un aumento en transpiración disminuye el potencial de agua en las hojas y por lo tanto afecta el estado de agua en la planta (Stanhelline *et al.*, 1992).

### **2.3.3 Uso eficiente del Agua**

El agua es un recurso escaso en el mundo y, por consiguiente, existe la urgente necesidad en desarrollar y adoptar prácticas eficientes en el ahorro de agua para riego. Un buen manejo del agua empieza por conocer las necesidades de agua del cultivo (Postel, 1998). Estudios indican que un aumento de la fotosíntesis y reducción de un 20-40% en la transpiración, aumentan la eficiencia del uso de agua.

Borrego, (2001) describe que la actividad fotosintética está relacionada con transpiración y sobre todo con el uso eficiente del agua; de igual manera se encontró que existe una correlación positiva entre fotosíntesis y el uso eficiente del agua. Es decir, que la planta tiene buena capacidad para acumular materia seca por unidad de agua transpirada a temperatura de 40°C (Trinidad, 2003).

Zegbe *et al.*, (2004) obtuvieron que el riego parcial a la raíz puede ser una alternativa factible en el ahorro de agua para la producción de tomate para proceso y para ambientes agroecológicos con restricción de agua para riego, incrementando de

este modo el uso eficiente del agua. Así mismo Santiago *et al.*, (1998) evaluando criterios fenológicos y fisiológicos en tomate en invernadero encontraron que para el uso eficiente del agua el genotipo Celebrity ocupa solamente 22.5 lts en la producción de 1 kilogramo de fruto

## **2.4. Variables Agroclimáticas**

### **2.4.1. Temperaturas.**

La temperatura generalmente no actúa en forma individual, sino interactuando con la luz, agua, CO<sub>2</sub>, y/o nutrición. La ventilación facilita el control de la temperatura diurna y humedad, intercambio de CO<sub>2</sub>, y minimiza problemas de enfermedades. En condiciones óptimas de temperatura y luminosidad, aumenta la fotosíntesis y respiración, siempre que no haya limitaciones de agua, CO<sub>2</sub>, y nutrición. (Leskovar, 2001)

Lewis y Christiancen (1987) mencionan que temperaturas del aire superiores a los 45 °C pueden ocasionar el marchitamiento de las hojas. La respuesta de las plantas a temperaturas adversas están relacionadas con el estado de hidratación de la planta; el marchitamiento, quema de hojas y el doblamiento de hojas son indicadores de daño causado por temperaturas altas. Las planta se defiende de estas altas temperaturas en su etapa de crecimiento y desarrollo, por medio del aumento de transpiración.

Las altas temperaturas es uno de los más importantes fenómenos que afectan adversamente la producción de los cultivos, dañando los procesos reproductivos y vegetativos del cultivo de tomate, causando alteraciones morfológicas o desórdenes

fisiológicos, que se manifiestan en disminución de la fotosíntesis neta por estrés hídrico temporario o un aumento en las tasas respiratorias (Alfía, 2000; Sato *et al.*, 2006),

Temperaturas altas afectan la actividad metabólica celular, la absorción de agua y nutrientes, la producción y reguladores de crecimientos entre otros (Samaniego *et al.*, 2002). Mas, sin embargo, estas temperaturas en plantas de tomate también realzan su tolerancia a enfermedades (Sato *et al.*, 2003). Cuando se superan temperaturas de 35 °C en la planta de tomate se producen una serie de modificaciones en las funciones metabólicas que llegan incluso a impedir la fotosíntesis y a desorganizar los sistemas enzimáticos; cuando la temperatura aumenta provoca una disminución de la eficiencia de la fotosíntesis, pero la fotorespiración permite la disipación del calor causado por el exceso de energía lumínica (Peñuelas y Lluvia, 2003).

Leskovar, (2001) menciona 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 sensibles al calor. La temperatura óptima varía para cada estado de desarrollo, y en términos generales es de 18-26°C para la germinación y 14-21°C previo al trasplante. Estos niveles son mas altos para las especies de cucurbitáceas.

Altas temperaturas en cultivo en campo abierto afectan al fruto, ocasionando un ablandamiento y con ello una baja en la calidad (Asscrofl *et al.*, 1993); así mismo, durante la fructificación provocan caída de flor y limitando el cuajado, como lo



describen Dinar y Rudich, (1985). Pero además las temperaturas óptimas del cultivo del tomate están relacionadas con la iluminación. Hernández (2000) menciona que temperaturas superiores a 38 °C de 5 a 10 días antes de sus antesis, hay poco amarre de fruto pues se destruyen los granos de polen; Dane *et al.*, (1991) realizaron estudios para identificar genotipos con habilidad de extender la fructificación en altas temperaturas, de 40°C/25°C diurna/nocturna; se identificaron 9 materiales con tolerancia al calor y evaluándose por características vegetativas y calidad de fruto. Se encontró un peso promedio de fruto de 20 a 40 gramos, obteniéndose bajo rendimiento comercial debido principalmente a incidencia de enfermedades.

El tomate en invernadero se ve afectado con temperaturas de aire altas, acelerando el metabolismo y ocasionando con ello precocidad en el fruto (Delgado, 2002). Estudios realizados bajo invernadero en la Universidad Humboldt Berlín indicó que genotipos tolerantes al calor muestran una alta tasa fotosintética en etapa de floración (Abdelmaged *et al.*, 2003).

Rodríguez *et al.*, (2005) encontraron que el impacto del tratamiento de calor causó importantes reducciones de la tasa de fotosíntesis neta de las plantas de la variedad susceptible, dicha tendencia fue debida a la reducción en la tasa de asimilación de CO<sub>2</sub>, generada por afectación en el ciclo de Calvin y también en el funcionamiento del Fotosistema II, provocando lesión de la membrana plasmática, no siendo así para la variedad tolerante.

Se han desarrollado en tomate diversos estudios encaminados a estudiar la respuesta bioquímica y fisiológica de estrés de calor, para caracterizar la composición proteica

en 14 variedades de tomate con diferentes grados de tolerancia al calor, (Iglesias, 1995)

#### **2.4.2. Humedad relativa.**

Humedades relativas inferiores al 90% son deseables; por encima de este porcentaje son causales del desarrollo de enfermedades. Siendo sin embargo los valores óptimos de humedad de 60 a 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades del follaje y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Leskovar, 2001).

Con una humedad relativa baja, la tasa de transpiración aumenta, provocando con ello, en fase de fructificación, estrés hídrico, generando que la planta aumente el consumo de agua y evitando el consumo de nutrientes, limitando su crecimiento y acumulando sales en el medio, causando problemas en el desarrollo del cultivo, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando directamente la polinización en la fase de fructificación (Rawson *et al.*, 1977).

#### **2.4.3. Concentración de CO<sub>2</sub>.**

La enzima de fijación de CO<sub>2</sub> es la ribulosa difosfato carboxilasa (rubisco). Su actividad depende de la relación de concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Al aumentar el CO<sub>2</sub> en el ambiente, aumenta la carboxilación de Rubisco. Algunos estudios indican que duplicando la concentración de CO<sub>2</sub> de 330 a 660 ppm, los rendimientos deberían aumentar hasta un 33%. La concentración óptima en los invernaderos es entre 700 y 900 ppm (Leskovar, 2001).

Se ha reportado que la disminución del CO<sub>2</sub> intracelular inhibe la actividad de enzimas como la sacarosa-fosfato sintasa, ejerciendo un efecto 'feedback' sobre la tasa de asimilación (Vassey *et al.*, 1991), en tanto, en las plantas C<sub>3</sub> puede producirse fotorrespiración debido a la incorporación de O<sub>2</sub> en el ciclo de Calvin (Rodríguez *et al.*, 2005).

El consumo neto de CO<sub>2</sub> resultante de la fotosíntesis en el curso de 24 horas es el balance diario de intercambio (consumo y producción) de CO<sub>2</sub>, y la suma de los balances diarios producen el balance anual de intercambio de CO<sub>2</sub>. El balance diario es positivo si la absorción durante el día excede las pérdidas nocturnas, y es mayor mientras los factores que afectan a la fotosíntesis durante el día sean más favorables y las noches sean más frías y más cortas (Páez *et al.*, 2000).

Chamarro (1991) menciona que los tomates verdes contienen clorofila y que son capaces de fijar CO<sub>2</sub>; la cantidad de fotoasimilados fijados por el fruto es de 10-15% de la necesaria para su desarrollo. La velocidad de respiración del fruto es de cerca de 0.4 a 0.6 mg de CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> de peso fresco en un fruto de dos semanas.

## 2.5. Aspectos cualitativos

La calidad del fruto está principalmente relacionada con su color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza, sabor, sólidos solubles y pH, que son importantes para tomates de consumo fresco, como para la industria (Nissen *et al.*, 1990).

Tigchelar *et al.*, (1978) mencionan que durante la madurez del fruto se dan cambios fisiológicos y bioquímicos que conducen a la adquisición del color, textura, aroma y sabor requeridos para su consumo.

Rendimiento y calidad son primordiales en el mejoramiento del cultivo del tomate, pero estas características están determinadas por una serie de componentes estructurales y funcionales (Allen y Rudich, 1978). Para optimizar la calidad y la seguridad alimentaria del tomate, se deberían integrar mejor los aspectos botánicos, genéticos, fisiológicos, bioquímicos, microbiológicos y tecnológicos (Artés, 1999).

El tomate es un fruto cuyo comportamiento respiratorio es de tipo climatérico, con una intensidad relativamente elevada (10, 15, 22, 35 y 43 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 5, 10, 15, 20 y 25°C respectivamente) y una emisión de etileno moderada de unos 5 a 8 μL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 12 °C en frutos pintos. El contenido de agua en el fruto del tomate es de 94-95% de agua, el resto (5-6%) son constituyentes orgánicos que dan a la fruta las características de sabor, aroma y textura (Bidwell, 1990).

### **2.5.1. pH**

El pH ejerce sus efectos sobre la asimilación de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica, la planta de tomate puede sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desórdenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren de forma asimilable (Abad, 2001).

Para mejorar el estado nutricional de la planta y controlar la fertilización, es importante monitorear el pH y conductividad eléctrica (CE). El pH desciende con la salinidad del agua de riego; plantas regadas con agua alta en sales, da como resultado frutos altos en contenido de sólidos solubles.

### 2. 5. 2 Sólidos solubles y Grados Brix

Santiago (1998) menciona que a las sustancias solubles en agua que reflejan alto por ciento de calidad de sólidos totales que contienen los frutos son llamados grados Brix. Cuando el fruto crece y madura con déficit hídrico, da lugar a un alto contenido de sólidos solubles (Rudich *et al.*, 1977). Glucosa y fructuosa constituyen un 65% de los sólidos solubles y un aumento de éste ocasiona un aumento en sabor (Jones, 1983).

El contenido de azúcares y sus interacciones determinan el sabor del tomate, valores de pH debajo de 4.4 y con contenido de azúcares arriba de 4-4.5 son necesarios para un buen sabor (Nisen *et al.*, 1990).

De Prado (2002) en un estudio sobre los tipos y especificaciones de calidad en el cultivo de tomate para procesamiento industrial, encontró que el contenido de sólidos totales y sólidos solubles están correlacionados, por lo que se utiliza normalmente el contenido de sólidos solubles (° Brix) por ser más 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.

En estudios realizados para obtener el efecto del estrés hídrico en el aumento de sólidos solubles en tomate industrial, se obtuvo que se eleva en forma significativa el nivel de sólidos solubles al suspender el riego dos semanas antes de cosecha (con un 70% de frutos rojos), obteniendo un valor de 6.15 grados Brix, en comparación con los 4.37 grados Brix del tratamiento testigo; el color de los frutos no

fué afectado, y el pH de los tres tratamientos alcanza niveles por sobre los recomendados, tal vez debido a una cosecha excesivamente tardía (Borlando, 2002).

### **2.5.3. Vitamina C**

El tomate es una excelente hortaliza productora de vitamina C, pues un solo fruto de tomate mediano contiene 75% de la dosis diaria de vitamina C, así como vitamina A y B, y que los contenidos en un solo fruto aportan la cuarta parte de las necesidades dietéticas diarias. (Perez *et al.*, 1997). Nuez (1995) menciona que la concentración de vitamina C en frutos maduros es de 23 mg por 100 g de fruto.

### **2.5.4. Color**

El color rojo del tomate resulta del reemplazo de las clorofilas degradadas por los pigmentos carotenoides, con aumento de licopeno, su caroteno específico y más abundante (con frecuencia de 4 a 7 mg/100 g) en las variedades rojas, anaranjadas y amarillas, y de xantofilas, cuando los cloroplastos se convierten en cromoplastos. Inicialmente se sintetiza fitoeno (incolore), para posteriormente convertirse en  $\zeta$ -caroteno (amarillo pálido),  $\beta$ -caroteno (anaranjado) y xantofila (amarilla). La síntesis de pigmentos amarillentos precede a la de los rojizos (licopeno y  $\beta$ -caroteno), pero la masiva acumulación de éstos termina enmascarando a aquellos. (Artes y Hernández 1999). Los carotenoides son compuestos solubles en lípidos, y son los encargados de dar color a los frutos y vegetales; entre los más importantes para el organismo se tienen los:  $\beta$ -carotenos,  $\alpha$ -carotenos, licopeno, criptoxantina, luteína y zeaxantina

(Nguyen y Schwart, 1999). El licopeno es el pigmento responsable del color rojo que presentan los tomates, pomelos, sandías, pimentones, etc.

El color en tomate debe ser uniforme y hay una amplia gama de matices de color entre el verde y el rojo, inducido por el contenido de licopeno. Es una importante característica de calidad, pues de este color depende su contenido en licopeno, que representa grandes propiedades como colorante, así como antioxidante que le da buena calidad al producto. (Aguilar *et al.*, 2005)

Shi *et al.*, (2000) menciona que la prevención de diversas enfermedades causadas por la degeneración de tejidos debida al oxígeno altamente reactivo, los radicales libres y los componentes tóxicos del medio, que causan daños en los vasos sanguíneos y en las células nerviosas, han llevado a la búsqueda de investigación de sustancias con alto potencial antioxidante, como el licopeno, el cual se encuentra en tomates, toronjas rojas, sandías y pimientos rojos, y es el principal componente responsable de su característico color rojo profundo.

Se han detectado genes que afectan el proceso natural de la madurez de los frutos, entre los que se encuentran el *nor (non ripening)* alelo que bloquea o alarga el proceso de madurez y que es localizado en el cromosoma 10, ligado al locus de madurez uniforme que altera la producción de etileno durante la senescencia (Thompson *et al.*, 1998).

### **2.5.5. Análisis de Componentes Principales.**

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica que reduce la dimensionalidad de un conjunto de datos multivariados, remueve las interacciones existentes ente variables, organiza todos los datos en forma de vectores ortogonales,

en donde cada una de las variables dentro del vector se comportan en forma similar en base a sus correlaciones, lo que se les llama componentes principales a cada uno de estos vectores. Así mismo el ACP expresa la mayor parte de los datos ortogonales, ayudando a simplificar el análisis e interpretar la cantidad de variables consideradas, permitiendo seleccionar los mejores genotipos. (Broschat, 1979). Gutiérrez (2006), encontró en tomate un 71% de la varianza acumulada con los primeros tres componentes, teniendo así las principales variables que contribuyeron a cada factor de características de rendimiento y eficiencia fisiológica para los mejores genotipos, como F3 y S1.

#### **2.5.6. Análisis de Conglomerados.**

La técnica del análisis Cluster puede ser utilizada por los mejoradores de plantas en el proceso de selección y en la prueba de selección de genotipos superiores. Con el uso de análisis clúster se pueden definir grupos de individuos con características similares y grupos con características diferentes (Rincón y Sánchez, 1996). Sin embargo Johnson (1977) indica que el cluster da información completa sobre similaridad pero no de estabilidad.

#### **2.5.7. Parámetros de estabilidad.**

El comportamiento de una variedad en distintos medios ambientes puede expresarse en función del término estabilidad, siendo variedad estable aquella que interacciona menos con el medio ambiente, aquella cuya varianza de sus efectos de interacción sea mínima (Carballo y Márquez, 1970).



El término estabilidad fué utilizado por varios investigadores para caracterizar un genotipo, el cual, bajo cualquier condición ambiental, muestra siempre un rendimiento constante, la cual puede ser llamada estabilidad biológica (Becker, 1981).

Eberhart y Rusell (1966) propusieron un modelo de estabilidad para describir el comportamiento de una variedad en una serie de medios ambientes, usando como índice ambiental la media del rendimiento de las variedades en un medio particular, menos la media general, definiendo los parámetros de estabilidad en: 1) Un coeficiente de regresión estimado, promedio de cada variable sobre los distintos índices ambientales y 2) El cuadrado medio de las desviaciones de la regresión. Por lo tanto para estos dos autores, los materiales ideales son quienes presentan coeficientes de regresión cercanos a 1 y desviaciones de regresión tendientes a 0.

Palomo *et al* (1998) evaluó la estabilidad de rendimiento y calidad de fibra de genotipos de algodón, encontrando que solo 6 de los 12 genotipos evaluados mostraron altos rendimientos y estabilidad a través de los ambientes.

Ortiz *et al.*, (2007) en trabajo realizado en tomate, evaluaron híbridos y variedades en tres ambientes, los cuales presentan rendimiento bajo, rendimiento promedio y rendimiento alto, encontraron que la Interacción Genotipo - Ambiente (IGA) afecta el rendimiento de frutos comerciales y peso de fruto promedio. Los cultivares varían significativamente para rendimiento de fruto comercial; con los cultivares híbridos se obtiene en promedio rendimientos mayores que en las variedades. Las localidades con temperaturas relativamente mínimas y medias favorecen el rendimiento de fruto comercial para variedades tolerantes a la alta temperatura, las variedades CL5915-223 y CL 5915-93. Un variedad (Catalina) y un

híbrido (Alfa) mostraron rendimiento promedio de frutos comerciales a través de los ambientes, mientras que dos híbridos Sunny y Luxor exhiben un rendimiento destacado de frutos comerciales en localidades de alto rendimiento (con bajas temperaturas y altos pH), pero una pérdida severa de rendimientos en ambientes pobres. Dos genotipos híbridos estables en ambientes de altos rendimientos, Narita y BHN-39 también mostraron alto rendimiento estable en ambientes de rendimiento promedio y bajo.

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Localidades de estudio.

Los materiales genéticos fueron evaluados y establecidos en: lotes experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada al sur de Saltillo, Coahuila, con una latitud N 25° 22' , longitud W 101° 00' y una altitud de 1742 mnsnm. Con clima Bshw muy seco, cálido y extremo con lluvias en verano el 80% del total y una temperatura media anual de 16.8° C.

En el predio “Magañas Ranch” ubicado en la carretera a Monclova a la altura de Rancho Nuevo, Ramos Arizpe, Coahuila, a una latitud N 25° 31' 53.84'', longitud W 101° 00' 50.08'' y altitud 1473 msnm, y con clima Bsh y suelo Xh/2. La temperatura media anual es de 14 a 18° C y la precipitación media anual de 400 a 500 milímetros, los vientos predominantes soplan en dirección norte con velocidad de 22.5 km/h y la frecuencia de heladas es de 20 a 40 días.

En el invernadero “Santa María”, con ubicación en la carretera a General Cepeda, en Providencia, Coahuila; con una altitud de 1860 msnm, 25° 13' 60'' latitud N y 101° 10' 0'' longitud W, con clima seco semicálido; la temperatura media anual es de 18 a 20° C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros.

### **3.2 Material Genético**

El material genético utilizado fue obtenido por medio de cruzamientos dirigidos desarrollados en el año 2005, los progenitores utilizados fueron líneas generadas en la UAAAN por parte del programa de mejoramiento fisiotécnico del Departamento de Fitomejoramiento en la Universidad, las cuales son sobresalientes en características fenológicas, fisiotécnicas, calidad y tolerancia a diferentes enfermedades, procedentes de cruza inicial de los materiales Shady Lady, Bonita, Montecarlo, Celebrity y Sunny, y materiales comerciales (Cuadro 3.1) (Borrego *et al.*, 2001; Guerra, 1997, Ramírez, 1998).

### **3.3 Manejo agronómico.**

#### **3.3.1 Siembra**

Para las localidades Rancho Nuevo y Providencia se realizó la siembra el 20 de Enero de 2006 mientras que para la UAAAN el 16 de Febrero de 2006, fueron utilizadas charolas de 50 cavidades, sembrándose 50 semillas de cada material genético; se utilizó sustrato peat-moss. Después de la siembra se aplicó Biozyme TS a razón de 0.1 g l<sup>-1</sup> de agua, con el fin de estimular la germinación de las semillas. Posteriormente las charolas fueron colocadas dentro del invernadero por un período de tres semanas, una vez ya emergidas las plántulas con dos hojas verdaderas, se trasladaron a un área de sombreado, donde permanecieron bajo condiciones óptimas hasta el transplante.

### 3.3.2 Establecimiento de experimentos.

En la localidad Rancho Nuevo, las camas fueron elaboradas mecánicamente con una distancia entre camas de 1.80 m y una longitud de 200 m, fueron utilizadas 7 camas con acolchado y sistema de fertirriego por cintilla, donde se colocaron los materiales genéticos en estudio.

Para la localidad UAAAN, se emplearon tres lotes de terreno de 6 m de ancho por 30 m de largo cada uno, cada lote con 4 camas de 28 m de largo y una distancia de 1.30 m entre camas. La preparación del terreno se realizó manualmente; una vez levantadas las camas se procedió a colocar la cintilla de forma manual en la parte central y finalmente se colocó el acolchado, que consistió en polietileno negro calibre 600.

**Cuadro 3.1 Descripción de los materiales genéticos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

<b>Genotipo</b>	<b>Descripción</b>
1.- D1	UAAAN
2.- F3	UAAAN
3.- L1	UAAAN
4.- Q3	UAAAN
5.- R1	UAAAN
6.- U2	UAAAN
7.- F3 x 44	Cruza entre línea * Caballero (mat. comercial)
8.- F3 x D1	Híbrido Simple
9.- P3 x F3	Híbrido Simple Experimental
10.- Q3 x R1	Híbrido Simple Experimental
11.- S1 x L1	Híbrido Simple Experimental
12.- 46 x F3	Cruza entre WS4040 (mat. comercial) * línea
13.- Z4 x Q3	Híbrido Simple Experimental

En la localidad Providencia se utilizaron 5 camas de 40 m de largo, con distancia entre hilera de 1.80 m y 0.40 m entre plantas en un arreglo tresbolillo, el material utilizado consistió de bolis rellenos de fibra de coco reciclados, donde fueron colocadas 8 plantas en cada uno.

### **3.4 Manejo del cultivo.**

#### **3.4.1 Transplante.**

El transplante se realizó de forma manual el día 16 de Marzo para Rancho Nuevo, 23 de Marzo en Providencia y 04 de Abril de 2006 en la UAAAN, utilizando una estaca de madera para hacer los hoyos en la parte central de la cama, perforando el acolchado entre 0.10 y 0.15 m de profundidad y a una distancia de 0.30 m entre hoyos, en donde fueron colocadas las plántulas.

#### **3.4.2 Fertilización.**

La fertilización se efectuó en Rancho Nuevo y en Providencia de acuerdo al manejo que el productor aplica por medio de fertirriego y solución hidropónica respectivamente. Para Buenavista la fertilización fue mediante la fórmula 400-400-200-100 Ca, donde la aplicación del nitrógeno se hizo en dos partes, la primera durante la formación de las camas antes del transplante, aplicando a chorrillo a una profundidad de 0.15 m., la segunda aplicación se realizó 40 días después del transplante, de la misma forma que la primera.

### **3.4.3 Riegos.**

Antes del trasplante se dió un riego, posteriormente se realizaron aplicaciones diarias de acuerdo al requerimiento del cultivo, incrementándose en la etapa de desarrollo de frutos.

### **3.4.4 Podas.**

Las primeras podas se realizaron dos semanas después del trasplante, realizándose así periódicamente en el momento de identificación de los crecimientos vegetativos, en las tres localidades, hasta la finalización del ciclo de cultivo en tomates indeterminados, mientras que en tomates determinados el proceso sólo se realizó hasta el comienzo de la fructificación, para permitir la ventilación y la maduración de los frutos.

### **3.4.5 Entutorado.**

Se realizó a los 30 días después del trasplante, una vez que las plantas presentaban una altura mínima de 0.30 m, se colocaron los tutores y las espalderas. En Rancho Nuevo, fueron colocados tutores de madera a una distancia de 3 m entre cada uno y 5 niveles de hilos de rafia.

