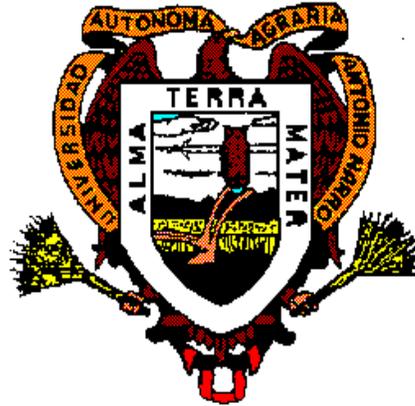


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Comparación de Genotipos de Tomate  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero y Campo  
para Características Fisiotécnicas.**

**Por:**

**JESÚS DOMÍNGUEZ MOLINA**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Marzo de 2002.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**División de Agronomía  
Departamento de Fitomejoramiento**

**Comparación de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)  
en Invernadero y Campo para Características Fisiotécnicas.**

**Por:**

**Jesús Domínguez Molina**

**Tesis**

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

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**Aprobado por:**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Fernando Borrego Escalante**  
**Presidente del Jurado**

\_\_\_\_\_  
**Ing. M. Sc. Gerardo Ramírez Mezquitic**  
**Asesor**

\_\_\_\_\_  
**Dra. Ma. Margarita Murillo Soto**  
**Asesor**

\_\_\_\_\_  
**Ing. M.C. Flavio Ramos Domínguez**  
**Asesor**

**Coordinador de la División de Agronomía**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Reynaldo Alonso Velasco**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2002**

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen e historia. ....	4
Características Botánicas.....	4
Clasificación Taxonómica.....	5
Valor Nutritivo.....	5
Requerimientos Climáticos.....	6
Requerimiento Edáficos.....	8
Manejo de la Planta.....	8
AMBIENTES CONTROLADOS.....	11
Acolchado.....	13
Irrigación .....	14
Calefacción.....	15
PARÁMETROS FISIOTÉCNICOS.....	15
Fotosíntesis.....	15

Transpiración.....	18
Uso Eficiente del Agua.....	20
Conductancia Estomatica.....	21
Evaluación de Genotipos. ....	21
MATERIALES Y METODOS.....	23
Localización del Área de Estudio.....	23
Material Genético Utilizado.....	23
Características de la Parcela Experimental.....	24
Variables en Estudio.....	25
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	25
Manejo Agronómico del Experimento.....	26
Para Tomate en Invernadero.....	26
Para Tomate en Campo.....	27
Material Utilizado.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
CONCLUSIONES .....	66
BIBLIOGRAFIA.....	68

## DEDICATORIA

### **A mis padres:**

Con admiración y amor, a **Reyna Molina Arredonda y Flavio Domínguez Campechano** por haberme dado la vida y por brindarme la oportunidad de superarme.

### **A mis hermanos:**

A todos mis hermanos en general, que conforman la familia **Domínguez Molina**, en especial a **Zulma, Matilde, Amado, José, Agustín, Gonzalo** que con su cariño, apoyo y por sus consejos que siempre se hicieron presente a pesar de la distancia.

### **A mis sobrinos:**

Con mucho amor a mis sobrinos, por toda la alegría y cariño que me brindan al estar con ellos, en especial a **Candy, Cindy, Ivonne, Gonzalo y Erick y Mariela**.

## AGREDECIMIENTOS

A mi “Alma Mater” a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme brindado la oportunidad de cumplir unos de mis más grandes objetivos en la vida.

Al **Dr. Fernando Borrego Escalante** mi más sincero agradecimiento por su amistad, sus consejos atinados y por su asesoría en la elaboración de este trabajo.

A la **Dr. Ma. Margarita Murillo Soto**, por su asesoría en la elaboración de este trabajo.

Al **M. Sc. José Gerardo Ramírez Mezquitic**, por su participación en la elaboración de este trabajo.

Al **Ing. José A. De La Cruz Breton**, por su participación como jurado calificador.

Al **M.C. Flavio Domínguez Ramos y Zulma Molina Arredonda** por sus consejos y por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

A la familia **Torres Tavera** por su amistad y apoyo en mi estancia a esta ciudad de Saltillo.