Para los lotes de la UAAAN, los tutores fueron tubos de metal colocados en la parte media de la cama, coincidiendo con la hilera de plantas; la separación entre tubos fue de 2 m, en los que se fué colocando dos hilos rafia, a 0.20 m de altura para evitar el contacto de las partes aéreas de las plantas con el suelo; se colocaron un total de 4 niveles de hilos. Mientras que en Providencia, consistió en amarrar hilos a la estructura del invernadero, por la que se fueron guiando las plantas.

### 3.4.6 Cosecha.

La cosecha se llevó a cabo de forma manual. Para la cosecha de los genotipos se tomaron tres plantas con competencia completa, desprendiendo el fruto del pedúnculo de la planta madre y colocándolo en bolsas de papel previamente identificadas por fecha, genotipo y repetición, llevándose posteriormente al laboratorio de Fisiotecnia.

Ya obtenidos los cortes, se pesaron cada uno de los frutos por genotipo, se sumó el total de los pesos obtenidos y se dividió entre el número de frutos cosechados para obtener el peso promedio de cada fruto.

### 3.5 Variables evaluadas.

**Variables de Rendimiento (cuantitativas):** Número de Cortes (NC), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Peso (PESO), Número de Frutos (NOFRUT), Peso Promedio de Fruto (PPF), Rendimiento (REND).

**Variables de Rendimiento (cualitativas):** Color (COLOR), Grados Brix (BRIX), Potencial de Iones de Hidrógeno (pH), Vitamina C (VITC) y Licopeno (LICOP).

**Agroclimáticas:** Luz Incidente (DFFF) en  $\mu\text{mol}$  de Fotones  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Concentración de  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2$ ) en ppm, Temperatura del Ambiente circundante a la hoja (TAIR) en  $^{\circ}\text{C}$  y Humedad Relativa (HR) en %.

**Fisiológicas:** Fotosíntesis (FOTO) en  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Conductancia Estomatal (CE) en  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Uso Eficiente del Agua Fisiológico (UEAF) en  $\text{g CO}_2$



$\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  por  $10 \text{ L H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Temperatura de la Hoja (THOJA) en  $^{\circ}\text{C}$  y Transpiración (TRANS) en  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Fenológicas:** Días a primer corte (DPC), Días a último corte (DUC) y Días en cosecha (DEC).

### 3.6 Toma de Datos

#### 3.6.1 Toma de datos fisiológicos.

Para las variables agroclimáticas y fisiológicas, se utilizó el Fotosintetómetro portátil LI-6200 (LI-Cor, Inc, Nebraska, USA). Se realizó una única toma de datos en el estrato medio de la planta, buscando que la planta tuviera competencia completa, la toma de datos se llevó a cabo a medio día, en la etapa fenológica de floración.

#### 3.6.2 Toma de datos fenológicos

Para días a primer corte se hizo un conteo de días a partir de la fecha de transplante y el inicio de cosecha de cada uno de los genotipos, para determinar precocidad. Para los días a último corte se realizó un conteo de días a partir de la fecha de transplante hasta el final del último corte.

Para los días en cosecha, con el registro del primer corte hasta el último, se calculó el número de días en producción, y para determinar el número de cortes por genotipo, se hizo un conteo de los cortes dados a cada genotipo. Por lo tanto;

DPC (Días a primer corte) = Fecha de inicio de cosecha – Fecha de transplante

DUC (Días a ultimo corte) = Fecha de finalización de cosecha – Fecha de transplante

DEC (Días en corte) = Fecha de finalización de cosecha – Fecha de inicio de cosecha

### **3.6.3 Datos de rendimiento.**

Después del último corte, se obtuvo el rendimiento total de cada genotipo, esto se realizó sumando el peso total de cada una de las cosechas realizadas y se dividió entre el número de plantas cosechadas, en este caso fueron tres, obteniéndose así el rendimiento de cada planta. Para obtener el rendimiento en  $t\ ha^{-1}$ , se multiplicó el rendimiento por planta por la densidad de plantación. Para obtener el peso promedio de fruto se dividió el peso total obtenido, entre el número de frutos cosechados.

### **3.7 Pruebas de laboratorio para la determinación de Color, Vitamina C, pH , Grados Brix y Licopeno.**

Se seleccionaron tres frutos de cada parcela, presentando buena apariencia; estos frutos fueron colocados en bolsa de papel para llevarlos a madurez completamente. Se realizaron las pruebas de calidad del fruto una vez que presentaron color rojo intenso. Las técnicas y metodologías para determinar cada una de estas variables son las comúnmente empleadas para efectuar este tipo de análisis químicos que se llevaron a cabo en el laboratorio de Fisiotecnia de la Universidad, Así mismo las variables de diámetro polar (DP), en los dos extremos del fruto tomando como base el pedúnculo, en centímetros, y diámetro ecuatorial (DE), en la parte media del fruto, utilizando un Vernier.

### 3.7.1 Grados Brix y pH.

- a) Fueron colocados cada fruto en un vaso de precipitado.
- b) Una vez molido el fruto, se procedió a la toma de Grados Brix con el Refractómetro portátil (ATAGO 01018)
- c) De la misma muestra se tomó, con el Potenciómetro (CONDUCTRONIC Modelo 10) el pH, colocando el sensor en cada vaso de precipitado.

### 3.7.2 Vitamina C.

Para llevar a cabo la toma de vitamina C de la muestra inicial:

- a) se toman 20 g agregándose 10 ml de ácido clorhídrico al 2%.
- b) Se agitó la muestra con un agitador Vortex.
- c) Posteriormente se filtró la muestra y se toman 5 ml, y se aforó a 100 ml, con agua destilada.
- d) Finalmente se procedió a titular con el reactivo de Thielman, tomando en cuenta el volumen consumido hasta llegar a una coloración rosa, para de esta manera calcular el contenido de Vitamina C ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) para cada genotipo.

La ecuación que se utilizó para determinar Vitamina C es la propuesta por Chechetkin *et al.*, (1984):

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

En donde:

$X = \text{mg } 100\text{g}^{-1}$  de Vitamina C.

0.088 = miligramos de ácido ascórbico equivalente a 1 ml de reactivo de Thielman.

a = ml del reactivo de Thielman gastados.

b = Volumen en ml de la alícuota valorada.

100 = Volumen en ml del filtrado de Vitamina C en HCl.

c = Peso de la muestra.

### **3.7.3 Licopeno.**

- a) Se licuó el tomate y se extrajo 3 g de muestra, colocándola en un tubo de plástico.
- b) Se agregó 3 ml de buffer fosfato y se agitó por 15 minutos.
- c) Se eliminó el excedente de muestra (3 ml) y se colocó en tubo de ensaye, al que se le agregó 6 ml de hexano-acetona (3:2) y se agitó bien.
- d) Se centrifugó por 5 min a 5000 rpm.
- e) Se tomó 1 ml de la muestra y se colocó en las celdillas, identificando cada una de ellas.
- f) Se agregó 2 ml de acetona a cada una de las celdillas y se expuso en el espectrofotómetro, para obtener la lectura correspondiente de absorbancia.

### **3.7.4 Color.**

Se seleccionaron tres frutos de cada tratamiento, procurando que tuvieran buena apariencia. Los frutos se colocaron en bolsas de papel para que maduraran

completamente. Una vez que presentaron un color rojo intenso se llevaron a cabo las pruebas de calidad, los frutos fueron clasificados en cuanto a su color en base a la tabla de colores de United Status Estándar for grades of fresh tomatoes. U.S.D.A. Washington. Esta escala define diferentes estados de maduración, desde tomate verde a tomate rojo maduro.

### **3.8 Diseño experimental.**

En los trabajos de evaluación de los materiales en campo e inverndero, se empleó un diseño de bloques completos al azar con 2 repeticiones, con 7 plantas por material, en donde la parcela útil fue las 3 plantas intermedias con competencia completa, mientras que en los trabajos de laboratorio se empleó el mismo diseño con 3 repeticiones.

Modelo:

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

Donde

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

$\mu$  = efecto de la media general.

$\alpha_i$  = efecto de los tratamientos.

$\beta_j$  = efecto de los bloques o repeticiones.

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

### 3.9 Análisis Combinado sobre Localidades.

El análisis combinado sobre localidades se realizó bajo el modelo :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación del i-ésimo tratamiento en la k-ésima repetición en la j-ésima localidad.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = Efecto de la j-ésima localidad.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y la j-ésima localidad.

$\delta_{k(j)}$  = Efecto de la k-ésima repetición anidada en la j-ésima localidad.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio o Error Experimental.

### 3. 10 Análisis de Componentes Principales.

Para la realización del análisis de componentes principales (ACP) se utilizó el programa estadístico, STATISTICA 6.1 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK), el planteamiento es el siguiente (Manly, 1986).

Los datos utilizados corresponden a las medias aritméticas del genotipo en las 3 repeticiones, 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 2° 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:

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

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

Dicho análisis se realizó para todos los genotipos y variables, para las cruzas y las variables y posteriormente se realizó solo para las variables mas importantes.

### 3. 11 Análisis de Correlaciones.

Para las correlaciones simples se utilizó la siguiente formula:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}}$$

Se recurrió a las tablas estadísticas de Pearson para definir la significancia de estas correlaciones, solo al 0.05 % (Steel y Torrie 1980).



### 3.12 Análisis de Conglomerados

Los datos para el análisis de conglomerados consisten, usualmente, de los valores de  $p$  variables  $x_1, x_2 \dots x_p$  para  $n$  genotipos, utilizando la distancia euclidiana como:

$$d_{ij} = \sqrt{\left\{ \sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2 \right\}}$$

donde  $X_{ik}$  es el valor de la variable  $X_k$  para el individuo  $i$ , y  $X_{jk}$  es el valor de la misma variable, para el individuo  $j$ , quedando la interpretación, para más de  $z$  variables de la siguiente manera:

$$d_{ij_2} = \sqrt{(X_{i1} - X_{j1})^2 + (X_{i2} - X_{j2})^2 + (X_{i3} - X_{j3})^2}$$

Los análisis se llevaron a cabo utilizando el programa estadístico *Statistica*<sup>r</sup> ver. 6.1

### 3.13 Prueba de Tukey.

Las comparaciones de medias se realizaron por medio de la prueba de Tukey, individuales y combinadas para las variables de campo así como para las de laboratorio.

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{CMee}{r}}$$

### 3.14 Análisis de Parámetros de estabilidad.

Para el análisis de adaptabilidad se tomó en consideración la variable de interés: Rendimiento, así como aquellas variables que presentaron significancia en la interacción genotipo ambiente. Se aplicó la metodología de Eberhart y Russell,(1966), el que define los parámetros de estabilidad que son usados para

describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes, con el modelo:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i + I_j + \sigma_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Es la media varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

$\mu_i$  = Es la media de la i-ésima variedad sobre todos los medios ambientes.

$\beta_i$  = Es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima variedad al variar los ambientes.

$I_j$  = Es el índice ambiental obtenido como la diferencia entre la media de todas las variedades en el ambiente j y la media general, y

$\sigma^2_{ij}$  = Es la desviación de la línea de regresión, de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente, (Sierra, *et al*, 1992).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **4.1 Evaluación Análisis Combinado de tres localidades en estudio.**

#### **4.1.1 Variables fenológicas.**

Los análisis indicaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en la fuente de variación Ambientes, para las variables DPC, DUC y DEC, lo que expresa que cada uno de los ambientes responde de manera distinta en el desarrollo de la fructificación, debido al establecimiento en cada ambiente en evaluación, como su ubicación geográfica, tipo de suelo, altura sobre nivel del mar y tipo de riego (Cuadro 4.1).

También se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para la fuente de variación Genotipos (GEN), para DPC y DEC, lo que muestra que los materiales genéticos en estudio fueron diferentes entre sí en las dos características fenológicas indicando la diversidad genética con que están constituidos cada uno de los materiales, lo que permite deducir que el fondo genético de los materiales no es similar.

Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en la fuente de variación GEN \* AMB, en la variable DPC lo que nos dice que el comportamiento no fue de manera similar, exhibiendo precocidad algunos genotipos en un ambiente y en otro no la exhibieron.

El número de días a cosecha en tomate, varía dependiendo de la variedad y específicamente del hábito de crecimiento que se tenga, así mismo depende del carácter genético, de acuerdo a su adaptación a los diferentes climas y condiciones del suelo, lo que en el estudio se reflejó en la variable DPC.

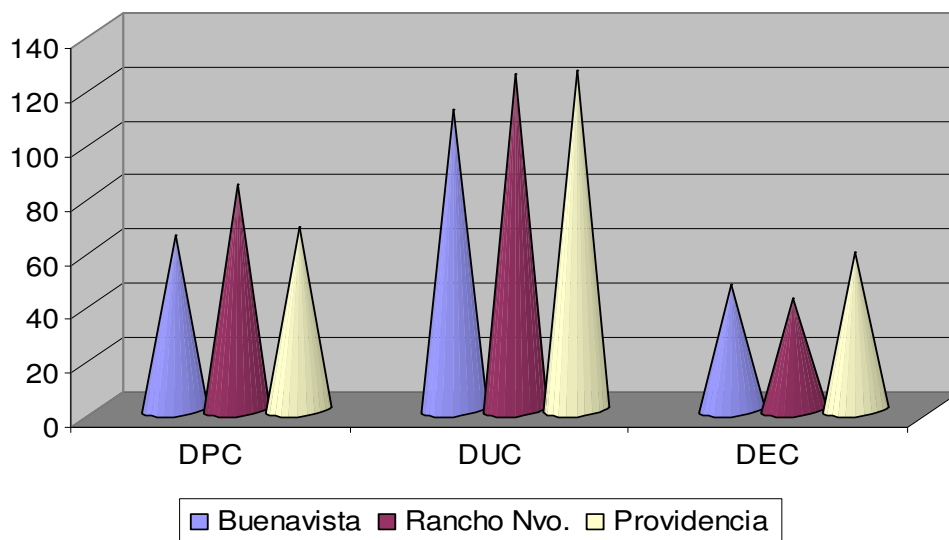
**Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables fenológicas de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>DPC</b>	<b>DUC</b>	<b>DEC</b>
<b>AMB</b>	2	2554.88**	1721.90**	1954.63**
<b>REP(AMB)</b>	3	41.10	5.13	46.74
<b>GEN</b>	12	186.80**	11.54	219.86**
<b>GEN*AMB</b>	24	97.84*	10.90	80.23
<b>ERROR</b>		42.16	10.68	50.02
<b>C. V.</b>		9.06	2.72	14.63
<b>MAX.</b>		92	127	67
<b>PROM.</b>		71.69	120.05	48.36
<b>MIN.</b>		59	108	32

F. V. (Fuentes de Variación), G. L. (Grados de Libertad), DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte), AMB (Ambientes), REP(AMB) (Repetición dentro de Ambientes), GEN (Genotipos), GEN\*AMB (Genotipos x Ambientes), C. V. (Coeficiente de Variación), Máx. (Máximo), Prom. (Promedio), Mín. (Mínimo), \* Significativo ( $P \leq 0.05$ ) y \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ).

En la Figura 4.1 y Cuadro A.1, se muestran los promedios de las variables fenológicas (Promedio de los trece genotipos) en los tres ambientes de evaluación, al realizarse las pruebas de medias, encontrando que la localidad Buenavista presentó los genotipos más precoces y con más días en cosecha, lo anterior puede deberse a que las condiciones de temperatura nocturnas no descendieron tanto en comparación con la otra localidad en campo, por lo que favorecieron para el desarrollo de los frutos así como también a la adaptabilidad de los genotipos al ambiente por sus condiciones climáticas y altura. Esto también pudo ser debido al manejo del cultivo de cada sistema de producción teniendo un efecto directo sobre los materiales. Seguido del ambiente Providencia con tan solo tres días de diferencia en precocidad de materiales, esto, debido a que en el momento del transplante, se presentó una baja en la temperatura por el hecho de que las noches frescas alargan el periodo de fructificación (Guerra *et al.*, 1999 y Santiago 1998), por lo que los genotipos pudieron haber retardado su establecimiento durante estos días. Contrariamente, los materiales más tardíos se presentaron en la localidad Rancho Nuevo. La localidad Rancho Nuevo por ser la localidad más árida, fue la más tardía en DPC con 83 días;

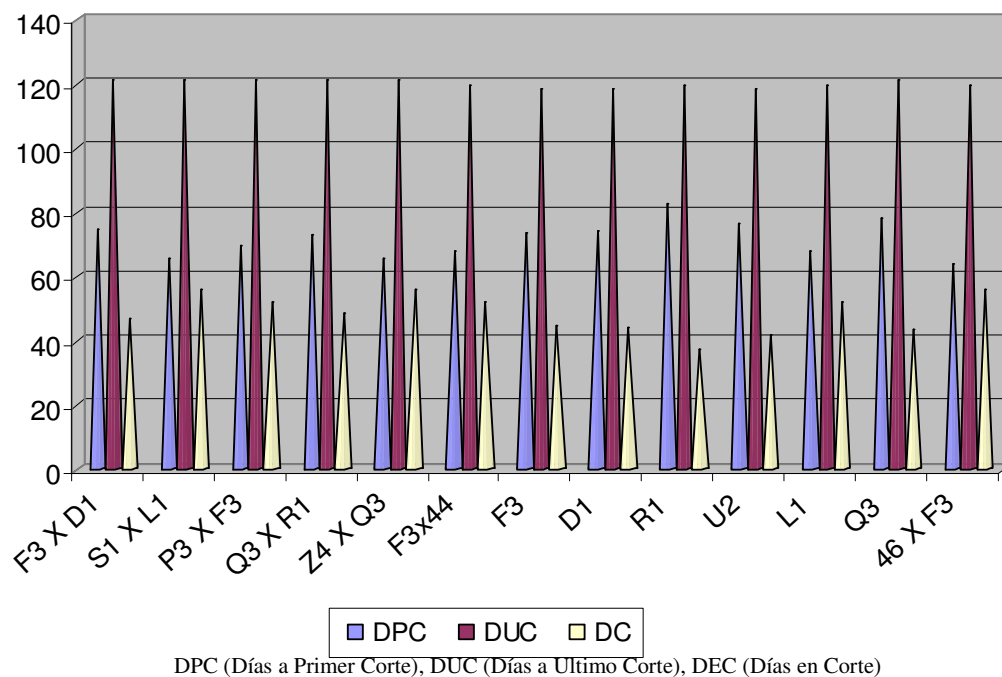
mas sin embargo fue la primera localidad donde se llevó a cabo el transplante. Los materiales evaluados se sometieron a diferentes sistemas de producción; en invernadero y campo, siendo distintas las respuestas de los materiales debido al manejo del cultivo según para cada ambiente.



DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte)

**Figura 4.1 Variables fenológicas por ambiente de evaluación, promedio de los trece genotipos de tomate bola.**

Se observa en la figura 4.2 y Cuadro A.1 el comportamiento de los genotipos promedio de los tres ambientes, encontrando que los materiales presentan algunas diferencias en días a primer corte y días en corte, mostrando la significancia que presenta el análisis combinado, cuestión que se muestra en la fuente de variación genotipos (Cuadro 4.1). Para la precocidad de los materiales se consideran diferentes factores: días de germinación, formación de racimos, desarrollo de flores, producción de polen, germinación y formación de frutos; esto puede presentarse cuando las condiciones del cultivo son diversas, siendo por lo tanto complicado su control.



**Figura 4.2 Comportamiento fenológico de genotipos de tomate bola en tres ambientes de evaluación.**

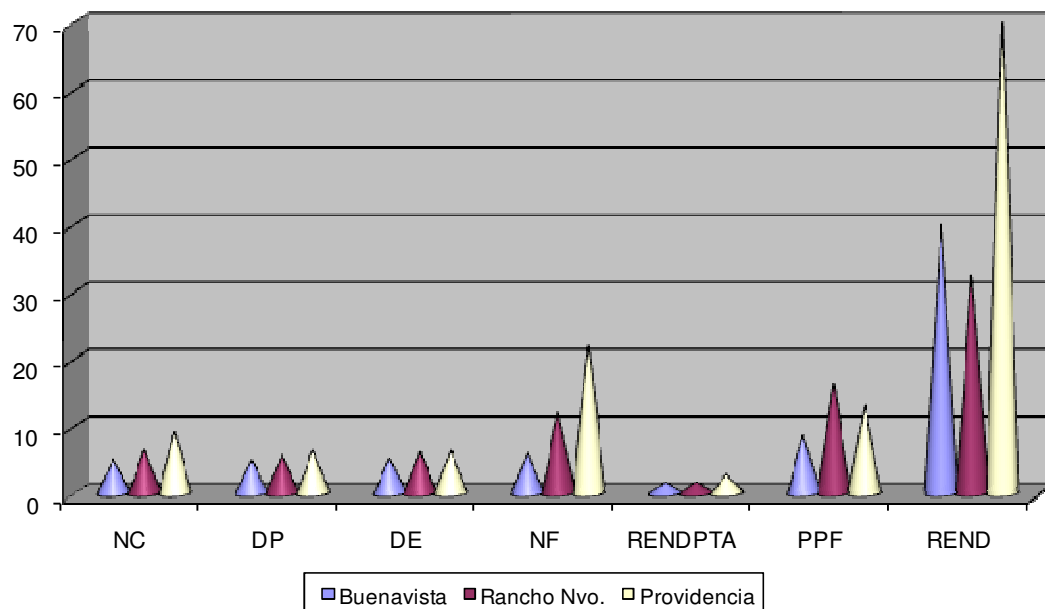
Se pueden identificar algunos genotipos con precocidad y amplio rango en cosecha como 46 x F3 con 64 DPC, S1 x L1 y Z4 x Q3 ambos con 66 DPC y 56 DEC. Mientras que los materiales más tardíos fueron R1 con 83 DPC y 37 DEC. Trinidad (2003) quien evaluó materiales en la localidad Buenavista, obtuvo que el material F3 presentó mayor precocidad con 69 días y el más tardío presentó 77 días, coincidiendo un tanto en la precocidad en el mismo ambiente. Sin embargo el análisis de varianza (Cuadro 4.1) muestra que la localidad Buenavista presentó la mayor precocidad de los materiales con tan solo 59 en DPC, con materiales como: D1, S1 x L1, Z4 x Q3 y 46 x F3 (Cuadro A.21) y la máxima o más tardíos estuvo dado en la localidad Rancho Nuevo con 92 DPC (Cuadro A.16), con D1, R1, F3 y U2.

#### 4.1.2 Análisis de Varianza para las Variables cuantitativas de rendimiento.

De acuerdo al análisis de varianza combinado (Cuadro 4.2.) se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables de la fuente de variación Ambiente (AMB) a excepción de PPF, lo que muestra el contraste de cada uno de los ambientes evaluados, influyendo de forma distinta en la expresión genética de los materiales. En la Fuente de variación REP (AMB), existieron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en peso promedio del fruto (PPF). En la Fuente de variación genotipos (GEN), se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para NC, NF, DP, DE y PPF, lo que indica que cada material respondió de manera diferente en promedio de los tres ambientes, a las condiciones de establecimiento, edáficas y climáticas, lo que se refleja en los materiales en cuanto a peso de los frutos. En la fuente de variación GEN \* AMB se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en la variable NC y diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en la variable DE, mostrando con ello que los materiales presentan diferente comportamiento en diferentes ambientes para esta variable.

El rendimiento para cualquier cultivo es un factor importante, ya que determina el beneficio económico que traerá finalmente. El rendimiento total y variación de la calidad depende del complejo genético, fisiológicos y el medio ambiente.

El mayor rendimiento se encontró en la localidad Providencia con  $96 \text{ t ha}^{-1}$ , (promedio de los trece genotipos) que pudo ser debido a las condiciones ambientales de un invernadero controlado, propiciado por la alta tecnología. Por el contrario el ambiente Rancho Nuevo obtuvo solo  $32 \text{ t ha}^{-1}$ , como lo muestra la Figura 4.3 y Cuadro A.4.



NC (Número de Cortes), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro ecuatorial), NF (Número de Frutos), RENDPTA (Rendimiento por planta), REND (Rendimiento). PPF=x/10.

**Figura 4. 3 Comportamiento de las variables cuantitativas de rendimiento por ambiente de evaluación, promedio de los trece genotipos de tomate bola.**

Se encontró correlación altamente significativa entre Rendimiento total (REND) con rendimiento por planta (RENDPTA), lo que indica que a mayor peso por planta, habrá mayor rendimiento (Cuadro A.27).

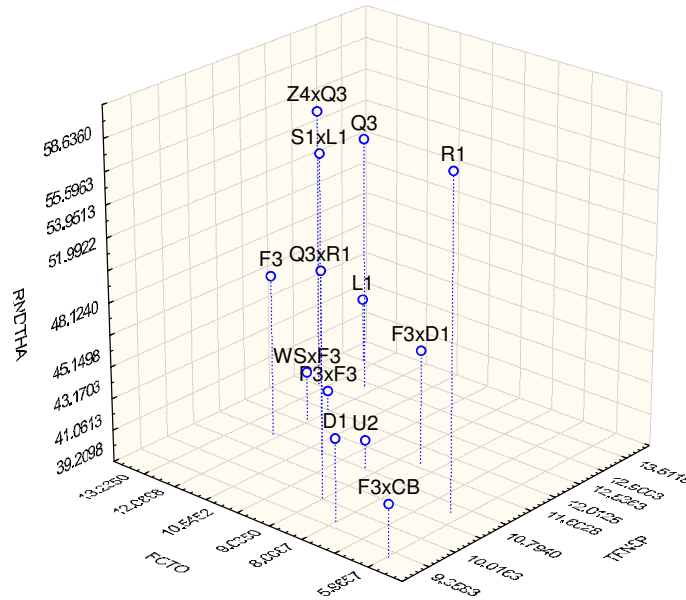
La baja correlación entre fotosíntesis y las características de rendimiento, es un indicativo que los genotipos de mayor rendimiento no acumulan más fotosintetizados en los frutos, mas bien en estructuras (hojas, raíz, etc) que en el amarre y crecimiento de los frutos. Por otro lado, los datos fisiológicos fueron tomados una sola vez, y solo representan el funcionamiento de la planta prácticamente en unos segundos, haciéndose necesario mas tomas de datos, a lo largo del ciclo del cultivo.



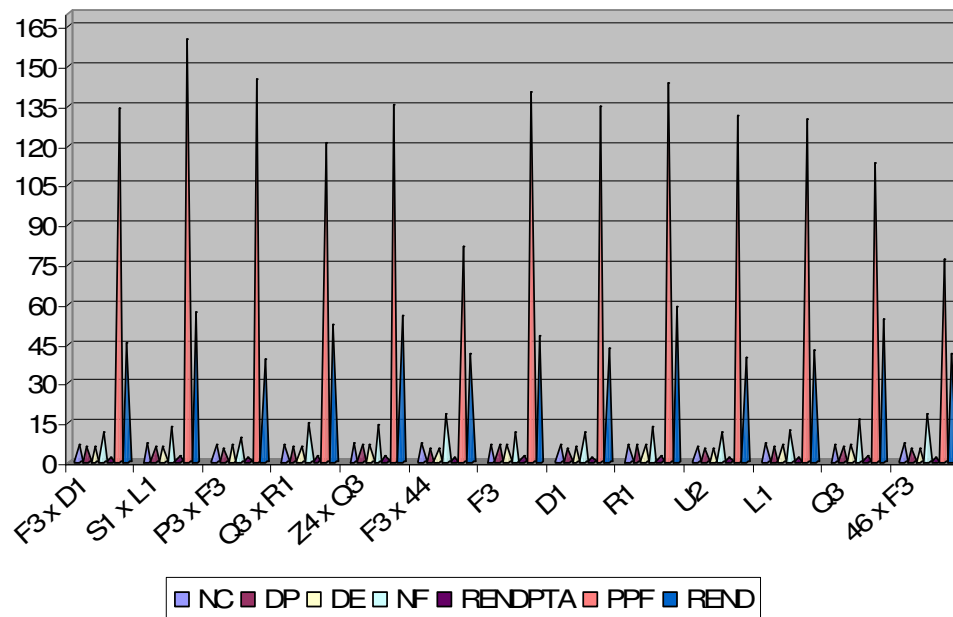
La baja correlación entre FOTO, TRANS y REND se muestra en la figura 4.4 pues los genotipos de más bajos valores fisiológicos, presentan bajo rendimiento (D1, U2 F3 x 44) y los genotipos de mayor rendimiento (Z4 x Q3, Q3, R1, y S1 x L1) muestran valores fisiológicos intermedios. Por lo general se toman en cuenta solo los componentes visuales tomándose muchas de las veces decisiones equivocadas con este método y pueden descartarse genotipos valiosos.

En la figura 4.5 se muestran los genotipos evaluados, así como los valores de variables cuantitativas de rendimiento. Se obtuvieron en promedio 13 frutos cosechados por planta en los siete cortes obtenidos, de los cuales 46 x F3 y F3 x 44 presentaron el mayor número de frutos, con un total de 18 frutos cosechados. El peso promedio del fruto (PPF), fue de 127 g, mostrando su alto valor el material S1 x L1, con un total de 160 g.

El rendimiento (REND) promedio fue de  $47 \text{ t ha}^{-1}$ , donde los materiales; R1, S1 x L1, Z4 x Q3, Q3 y Q3 x R1 presentan valores superiores a los  $52 \text{ t ha}^{-1}$ , mientras que los valores más bajos estuvieron dados por U2 y P3 x F3, con  $39 \text{ t ha}^{-1}$ . Sin embargo se muestran los valores máximos y mínimos (Cuadro 4.2) en la variable rendimiento, donde la media de los genotipos para la localidad Providencia muestra que Q3 x R1 mostró un total de  $96 \text{ t ha}^{-1}$ , (Cuadro A.12), contrariamente, el menor rendimiento fue dado por U2, en la localidad Rancho Nuevo (Cuadro A.17).



**Figura 4. 4 Comportamiento de genotipos de tomate bola con las variables REND, FOTO Y TRANS, promedio de los tres ambientes de evaluación.**



NC (Número de Cortes), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro ecuatorial), NF (Número de Frutos), RENDPTA (Rendimiento por planta), REND (Rendimiento)

**Figura 4.5 Comportamiento de las variables cuantitativas de rendimiento en genotipos de tomate bola, promedio de los tres ambientes de evaluación.**

**Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables de rendimiento de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

	GF	DF	DE	NF	RENDPT	PPF	REND
F. V	2	14.52*	8.52*	1676.11*	1384.53**	39830.58	50.79
L	6	0.15	0.35	44.01*	59.25	10713.59*	1.49
B	12	1.07**	1.41*	44.03**	68.26	3429.38**	1.54
AMB	24	0.23	0.71*	17.14	50.18	1285.87	1.22
AM		0.18	0.24	10.53	57.61	913.87	1.40
B		7.40	8.35	24.27	14.02	23.872	7.08
ERROR		7.18	7.55	25.16	3853	255.80	96.33
C. V		5.69	5.91	13.37	2036.46	126.63	47.44
MAX		4.15	4.04	3.83	1028.26	47.68	21.20
MIN							

**Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables de rendimiento de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

**4.1.3 Análisis de Varianza para las Variables Agroclimáticas.**

El análisis de varianza combinado muestra diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables DFFF y HR, para la fuente de variación Ambiente (AMB) y diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en  $CO_2$ , manifestando que la ubicación geográfica influyó en la intensidad luminosa, humedad ambiental y concentración de  $CO_2$ . En la variable REP(AMB) hubo diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en DFFF,  $CO_2$  y TAIR, lo que indica que la ubicación del experimento es diferente por las condiciones climáticas, de suelo y manejo para cada una de las repeticiones. En la fuente de variación genotipo (GEN), se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) solo en la variable TAIR, lo que indica la variabilidad de respuestas fisiológicas ante el calentamiento;

mientras que las respuestas fueron similares estadísticamente en las demás variables. No se obtuvieron diferencias en la fuente de variación GEN\*AMB (Cuadro 4.3).

En la figura 4.6 y 4.7, se muestran los valores medios de cada ambiente de evaluación para las variables agroclimáticas, donde se obtuvo que el ambiente Providencia presentó  $510 \mu\text{mol}$  de fotones  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , y con una Humedad Relativa de 41 %, ambas variables motivan que la temperatura del aire se mantenga en  $32^\circ\text{C}$ . Contrariamente para la localidad Buenavista se tuvo Humedad Relativa de 17% y una densidad de  $1705 \mu\text{mol}$  de fotones  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , influyendo con ello que la temperatura se elevara a  $37^\circ\text{C}$ .

Se encontró correlación positiva con las variables DFFF y temperatura del aire (TAIR), lo que muestra que un incremento en la incidencia de la luz en el área del cultivo incrementa la temperatura del ambiente y no existir corrientes de aire se ve afectado el tejido fotosintético. (Cuadro A.26). Se obtuvo correlación positiva significativa de variables THOJA con TAIR y DFFF, ésta última a su vez presentó correlación negativa con °BRIX, lo que significa que la intensidad de la radiación solar influye de manera directa en la temperatura del ambiente y, por lo tanto de las mismas plantas, lo que trae como consecuencia daño en el proceso fisiológico. Los umbrales de temperatura para tomate son:  $10^\circ\text{C}$  mínima,  $23^\circ\text{C}$  óptima y  $30^\circ\text{C}$  máxima, por lo que los genotipos mas rendidores y tolerantes fueron: L1, F3 y R1.

**Cuadro 4.3 Cuadros medios de análisis de varianza combinado en las variables agroclimáticas en tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

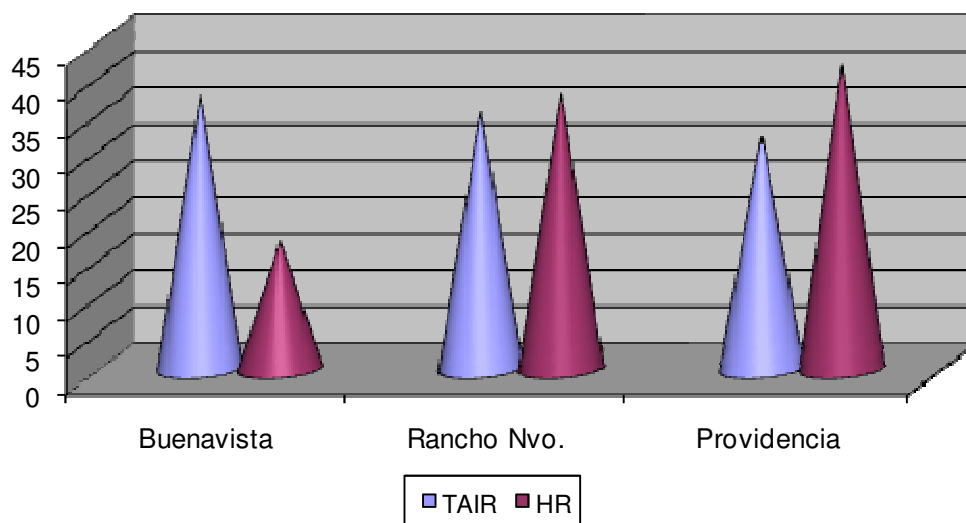
<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>DFFF</b>	<b>TAIR</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>HR</b>
<b>AMB</b>	2	11226614.29*	210.29	17486.89*	4330.31**
<b>REP(AMB)</b>	6	813958.71**	92.30**	118534.28**	34.74
<b>GEN</b>	12	108982.22	2.60*	1944.37	61.77
<b>GEN*AMB</b>	24	122773.21	1.41	4187.99	60.39
<b>ERROR</b>		121669.03	1.19	3637.1	63.76
<b>C. V.</b>		27.55	3.14	16.18	24.81

<b>MAX.</b>	2095.5	38.14	489.12	51.10
<b>PROM.</b>	1265.90	34.75	373.63	32.19
<b>MIN.</b>	214.85	29.41	304.81	9.80

F. V. (Fuentes de Variación), G. L. (Grados de Libertad), DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> ambiental), HR (Humedad Relativa), AMB (Ambientes), REP(AMB) (Repetición dentro de Ambientes), GEN (Genotipos), GEN\*AMB (Genotipos x Ambientes), C. V. (Coeficiente de Variación), Máx. (Máximo), Prom. (Promedio), Mín. (Mínimo), \* Significativo ( $P \leq 0.05$ ) y \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ).

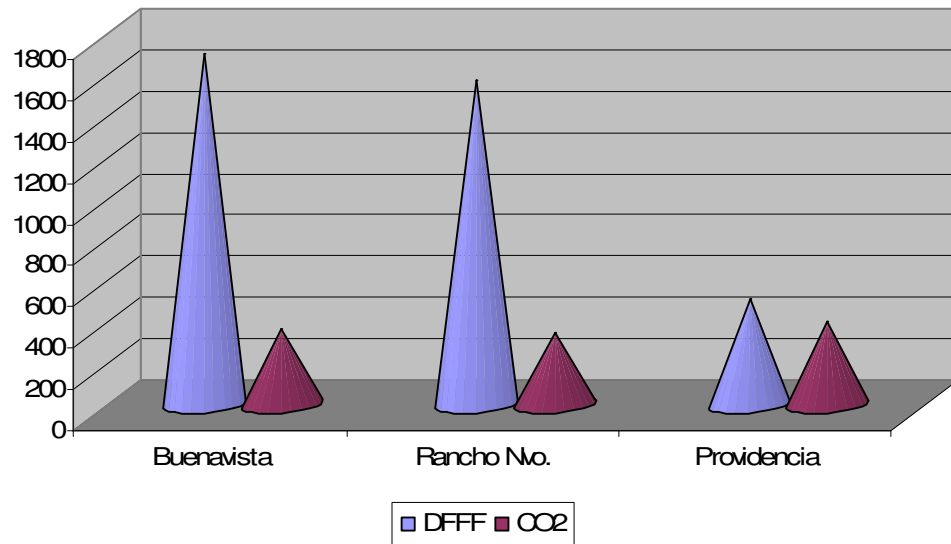
Se observa en la figura 4.8 el comportamiento de los genotipos de tomate bola, en las variables de temperatura con el rendimiento. Alía, (2000) menciona que una alza en la temperatura afectan la producción de los cultivos. Sato *et al.*, 2006, encontraron que las altas temperaturas dañan los procesos reproductivos y vegetativos del cultivo de tomate, causando alteraciones morfológicas o desórdenes fisiológicos.

La temperatura ambiental promedio osciló en 34.7°C, encontrando en algunos genotipos como F3, Q3, L1 y R1 que presentaron temperaturas superiores a los 35°C, contrariamente, con temperatura inferior de 33 °C, está F3 x D1, en tanto el resto se mantuvo cercano al valor promedio. El valor más alto de humedad relativa lo muestra el genotipo L1 con la máxima concentración de 37.7%, seguido de la mayoría de los materiales con valores que van desde 28 a 36%, S1 x L1 presentó la mínima concentración.



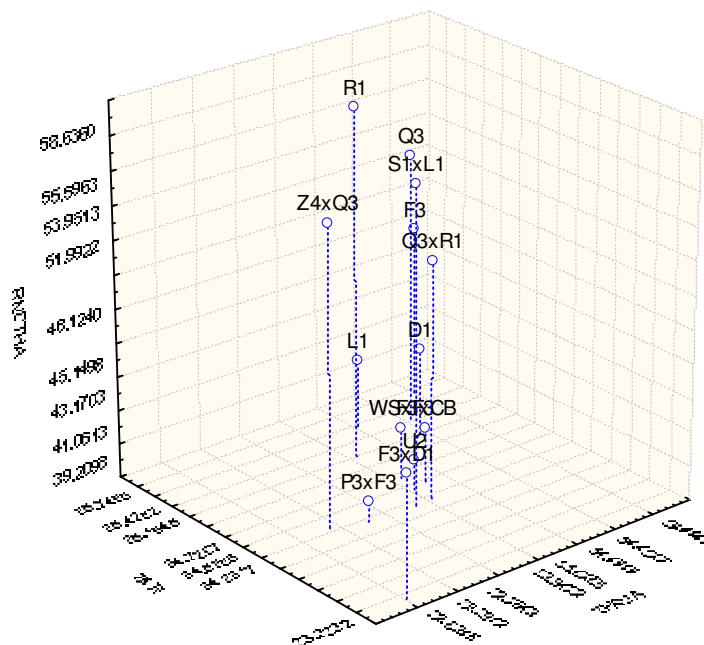
TAIR (Temperatura del Aire), HR (Humedad Relativa)

**Figura 4. 6 Comportamiento de las variables Agroclimáticas TAIR y HR por ambiente de evaluación, promedio de los trece genotipos de tomate bola.**



DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> ambiental) ,

**Figura 4. 7 Comportamiento de las variables Agroclimáticas DFFF y CO<sub>2</sub> por ambiente de evaluación, promedio de los trece genotipos de tomate bola.**



**Figura 4. 8 Comportamiento de genotipo de tomate bola con variables REND, TAIR Y THOJA, promedio de los tres ambientes de evaluación.**

Los valores obtenidos, en cuanto a humedad, se encuentran por debajo de los valores considerados óptimos (Cuadro A.5). Sin embargo en base a la media de los materiales por localidad el valor máximo de temperatura ambiental (TAIR) estuvo dado para la localidad Buenavista en el material F3 con 38.14°C, (Cuadro A.23), el valor mínimo se presentó en el material F3 x D1 en la localidad Providencia con 29.41°C. Así mismo para humedad relativa, el valor más alto fue dado en la localidad Providencia (Cuadro A. 13), mientras que el valor mínimo lo obtuvo el ambiente Buenavista, con 9.79 % (Cuadro A.23).

#### **4.1.4 Análisis de Varianza para las Variables fisiológicas.**

Se muestran los cuadrados medios (Cuadro 4.4) del análisis de varianza combinado, donde se encontró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables, COND, RE y CE, de la fuente de variación Ambiente, mostrando con ello que las localidades fueron diferentes debido principalmente a las condiciones climáticas, temperatura y probablemente presencia de viento.

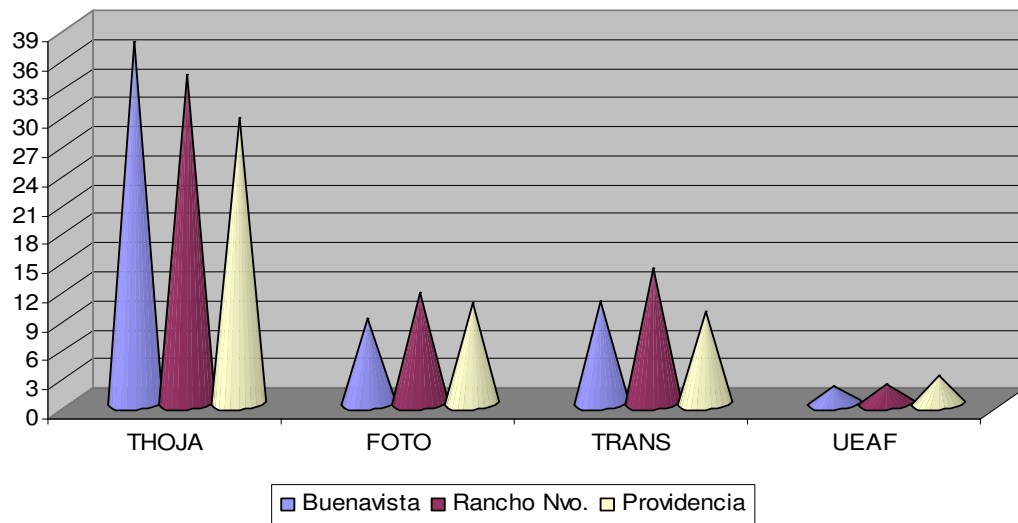
En la fuente de variación REP (AMB), se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables THOJA, CINT, TRANS y UEAF, y diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para FOTO. En la fuente de variación GEN, no se obtuvieron diferencias significativas en ninguna de las variables, lo que significa que las respuestas fisiológicas de los genotipos ante las condiciones imperantes mostraron una tendencia similar en general. En GEN\*AMB, se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para fotosíntesis (FOTO) y uso eficiente del agua (UEAF), indicando con ello que cada genotipo se expresa diferente debido a las condiciones predominantes para cada localidad.

En el Cuadro A.8 y Figura 4.9 y 4.10 se muestran los valores que se obtuvieron de los tres ambientes evaluados, donde la localidad Buenavista presenta la temperatura de hoja más altas con  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , así mismo la resistencia estomática para la misma localidad fue de  $3\text{ s cm}^{-1}$  debido a que las plantas reaccionaron ante las altas temperaturas con cierre estomático. Por el contrario el ambiente Rancho Nuevo presenta la temperatura más baja. Asimismo el UEAF fue mejor para el ambiente Providencia, debido a las condiciones controladas de invernadero, por lo que presentaron una mejor relación de fotosíntesis – transpiración, que se vio reflejado en el uso eficiente del agua; por el contrario en las localidades Buenavista y Rancho Nuevo, se presentó un menor uso eficiente del agua, debido a las condiciones de establecimiento del cultivo a campo abierto.

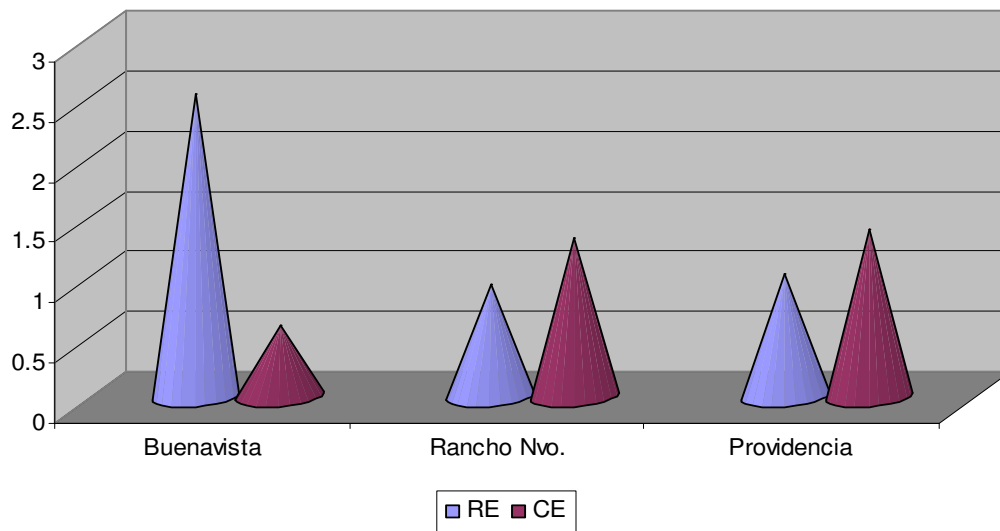


De las variables fisiológicas, se muestra que CE presenta correlación positiva con FOTO debido a que es por los estomas donde la plantas adquiere el CO<sub>2</sub> para llevar a cabo la fotosíntesis y esto a su vez es influenciado por la conductancia estomática como lo menciona Fernández (1992). También se presenta correlación entre Conductancia estomática (CE) con Humedad Relativa (HR); una humedad relativa baja, menor de 45%, provoca que la tasa de evapotranspiración aumente, lo que provoca estrés hídrico, generando que la planta aumente el consumo de agua (Shibuya *et al.*, 2003). Sin embargo la cantidad de agua requerida para la obtención de mejores rendimientos y calidad del fruto va dependiendo del tipo de cultivo, así como de las condiciones ambientales. Se aprecian correlaciones significativas (Cuadro A.27) existentes entre temperatura de la hoja (THOJA) con DFFF y temperatura del ambiente TAIR, lo que indica que la alta temperatura ambiental fue causada por alta intensidad luminosa, calentando el tejido fotosintético de la planta, causando daños fisiológicos.

Las temperaturas extremas son causa de alteraciones morfológicas, Alia (2000). Sin embargo la temperatura del aire influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, cuajado de fruto, desarrollo, maduración y la calidad de los frutos, ya que influye en la distribución de los productos de la fotosíntesis.



**Figura 4. 9** Comportamiento de variables fisiológicas en genotipos de tomate bola por ambiente de evaluación.



RE (Resistencia estomática), CE (Conductancia estomática)

**Figura 4. 10** Comportamiento de variables fisiológicas resistencia y conductancia estomática de genotipos de tomate bola por ambiente de evaluación.

**Cuadro 4.4 Cuadros medios del análisis de varianza combinado para las variables fisiológicas de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Cah, 2006.**

F. V.	THOJA	COND	RE	CE	CINT	FOTO	TRANS	UEAF
AMB	393.12	0.47**	2.77**	1.37**	37680.18	1.50	139.26	0.34
REP(AMB)	94.76**	0.003	0.03	0.010	69589.11**	5.47*	56.90**	2.40**
GEN	4.87	0.02	0.14	0.048	2207.93	1.38	9.21	0.27
GEN*AMB	4.69	0.026	0.18	0.077	4950.27	1.75*	18.64	0.26*
ERROR	3.53	0.03	0.12	0.08	3543.24	.933	10.37	0.16
C. V.	5.59	1.54	3.14	2.54	20.21	7.45	28.50	3.47
MAX.	39.43	0.72	5.12	2.13	428.15	22.87	16.43	5.57
PROM.	33.59	0.37	1.50	1.10	294.59	10.23	11.30	2.25
MIN.	27.26	0.07	0.63	0.30	215.78	-0.38	5.17	-0.06

genéricos, fotosíntesis, respiración y crecimiento responden a la temperatura. Allen y Hallgren (1987) señalan que los procesos fisiológicos, tales como la fotosíntesis, la transpiración y el uso eficiente del agua, que la respuesta del cultivo depende de la temperatura óptima de cada uno de los procesos fisiológicos.

presentó una correlación entre el uso eficiente del agua fisiológica y la fotosíntesis.