A mi novia **Luisa Judith** por su Amor y Confianza que me ha brindado desde que la conocí.

A mis amigos y compañeros de la Generación XCII de Ingenieros Agrónomos en producción.

A los señores **Francisco Mendoza Collazo, German Gaitán Moreno y Roberto López Bernal** por el valioso apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

## INDICE DE CUADROS

	PAGINA.
Cuadro No 1. Características Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento para el Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en invernadero.....	31
Cuadro No 2.- Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Invernadero. Características de Valores Eigen y de Varianza para los 4 Principales Componentes.....	32
Cuadro No 3. Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Invernadero. Contribución de las variables en los Principales 4 componentes. Buenavista Coah. 2002.....	34
Cuadro No.4.- Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentun</i> M.) en campo. Contribución Relativa de Cada Genotipo a los 4 Principales Componentes Considerando Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento.....	36
Cuadro No.5. Características Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento para el Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Campo.....	42
Cuadro No.6.- Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Campo. Características de Valores Eigen y de Varianza para los 4 Principales Componentes.....	43

Cuadro No.7. Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Campo. Contribución de las variables en los Principales 4 componentes. Buenavista Coah. 2002.....	45
Cuadro No.8.- Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en campo. Contribución Relativa de Cada Genotipo a los 4 Principales Componentes Considerando Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento. Buenavista, Coah. 2002.....	48
Cuadro No.9.- Características Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento para el Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en el Promedio de Invernadero - Campo. Buenavista Coah. 2002.....	54
Cuadro No.10.- Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en el promedio Invernadero - Campo. Características de Valores Eigen y de Varianza para los 4 Principales Componentes.....	55
Cuadro No.11.- Análisis de Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Promedio Invernadero - Campo. Contribución de las variables en los Principales 4 componentes. Buenavista Coah. 2002.....	57

## INDICE DE FIGURAS.

### PAGINA

Fig. No. 1.- Contribución Relativa de las Variables en los Tres Primeros Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002.....	35
Fig. No 2.- Comportamiento de las Variables FOTO, CE y RTN en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002.....	39
Fig. No. 3.- Comportamiento de las Variables TAIR, THOJ y PPMF en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002. ....	40
Fig. No 4.- Comportamiento de las Variables CO <sub>2</sub> , HR y RTN en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002.....	41
Fig. No 5.- Contribución Relativa de las Variables en los tres Primeros Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Campo. Buenavista, Coah. 2002.....	46
Fig. No. 6.- Comportamiento de las Variables CO <sub>2</sub> , TRN y PPMF en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Campo. Buenavista, Coah. 2002	.50
Fig. No. 7.- Comportamiento de las Variables TAIR, THOJ y RTN en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Campo. Buenavista, Coah. 2002	.51
Fig. No. 8.- Comportamiento de las Variables FOTO, UEA y RTN en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) en Campo. Buenavista, Coah. 2002	52

Fig. No. 9.- Contribución Relativa de las Variables en los tres Primeros Componentes Principales en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Coah. 2002.....	58
Fig. No. 10.- Comportamiento de las Variables DFFFF, CO2 y TAIR en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Coah. 2002. ....	60
Fig. No. 11.- Comportamiento de las Variables TRN, PPMF y RTN en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Coah. 2002. ....	61
Fig. No. 12.- Comportamiento de las Variables FOTO, UEA y RTN en Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.) Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Coah. 2002. ....	62
Fig. No.13.- Análisis de Componentes Principales de Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero. Contribución Relativa de cada Genotipo a los Tres principales Componentes. Buenavista, Coah. 2002.....	37
Fig. No.14.- Análisis de Componentes Principales de Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en Campo. Contribución Relativa de cada Genotipo a los Tres principales Componentes. Buenavista, Coah. 2002.....	49
Fig. No.15.- Ponderación de Calificación Relativa de Genotipos de Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en Invernadero. Variables RTN, PPMF, UEA y FOTO. Buenavista, Coah. 2002.....	63

Fig. No.16.- Ponderación de Calificación Relativa de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.), en Campo. Variables RTN, PPMF, UEA y FOTO. Buenavista, Coah. 2002..... 64

Fig. No.17.- Ponderación de Calificación Relativa de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.), en Invernadero-Campo. Variables RTN, PPMF, UEA y FOTO. Buenavista, Coah. 2002..... 65

## INTRODUCCIÓN.

En México el tomate es uno de los cultivos más importante en cuanto a generación de empleo y divisas se refiere, ya que estadísticas reportan un volumen de exportación de 963,798 toneladas ( USDA, 1998).