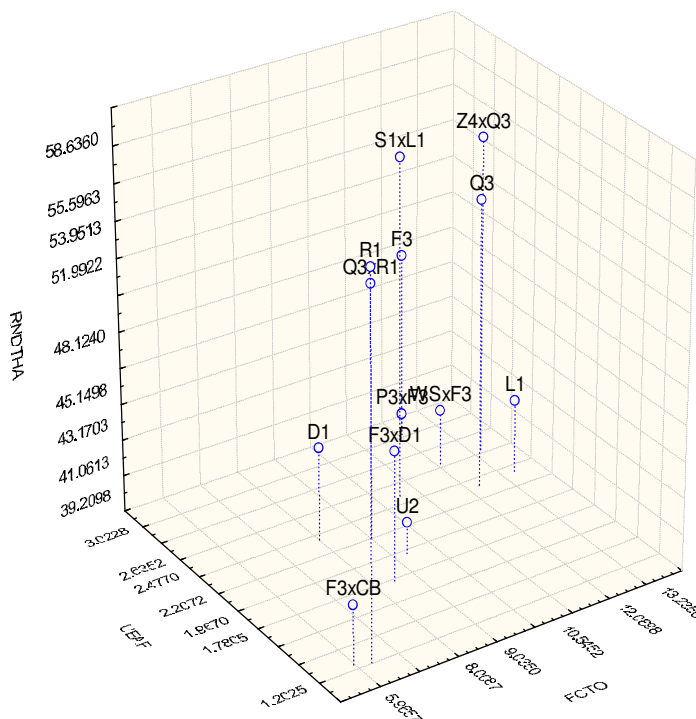
Fotosíntesis, esto indica que la actividad fotosintética está directamente relacionada con el uso eficiente del agua, debido a que la planta tiene buena capacidad para acumular materia seca por unidad de agua transpirada, y que los genotipos con mayor capacidad de fotosintetizar hacen mejor uso del agua. Allen y Rudich, (1978)

F. V. (Fuentes de Variación), G. L. (Grados de Libertad), THOJA (Temperatura de la Hoja), COND (Conductancia Estomática), RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática) transformado, CINT (Conductancia Estomática transformado), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente del Agua Fisiológico transformado), AMB (Ambientes), REP(AMB) (Repetición dentro de Ambientes), GEN (Genotipos), GEN\*AMB (Genotipos x Ambientes), C. V. (Coeficiente de Variación), Max. (Máximo), Prom (Promedio), Min. (Mínimo), \* Significativo ( $P \leq 0.05$ ) y \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ). Valores de FOTO, COND, RE, CE, y UEAF transformados a  $(x-2 + 10)$ .

mencionan que los genotipos que mejor utilizan el agua son los que mejor fotosintetizan. Así mismo transpiración (TRANS) presenta una correlación con HR y FOTO.

Se aprecia el comportamiento fisiotécnico (Figura 4.11 y 4.12) de los genotipos de tomate bola, para las variables fisiológicas. Los materiales con mayor eficiencia fisiotécnica fueron: L1 y Z4 x Q3 con  $13.33 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y  $13.23 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  respectivamente. Para la tasa transpiratoria, el valor superior fué dado por L1 con  $13.51 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y Q3 con  $12.90 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . El cultivo en invernadero presenta una evapotranspiración más baja que el cultivo al aire libre, por lo tanto resulta un uso del agua más eficiente relacionada con la producción, por ser ésta última más alta en invernadero. En lo referente al uso eficiente del agua (UEAF), se obtuvo que F3 presenta el valor superior con  $3.05 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ L H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  y en contraparte R1 presenta menos eficiencia con  $1 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ L H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Cuadro A.7).

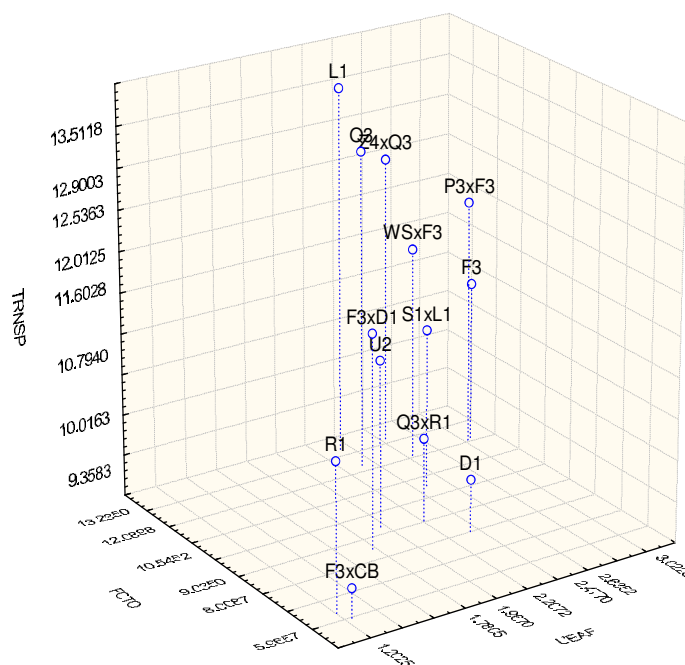
Guerra *et al.*, (1997) obtuvo que las variables fisiológicas de fotosíntesis, transpiración y UEAF fueron mas altas en la hoja superior del dosel y que la mayor parte de la actividad fisiológica se encuentra en etapas tempranas de la fenología de las plantas.



**Figura 4. 11 Comportamiento de genotipos de tomate bola en las variables Fotosíntesis, Uso eficiente del Agua y Rendimiento, promedio de los tres ambientes de evaluación.**

No se encontraron correlaciones significativas entre las variables fisiológicas con Rendimiento (REND), esto puede ser debido a que los materiales que tienen buen rendimiento no son los que tienen mayor eficiencia fotosintética, esto debido a que los fotosintatos producidos probablemente fueron aprovechados en otros órganos de la planta como hojas tallos y raíz, sin embargo tenemos que los materiales con más altos rendimientos, como: R1 y S1 x L1 obtuvieron un total de 59 y 57 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, aunque los valores fisiológicos de FOTO, TRANS Y UEAF no fueron los mejores (Cuadro A.3), esto coincide con lo encontrado con Trinidad (2007) quien obtuvo materiales de alta eficiencia fisiotécnica mas no así los mejores en rendimiento. Por el contrario Santiago *et al.*, (1998) encontraron que para las variables UEAF, FOTO y TRANS el material Celebrity presentó un mejor

comportamiento así como altos rendimientos, lo que mostró influencia de la fotosíntesis en el rendimiento.



**Figura 4. 12 Comportamiento de genotipos de tomate bola en las variables Transpiración, Fotosíntesis y Uso eficiente del Agua, promedio de los tres ambientes de evaluación.**

#### 4.1.5 Análisis de Varianza para las Variables Cualitativas de Rendimiento.

La apariencia visual externa, tamaño apropiado, color rojo uniforme, ausencia de defectos, buena firmeza, sabor, aroma característico y adecuada vida útil, son generalmente los aspectos importantes para selección del fruto del tomate; en base a ello se presentan a continuación los resultados obtenidos:

En el Cuadro 4.5 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza combinado de las variables cualitativas de rendimiento, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables pH, y LICOP, de la fuente de variación ambiente (AMB) lo que nos indica que en los ambientes de evaluación

tuvieron comportamiento promedio distinto (promedio de los genotipos en estudio), ello debido a características de suelo, de igual modo influyen el manejo agronómico, desarrollo de las láminas de riego, y características climáticas generales, lo que se ve expresado finalmente en la calidad del producto. Para la fuente de variación REP (AMB), no se obtuvieron diferencias significativas, mostrando homogeneidad en las repeticiones así como en el manejo del establecimiento. Mientras que para la fuente de variación Genotipos (GEN), se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables: COLOR, pH, GBRIX y LICOP, mientras que para VITC, se obtuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), expresando la respuesta diferencial de los genotipos entre sí. En GEN\*AMB, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en cada una de las variables, lo que indica las diferentes respuestas de los materiales en estudio debido a las condiciones de cada uno de los ambientes de evaluación.

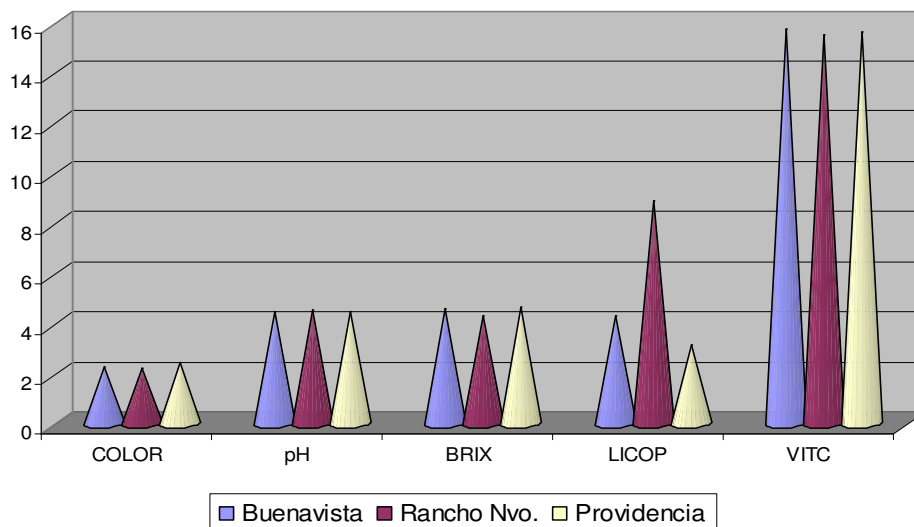
En la figura 4. 13 y Cuadro A.10 se presentan las variables de calidad con sus valores por ambiente de evaluación, presentando la localidad Rancho Nuevo un valor de 4.50 en pH, contrariamente para Buenavista, se presentó un pH de 4.43. Mientras que para sólidos solubles (GBrix) los valores mas altos son dados en el ambiente Providencia con 4.65%, seguidos de Rancho Nuevo con un menor valor de 4.29%. La concentración mas elevada de Licopeno se presentó en el ambiente Rancho Nuevo con 8.86, mientras que el valor más bajo fue en Providencia con 3.1 mg 100 g<sup>-1</sup>. Sin embargo, para contenido de Vitamina C no existió diferencia significativa en ambientes, todos oscilaron en 15 y 16 mg por 100 ml de muestra.

**Cuadro 4.5 Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para las variables de calidad de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

F. V.	G. L.	COLOR	Ph	GBRIX	LICOP	VITC
AMB	2	0.72	0.050**	1.41	13.79**	0.60
REP(AMB)	6	0.27	0.01	0.33	0.72	1.50
GEN	12	1.29**	0.03**	1.61**	1.48**	25.22*
GEN*AMB	24	0.59**	0.03**	0.82**	1.05**	24.82**
ERROR	72	0.24	0.005	0.31	0.401	11.29
C. V.		21.31	1.61	12.30	5.22	21.54
MAX.		3.00	4.70	5.53	18.60	21.94
PROM.		2.28	4.47	4.51	5.41	15.59
MIN.		1.0	4.30	3.57	0.59	11.25

F. V. (Fuentes de Variación), G. L. (Grados de Libertad), COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), Transformado LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C), AMB (Ambientes), REP(AMB) (Repetición dentro de Ambientes), GEN (Genotipos), GEN\*AMB (Genotipos x Ambientes), C. V. (Coeficiente de Variación), Máx. (Máximo), Prom. (Promedio), Mín. (Mínimo), \* Significativo ( $P \leq 0.05$ ) y \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ). Valores LICOP Transformados a  $(x^2 + 10)$ .

Se puede observar en la figura 4.14, el comportamiento cualitativo de genotipos de tomate bola en promedio de los tres ambientes de evaluación.



COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C)

**Figura 4.13** Comportamiento de las variables de rendimiento cualitativo en genotipos de tomate bola, por ambiente de evaluación.



Donde se encontró que los frutos presentaron un valor escalar de 3, de acuerdo con la carta comparativa de colores visual, United Status Estándar for grades of fresh tomatoes. U.S.D.A. Washington. El color es una característica de importancia en lo que se refiere a la calidad, pues de dicho color depende su contenido de licopeno, así como antioxidantes, dándole buena apariencia al producto (Aguilar, 2005). No existió en dicha investigación la presencia de correlación alguna entre estas dos variables.

Para el pH obtenido, la escala de acidez va de 4.30 a 4.70, valores que pueden ser considerados aceptables según lo obtenido por De Prado (2002) al mencionar que el pH se sitúa normalmente entre 4.2 y 4.4 siendo raro que se superen estos valores; Teniendo que el valor máximo fue obtenido por la media del genotipo R1 en la localidad Providencia (Cuadro A.15). El sabor del tomate está ampliamente relacionado con el contenido de azúcar y ácidos, sin embargo, las diferencias en sabor son determinados como resultado de la madurez fisiológica, factores ambientales, de producción o manipulación postcosecha, así como criterios sensoriales de evaluación.

La concentración de sólidos solubles nos indica la cantidad de compuestos de fructuosa y glucosa presentes en el extracto de los frutos del tomate, los que determinan el sabor del fruto, aspecto importante en la industria procesadora de alimentos. Para la concentración de sólidos solubles (GBRIX), se presentan tres grupos estadísticamente diferentes, donde P3 x F3 y U2 obtienen valores que superan al 5%, el segundo grupo lo ocupa la mayoría de los materiales con rangos de 4 a 5%, finalmente al tercer grupo lo conforma S1 x L1 con la menor concentración, con solo 3.8%. El valor máximo fue obtenido por el material, U2, en la localidad Buenavista, (Cuadro A.25.) Guerra (1999), encontró en sus materiales evaluados, que

el mayor valor reportado en cuanto al contenido de azúcares fue de 7.5, valor superior al obtenido en la presente investigación. Sin embargo, de acuerdo con Diez (1995), los tomates para procesado y consumo en fresco deben contar con un contenido de sólidos solubles que oscilen entre 4.4 y 5.5 °Brix, por lo que los tratamientos aquí evaluados se consideran de buena calidad.

El valor promedio de la concentración de licopeno (LICOP) fue de 5.41 mg 100 g<sup>-1</sup> en frutos, aunque se destacan F3 x D1, P3 x F3, Z4 x Q3, F3, R1 y U2 con valores por encima de la media, siendo Q3 x R1 con 11.88 mg 100 g<sup>-1</sup> el valor más alto, mas no el valor máximo obtenido, que fué en el material Q3 x R1 con 18.60 mg 100 g<sup>-1</sup>, en la localidad Rancho Nuevo (Cuadro A.20) mientras que L1 y S1 x L1 presentan las concentraciones mas bajas con 2.67 y 2.74 mg 100 g<sup>-1</sup>, siendo el mínimo valor obtenido por F3 x D1 con 0.59 en la localidad Buenavista (Cuadro A.25) respectivamente. Arias *et al.*, (2000) mencionan que en variedades comunes de tomate la concentración de Licopeno es de 3 a 12.2 mg 100 g<sup>-1</sup>, en frutos maduros de tomate.

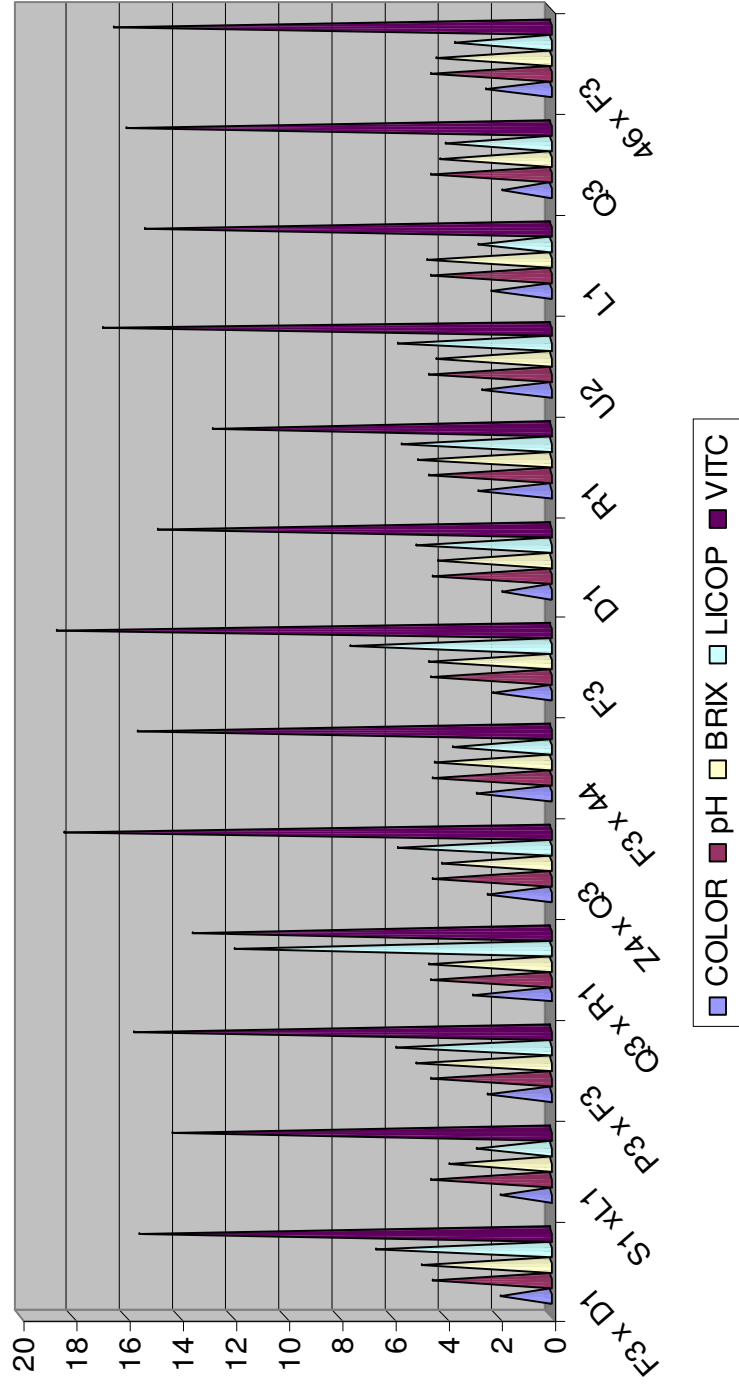
Para el contenido VITC, se encontró que los valores fluctúan entre 12.70 a 18.53 mg 100 g<sup>-1</sup>, sobresaliendo la línea F3 y el híbrido F3 x 44 con 18.5 y 18.2 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, no coincidiendo con los valores reportados por Nuez (1995) de 23 mg por 100 g. Los valores máximos y mínimos fueron dados por los materiales F3 y R1 para el ambiente Providencia (Cuadro A.15).

Se encontraron correlaciones negativas entre GBRX con TAIR, lo que indica que la temperatura ambiente en los genotipos evaluados no tiene influencia en la acumulación de los sólidos solubles, ya que el contenido de los sólidos solubles puede depender del manejo agronómico que se le dé al cultivo y de la capacidad de

este para la asimilación de los fotosintatos y poder traslocarlos a los frutos.  
(Apéndice A.27)

Una alta concentración de luz incidente traerá como consecuencia un aumento en la temperatura, provocando que la planta metabolice de una forma mas rápida, teniendo una acumulación de grados brix y una cantidad de licopeno menor (Walker y Ho, 1977).

Figura 4. 14 Comportamiento de las variables cualitativas de rendimiento en genotipos de tomate bola, promedio de tres ambientes de evaluación.



COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C)

#### 4.2 Análisis de la interacción Genotipo x Ambiente.

En base a los resultados obtenidos del análisis de varianza combinado, donde se mostró significancia para la interacción genotipo ambiente para las variables: FOTO, UEAF, REND, DPC, NC, VIT C Y LICOP, generando esto la necesidad de llevar a cabo un análisis de parámetros de estabilidad para poder mostrar la adaptabilidad y consistencia de los genotipos en diferentes ambientes. Los métodos de evaluación de cultivares, en los cuales se realiza una descomposición de la interacción genotipo - ambiente, es muy útil para identificar genotipos estables.

El cuadro 4.6 muestra los cuadrados medios del análisis de varianza obtenido del programa Parámetros de estabilidad, para las variables anteriormente mencionadas. Como se puede observar en la característica DPC, se encontró significancia para la fuente de variación Variedades, además el progenitor R1 también mostró significancia ( $P \leq 0.05$ ). En lo correspondiente a la característica, FOTO, REND y VIT C no se encontró significancia para ninguna fuente de variación, lo mismo sucedió para NC no se encontró significancia alguna debido a que los cortes fueron similares para las tres localidades por lo que no hay presencia de datos en ninguna de los materiales en estudio. Para las características UEAF y LICOP se observó diferencia ( $P \leq 0.05$ ) para las fuentes de variación Variedades y Variedades x Ambientes.

En el cuadro 4.7 se observa el rendimiento promedio y los parámetros de estabilidad, donde los genotipos presentan un coeficiente de regresión ( $\beta_i$ ) igual a uno definiéndolos según el criterio de Erberhart y Russell (1966), como genotipos estables en los tres ambientes.

Los genotipos F3, Q3, Q3 x R1 y S1 x L1, obtuvieron un  $\beta_i$  mayor a uno pero no significativo lo que se considera como variedad estable, a excepción del genotipo S1 X L1 que muestra respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes .

**Cuadro 4.6 Cuadrados medios del análisis de varianza de Estabilidad para diferentes variables de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>DPC</b>	<b>NC</b>	<b>FOTO</b>	<b>REND</b>	<b>UEAF</b>	<b>VIT C</b>	<b>LICOP</b>
Variedades (V)	12	90.83*	0.13	19.33	150.05	1.01*	8.37	17.86*
V*A (Lineal)	12	55.19	0.27	25.97	172.82	1.79*	7.75	14.26*
Desviacion Conjunta	13	42.75	0	24.83	97.71	0.32	8.08	6.24
D1	1	25.4	0	0.77	2.56	0.01	0.47	3.1
F3	1	0.61	0	38.73	24.3	0.01	19.23	2.72
F3 x 44	1	13.56	0	13.33	1.2	1.12	0.77	0.76
F3 x D1	1	0.17	0	1.17	92.21	1	0.39	13.06
L1	1	18.51	0	13.58	2.94	0.02	7.67	0.03
P3 x F3	1	80.47	0	0.19	39.08	0.01	11.38	0.27
Q3	1	4.59	0	5.19	98.48	0.65	17.08	1.43
Q3 x R1	1	21.31	0	4.17	463.33	0.39	14.18	45.54
R1	1	356.83*	0	56.56	389	0.23	5.22	6.88
S1 x L1	1	11.12	0	3.43	0.4	0.24	4.42	0.27
U2	1	11.4	0	24.03	78.23	0.23	11.44	4.9
46 x F3	1	0.72	0	161.07*	23.2	0.28	6.69	0.57
Z4 x Q3	1	11.12	0	0.58	55.29	0.03	6.15	1.56

Al realizar el análisis y graficar la interacción genotipo ambiente, se obtuvo que las variables FOTO, LICOP y DPC se comportaron mejor en la localidad Rancho Nuevo. Las variables NC, UEAF y REND mostraron buena respuesta y adaptación para el ambiente Providencia con índices ambientales positivos.

De manera general, de los ambientes analizados, la localidad Providencia muestra buen comportamiento lo que le permite ser uno de los mejores ambientes para la producción de tomate en general, por tener materiales con mayor rendimiento, mayor número de cortes, así como mejor aprovechamiento del uso

agua, debido a las condiciones ambientales controladas que se presentó en el cultivo. Contrariamente los dos ambientes de campo presentan interacción negativa debido a que se encuentran bajo campo abierto, lo que nos muestra que serán los que tenderán a rendir menos o bien mostrar variaciones negativas por efecto de las condiciones ambientales, sin embargo algunos de los materiales presentan adaptabilidad a ciertos ambientes.

Los rendimientos promedio de los trece genotipos en tres ambientes, los valores de los parámetros de  $\beta_i$  y  $S^2$  y la clasificación de cada uno de los genotipos con base en el esquema de clasificación de Carballo y Márquez (1970), se encuentran en el Cuadro 4.7 y Cuadro 4.8. De los trece genotipos evaluados para la variable rendimiento resultaron estables 5 en su respuesta  $\beta_i=1$   $S^2=0$ . Seis genotipos fueron estables en su respuesta  $\beta_i \leq 1$   $S^2=0$ . Q3 x R1 fue estable en su respuesta  $\beta_i \geq 1$   $S^2=0$ . Mientras que S1x L1 se adaptó mejor en buenos ambientes y fue consistente en  $\beta_i \geq 1$   $S^2=0$ .

**Cuadro 4.7 Rendimiento promedio en parámetros de estabilidad en genotipos de tomate bola evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

GENOTIPO	MEDIA RENDIMIENTO	COEFICIENTE REGRESION	DESVIACION REGRESION
D1	43.17	0.87	-290.75
F3	48.12	1.1	-269.01
F3 x 44	41.27	0.83	-292.11
F3 x D1	45.15	0.86	-201.1
L1	42.06	0.69	-290.37
P3 x F3	39.21	1.07	-254.23
Q3	53.95	1.3	-194.83
Q3 x R1	51.99	1.82	170.02
R1	58.64	-0.09	95.69
S1 x L1	56.74	1.96*	-292.91
U2	39.74	0.87	-215.08
46 x F3	41.06	1.03	-270.11
Z4 x Q3	55.6	0.95	-238.02

En lo que respecta a los genotipos, se puede apreciar que R1 y S1 x L1 presentan los mayores rendimientos, siendo R1 el más estable, estando por encima de la media obtenida. (Cuadro 4.7 y gráfica 4.17)

**Cuadro 4.8 Clasificación de genotipos de tomate bola en parámetros de estabilidad en evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

<b>GENOTIPO</b>	<b>DPC</b>	<b>NC</b>	<b>FOTO</b>	<b>REND</b>	<b>UEAF</b>	<b>VIT C</b>	<b>LICOP</b>
D1	C	A	C	C	C	C	C
F3	C	A	C	C	A	C	C
F3 x 44	C	A	C	C	C	C	C
F3 x D1	A	A	C	C	C	C	C
L1	C	A	C	C	C	C	B
P3 x F3	C	B	C	C	C	C	C
Q3	C	B	C	C	C	C	C
Q3 x R1	C	B	C	C	C	C	C
R1	D	B	C	C	C	C	C
S1 x L1	C	B	C	A	C	C	C
U2	C	B	C	C	C	C	C
46 x F3	C	B	C	C	C	C	C
Z4 x Q3	C	B	D	C	C	C	C

A= Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente

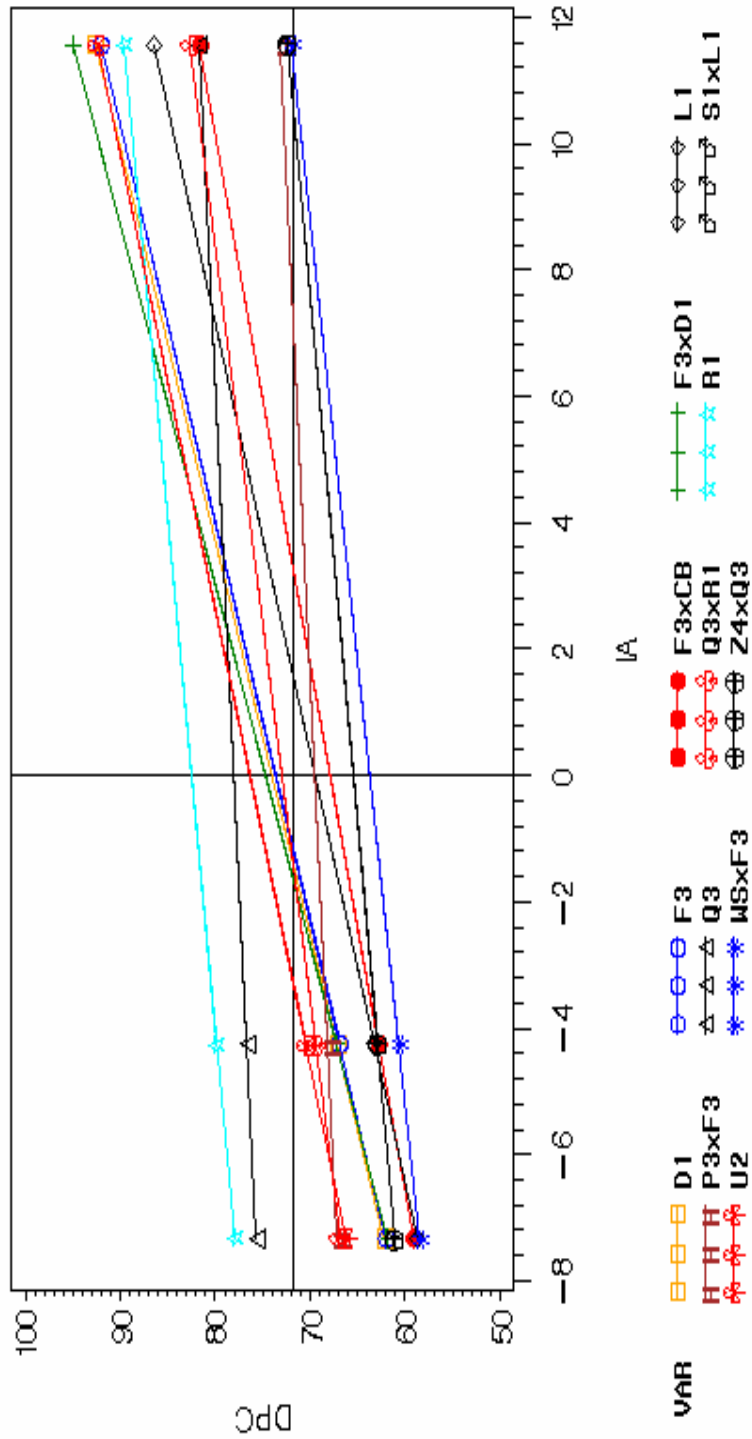
B= Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes.

C= Variedad estable.

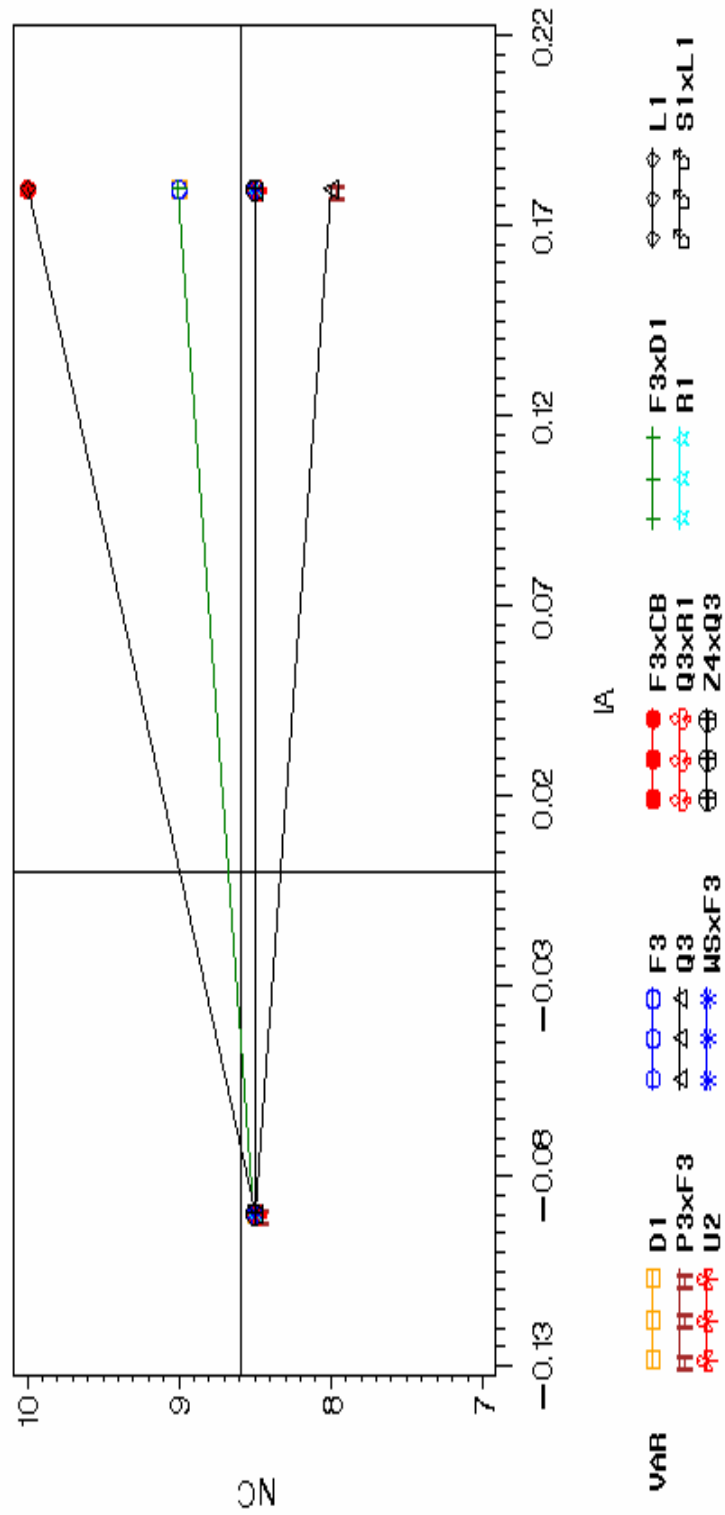
D= Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.

A continuación se muestran las gráficas obtenidas a partir de los resultados obtenidos de los  $\beta_i$  y las medias ajustadas (el ajuste a las medias se realizó en base a los índices ambientales). Se muestra la tendencia de los materiales, donde la media se muestra como una línea paralela al eje de las X, el material que mostró mayor estabilidad (siendo superior a la media) fue el progenitor R1, aunque mostró una tendencia a comportarse mejor con mayor índice ambiental (Cuadro A.26).

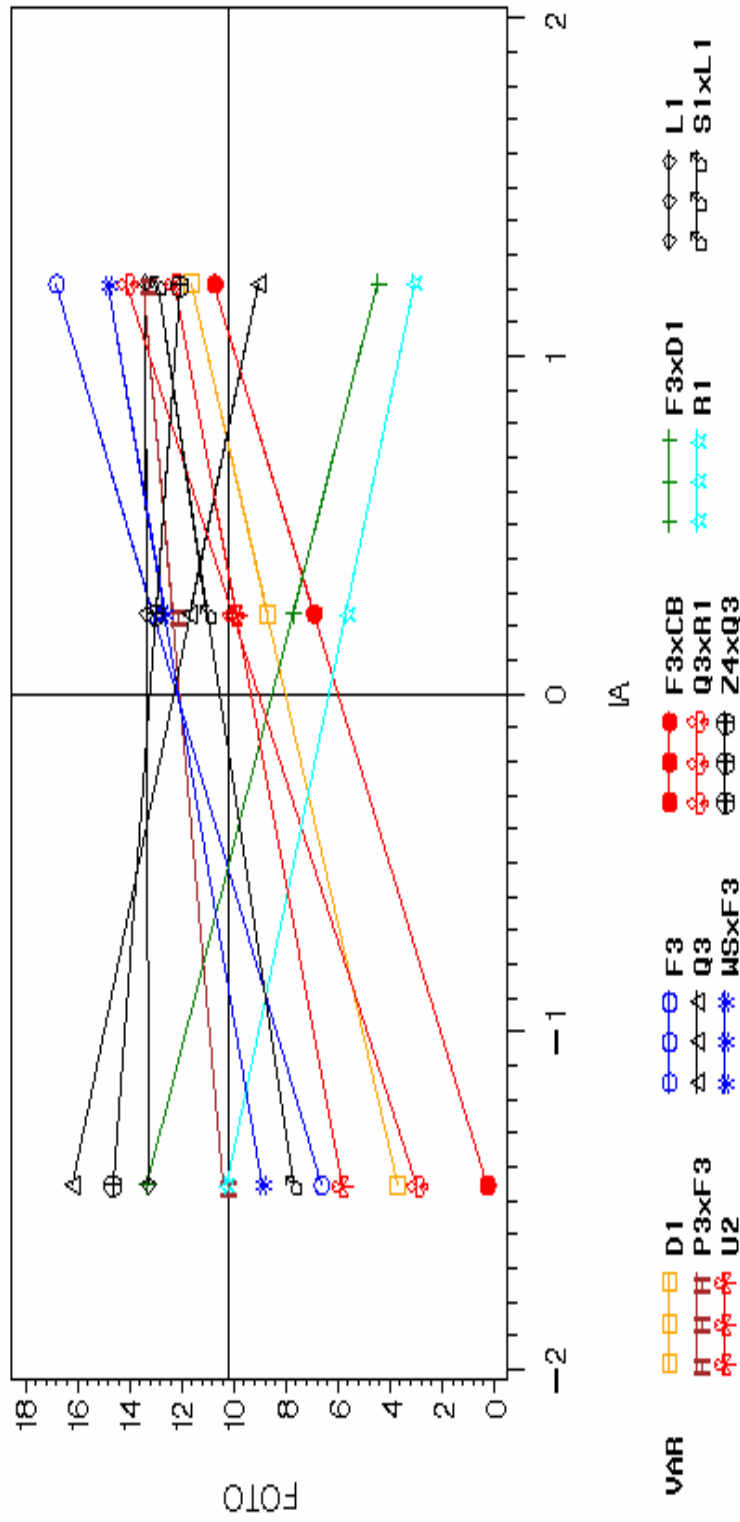




UAAAN = -7.3205 PROV = -4.2436 RN = 11.5641  
**Figura 4.15 Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica Días a Primer Corte (DPC).**

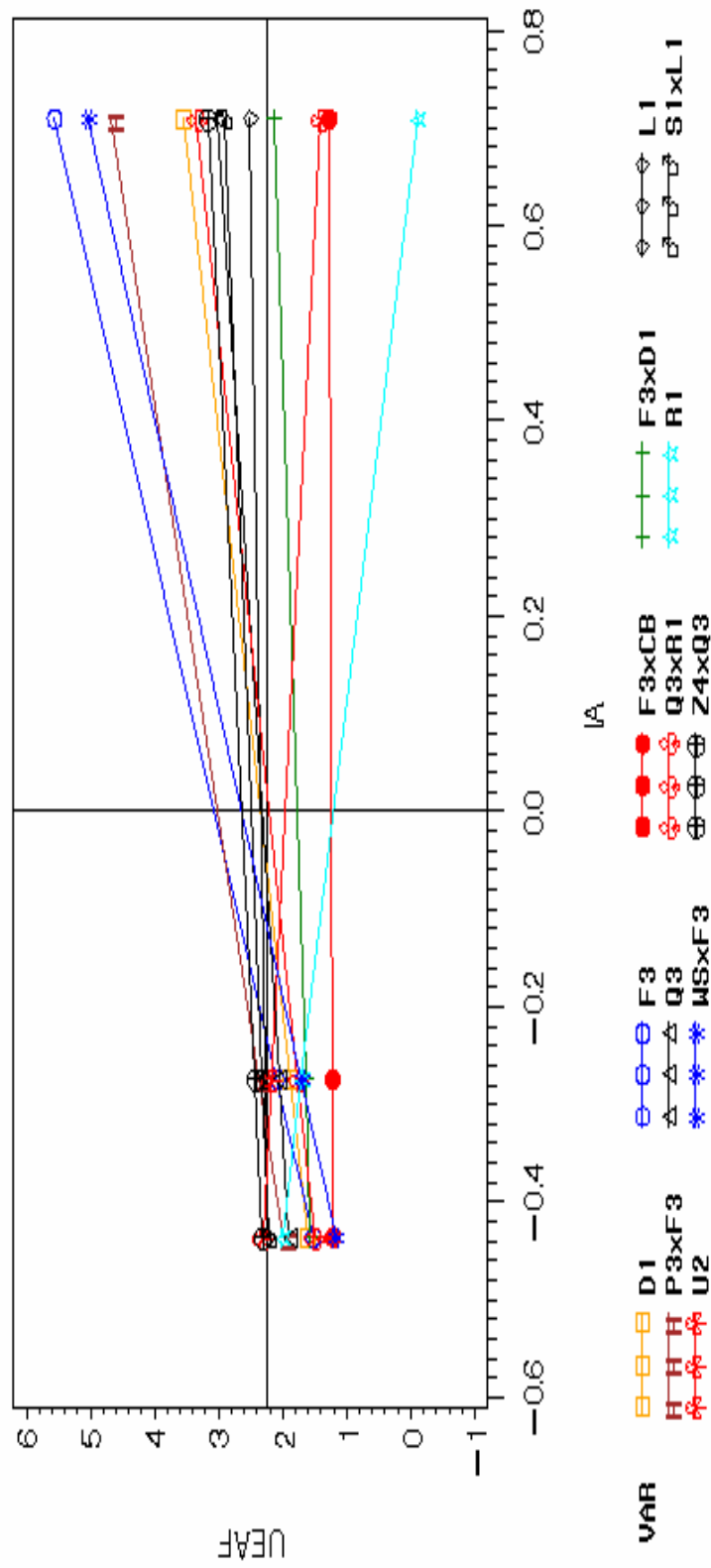


$RN = -0.0897$        $UAAAN = -0.0897$        $PROV = 0.1795$   
**Figura 4.16. Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica Número de Cortes (NC).**



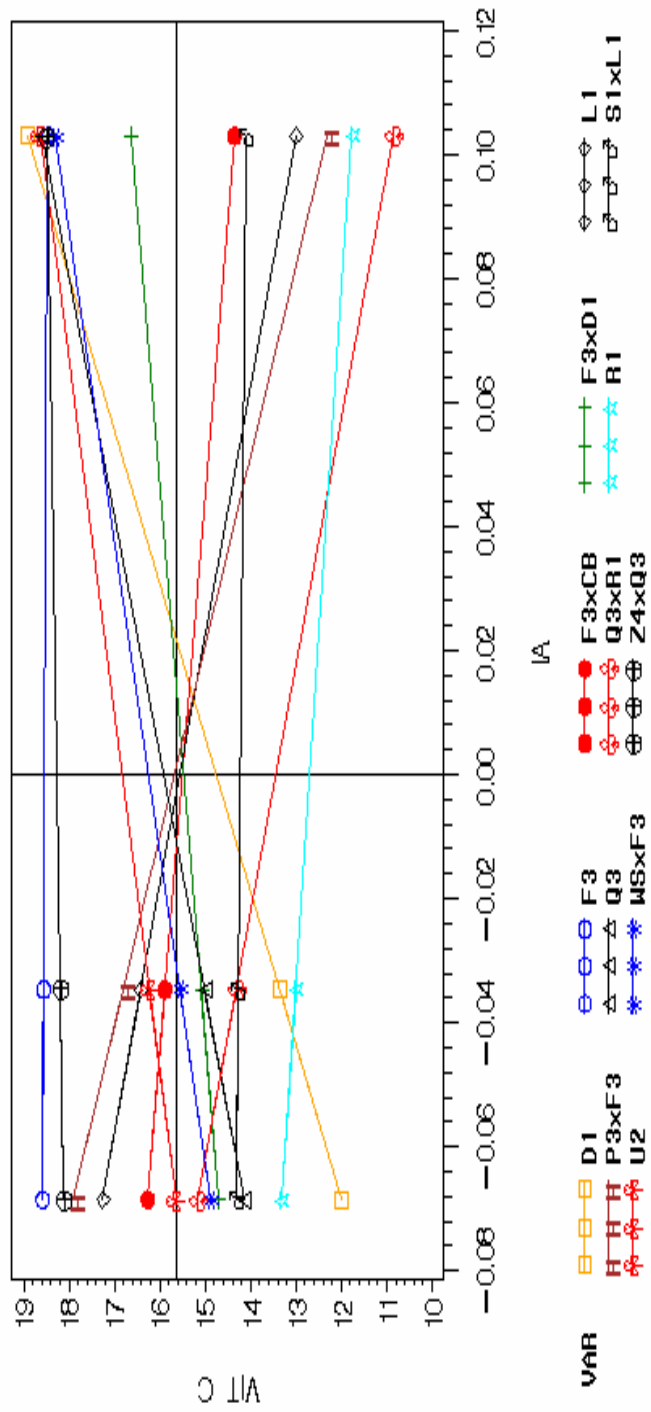
UAAAN = -1.4528      PROV = 0.2387      RN = 1.2141

Figura 4.17. Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Fotosíntesis (FOTO).



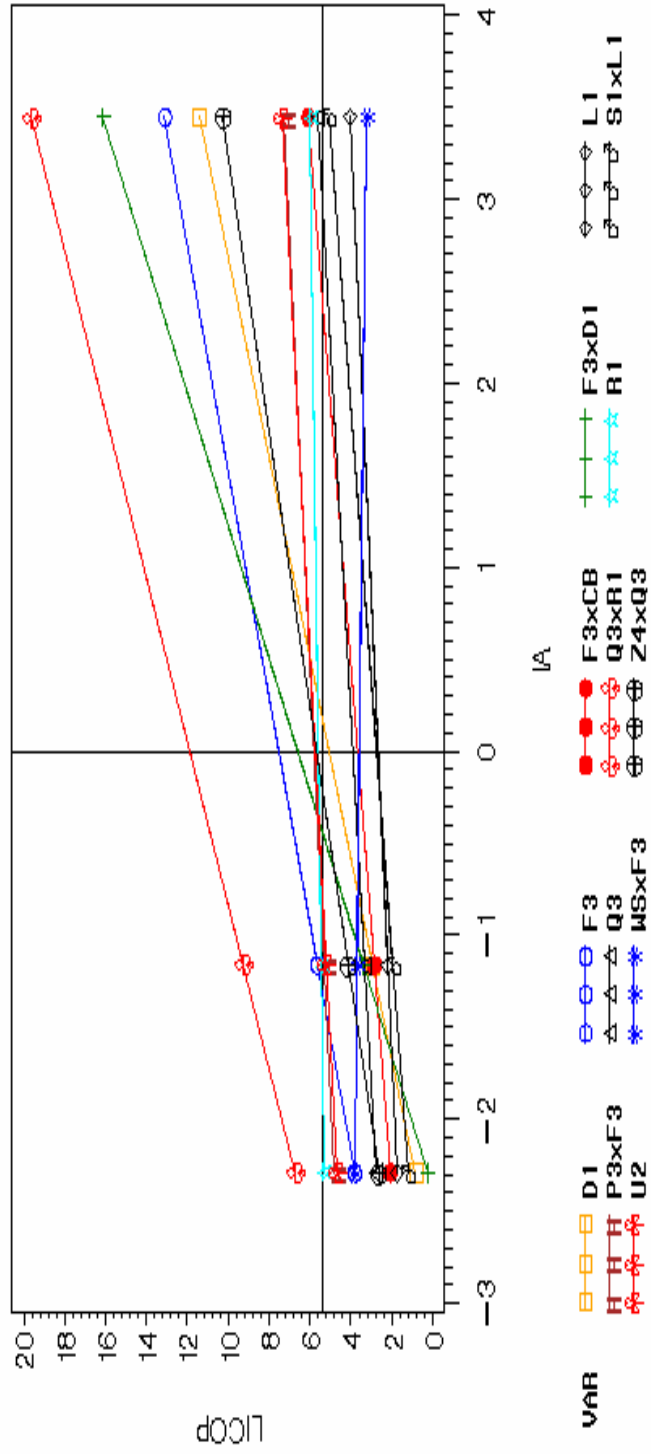
UAAAN = -0.4356      RN = -0.2741      PROV = 0.7097

Figura 4.18. Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Uso eficiente del agua (UEAF).