El año agrícola 2000 la superficie nacional sembrada con tomate rojo fue de 76,234 has., siendo los estados de Sinaloa, Michoacán y Baja California Norte los más importantes de esta producción (INEGI, 2001).

La importancia de realizar estudios de campo, con genotipos específicos en áreas cercanas a núcleos urbanos grandes pues la demanda es alta y llega producto caro a estas regiones, ya que los principales productores de este producto se encuentran lejos de esta área, como es la ciudad de Saltillo y Monterrey, que son grandes consumidores.

La importancia que se le ha dado al estudio potencial de genotipos de tomate en los parámetros fisiológicos para ser explotados bajo condiciones de invernadero ha aumentado al estudiar la existencia de la relación en variables Agroclimáticas, morfológicas y del rendimiento (Montesinos, 2001).

El rendimiento de un cultivo es la resultante y la integración de los procesos fisiológicos determinados, en relación con los factores ambientales en que se desarrolla ( Robledo 1997).

El tomate, se ve afectado por factores adversos como temperatura, lluvias, vientos, luminosidad, manejo del cultivo y otros factores, pero, sin duda unos de los principales que afectan al rendimiento son fisiotécnicos como; transpiración, fotosíntesis, uso eficiente del agua, CO<sub>2</sub>, etc.

El propósito de la realización del presente estudio es el de seleccionar genotipos más sobresalientes en características fisiotécnicas y la de determinar la variación de la fisiología mediante la comparación de dos condiciones de producción, en campo abierto e invernadero.

## **OBJETIVOS.**

Comparar el potencial de los genotipos de tomate a evaluar bajo condiciones de campo e invernadero.

Seleccionar genotipos de tomate mas sobresalientes según la importancia de las características fisiotécnicas bajo las condiciones de campo e invernadero, considerando análisis Multivariado.

## **HIPÓTESIS.**

**Se esperan obtener genotipos sobresalientes en cada condición de producción.**

Existen genotipos potencialmente para cada condición, con las características fisiotécnicas.

## REVISIÓN DE LITERATURA.

### Origen e Historia.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica y más concretamente en la región Andina, aunque posteriormente fue llevado por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente. (Rodríguez, *et al.*, 1997).

### Características Botánicas.

El tomate es una planta de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es ilimitado en las variedades indeterminadas pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año. Las ramificaciones son generalmente simpodial, con lo que los ejes sucesivos se desarrollan a partir de la yema axilar del eje precedente y la yema terminal da lugar a la inflorescencia o a ramas abortivas. Las hojas son compuestas, la inflorescencia es un dicasio (el cáliz y la corola están compuestas por cinco sépalos y cinco pétalos) compuesto generalmente por 4 a 12 flores.

**El fruto es una baya de forma globular, ovoide cuyo peso oscila, según variedades, entre 5 y 500 gr. cuando la planta crece directamente de la semilla sin sufrir transplantes desarrolla una potente raíz principal que le permite adaptarse a ecosistemas semidesérticos, pero cuando la raíz principal, limita su desarrollo provocado por el transplante, se desarrolla un sistema de raíces laterales adventicias (Rick, 1978 citado por Nuez 1995).**

### **Clasificación Taxonómica.**

Su clasificación taxonómica es la siguiente (Valadez, 1998):

Familia: Solanaceae

Genero: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*

Nombre común: jitomate o tomate.

### **Valor Nutritivo.**

Valadez (1998), reporta el valor nutritivo del tomate, los valores de los siguientes compuestos orgánicos e inorgánicos a base de 100 gr. de parte comestible de frutos de tomate maduro listo para consumo.