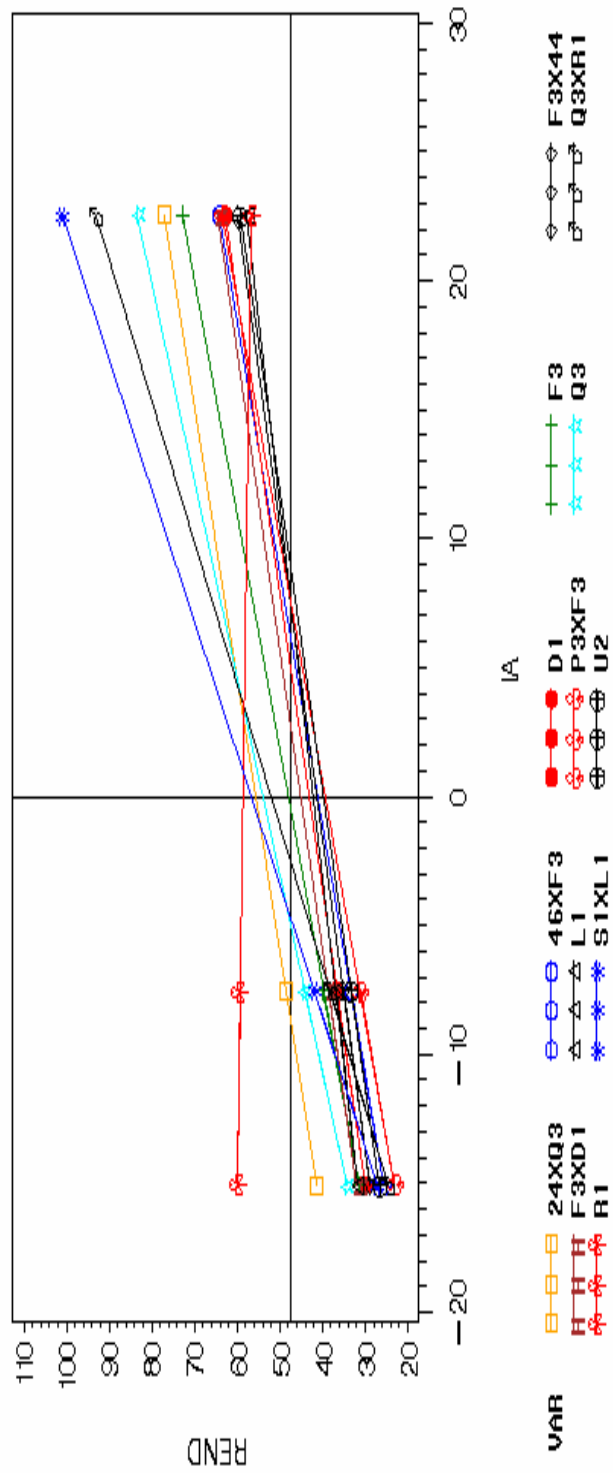
RN = -0.0685      PROV = -0.0346      UAAAN = 0.1031

Figura 4.19. Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Vitamina C (VIT C).



PROV -2.2885 UAAAN = -1.1600 RN = 3.4485

Figura 4.20. Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Licopeno



RN = -15.049      UAAAN = -7.5036      PROV = 22.5526

Figura 4.21. Estabilidad de trece genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, para la característica de Rendimiento (REND)

### 4.3 Análisis de componentes principales.

En el cuadro 4.9 se presentan los valores propios (eigenvalores) que explica cada componente, como el porcentaje de varianza total. Se encontraron siete eigenvalores mayores a 1.0, los cuales representan un 89.75% de la varianza, sin embargo existe una contribución de una varianza superior al 11%, en los primero cuatro componentes, el resto presenta un valor inferior, pero no por ello menos importantes pues contribuyen con variables de interés, además de presentar valores característicos superiores a uno.

**Cuadro 4.9 Análisis de componentes principales (eigenvalores) entre variables fisiológicas, fenológicas y de rendimiento, evaluados en tres ambientes.**

<b>Componente</b>	<b>Eigenvalor</b>	<b>Varianza Total %</b>	<b>Eigenvalor Acumulado</b>	<b>Varianza Acumulada %</b>
1	5.63	25.60	5.63	25.60
2	4.15	18.88	9.79	44.48
3	3.00	13.64	12.79	58.13
4	2.45	11.15	15.24	69.28
5	1.99	9.06	17.24	78.34
6	1.46	6.63	18.69	84.98
7	1.05	4.77	19.74	89.75

En el cuadro 4.10 se muestra las variables y su contribución relativa de los siete componentes principales, donde el fitomejorador, en base a los resultados, su experiencia e imaginación nombra cada componente según las variables de mayor contribución, siendo las variables: DPC y °BRIX, con valores de significancia negativa, y DC y NC, los que presentan valores mas altos (con valor positivo) las que más contribuyen a la variación en el componente uno ó llamado: Precocidad en cosecha y más azúcares. Para el componente dos, se encontraron las variables con significancia positiva: RE, FOTO y TRANS por lo que se le puede llamar Asimilación de CO<sub>2</sub> y pérdida de agua. En el componente tres, se encontró alto valor significativo en variables; UEAF, VITC y COND llamadas; Eficiencia fisiológica y



Vitamina C; en el componente principal cuatro REND, DP Y NF fueron las variables que contribuyeron positivamente, llamando a este componente: Rendimiento y tamaño del fruto. Para el componente cinco, sobresale THOJA, llamado así mismo Temperatura de hoja; En el componente seis sobresale la variable LICOP por lo cual es llamado Licopeno a este componente, finalmente en el componente principal siete, la variable con significancia es CE, a lo que se le llamará Conductancia estomática.

En el cuadro 4.11 se muestra el comportamiento y la contribución relativa de cada genotipo de tomate para cada uno de los componentes, sobresaliendo: S1 x L1, Z4 x Q3 y WS x F3, que fueron los que contribuyeron mas al componente uno con signo positivo. Para el factor de asimilación de CO<sub>2</sub> y pérdida de agua, los genotipos; L1 y Q3 que contribuyeron a la significancia y cuyos valores fueron positivos con los más altos valores. En el componente tres se muestran que los valores significativos presentaron signo positivo, por lo que los materiales que contribuyeron a este componente fueron los de valor positivo mayores, figurando entre ellos; F3 y P3 x F3.

Mientras que los genotipos que mas contribuyeron al componente cuatro o de Rendimiento y tamaño del fruto fueron; R1 y Z4 x Q3. Para el factor cinco, relacionado con temperatura de hoja, se observa que los genotipos que favorecieron a esta variable fueron: D1, F3 y Q3, con signo negativo. En tanto los genotipos que más contribuyeron en el componente seis Licopeno de forma positiva fueron los materiales; Q3 x R1 y F3. Finalmente el componente siete o CO<sub>2</sub> intracelular generan significancia positiva los materiales; WS x F3 y R1.

**Cuadro 4.10 Contribución relativa de cada variable en siete componentes principales, en genotipos de tomate bola, evaluadas en tres ambientes.**

	Componentes principales						
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6	CP 7
<b>DPC</b>	<b>-0.88</b>	-0.12	-0.29	0.24	-0.10	0.00	0.04
<b>DUC</b>	0.38	0.34	-0.20	0.41	0.57	0.03	0.00
<b>DC</b>	<b>0.90</b>	0.19	0.23	-0.12	0.22	0.01	-0.04
<b>NC</b>	<b>0.93</b>	-0.01	0.01	-0.02	0.13	-0.12	0.06
<b>NF</b>	-0.18	0.13	0.19	<b>0.78</b>	-0.01	0.25	-0.14
<b>DP</b>	-0.16	0.14	0.23	<b>0.84</b>	-0.01	0.13	-0.24
<b>DE</b>	0.53	0.20	-0.31	-0.03	-0.36	-0.05	0.63
<b>PPF</b>	-0.33	-0.28	0.18	0.49	0.36	-0.11	-0.57
<b>REND</b>	0.06	-0.05	-0.22	<b>0.92</b>	0.02	-0.10	0.06
<b>THOJA</b>	-0.23	-0.05	0.13	0.08	<b>-0.93</b>	-0.12	0.03
<b>COND</b>	0.20	0.52	<b>0.77</b>	0.17	0.02	-0.13	-0.12
<b>RE</b>	0.14	<b>0.98</b>	0.05	-0.01	0.03	0.00	0.04
<b>CE</b>	-0.24	0.00	-0.06	-0.16	0.20	-0.10	<b>0.87</b>
<b>CINT</b>	0.12	-0.51	-0.34	-0.19	-0.65	0.34	-0.15
<b>FOTO</b>	0.14	<b>0.98</b>	0.06	-0.01	0.02	-0.01	0.03
<b>TRANS</b>	-0.08	<b>0.75</b>	0.44	0.19	0.29	-0.33	-0.01
<b>UEAF</b>	0.23	0.07	<b>0.83</b>	0.10	-0.07	0.02	-0.31
<b>COLOR</b>	0.01	-0.08	-0.17	-0.10	0.09	0.66	0.63
<b>PH</b>	-0.53	-0.02	-0.11	0.17	-0.18	0.01	0.55
<b>GBRIX</b>	<b>-0.76</b>	-0.04	0.05	-0.34	0.38	0.29	0.18
<b>LICOP</b>	-0.24	-0.13	-0.01	0.21	0.03	<b>0.86</b>	-0.12
<b>VITC</b>	0.12	0.09	<b>0.79</b>	-0.21	-0.07	-0.04	0.02

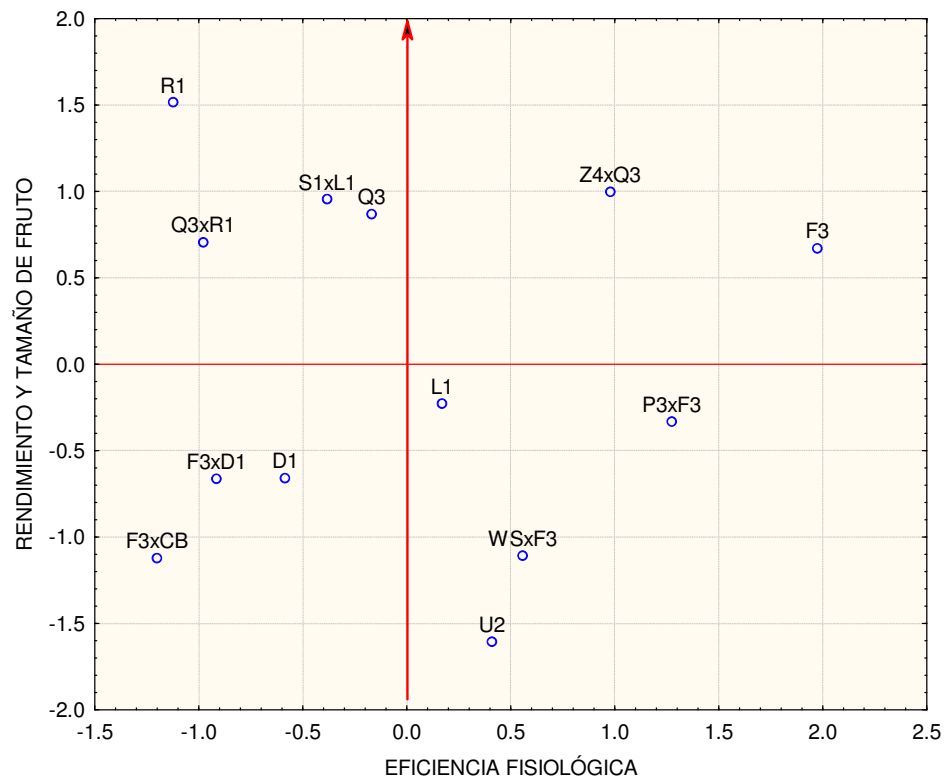
DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte) NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), DP (Diámetro polar), DE (Diámetro ecuatorial), PPF (Peso Promedio de Frutos), REND (Rendimiento) THOJA (Temperatura de la Hoja), COND (Conductancia )RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática), CINT (Concentración de CO<sub>2</sub> intracelular), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente de Agua Fisiológico), COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C).

La figura 4.22 muestra el comportamiento de los genotipos de tomate bola evaluados en tres ambientes, con los componentes principales de eficiencia fisiológica y Rendimiento- tamaño de fruto, donde destacan: F3 y Z4 x Q3, al presentar características de buen rendimiento y alta eficiencia fisiotécnica, sin embargo, Q3 x R1, S1 x L1 y R1, mostraron características de mayor rendimiento pero baja eficiencia fisiotécnica. Al genotipo L1 se le puede considerar un material intermedio.

**Cuadro 4.11 Contribución de genotipos de tomate bola para los componentes principales.**

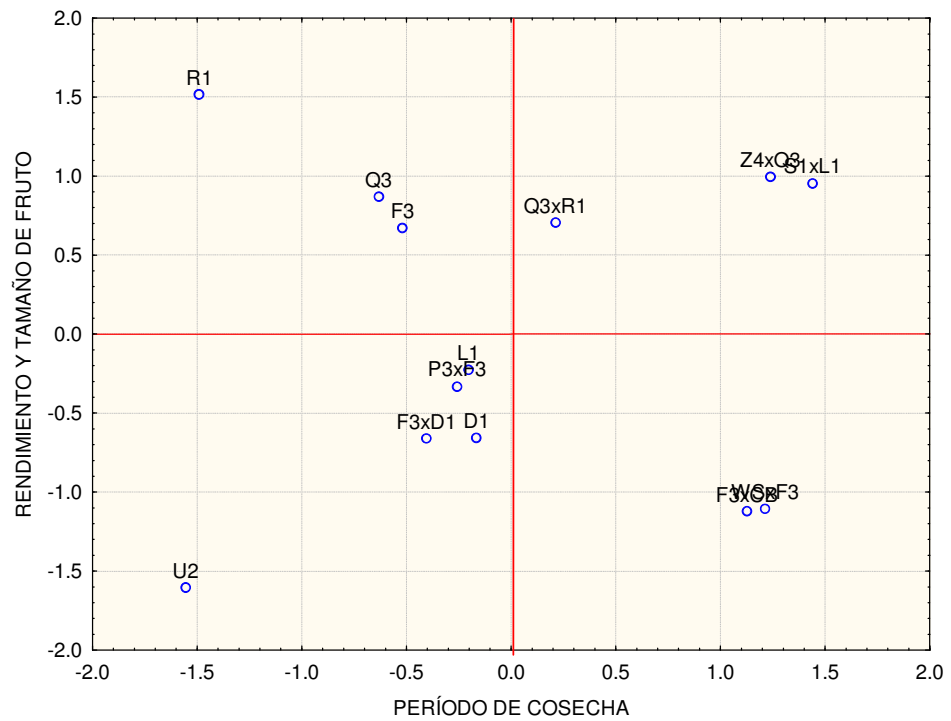
	COMPONENTES PRINCIPALES						
	Precocidad en Cosecha y Azúcares	Asimilación de CO <sub>2</sub> y Pérdida de Agua	Eficiencia Fisiológica y Vit C	Rendimiento Tamaño de Fruto	Temperatura Hoja	Licopeno	Cond. Estomacal
D1	-0.17	-0.90	-0.59	-0.66	-1.33	-0.43	-1.69
F3	-0.52	-1.00	1.97	0.67	-1.36	0.57	-0.36
F3 x CB	1.13	-0.62	-1.20	-1.12	-0.54	0.25	1.08
F3 x D1	-0.40	0.40	-0.91	-0.66	1.63	-0.05	-1.19
L1	-0.20	2.18	0.17	-0.23	-0.32	-0.17	-0.79
P3 x F3	-0.26	-0.54	1.27	-0.33	1.64	0.24	0.01
Q3	-0.63	1.40	-0.17	0.87	-0.95	-1.39	0.47
Q3 x R1	0.21	0.36	-0.98	0.71	-0.42	2.69	-0.22
R1	-1.49	-0.78	-1.12	1.52	0.45	-0.32	1.45
S1 x L1	1.44	-1.13	-0.38	0.96	0.41	-1.36	-0.89
U2	-1.55	-0.36	0.41	-1.61	0.25	0.00	0.41
WS x F3	1.21	0.38	0.56	-1.11	-0.43	-0.35	1.56
Z4 x Q3	1.24	0.61	0.98	1.00	0.96	0.32	0.16

En la figura 4.23 se aprecia el comportamiento de los materiales genéticos de tomate bola evaluados en tres ambientes, de los componentes uno y cuatro llamados período de cosecha y rendimiento- tamaño de fruto; en el que destacan Q3 x R1, Z4 x Q3 y S1 x L1, con características de buen rendimiento y precocidad en el período de cosecha. Contrariamente materiales como R1, Q3 y F3 presentan un alto rendimiento pero de menor precocidad y período de cosecha



**Figura 4.22 Comportamiento de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, considerando el componente tres y cuatro.**

Se muestran en el Cuadro 4.12 las calificaciones de los genotipos de tomate bola evaluados en tres ambientes, donde tenemos que los materiales: S1 x L1, Z4 x Q3, R1, Q3 y Q3 x R1 obtuvieron una mejor posición por los atributos obtenidos en base a los criterios fisiológicos (12.5%), calidad (12.5%), rendimiento (70%) y fenológicos (5%). El fitomejorador en base a la experiencia, tipo de planta y característica de fruto que requieren los productores para el mercado, da calificaciones a los genotipos de acuerdo con una ponderación arbitraria, derivada de la contribución relativa de los genotipos a los Componentes Principales. Siempre será preferible el análisis multivariado, a la calificación empírica variable por variable



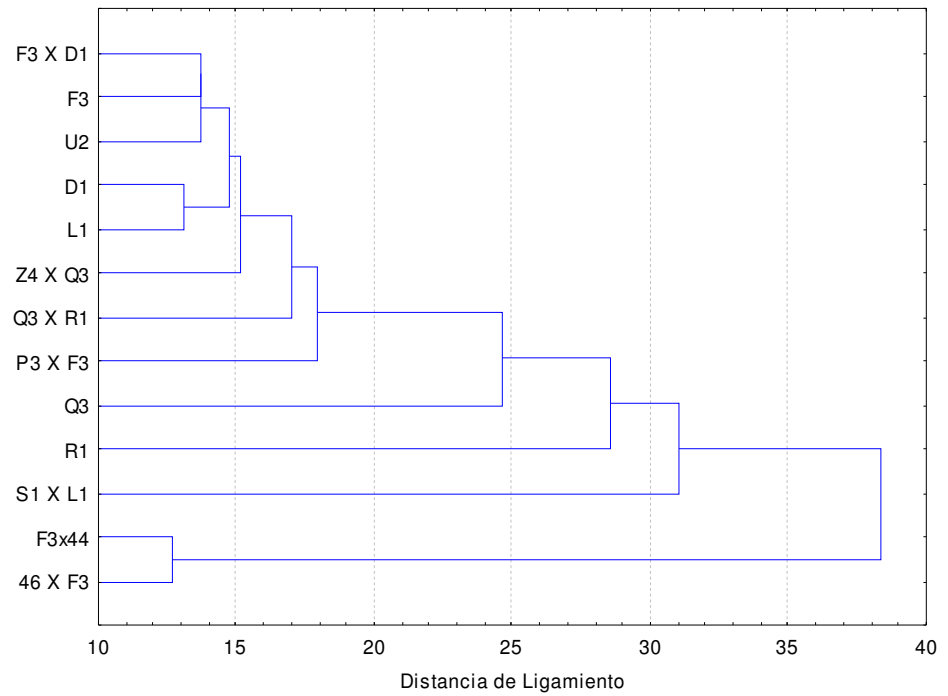
**Figura 4.23** Comportamiento de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes, considerando el componente uno y cuatro

**Cuadro 4.12 Calificación final de los genotipos de tomate bola, en base a características fenológicas, fisiológicas y de rendimiento en tres ambientes de evaluación.**

<b>GENOTIPO</b>	<b>CALIFICACION</b>	<b>POSICION</b>
<b>F3 X D1</b>	78.04	7
<b>S1 X L1</b>	93.95	1
<b>P3 X F3</b>	77.01	8
<b>Q3 X R1</b>	89.14	5
<b>Z4 X Q3</b>	93.68	2
<b>F3x44</b>	70.72	13
<b>F3</b>	87.15	6
<b>D1</b>	76.91	9
<b>R1</b>	90.51	3
<b>U2</b>	72.62	12
<b>L1</b>	75.91	11
<b>Q3</b>	90.45	4
<b>46 X F3</b>	76.09	10

#### **4.4 Análisis de Conglomerados.**

El Dendograma (Figura 4.24) presenta la similaridad entre los genotipos en base a las características fisiológicas, fenológicas, calidad y de rendimiento, agrupando los genotipos con un parentesco cercano. Se obtuvieron tres grupos de los trece genotipos de tomate bola, donde el grupo uno lo conforman los materiales: F3 x D1, F3, U2, D1, L1, Z4 x Q3, Q3 x R1 y P3 x F3. El grupo dos está conformado por: S1 x L1, R1 y Q3, mientras que el grupo tres lo conforman los genotipos: F3 x 44 y 46 x F3.



**Figura 4. 24 Dendrograma de genotipos de tomate bola, mediante Análisis Cluster, evaluados en tres ambientes. Método de ligamiento simple (vecino mas próximo).**

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y considerando los objetivos planteados se obtuvo que:

Para las variables de fenología se encontraron materiales genéticos que sobresalen por la precocidad, esto fue en campo abierto, logrando con ello que se lleve una producción temprana.

Los genotipos de tomate bola presentaron adaptación a los tres ambientes de evaluación; considerando que los mejores materiales que se expresaron de manera general fueron los genotipos; S1 x L1, Z4 x Q3, R1, Q3, Q3 x R1 y F3, estos materiales presentaron un rendimiento por encima de 50 toneladas por hectárea. Mostraron también buena respuesta a las características de calidad, fenológicas y fisiológicas.

La baja presencia de correlaciones entre las variables fisiológicas de FOTO y UEAF con las características de rendimiento, mostraron que los genotipos de altos rendimientos no son los de mayor acumulación de fotosintatos.

Se presentó correlación positiva significativa de las variables FOTO y UEAF, lo que indica que el mejor uso del agua lo hacen los genotipos que fotosintetizan más.

En base a los parámetros de estabilidad los genotipos evaluados mantienen diferencias genéticas de rendimiento, pero materiales como R1 y SI x L1 mostraron buen comportamiento y buen rendimiento para los tres ambientes. El ambiente Providencia fue mejor para la expresión de las variables NC, REND Y UEAF. No se encontró un genotipo que mantuviera estabilidad para todas las variables en estudio.



Se obtuvo el 89% de la variación con siete componentes principales en los cuales se encontraron las variables de interés, obteniendo así los genotipos mas sobresalientes.

Con el uso del Análisis de conglomerados nos permite identificar la agrupación de los materiales en base a sus características similares, ello permite la búsqueda de nuevos cruzamientos no emparentados.

Los Híbridos SI x L1 y Z4 x Q3 presentaron buena eficiencia fisiotécnica y calidad.

## VI. RESUMEN

Debido a las condiciones desfavorables, en las que se desarrollan algunas de las hortalizas, como lo es el tomate, el productor y mejorador se han visto obligados a la búsqueda de cultivares con adaptación a altas temperaturas, ya que en estaciones cálidas la planta se somete a temperaturas extremas que ocasionan trastornos en el proceso fisiológico de la planta, teniendo como consecuencia una baja en la producción.

La obtención de nuevas variedades resulta de gran importancia para el desarrollo agrario para poder así resolver un gran número de problemas agrícolas, es por eso que el mejoramiento genético de tomate en México se encuentra orientado principalmente a desarrollar de manera constante nuevas y mejores variedades mejoradas de mayor rendimiento, tolerancia y resistencia a condiciones ambientales adversas.

La investigación comprendió la evaluación de material genético obtenido de cruzamientos dirigidos, líneas generadas en la UAAAN procedentes de materiales Shady Lady, Bonita, Montecarlo, Celebrity y otros materiales comerciales. Las variables evaluadas fueron:

Variables de Rendimiento (cuantitativas): Número de Cortes (NC), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Peso (PESO), Número de Frutos (NOFRUT), Peso Promedio de Fruto (PPF), Rendimiento (REND). Variables de Rendimiento (cualitativas): Color (COLOR), Grados Brix (GBRIX), Potencial de Iones Hidrógeno

(pH), Vitamina C (VITC) y Licopeno (LICOP). Variables Agroclimáticas: Luz Incidente (DFFF) en  $\mu\text{mol}$  de Fotonos  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Concentración de  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2$ ) en ppm, y temperatura del Ambiente (TAIR) en  $^{\circ}\text{C}$  y Humedad Relativa (HR) en  $\%$ . Variables Fisiológicas: Fotosíntesis (FOTO) en  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Conductancia Estomatal (CE) en  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Uso Eficiente del Agua Fisiológico (UEAF) en  $\text{g CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  por  $10 \text{ L H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , Temperatura de la Hoja (THOJA) y Transpiración (TRANS) en  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Fenológicas: Días a primer corte (DPC), Días a último corte (DUC) y Días en cosecha (DEC).

Las evaluaciones se realizaron en tres localidades: Buenavista, Providencia y Rancho Nuevo, Coah. Utilizando el Diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones, siete plantas por material y una parcela útil de 3 plantas intermedias. Utilizándose la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad. Análisis de varianza combinado, Componentes principales y el uso de parámetros de estabilidad para aquellas variables que presentaron significancia en la interacción genotipo ambiente. Se obtuvo que las variables fenológicas tienen materiales que sobresalen por la precocidad que presentaron, esto fue dado a campo abierto, logrando con ello que se lleve una producción temprana.

Se presentó adaptación a los tres ambientes de evaluación; considerando que los mejores materiales que se expresaron de manera general fueron los genotipos: S1 x L1, Z4 x Q3, R1, Q3, Q3 x R1 y F3, estos materiales presentaron un rendimiento por encima de 50 toneladas por hectárea. Mostraron también buena respuesta a las características de calidad, fenológicas y fisiológicas. Se obtuvo que con siete componentes principales se concentró el 89% de la variación, siendo todos ellos de gran importancia, ya que en ellos se concentraron las variables de interés y así obtener los genotipos más sobresalientes.