Agua	-----	95.0%
Proteínas	-----	1.1 gr.
Carbohidratos	-----	4.7 gr.
Ca	-----	13.0 mg.
P	-----	27.0 mg.
Fe	-----	0.5 mg.
Na	-----	3.0 mg.
K	-----	244.0 mg.
Ácido ascórbico	-----	23.0 mg.
Tiamina (B1)	-----	0.06 mg.
Riboflavina (B2)	-----	0.04 mg.
Vitamina A	-----	900 U. I. *

### Requerimientos Climáticos.

**Rodríguez *et al.*,(1997), señala que el tomate es una planta que se adapta bien a una gran variedad de climas, con la sola excepción de aquellos en que se producen heladas, a los vientos fuertes que dañan considerablemente la planta, son secos y calientes, producen la abscisión de las flores con similares resultados.**

No obstante existen tres factores climatológicos que ejercen una gran influencia sobre el cultivo y que merecen una consideración especial: temperatura, humedad y luminosidad.

La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etc., para el tomate las temperaturas

---

\* Una Unidad Internacional (U.I) de vitamina A es equivalente a 0.3 mg. de vitamina A en alcohol

óptimas según el ciclo de vida; las temperaturas nocturnas es de 15 – 18°C y las diurnas entre 24 – 25°C, para su desarrollo vegetativo oscila entre 22 – 23°C.

**La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores, siendo preferibles humedades medias no superiores al 50 por ciento, y suelos no encharcados.**

**La luminosidad tiene una gran influencia tanto en la fotosíntesis como sobre el fotoperiodismo, crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos.**

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

La altura de una plántula hortícola esta determinada por la longitud del tallo, el cual depende del número y longitud de los entrenudos individuales. El número de nudos depende de la temperatura promedio diaria, mientras que la longitud depende de como se maneja la temperatura durante el ciclo día / noche. La temperatura generalmente no actúa en forma individual, sino interactuando con la luz, agua, CO<sub>2</sub>, y/o nutrición.

## **Requerimiento Edáficos.**

El tomate está considerado como una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH 6.8– 5.0. en lo referente a salinidad, se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400ppm (10 mmho) (Richards, 1954; Mass, 1984, citado por Valadez, 1998)

Rodríguez *et al.*, (1997) respecto a los suelos, el tomate no es una planta especialmente exigente, creciendo en las más variadas condiciones y, aunque prefiere suelos profundos y con buen drenaje su sistema radicular poco profundo le permite adaptarse a los suelos pobres y de poca profundidad con tal de que tenga asegurado un buen drenaje. El pH ideal es el más próximo a la neutralidad, debiéndose realizar enmiendas calizas o ácidas si está por debajo o por encima de la misma.

## **Manejo de la Planta**

Leskovar, (2001), menciona que la capacidad de un transplante a superar el shock, depende de como los plántulas soportan los cambios estructurales y funcionales de la raíz, de la capacidad radicular de absorción de agua y nutrientes, y de la capacidad de regeneración de nuevas raíces. Para lograr uniformidad de crecimiento en tiempo y espacio, un transplante de alta calidad debe tolerar el manipuleo durante la operación de transplante y estar

bien aclimatado a condiciones extremas del campo. El objetivo es que el transplante sea capaz de continuar rápidamente su crecimiento radicular y disminuir el lapso de tiempo expuesto al “shock” ó castigo del transplante para retomar su crecimiento vegetativo, y así poder alcanzar el potencial máximo de productividad.

Se recomienda que la mejor densidad es la de 15,750 plantas/ha., (40 cm) en campo, ya que ahí se obtuvo la mejor producción de frutas de calidad exportación a campo abierto (Zamarripa, 2000).

La aplicación de reguladores de crecimiento en combinación con fertilizantes sólidos, aplicados tres veces pegado a la base del tallo de la planta a dosis de 2 g/l, pudiera darnos buenos resultados ya que si contamos con un buen numero de raíces y un mayor crecimiento de las mismas podrá obtener buena absorción de humedad y por lo tanto absorción de sales y minerales (Muñoz, 1998).

Vavrina *et al.*, (1998), reporta en el cultivo de tomate que el soporte total del rendimiento de fruto y el incremento de producción de frutos grandes, con el incremento de la fertilización nitrogenada, de lo contrario se hubieran caído. Estas respuestas de las localidades contrastan y surgen de diferencias fundamentales en el transplante

del cultivo de tomate en muchos de las modificaciones van dirigidos a la fertilización de nitrógeno entre el soporte y la caída del fruto.