Con el uso del Análisis de conglomerados, nos permite identificar la agrupación de los materiales en base a sus características similares, ello permite la búsqueda de nuevos cruzamientos no emparentados.

En base a los parámetros de estabilidad los genotipos R1 y S1 x L1 mostraron rendimientos altos y estables a través de los ambientes, siendo Providencia el mejor para la expresión de las variables NC, REND y UEAF. No se obtuvieron genotipos que mostraran estabilidad para todas las características evaluadas.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Abdelmaged, A. H., N. Gruda and B. Geyer, 2003. Effect of high temperature and heat shock on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genotypes under controlled conditions. Conferences on International Agricultural Research for Development. October 8-10-Berlin.
- Aguilar, N., P. García., M. Medina T., R. Miranda L., G. Rodríguez y L. Hernández 2005. Efecto sobre el contenido de licopeno de tomate (*Lycopersicon esculentum* var. Gironda) sembrado en invernadero bajo diferentes sistemas de cultivo con y sin injerto. VII Congreso Nacional de Ciencia de los alimentos y II Foro de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, Gto.
- Alía T. I. 2000. Temperaturas de almacenamiento y maduración en frutos de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. More & Stearn). Revista Chapingo Serie Horticultura 6: 73-77.
- Allard, R. W. 1995. Principios de mejora genética de las plantas. Ediciones Omega. España.
- Allen, S. M. and M. L. Rudich. 1978. Genetics potential for overcoming physiological limitation on adaptability, yield and quality in the tomato, Hort Science 13 (6): 673- 677.
- Antón, A., J. I. Montero y P. Muñoz. 2001. Necesidades del agua del cultivo del tomate en invernadero, comparado con el cultivo al aire libre. IRTA. Centro de Cabrilis Barcelona.
- Arias, R., T. Ch. Lee., L. Logendra and H. Janes, 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L, a, b color reading of a hidroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. J. Agric. Food Chem. 48 (5) pp1697-1702
- Artés, F. 1999. Nuevas tendencias en la postrecolección del tomate fresco. Alimentación, Equipo y Tecnologías 5:143-151
- Ashcroft, E., S. Gurban., R. Holland., C. T. Warers and H. Nirk. 1993. Arcadia and Goulbum: Determinate fresh market tomatoes for air production areas. Hort Science 28(8):854-857.
- Barrios, A., N. Ritchie y A. J. Smcker. 1998. El efecto de la sequía en el crecimiento, la fotosíntesis y la intercepción de luz en fríjol común. Agronomía Mesoamericana 9(2): 01-08.
- Becker, H. C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica 30:835-849.
- Bidwell, R. G. S. 1990. Fisiología vegetal. Editores AGT. México.

- Borrego, E. F. 2001. Determinación fisiotécnica de eficiencia en el desarrollo y rendimiento de genotipos de papa, tomate y melón para agricultura sustentable en zonas semiáridas. Tesis de Doctorado. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Borrego, E. F., A. López., J. M. Fernández., M. Murillo., S.A. Rodríguez., A. Reyes y J. M. Martínez. 2001. Evaluación agronómica de tomate en invernadero. *Agronomía Mesoamericana* 12(1): 49-56.
- Broschat, T. K. 1979. Principal Component Analysis in Horticultural Research. *Hort Science* 14(2):145-160.
- Carballo, C. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz de el bajío y la mesa central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5(1):129-146.
- Carrillo, C. J., F. Jiménez., J. Ruiz., G. Díaz., P. Sánchez., C. Perales y A. Arellanes. 2003. Evaluación de densidad de siembra en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Agronomía Mesoamericana* 14 (1) 85-88.
- Cásseres, B. 1981. Producción de Hortalizas. 3ª edición. IICA. San José Costa Rica.
- Castilla, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. En: Nuez, F. El cultivo del tomate. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.
- Chamarro, L. J. 1995. Anatomía y Fisiología de la planta. En: Nuez, F. El cultivo del tomate. Editorial Mundi Prensa .Madrid, España.
- Chávez, A. J. L. 1993. Mejoramiento de plantas 1. Editorial Trillas. México.
- Cruz, H. N., J. O. Cereceres., F. Sánchez y M. C. Mendoza. 2005. Biomasa e Índices fisiológicos en chile morón cultivado en altas densidades. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol 28 (3) 287-293.
- Dane, F., J. Hunter A. and O. L. Chanbliss. 1991. Fruit set, pollen fertility and combining ability of select tomato genotypes under high temperatures field conditions. *Journal of the America Society of Horticultural Science* 116(5):905-910.
- De Prado, R. J. L. 2002. Tipos y especificaciones de calidad en el cultivo de tomate. *Vida Rural*. No. 148. Ed. Eumedia S. A. Madrid.
- Delgado, Z. C. 2002. Clasificación de genotipos ( Progenitores y Cruzas) de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para características fisiotécnicas por métodos Multivariados. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila México.
- Diez J. M. 1995. Tipos varietales. En: F. Nuez. El cultivo del tomate. Editorial Mundi Prensa. México.

- Dinar M. and J. Rudich. 1985. Effect of heat stress on assimilate partition in tomato. *Ann. Bot.* 56: 239-249.
- Eberhat, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6:36-40.
- Fernández B., J. M. 1992. Apuntes de introducción a la Fisiología Vegetal. Curso de maestría. UAAAN. Sin editar.
- Guerra, H. M. 1997. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), considerando criterios fenológicos, fisiológicos y de rendimiento, bajo condiciones de alta temperatura, en Invernadero. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Guerra, H. M., F. Borrego E., A. Oyervides G. y J. M. Fernández. 1999. Evaluación de genotipos de tomate considerando criterios fisiológicos, fenológicos y de rendimiento bajo condiciones de alta temperatura en invernadero. . *Revista Agraria. UAAAN. Buenavista.* 15(1): 55-77
- Gutiérrez, D. J. 2006. Evaluación de genotipos sobresalientes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en base a parámetros Fisiotécnicos bajo condiciones de suelo acolchado y baja temperaturas. Tesis Licenciatura, UAAAN Buenavista, Saltillo Coah. México.
- Hernández, P. S. 2000. Las sustancias húmicas en el tomate, Monografía de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Hernández, M. J., R. G. Mata., R. V. Alcalá y S. M. Omaña. 2004. Evolución de la competitividad y rentabilidad del cultivo del tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Sinaloa México. *Agrociencia* 38:432-436.
- Iglesias, L. 1995. Caracterización de la composición de proteínas totales en variedades de tomate con diferentes grados de tolerancia al calor. *Cultivos tropicales.* 16:77-80
- Johnson, G. R. 1977. Anasysis of genotypic similarity in terms of mean yield and stability of environment response in a set of maize hybrids. *Crop Science* 17:837-843.
- Jones R. A. and S. J. Scout. 1983. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. *Euphytica* 32:845- 855.
- Kuruvadi, S., A. Madueño., A. L. Benítez y F. Borrego. 1993. Caracterización del aparato estomatal en cártamo bajo condiciones de invernadero. *Revista Agraria. UAAAN. Buenavista.* 9(2): 108-115
- Lara, H. A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra.* 17 (3):221-229.

- Lawlor, D. W. 2002. Limitation of photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany* 89: 871-885.
- Lewis Ch. F. y N. Christiansen. 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. Editorial Limusa. México.
- Leskovar, D. I. 2001. Producción y ecofisiología del transplante agrícola. Primer simposium nacional. Técnicas modernas de producción tomate, papa y otras solanácea. Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Long, S. P. y J. E. Hallgren. 1987. Medición de la asimilación de CO<sub>2</sub> por las plantas en el campo y el laboratorio. En: Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad (eds. Coombs, J., Hall, D., Long, S. y J. Scurlock). Editorial Futura. México. 2a edición.
- Manly, B. F. J. 1986. *Multivariate Statistical Methods: a primer*, Chapman & Hall. Great Britain. pp. 61, 62, 105.
- Martínez. F. P. 1999. Selección fisiotécnica de genotipos sobresalientes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Tesis Licenciatura, Buenavista Saltillo Coah, México.
- Montesinos, C. A. 2001. Fotosíntesis y otros parámetros fisiotécnicos en 15 genotipos sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Nguyen, M.L. and S. Schwartz 1999. Lycopene: Chemical and biological properties. *Food Technology* 53(2): 38-45.
- Nisen, A., M. Grafiadellis., R. Jiménez., G. P. Martinez and P. Monteiro. 1990. Protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO. Plant production and protection paper No. 90. Rome Italy.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa.
- Ortiz, R., J. Crossa, M. Vargas and J. Izquierdo. 2007. Studying the effect of enviromental variables on the genotype x enviroment interaction of tomato. *Euphytica* 153:119-134.
- Páez, A., V. Paz y J. C. López. 2000. Crecimiento y respuesta fisiológicas de plantas de tomate cv Río grande en la época de mayo- Junio. Efecto de sombreado. *Rev. Fac. Agron.* 17:173-184
- Palomo, G. A., J. S. Cesar y S. J. Ávila. 1998. Estabilidad del rendimiento y de la calidad de la fibra de 12 genotipos de algodón. *Agric. Tec. Mex.* 24:145-153.
- Papadópulos, A. P. and P. O. Douglas. 1988. Plant spacing effects on photosyntesis and transpiration of the greenhouse tomato. *Can. J. Plant Sci.* 68:1209-1218



- Pérez G. M., F. Márquez S. y L. A. Peña. 1997. Mejoramiento genético de Hortalizas. UACH. Chapingo México.
- Postel, S. L. 1998. Water for food production; will there be enough in 2025? *Bio Science* 48: 479-485.
- Ramírez, M. R. 1998. Evaluación fisiotécnica de genotipos sobresalientes de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bajo condiciones del suelo acolchado y sin acolchar en localidad de altas temperatura. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah, México.
- Ramírez, H y A. Benavides. 2003. Horticultural science and industry in Mexico an overview. *Chronica Horticulture* 43(3): 20-25.
- Ramírez, H., L. I. Encina-Rodríguez., A. Benavides M., V. Robledo T., D. Hernández y S. Alonso. 2004. Influencia en la temperatura sobre procesos fisiológicos en poscosecha de Tomate. *Revista Agraria. Nueva Época.* 1(3): 31-37
- Rawson, H. M., J. E. Begg and G. Woodward R. 1977. The effect of atmospheric humidity on photosynthesis, transpiration and water use efficiency on leaves of several plants species. *Journal of Agricultural Research.* 134: 5-10
- Richards, R. A., A. G. Condon and G. J. Rebetzke. 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: *Application of physiology in wheat breeding.* Reynolds M. P., J. I., Ortiz M. and A. McNab (eds.) Mexico, D.F. CIMMYT7: 88-100.
- Rincón S. E. 1996. The use of multivariate analysis in developing subsets of a Caribbean collection of maize. Ph D Thesis, Lincoln Nebraska University.
- Ritcher, G. 1972. Fisiología del Metabolismo de las plantas. Edit CECSA., México.
- Rodríguez R., J. H. Tabares y J. A., Medina. 1984. Cultivo moderno del tomate. Mundi-Prensa. Madrid. 206 p.
- Rodríguez, L. 2000. Densidad de población vegetal y producción de materia seca. *Revista COMALFI.* 27(1-2): 31-38.
- Rodríguez, P., M. A. Morales., M. Torrecillas., J. Dell'Amico., J Alarcón and D. Camejo. 2004. High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. *Journal of Plant Physiology.* 162(3): 281-289.
- Rodríguez, G., G. Pratta., R. Zorzoli y L. A. Picardi. 2005. Caracterización de la generación segregante de un híbrido de tomate con genes nor y silvestres. *Pesq. Agropecuaria, Brasileira.* 40(1) : 41-46.
- Rojas, G. M. 2003. Ejes. La resistencia a la sequía. *Ciencia UANL.* 6(3) :326- 331.

- Rojas, G. M. y M. Rovalo M. 1993. Fisiología vegetal aplicada. Cuarta edición. Editorial Interamericana McGraw- Hill. Mexico
- Rudich, J. E., E. Zamski and Y. Reger. 1977. Genotypic variation for sensitivity to high temperatures in the tomato. Pollination and fruit set, Bot. 138 :448-452
- Russildi G. M. C. 1981. Diferentes vías fotosintéticas de las plantas y sus aplicaciones en la alimentación de los herbívoros. Facultad de agronomía. UANL. Monterrey, N. L. Mexico.
- Sage, R. F. 1994. Acclimation of photosynthesis to increasing atmospheric CO<sub>2</sub>: the gas exchange perspective. Photosynth. Res. 39: 351-368.
- Salas J. A., E. Sanabria M. y R. Pire. 2001. Variación en el índice y densidad estomática en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sometidas a tratamientos salinos. Bioagro 13(3):99-104.
- Salinas G. G. 2001. Impacto, presente y futuro de la biotecnología en el mejoramiento de Solanáceas. Memorias Primer Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila México. Octubre 29 al 1 Noviembre.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S. A. México. 759 p.
- Samaniego, C. E., R. Quezada., M. De la Rosa., I., J. Munguia., M. A. Benavides y J. L. Ibarra. 2002. Producción de plántulas de tomate y pimiento con cubierta de polietileno reflejante para disminuir la temperatura de invernadero. Agrociencia 36: 305-318.
- Sánchez, D. C. F., C. J. Ortiz., M. D. C Mendoza, V. A. González y M. T. Colinas. 1999. Características Morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate para un ambiente no restrictivo. Agrociencia 33:21-29.
- Santiago, N. J. 1995. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, considerando criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Santiago, J., M. Mendoza y F. Borrego. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero: Criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana 9(1):59-65
- Sasaki, H., T. Yano and A. Yamasaki. 2005. Reduction of high temperature inhibition in tomato fruit set by plant growth regulators. JARQ 39(2): 135-138.

- Sato, T. S., H. Kawashima., M. Takaichi., S. Sogawa and T. Shinkawa. 2003. The effects of high temperature and high salinity stress on summer single-truss tomato cultivation. ISHS. Acta horticulture 659. VII International symposium on protected cultivation in Mild winter climates. Acta Hort. 659:685-692.
- Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). Sistema integral de información agroalimentaria y pesquero (SIAP) 2007. [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx)
- Shi, J. and L. Maquers. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties a effect by food processing. Critical Reviews in Biotechnology 20 (4): 293- 334.
- Shibuya T., R. Terakura, Y. Kitaya and M. Kiyota. 2003. Effect of low relative humidity during tomato seedlings growth on quality of their cuttings under low-temperature and dim-light storage. Environment Control in Biology. 41(4): 381-385.
- Sierra, M., R. F. Rodríguez., R. Castillo y F. R. Márquez. 1992. La aplicación de los parámetros de estabilidad en el mejoramiento del maíz en la región sur de México. Simposium de Interacción Genotipo Ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Mexico. Pp. 239-277.
- Stanhellini, C., W. Meurs and T. Van. 1992. Environmental control of greenhouse crop transpiration. Journal of agricultural engineering research, 51(4): 297-311.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A Biometrical Approach. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Co. New York. 663 p.
- Sun, X. S., H. W. Zhi., Q. L. Wen and Y. Z. Zhi. 2003. Effects of 1-MCP on post-harvest physiology of tomato. Scientia Agricultura Sinica. 36(11): 1337-1342.
- Tang, A. C., Y. Kawamitsu., M. Kanech and Bruer J.S. 2002. Photosynthetic oxygen evaluation at low water potential in leaf discs lacking an epidermis. Annals of Botany. 89: 861-870.
- Thompson, A. 1998. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. London: CAB International. 278 p.
- Tigchelar, E. C., W. B. Mc Glasson, and R. W. Buescher. 1978. Genetic regulation of tomato fruit ripening. Hort Science, 13(5):508-512.
- Trinidad, C. M. 2003. Variabilidad en genotipos (Progenitores, cruza y progenies) de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para características de rendimiento, fisiotécnicas y de tolerancia al tizón. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Tripla, M. F. 2000. Estadística elemental. 7ª Ed. Addison Wesley Longren, México, 487, 724.
- Vassey L. T., W. P., Quick, T. D., Sharkey and M. Stitt. 1991. Water stress, carbon dioxide, and light effects on sucrose-phosphate synthase activity in *Phaseolus vulgaris*. *Physiol. Plant.* 81: 37-44.
- Walker, A. J. and L. C. Ho 1977. Carbon translocation in the tomato: effects of fruit temperature on carbon metabolism and the rate of translocation. *Ann Bot* 41: 825-832.
- Zarzoli R., R. Pratta G. y L.A. Picardi. 2000. Variabilidad genética para la vida de poscosecha y el peso de los frutos en tomate para familia F3 de un híbrido interespecifico. *Pes. Agrop. Bras.* 3(12):2423-2427.
- Zegbe, J. A., M. Hossein B. y B. E. Clothier. 2004. Respuesta del tomate para proceso al riego parcial de la raíz. *Terra Latinoamericana.* 25:61-76.

## **APÉNDICE**

**A.1 Comparaciones de medias para las variables fenológicas de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes. 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>DPC</b>	<b>DUC</b>	<b>DEC</b>
D1	74	118	44
F3	73.66	118	44.33
F3 x 44	67.83	119.67	51.86
F3 x D1	74.66	121.33	46.66
L1	67.83	119.67	51.83
P3 x F3	69.5	121.33	51.83
Q3	78	121.33	43.33
Q3 x R1	73	121.33	48.33
R1	82.5	119.67	37.16
S1 x L1	59	121.33	55.83
U2	76.33	118	41.66
46 x F3	63.66	119.66	56
Z4 x Q3	65.5	121.33	55.83

DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte). DMS al 5%

**A.2 Comparaciones de medias para las variables fenológicas de genotipos de tomate bola por ambiente de evaluación. 2006.**

<b>Ambiente</b>	<b>DPC</b>	<b>DUC</b>	<b>DEC</b>
Buenavista	64.50	110.69	46.19
Rancho Nvo.	83.00	124.00	41.00
Providencia	67.57	125.46	57.88

DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte). DMS al 5%

**A.3 Comparaciones de medias para las variables de rendimiento de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes. 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>NC</b>	<b>DP</b>	<b>DE</b>	<b>NF</b>	<b>RENDPTA</b>	<b>PPF</b>	<b>REND</b>
D1	6.83	5.47	5.74	11.05	1.86	134.73	43.17
F3	6.5	6.34	6.47	11.61	2.08	139.89	48.12
F3 x 44	7.33	5.26	5.34	18.05	1.77	81.55	41.26
F3 x D1	6.66	5.68	5.63	11.33	1.91	134.06	45.14
L1	7	6	6.27	12	1.81	129.96	42.05
P3 x F3	6.83	5.49	6.22	9.33	1.69	145.04	39.2
Q3	6.33	5.63	6.26	15.98	2.34	113.22	53.95
Q3 x R1	6.66	5.87	6.18	14.46	2.25	120.51	51.99
R1	6.5	6.25	6.31	13.13	2.55	143.42	58.64
S1 x L1	7.5	5.52	5.96	13.38	2.4	160.07	56.74
U2	6.16	5.09	5.08	11.37	1.68	131.25	39.73
46 x F3	7.5	5.11	5.07	18.16	1.7	77.01	41.06
Z4 x Q3	7.5	6.21	6.24	13.87	2.38	135.5	55.6

NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), RENDPTA (Rendimiento por plantas en kg), PPF (Peso Promedio de Frutos), REND (Rendimiento). DMS al 5%

**A.4 Comparaciones de medias para las variables de rendimiento de genotipos de tomate bola, por ambiente de evaluación. 2006.**

<b>Ambiente</b>	<b>NC</b>	<b>DP</b>	<b>DE</b>	<b>NF</b>	<b>RENDPTA</b>	<b>PPF</b>	<b>REND</b>
Buenavista	5.07	4.91	5.27	6.12	1558.95	85.71	39.93
Rancho Nvo.	6.42	5.75	6.08	11.97	1750.8	163.71	32.39
Providencia	9.11	6.40	6.37	22.00	2799.7	130.47	69.99a

NC (Número de Cortes), NF (Número de Fruto), RENDPTA (Rendimiento por plantas en kg), PPF (Peso Promedio de Frutos), REND (Rendimiento). DMS al 5%

**A.5 Comparaciones de medias para variables agroclimáticas de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes. 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>DFFF</b>	<b>TAIR</b>	<b>CO2</b>	<b>HR</b>
D1	1400.1	35.19	362.46	28.39
F3	1331.9	35.74	384.96	30.59
F3 x 44	1315.6	34.57	367.31	29.73
F3 x D1	1128.2	33.33	356.3	33.18
L1	1379.5	35.57	357.61	37.67
P3 x F3	1105.9	34.35	403.29	29.26
Q3	1493.4	35.42	386.48	35.78
Q3 x R1	1178.9	34.34	346.74	33.58
R1	1195	35.19	388.16	29.88
S1 x L1	1405.8	34.33	352.22	27.95
U2	1042.1	34.53	374.57	34.64
46 x F3	1253.2	34.72	397.42	31.52
Z4 x Q3	1227.2	34.44	366.66	36.22

DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del aire circundante a la hoja), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> ambiental), HR (Humedad Relativa). DMS al 5%

**A.6 Comparaciones de medias para las variables agroclimáticas de genotipos de tomate bola, por ambiente de evaluación. 2006.**

<b>Ambiente</b>	<b>DFFF</b>	<b>TAIR</b>	<b>CO2</b>	<b>HR</b>
Buenavista	1705.00	37.38	369.48	17.45
Rancho Nvo.	1582.25	35.13	348.41	37.64
Providencia	510.46	31.73	399.99	41.46

DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire circundante a la hoja), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> ambiental), HR (Humedad Relativa). DMS al 5%



**A.7 Comparaciones de medias para las variables fisiológicas de genotipos de tomate bola, Evaluados en tres ambientes. 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>THOJA</b>	<b>RE</b>	<b>CE</b>	<b>CINT</b>	<b>FOTO</b>	<b>TRANS</b>	<b>UEAF</b>
D1	34.43	2.41	0.95	270.48	8	9.64	2.34
F3	35.01	1.82	0.92	282.81	12.16	10.96	3.05
F3 X 44	33.76	2.2	1.02	316.52	5.96	9.35	1.23
F3 X D1	32.03	1.05	1.14	291.52	8.49	11.6	1.78
L1	34.05	1.1	1.49	278.06	13.33	13.51	2.33
P3 X F3	32.76	1.1	1.01	308.37	12.09	12.02	3.02
Q3	34.58	1.12	1.3	306.97	12.3	12.9	2.32
Q3 X R1	33.56	2.12	1.14	277.46	9.03	10.01	2.2
R1	33.59	1.35	0.95	324.48	6.33	10.79	1.2
S1 X L1	33.34	1.5	0.93	263.93	10.54	10.94	2.47
U2	33.55	1.39	1.03	302.22	9.33	11.03	1.96
46 X F3	33.62	1.39	1.21	314.54	12.1	11.6	2.63
Z4 X Q3	32.39	0.817	1.29	292.28	13.23	12.53	2.63

THOJA (Temperatura de la Hoja), RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática), CINT (Concentración de CO<sub>2</sub> intracelular), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente de Agua Fisiológico). DMS al 5%

**A.8 Comparaciones de medias para las variables fisiológicas de genotipos de tomate bola, por ambiente de evaluación. 2006.**

<b>Ambiente</b>	<b>THOJA</b>	<b>RE</b>	<b>CE</b>	<b>CINT</b>	<b>FOTO</b>	<b>TRANS</b>	<b>UEAF</b>
Buenavista	37.29	2.52	0.60	264.86	8.78	10.60	1.81
Rancho Nvo.	33.94	0.93	1.32	281.40	11.44	13.88	1.97
Providencia	29.54	1.03	1.39	337.50	10.47	9.42	2.96

THOJA (Temperatura de la Hoja), RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática), CINT (Concentración de CO<sub>2</sub> intracelular), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente de Agua Fisiológico). DMS al 5%

**A.9 Comparaciones de medias para variables de calidad de genotipos de tomate bola, evaluados en tres ambientes. 2006**

<b>Genealogía</b>	<b>COLOR</b>	<b>pH</b>	<b>GBRIX</b>	<b>LICOP</b>	<b>VITC</b>
D1	1.78	4.44	4.2	5.06	14.75
F3	2.11	4.45	4.52	7.53	18.53
F3 x 44	2.77	4.42	4.36	3.68	15.5
F3 x D1	1.88	4.39	4.84	6.58	15.46
L1	2.22	4.47	4.63	2.67	15.22
P3 x F3	2.33	4.47	5	5.81	15.68
Q3	1.78	4.51	4.13	3.92	15.9
Q3 x R1	2.89	4.51	4.52	11.88	13.44
R1	2.66	4.58	4.97	5.57	12.7
S1 xL1	1.88	4.45	3.81	2.74	14.22
U2	2.55	4.54	5.27	5.74	16.83
46 x F3	2.44	4.5	4.28	3.58	16.24
Z4 x Q3	2.33	4.41	4.07	5.69	18.26

COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C).  
DMS al 5%

**A.10 Comparaciones de medias para las variables de calidad de genotipos de tomate bola, por ambiente de evaluación. 2006.**

<b>Ambiente</b>	<b>COLOR</b>	<b>pH</b>	<b>GBRIX</b>	<b>LICOP</b>	<b>VITC</b>
Buenavista	2.23	4.43	4.58	4.26	15.72
Rancho Nvo.	2.17	4.50	4.29	8.86	15.47
Providencia	2.43	4.48	4.65	3.13	15.59

COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C).  
DMS al 5%

**A.11 Comparaciones de medias para las variables fenológicas de tomate bola. Providencia, Coahuila 2006.**

Genealogía	DPC	DUC	DEC
D1	71	122	51
F3	67.5	127	59.5
F3 x 44	60	122	62
F3 x D1	67.5	127	59.5
L1	60	127	67
P3 x F3	75	127	52
Q3	75	127	52
Q3 x R1	73	127	54
R1	65.5	122	56.5
S1 x L1	65.5	127	61.5
U2	73	122	49
46 x F3	60	127	67
Z4 x Q3	65.5	127	61.5

DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte). DMS al 5%

**A.12 Comparaciones de medias para las variables de rendimiento de tomate bola. Providencia, Coahuila 2006.**

Genealogía	NC	NF	DP	DE	RENPTA	PPF	REND
D1	9.00a	18.83bc	6.23	6.57	2.52	133.43	62.97
F3	9.00a	18.66bc	7.18	6.64	2.95	156.52	73.77
F3 x 44	10.00a	31.83a	6	5.96	2.4	75.33	59.9
F3 x D1	9.00a	20.16abc	6.23	5.73	2.52	122.62	63.08
L1	10.00a	20.16abc	6.53	6.34	2.29	113.79	57.24
P3 x F3	8.00a	14.66c	6.18	5.96	2.57	175.3	64.36
Q3	8.00a	25.16abc	6.38	6.45	3.4	134.95	84.9
Q3 x R1	8.50a	23.66abc	6.93	6.4	3.85	162.63	96.33
R1	9.50a	16.16c	6.63	7.2	2.15	132.57	53.65
S1 x L1	9.50a	24.50abc	6.58	6.69	3.79	147.04	94.82
U2	8.50a	21.16abc	6.09	6.25	2.32	109.21	57.97
46 x F3	10.00a	30.16ab	5.76	5.96	2.6	86.28	64.94
Z4 x Q3	9.50a	20.83abc	6.6	6.66	3.04	146.46	75.95

NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro Ecuatorial), PPF (Peso Promedio de Frutos), REND (Rendimiento). DMS al 5%

**A.13 Comparaciones de medias para las variables agroclimáticas de genotipos de tomate bola. Providencia, Coahuila 2006.**

Genealogía	DFFF	TAIR	CO2	HR
D1	480.3	32.53ab	361.97	34.11
F3	314.2	32.34abc	399.65	36.01
F3 x 44	617.2	32.00abc	375.6	36.48
F3 x D1	370.4	29.40c	342.1	44.26
L1	732.1	33.51a	374.58	46.32
P3 x F3	214.9	30.38bc	468.78	38.66
Q3	721.3	32.71ab	474.55	51.1
Q3 x R1	710.2	30.77abc	344.28	48.73
R1	450.5	32.57ab	441.3	37.27
S1 x L1	637.4	30.29bc	327.02	34.04
U2	285	32.52ab	445.95	40.96
46 x F3	414.2	32.36abc	489.12	45.11
Z4 x Q3	688.3	31.13abc	354.78	46.04

DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> ambiental), HR (Humedad Relativa). DMS al 5%

**A.14 Comparaciones de medias para las variables fisiológicas de genotipos de tomate bola. Providencia, Coahuila 2006.**

Genealogía	THOJA	COND	RE	CE	CINT	FOTO	TRANS	UEAF
D1	30.14	0.44	2.06	1.29	265.8	8.01	8.4	3.53
F3	30.18	0.36	1.01	1.07	275.42	18.1	9.76	5.57
F3 x 44	31.16	0.31	2.15	0.9	343.9	3.96	6.57	1.16
F3 x D1	27.26	0.56	0.87	1.64	299.9	6.83	9.23	2.23
L1	30.74	0.52	0.7	1.53	313.73	10.37	10.15	2.52
P3 x F3	28.38	0.38	1.1	1.12	370.2	12.02	8.33	4.67
Q3	29.76	0.72	0.48	2.13	428.15	13.51	11.45	3.1
Q3 x R1	28.9	0.52	0.65	1.54	293.18	11.68	9.9	3.29
R1	30.12	0.42	1.25	1.24	421.7	-0.38	8.35	-0.06
S1 x L1	28.29	0.33	1.12	0.98	265.63	9.52	8.09	2.86
U2	30.26	0.45	0.78	1.33	406.13	5.95	10.65	1.36
46 x F3	29.87	0.57	0.61	1.67	398.22	22.87	11.56	5.09
Z4 x Q3	28.96	0.56	0.71	1.65	301.48	13.62	10.05	3.14

THOJA (Temperatura de la Hoja), COND (Conductancia), RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática), CINT (Concentración de CO<sub>2</sub> intracelular), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente de Agua Fisiológico). DMS al 5%

**A.15 Comparaciones de medias para las variables de calidad de genotipos de tomate bola. Providencia, Coahuila 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>COLOR</b>	<b>pH</b>	<b>BRIX</b>	<b>LICOP</b>	<b>VITC</b>
D1	2	4.46abc	4.06ab	1.94	12.83b
F3	2.33	4.38c	5.03ab	2.8	21.94a
F3 x 44	2.66	4.35c	5.0ab	2.61	16.57ab
F3 x D1	2.66	4.45bc	5.43a	2.49	15.55ab
L1	2	4.38c	4.83ab	1.64	18.54ab
P3 x F3	3	4.51abc	4.66ab	5.17	14.20ab
Q3	3	4.65ab	4.26ab	3.53	17.54ab
Q3 x R1	3	4.51abc	3.73b	2.57	11.40ab
R1	2.66	4.69a	5.46a	3.67	11.25b
S1 x L1	1.66	4.35c	3.60b	1.51	15.88ab
U2	3	4.64ab	5.33a	6.02	18.84ab
46 x F3	1.66	4.55abc	4.86ab	3.34	11.82b
Z4 x Q3	2	4.33c	4.20ab	3.41	16.27ab

COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C).  
DMS al 5%

**A.16 Comparaciones de medias para las variables fenológicas de genotipos de tomate bola. Rancho Nuevo, Coahuila 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>DPC</b>	<b>DUC</b>	<b>DEC</b>
D1	92	124	32
F3	92	124	32
F3 x 44	82	124	42
F3 x D1	95	124	29
L1	82	124	42
P3 x F3	72	124	52
Q3	82	124	42
Q3 x R1	82	124	42
R1	92	124	32
S1 x L1	72	124	52
U2	92	124	32
46 x F3	72	124	52
Z4 x Q3	72	124	52

DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte). DMS al 5%

**A.17 Comparaciones de medias para las variables de rendimiento de genotipos de tomate bola. Rancho Nuevo, Coahuila 2006.**

Genealogía	NC	NF	DP	DE	PESO	PPF	REND
D1	6	9.66	5.46a-e	5.32e-j	1.68	171.79ab	31.11
F3	6	11.16	6.95a	7.15a-d	1.87	167.53ab	34.56
F3 x 44	6.5	14.66	5.16b-e	5.41c-j	1.52	107.64ab	28.04
F3 x D1	5.5	8.33	6.07 <sup>a</sup> -d	5.38c-j	1.42	170.40ab	26.27
L1	6.5	10.33	5.85a-d	6.19b-g	1.66	188.26ab	30.69
P3 x F3	7	9.5	5.55a-e	7.55ab	1.46	170.49ab	26.92
Q3	6.5	16.33	5.65a-e	6.50a-e	2.19	99.33ab	40.45
Q3 x R1	6.5	15.5	5.75a-d	6.32a-f	2.05	131.98ab	37.91
R1	6	15.33	6.14a-c	5.93b-i	2.58	173.92ab	47.76
S1 x L1	7	8.33	5.40a-e	6.28a-f	1.67	255.8a	30.86
U2	6	6.33	4.63c-e	4.50f-j	1.15	204.74ab	21.19
46 x F3	7	16.16	5.44a-e	5.23d-j	1.55	97.08ab	28.59
Z4 x Q3	7	14	6.67ab	7.31a-c	1.98	157.57ab	36.66

NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro Ecuatorial), PPF (Peso Promedio de Frutos), REND (Rendimiento). DMS al 5%

**A.18 Comparaciones de medias para las variables agroclimáticas de genotipos de tomate bola. Rancho Nuevo, Coahuila 2006.**

Genealogía	DFFF	TAIR	CO2	HR
D1	1624.3	36.41	331.9	38.03
F3	1396.3	35.42	357.78	31.94
F3 x 44	1356.2	34.5	315.9	39.48
F3 x D1	1224.3	33.55	401.9	31.54
L1	1457.3	35.3	335.55	45.33
P3 x F3	1692.5	35.07	371.67	31.43
Q3	1240.9	36	342.5	34.87
Q3 x R1	1411.2	34.23	312.2	42.21
R1	1918.2	36.75	362.13	41.18
S1 x L1	1654.3	35.13	350.83	33.39
U2	1864.3	35.39	304.82	46.34
46 x F3	1728.3	34.62	315.52	48.87
Z4 x Q3	1509.1	34.38	423.53	33.93

DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> ambiental), HR (Humedad Relativa). DMS al 5%

**A. 19 Comparaciones de medias para las variables fisiológicas de genotipos de tomate bola. Rancho Nuevo, Coahuila 2006**

Genealogía	THOJA	COND	RE	CE	CINT	FOTO	TRANS	UEAF
D1	35.56	0.435ab	0.86	1.3ab	259.9	12.06	14.99	1.96
F3	36.14	0.46ab	0.75	1.39ab	287.78	13.62	16.43	2.02
F3 x 44	31.48	0.64ab	0.54	1.90ab	264.7	12.61	15.44	2.02
F3 x D1	32.32	0.30b	1.16	0.90b	354.7	5.01	10.66	0.89
L1	32.83	0.70ab	0.48	2.10ab	280.53	15.27	16.78	2.17
P3 x F3	33.87	0.376ab	0.9	1.12ab	286.07	13.72	14.15	2.47
Q3	36.23	0.29b	1.61	0.89b	276.97	7.9	11.52	1.45
Q3 x R1	32.36	0.57ab	0.59	1.68ab	255.08	13.06	14.97	2.24
R1	35.3	0.26b	1.43	0.77b	293.2	6.9	11	1.35
S1 x L1	34.28	0.43ab	1.36	1.29ab	258.13	13.87	14.38	2.68
U2	36.11	0.40ab	0.84	1.21ab	221.95	14.75	14.25	2.54
46 x F3	32.14	0.54ab	0.63	1.60ab	275.85	8.3	14.66	1.31
Z4 x Q3	32.58	0.34ab	1	1.01ab	343.38	11.67	11.24	2.57

THOJA (Temperatura de la Hoja), COND (Conductancia), RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática), CINT (Concentración de CO<sub>2</sub> intracelular), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente de Agua Fisiológico). DMS al 5%

**A.20 Comparaciones de medias para las variables de calidad de genotipos de tomate bola. Rancho Nuevo, Coahuila 2006.**

Genealogía	COLOR	pH	GBRIX	LICOP	VITC
D1	1.3	4.50abc	3.60c	11.68	12.42def
F3	2	4.53abc	4.46bc	12.86	15.86abcde
F3 x 44	3	4.56abc	4.03bc	6.23	15.72abcde
F3 x D1	2	4.34c	3.76c	16.67	14.31bcdef
L1	2.6	4.60ab	4.93abc	4.04	14.54bcde
P3 x F3	2	4.42abc	4.93abc	7.35	19.99a
Q3	2	4.48abc	4.26bc	5.82	14.11cdef
Q3 x R1	2.6	4.46abc	4.63abc	18.6	17.48abcd
R1	2.3	4.52abc	4.80abc	5.58	14.72abcde
S1 x L1	2	4.60ab	4.23bc	5.15	13.00cdef
U2	1.6	4.48abc	4.93a	6.78	13.55cdef
46 x F3	2.3	4.53abc	3.66c	3.12	13.27cdef
Z4 x Q3	2.3	4.43abc	3.56c	10.47	19.63ab

pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C). DMS al 5%

**A.21 Comparaciones de medias para las variables fenológicas de tomate bola. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>DPC</b>	<b>DUC</b>	<b>DEC</b>
D1	59.00b	108	49.00ab
F3	61.50b	103	41.50ab
F3 x 44	61.50b	113	51.50a
F3 x D1	61.50b	113	51.50a
L1	61.50b	108	46.50ab
P3 x F3	61.50b	113	51.50a
Q3	77.00ab	113	36.00ab
Q3 x R1	64.00ab	113	49.00ab
R1	90.00a	113	23.00b
S1 x L1	59.00b	113	54.0a
U2	64.00ab	108	44.0ab
46 x F3	59.00b	108	49.00ab
Z4 x Q3	59.00b	113	54.00a

DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Corte). DMS al 5%

**A.22 Comparaciones de medias para las variables de rendimiento de tomate bola. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila 2006.**

<b>Genealogía</b>	<b>NC</b>	<b>NF</b>	<b>DP</b>	<b>DE</b>	<b>PESO</b>	<b>PPF</b>	<b>REND</b>
D1	5.50ab	4.66	4.74abc	5.33abc	1.38	98.97abcd	35.43
F3	4.50ab	5	4.90abc	5.62abc	1.41	95.63abcd	36.04
F3 x 44	5.50ab	7.66	4.61bc	4.66bc	1.4	61.65def	35.86
F3 x D1	5.50ab	5.5	4.74abc	5.78ab	1.8	109.15ab	46.1
L1	4.50ab	5.5	5.62ab	6.27a	1.5	87.83abcde	38.24
P3 x F3	5.50ab	3.83	4.75abc	5.16abc	1.03	89.33abcd	26.34
Q3	4.50ab	6.44	4.87abc	5.82ab	1.43	73.66bcdef	36.51
Q3 x R1	5.00ab	4.22	4.95abc	5.83ab	0.85	66.92cdef	21.74
R1	4.00b	7.88	6.00a	5.80ab	2.95	123.78a	74.5
S1 x L1	6.00a	7.33	4.61bc	4.92abc	1.7	77.36bcdef	44.52
U2	4.00b	6.61	4.55bc	4.50bc	1.56	79.80abcde	40.04
46 x F3	5.50ab	8.16	4.15c	4.04c	1.16	47.67f	29.64
Z4 x Q3	6.00a	6.77	5.37abc	4.75abc	2.12	102.48abc	54.18

NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro Ecuatorial), PPF (Peso Promedio de Frutos), REND (Rendimiento). DMS al 5%



**A.23 Comparaciones de medias para las variables agroclimáticas de tomate bola. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila 2006.**

Genealogía	DFFF	TAIR	CO <sub>2</sub>	HR
D1	2095.5	36.65	393.5	13.04
F3	1763.2	38.14	393.08	14.6
F3 x 44	1973.5	37.22	410.42	13.23
F3 x D1	1789.8	37.03	324.9	23.75
L1	1949.3	37.88	362.5	21.38
P3 x F3	1410.4	37.6	369.43	17.68
Q3	2026	37.55	342.4	21.39
Q3 x R1	1415.3	38.04	383.75	9.82
R1	1738.2	37.59	365.3	20.43
S1 x L1	1925.7	37.57	378.82	16.43
U2	977	35.67	372.95	16.58
46 x F3	1617.1	37.19	384.52	9.79
Z4 x Q3	1484.2	37.81	354.52	28.71

DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire), CO<sub>2</sub> (Concentración de CO<sub>2</sub> ambiental), HR (Humedad Relativa). DMS al 5%

**A.24 Comparaciones de medias para las variables fisiológicas de tomate bola. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila 2006.**

Genealogía	THOJA	COND	RE	CE	CINT	FOTO	TRANS	UEAF
D1	37.59	0.08	4.33	0.24	285.73ab	3.96	5.53	1.55
F3	38.71	0.1	3.72	0.3	340.97a	12.47	6.7	1.57
F3 x 44	38.64	0.09	3.93	0.25	285.23ab	1.32	6.06	0.53
F3 x D1	36.51	0.29	1.14	0.87	219.97ab	13.64	14.92	2.21
L1	38.57	0.27	2.14	0.82	235.91ab	14.35	13.6	2.32
P3 x F3	36.04	0.26	1.32	0.77	268.85ab	10.52	13.53	1.92
Q3	37.75	0.29	1.28	0.87	215.78b	15.51	15.72	2.41
Q3 x R1	39.43	0.07	5.12	0.2	284.12ab	2.36	5.17	1.09
R1	35.37	0.28	1.37	0.83	258.55ab	12.47	13.02	2.13
S1 x L1	37.45	0.17	2.03	0.51	268.02ab	8.24	10.34	1.89
U2	34.31	0.19	2.56	0.56	278.57ab	7.29	8.2	1.99
46 x F3	38.86	0.12	2.94	0.34	269.57ab	5.13	8.57	1.5
Z4 x Q3	35.63	0.4	0.91	1.2	231.97ab	14.41	16.31	2.2

THOJA (Temperatura de la Hoja), COND (Conductancia), RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática), CINT (Concentración de CO<sub>2</sub> intracelular), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente de Agua Fisiológico). DMS al 5%

**A.25 Comparaciones de medias para las variables de calidad de tomate bola. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila 2006.**

Genealogía	COLOR	pH	GBRIX	LICOP	VITC
D1	2.00abc	4.37bcd	4.93abcd	1.57	19.02ab
F3	2.00abc	4.40abcd	4.06bcd	6.92	17.79ab
F3 x 44	2.66ab	4.36bcd	4.06bcd	2.19	14.22ab
F3 x D1	1.00c	4.37bcd	5.33ab	0.59	16.52ab
L1	2.00abc	4.43abcd	4.13bcd	2.33	12.58ab
P3 x F3	2.00abc	4.48abc	5.40ab	4.92	12.83ab
Q3	1.66bc	4.30d	3.86bcd	2.43	19.22ab
Q3 x R1	3.00a	4.57a	5.20abc	14.48	11.43ab
R1	3.00a	4.53ab	4.66abcd	7.45	12.11ab
S1 x L1	2.00abc	4.40abcd	3.60cd	1.55	13.77ab
U2	3.00a	4.50ab	5.53ab	3.48	18.11ab
46 x F3	2.00abc	4.43abcd	4.33bcd	4.28	15.52ab
Z4 x Q3	2.66ab	4.46abcd	4.46abcd	3.18	18.87ab

COLOR (Color), pH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), LICOP (Licopeno), VITC (Vitamina C).DMS al 5%

**A.26 Índices ambientales por localidad para las variables interacción genotipo x ambiente de tomate bola en parámetros de estabilidad evaluados en UAAAN, Providencia y Rancho Nuevo Coah, 2006.**

AMBIENTE	DPC	NC	FOTO	REND	UEAF	VIT C	LICOP
PROVIDENCIA	-4.2436	0.1795	0.2387	22.5526	0.7097	-0.0346	-2.2885
R. NUEVO	11.5641	-0.0897	1.2141	-15.049	-0.2741	-0.0685	3.4485
UAAAN	-7.3205	-0.0897	-1.4528	-7.5036	-0.4356	0.1031	-1.16

DPC (Días a Primer Corte), NC (Número de Cortes), FOTO (Fotosíntesis), REND (Rendimiento), UEAF (Uso Eficiente de Agua Fisiológico), VITC (Vitamina C), LICOP (Licopeno).

**A. 27 Correlaciones de variables fenológicas, fisiológicas, agroclimáticas y cuantitativas y cualitativas de rendimiento en genotipos de tomate bola en tres ambientes de evaluación.**

	DPC	DUC	DC	NC	DP	DE	RENDPTA	NFRUT	PPF	RNDTHA	DFFF	TAIR	THOJA	CO2	HR	FOTO	COND	CINT	RE	CE	TRNSP	UEAF	COLOR	PH	BRIX	LICOP	VITC
DUC	1.00	-0.23	-0.97	-0.89	0.25	0.23	0.28	-0.30	0.27	0.26	-0.14	0.21	0.25	0.13	0.02	-0.45	-0.27	0.25	0.07	-0.27	-0.15	-0.43	-0.02	0.51	0.51	0.34	-0.31
DC		1.00	0.44	0.30	0.11	0.31	0.40	0.16	0.09	0.41	-0.02	-0.53	-0.61	-0.16	0.18	0.22	0.34	0.01	-0.48	0.34	0.36	0.06	-0.05	-0.21	-0.27	0.08	-0.24
NC			1.00	0.88	-0.21	-0.14	-0.16	0.31	-0.23	-0.14	0.12	-0.32	-0.37	-0.16	0.03	0.46	0.33	-0.23	-0.17	0.33	0.22	0.41	0.01	-0.51	-0.53	-0.29	0.23
DP				1.00	-0.13	-0.17	0.01	0.43	-0.25	0.02	0.24	-0.22	-0.31	-0.17	-0.19	0.18	0.15	-0.14	-0.01	0.15	0.00	0.15	0.04	-0.47	-0.63	-0.42	0.06
DE					1.00	0.85	0.63	-0.27	0.48	0.61	0.13	0.35	0.08	-0.11	0.22	0.21	0.12	-0.20	-0.19	0.12	0.26	0.11	-0.03	-0.04	-0.04	0.33	0.05
PPPTA						1.00	0.60	-0.35	0.57	0.58	0.30	0.40	0.17	-0.01	0.12	0.34	0.10	-0.26	-0.20	0.11	0.34	0.31	-0.18	0.02	-0.13	0.25	-0.07
NFRT							1.00	0.16	0.37	1.00	0.30	0.13	0.01	-0.18	0.02	-0.02	-0.04	-0.11	-0.14	-0.04	0.06	-0.12	-0.07	0.20	-0.41	0.16	-0.27
PPF								1.00	-0.82	0.15	0.33	0.05	0.16	0.04	0.07	-0.11	0.25	0.38	0.17	0.25	-0.14	-0.30	0.32	0.10	-0.49	-0.22	-0.04
RNDTHA									1.00	0.40	-0.09	-0.03	-0.17	-0.20	-0.14	0.12	-0.31	-0.49	-0.24	-0.30	0.15	0.24	-0.38	-0.03	0.13	0.14	-0.11
DFFF										1.00	0.29	0.09	-0.02	-0.21	0.02	-0.02	-0.05	-0.13	-0.16	-0.05	0.06	-0.12	-0.09	0.18	-0.41	0.15	-0.26
TAIR											1.00	0.59	0.63	-0.15	-0.04	0.21	0.18	-0.34	0.22	0.19	0.11	0.15	-0.54	-0.16	-0.77	-0.48	-0.03
THOJA												1.00	0.88	0.30	0.09	0.26	0.09	-0.01	0.18	0.11	0.16	0.20	-0.11	0.38	-0.14	-0.22	0.13
CO2													1.00	0.16	-0.09	0.05	-0.11	-0.12	0.51	-0.10	-0.16	0.13	-0.14	0.34	-0.20	-0.10	0.05
HR														1.00	-0.18	0.23	-0.14	0.71	-0.29	-0.14	0.23	0.26	0.06	0.39	0.29	-0.20	0.28
FOTO															1.00	0.49	0.87	0.00	-0.53	0.87	0.69	0.04	0.05	0.03	0.12	0.05	0.32
COND																1.00	0.56	-0.24	-0.57	0.57	0.80	0.83	-0.34	-0.14	-0.25	-0.17	0.58
CINT																	1.00	0.00	-0.52	1.00	0.75	0.10	-0.03	-0.08	-0.12	-0.19	0.17
RE																		1.00	-0.26	0.00	0.04	-0.41	0.46	0.41	0.42	-0.15	0.01
CE																			1.00	-0.52	-0.87	-0.19	0.20	0.00	-0.19	0.28	-0.26
TRNSP																				1.00	0.75	0.11	-0.04	-0.08	-0.12	-0.20	0.17
UEAF																					1.00	0.40	-0.33	-0.02	0.02	-0.34	0.33
COLOR																						1.00	-0.39	-0.22	-0.27	0.06	0.54
PH																							1.00	0.42	0.40	0.39	-0.20
BRIX																								1.00	0.39	0.10	-0.42
LICOP																									1.00	0.30	-0.08
VITC																										1.00	-0.08