El efecto de la poda incrementa la productividad de las plantas en la producción total para mercado nacional, pero a medida que se hace severa la poda, esta tiende a disminuir, es por eso que se recomienda solo la eliminación de chupones y mamones bajo la horqueta de bifurcación y poda a dos tallos (Sandoval, 1998).

Sánchez (1997), estudió sobre la valoración de características para la formación de un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo, en caracteres morfológicos, anatómicos, indicadores de precocidad y fisiológicos. Concluye que en plantas de jitomate conducidas bajo el sistema de un racimo por planta a una densidad de población de 25 pl/m<sup>2</sup>, el arquetipo para un medio no restrictivo, como el propiciado por el cultivo en invernadero y la técnica hidropónica, debe incluir los caracteres de tallo y pedúnculos grueso, abundante área foliar por planta, alta proporción de follaje en las 3 hojas superiores, racimo bifurcado y alto índice de cosecha, pues así se maximiza el rendimiento por unidad de superficie.

La producción de frutos grandes de tomate en invernadero, está posiblemente ligado con el amplio espaciado de plantas, debido a la aumentada intercepción de la luz incidente.

El espacio de plantas afecta al área de la hoja y la fotosíntesis en el cultivo de tomate. Los principales factores responsables del incremento de la producción de frutos en espacios estrechos es la producción de biomasa y la disponibilidad de incrementar la asimilación total para la distribución a frutos. Los espacios reducidos en el invernadero tienen efectos perjudiciales en el tamaño del fruto. (Papadopoulos y Pararajasingham, 1997),

### **AMBIENTES CONTROLADOS.**

Serrano (1979), describe a un invernadero como una instalación cubierta, abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender las plantas de la acción de los meteoros exteriores. El volumen interior del recinto permite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo.

Un invernadero facilita el mantenimiento de unos parámetros físicos, como son temperatura del aire y del suelo, humedad relativa, porcentaje de CO<sub>2</sub> en el ambiente, iluminación etc., en las condiciones optimas para el desarrollo de las plantas (Barnat *et al.*, 1990).

**Nuez (1995), el desarrollo de las plantas depende de numerosos factores, entre los que cabe mencionar la variedad, la iluminación, la temperatura, la nutrición, el suministro de agua y la concentración de CO<sub>2</sub>, que actúan en un complejo entramado de interacciones. En los cultivos al**

**aire libre, la posibilidad de modificar algunos de estos factores es muy limitada, si bien la introducción de técnicas, como riego por goteo o el acolchado, permite mejoras importantes. Al contrario de los invernaderos que permiten la introducción de los sistemas controlados mediante ordenador, permiten regular la temperatura de las raíces y el aire, el suministro de agua y elementos minerales así como la concentración de CO<sub>2</sub> en cada momento, de acuerdo con las necesidades de la planta.**

Burgueño (2001), menciona que una ferti-irrigación precisa requiere de un estimado adecuado de la transpiración del cultivo; en los invernaderos este estimado puede derivarse fácilmente al medir parámetros como:

- ❑ radiación global,
- ❑ intensidad de calentamiento (o déficit de presión de vapor)
- ❑ y tamaño del cultivo

En cultivo en sustrato con solución perdida se considera que la cantidad de agua drenada deberá oscilar entre el 30 y 40 por ciento de las aportaciones; en zonas con escasez de recursos hídricos estos cultivos se recomiendan con solución reciclada, ello supondría poner a punto una técnica de recirculación que fuese económicamente viable. Y que la humedad relativa, el exceso ó defecto de adecuada humedad relativa influye desfavorablemente en los

cultivos que se realizan en invernadero, estos inconvenientes son los siguientes:

exceso:

- menor desarrollo vegetativo (disminuye la transpiración).
- aborto de flores
- aumento de enfermedades
- condensación de humedad (goteo).

defecto:

- deshidratación de los tejidos
- menor desarrollo vegetativo (menos transpiración por cierre de estomas).
- deficiente fecundación y caída de flores

### **Acolchado**

Ibarra (2001), reportó sobre el efecto del acolchado de suelos en la anticipación a cosecha y el rendimiento en el cultivo de tomate. La anticipación a cosecha fue de 17 y 25 días promedio mediante el uso de películas plásticas

en el primero y segundo año de estudio, respectivamente con relación al testigo que promedió 116 y de 119 días; en el segundo año el polietileno transparente mostró el periodo a la recolección más breve con 87 días. Lo anterior no sucedió en el primer año, en el cual todos los tratamientos con cobertura plástica mostraron un mismo periodo con 99 días. La media de rendimiento el primer año fue de  $46.4 \text{ tha}^{-1}$  y de  $42.2 \text{ tha}^{-1}$  en el segundo de los años. Si el acolchado es adecuadamente manejado, es una barrera física contra la evaporación del agua del suelo. Los dos principales efectos benéficos para reducir la pérdida de humedad del suelo son: a) hay una mayor cantidad de agua disponible y b) se requiere menos cantidad de agua de riego.

Chávez (1999), menciona que los efectos directos del acolchado sobre la nutrición de cultivos, es que el acolchado promueve la actividad de microorganismos del suelo, incluyendo bacterias nitrificantes, por que la humedad, la aireación y la temperatura del suelo son más adecuados y uniformes.

Ello redunda en una descomposición más rápida de la materia orgánica en el suelo y a liberación de nutrientes y  $\text{CO}_2$  para el desarrollo del cultivo. Se ha observado que bajo el acolchado, la concentración de  $\text{CO}_2$  es cuatro veces mayor que en terreno descubierto.

La película plástica perforada mejora la aireación del suelo, disminuye el  $\text{CO}_2$  en la zona de la raíz, la vejez de las plantas y acelera la fotosíntesis en las

hojas y la capacidad de tener nutrientes disponibles en la raíz, teniendo como resultados altas producciones tempranas y totales (Wen, *et al.*, 1997).

### **Irrigación.**

**El control de la concentración de la solución nutritiva en el cultivo del tomate está basado a la velocidad en que este mismo tome los nutrientes, que está en función a las condiciones ambientales principalmente la temperatura.**

La concentración nutritiva debería ser bajada con el aumento de la temperatura para reducir perdidas nutritivas en sistemas de cultivos abiertos y prevenir la acumulación de sales en los sistemas de cultivos cerrados, respectivamente (Klaring *et al.*, 1997).

### **Calefacción.**

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

## **PARÁMETROS FISIOTÉCNICOS.**

### **Fotosíntesis**

Bidwell (1979), señala que básicamente la fotosíntesis es la absorción de energía lumínica y conversión en potencial químico estable por la síntesis de compuestos orgánicos. Puede considerarse como un proceso de tres fases:

1. La absorción de luz y retención de energía lumínica.
2. La conversión de energía lumínica en potencial químico.
3. La estabilización y almacenaje del potencial químico.

Desde el punto de vista del hombre, la mayor importancia de la fotosíntesis es su papel en la producción de alimento y oxígeno; por lo tanto se estudia a menudo en función de sus productos finales.

Rahman *et al.*, (1998), encontró en el cultivo de tomate en invernadero un efecto similar al de la disminución pronunciada en la velocidad de la fotosíntesis con los tratamientos de estrés de agua en temperaturas altas (30 a

25°C) y más bajo que en temperatura moderada (23 a 18°C), pero después de regarlas aumentó más rápido la fotosíntesis bajo temperaturas altas que a temperatura moderada, este efecto fue similar en la velocidad de transpiración; la resistencia estomatal era menor en temperaturas altas que en temperaturas moderadas, pero el incremento causado por el estrés de agua fue más marcado bajo temperaturas moderadas que bajo temperaturas altas.

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. Cuando la temperatura es óptima, pero a baja luminosidad, disminuye la fotosíntesis, mientras que la respiración continúa o aumenta, consumiendo hidratos de carbono; y en consecuencia se produce un estresamiento ó castigo de las plantas (Leskovar, 2001).

Guidi *et al.*, (1998). La inhibición de la fotosíntesis y la alteración de repartir los fotosintatos, es responsable de la reducción de crecimiento de la planta estresada por el nitrógeno.

Kitano *et al.*, (1998), Se surge que los procesos de energía dependientes del transporte de azúcar en frutas son algunos de los principales procesos que regulan el crecimiento de la fruta y el desplazamiento de los fotoasimilados en plantas de tomate bajo luz. Por que cuando la temperatura del aire esta alrededor de los 25°C durante un periodo; el crecimiento de la fruta

y la translocación de los fotoasimilados aumenta con la actividad de la respiración del fruto. El crecimiento del fruto y la translocación de fotoasimilados disminuye durante el periodo oscuro mientras que la temperatura disminuye.

Xu-huilian *et al.*, (1997), menciona que la capacidad fotosintética total en plantas de tomate disminuye con las hojas viejas. La producción de luz fotosintéticamente activa y la velocidad de la respiración oscura, eran también mas bajas en hojas viejas que en las nuevas. La capacidad fotosintética total y la velocidad de la respiración oscura era más bajas en frutas viejas y pecíolos que en partes mas inferiores del vástago en los más jóvenes o partes superiores.

Y concluye que las hojas debajo de la décimo octava hoja se puede quitar para asegurar la buena circulación del aire y prevenir enfermedades. Y que la fotosíntesis en frutos, vástagos y pecíolos no es insignificante por que la fotosíntesis vuelve a fijar el CO<sub>2</sub> respirados.

Hetherington *et al.*, (1998) Concluyó que en los tejidos de las hojas viejas de tomate son absolutamente activos fotosintéticamente y por lo tanto potencialmente contribuyen al crecimiento vegetal.

## **Transpiración**

Salisbury y Parke (1968), mencionan que la transpiración es la evaporación de agua de las superficies húmedas y el vapor de agua saldrá a

través de los estomas en la misma forma que entra el bióxido de carbono y sale el oxígeno al efectuarse el intercambio de estos dos.

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

Maher *et al.*, (1995), relaciona que la humedad afecta a la transpiración del cultivo de tomate dentro del invernadero, por eso comprobó su efecto midiendo el efecto de la humedad en la transpiración y producción. Los resultados demostraron que la alta humedad reduce a cada hora y a diaria el nivel de transpiración y que tiene un impacto en el rendimiento del cultivo. Y la posibilidad de regular la transpiración del cultivo, es calculando el porcentaje de transpiración, teniendo el déficit de presión de vapor estable y una radiación solar adecuada.

Leonardi *et al.*, (2000 A), surgieron que la transpiración de la hoja y el déficit de presión de vapor, son las variables que conduce a la tasa de transpiración del fruto.

Leonardi, *et al.*, (2000 B), el alto déficit de presión de vapor influyen en el crecimiento, transpiración y la calidad del fruto de tomate. El aumento de déficit de presión de vapor produce una reducción significativa en el peso de la fruta fresca, el contenido de agua y el incremento de sólidos solubles, mientras que el peso seco del fruto no es afectado.

Los efectos de la corriente de aire, nos muestra como resultado que la evapotranspiración aumenta mas rápidamente que la fotosíntesis mientras que el índice del área de la hoja en las plántulas aumenta (Shibuya y Kozai, 1998).

### **Uso Eficiente del Agua.**

La cantidad de agua usada directamente en las reacciones de la fotosíntesis es pequeña, comparada con la transpirada o almacenada por las plantas en cualquier tiempo dado, la condición hídrica de la planta influye severamente en el crecimiento de la misma y en la producción de biomasa, en particular a través de sus efectos en la expansión de la hoja y de la raíz (Beadle *et al.*, 1985)

Guisepe et al., (2000) cita que la evapotranspiración del agua es más alto en los sistemas convencionales, con una rotación de 4 y 2 años en relación con los sistemas de producción orgánico. Pero se obtuvo mejor calidad de fruta en los sistemas convencional con 4 años de rotación de cultivo.

Davies *et al.*, (2000), concluye que los efectos de la raíz que están parcialmente en un suelo seco, muestran un mecanismo de comunicación entre la raíz y la parte aérea de la planta, incrementando el uso eficiente del agua.

Este mecanismo se puede observar en la producción de frutos de calidad y de buena arquitectura hidráulica.

Ramalan y Nwokeocha, (2000 ) mencionan que los métodos de irrigación en surcos alternados son estadísticamente igual que el de surco convencional y surcos reducidos, en términos de uso eficiente del agua el mejor método sería el de surcos convencional, si este estuviera cubierto y sí su irrigación fuera de 5 días de intervalo.

#### Conductancia Estomatal.

Los estomas desempeñan un papel crucial en el control del equilibrio entre la pérdida de agua y la ganancia del carbono. La conductancia estomatica se puede obtener determinando el tamaño de apertura de los estomas o mediante la tasa de pérdida de agua (Coombs *et al.*, 1988).

Los factores que afectan al movimiento de los estomas son los ambientales, que tienen una mayor influencia sobre la apertura y cierre de los estomas y son la luz, el agua y la temperatura (Devlin, 1982).

Los factores ambientales influyen no solo en los procesos físicos de difusión y evaporación sino también en la apertura y cierre de los estomas de la superficie foliar a través de los cuales pasan el CO<sub>2</sub> y más del 90 por ciento del agua que se transpira (Salisbury y Ross, 1994).

### **Evaluación de Genotipos.**

**Ramírez (1998), evaluó 11 genotipos de tomate bajo dos condiciones de suelo, con acolchado y sin acolchar en altas temperaturas, realizó tres evaluaciones con las respuestas Fisiológicas y Agroclimáticas, sobresaliendo los genotipos Contessa, Haetwave y Shadylady.**

Y encontró que los genotipos evaluados en la condición de suelo acolchado hubo un incremento en el rendimiento a más del 20 por ciento, y que los mejores genotipos fueron el Summerflavor 6000 y Contessa y sin acolchar los genotipos Heatwave y Summerflavor 5000.

Bajo condiciones de invernadero y seleccionando genotipos más sobresalientes en los parámetros fisiotécnicos, Guerra (1997) encontró que las variables de transpiración y fotosíntesis presentan un efecto directo muy alto sobre el rendimiento de los genotipos con una alta correlación positiva de 12 genotipos que evaluó concluye que el genotipo Floradade es el que tuvo el valor más alto para fotosíntesis.

Martínez (1999), trabajó en la selección fisiotécnica de genotipos de tomate en invernadero, y que por medio del análisis de componentes principales detectó la importancia de la Fotosíntesis, el Uso Eficiente del Agua y el Rendimiento, como las variables de mayor importancia en la evaluación de genotipos.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del Área.

Este trabajo de investigación, para el experimento de Invernadero, se realizó en el invernadero No.6, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, tiene una situación Geográfica de **25°22´** latitud N **101°00´** longitud W y altitud 1742 msnm. El experimento de campo se llevó a cabo en el lote agrícola “La Chancla”, ubicado en el ejido San Miguel, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, a 30 Km por la carretera Saltillo-Monclova. Sus características principales de este lote son **25°32’49”** latitud N, **101°06’09’** longitud W y altitud 1300 msnm.

### Material Genético Utilizado.

**El material genético utilizado en este trabajo de investigación fue seleccionado de evaluaciones previas en invernadero y campo bajo condiciones de altas temperaturas, de acuerdo a las características de la zona, así como las características deseadas por los productores agrícolas y cuyas características lo hacen adecuado para ser cultivado en esta región.**

A continuación se da a conocer el nombre de cada uno de los genotipos utilizados tanto en invernadero como en campo. (Por orden alfabético).

- |              |                       |
|--------------|-----------------------|
| 1. Bonita    | 7. Shadylady          |
| 2. Celebrity | 8. Summer flavor 5000 |
| 3. Contessa  | 9. Summer flavor 6000 |
| 4. Floradade | 10. Sunbolt           |
| 5. Heatwave  | 11. Sunny             |
| 6. Olympic   |                       |

#### **Características de la Parcela Experimental.**

**Para tomate en invernadero, los genotipos se transplantaron a doble hilera con acolchado y riego por goteo, en camas de invernadero, de 12 m de largo y 0.90 m de ancho. La distancia entre plantas fue de 0.40 m; la parcela experimental la constituían 5 plantas, evaluándose como parcela útil las 2 plantas centrales.**

Para tomate en campo, los genotipos se sembraron a hilera sencilla en camas con y sin acolchado de polietileno negro de calibre 600, con cintilla de riego de 8 mm, goteros a 0.20 m la distancia entre plantas fue de 0.40 m, entutoradas con rafia cada 0.30 m de altura, soportadas por tubos galvanizados. La parcela experimental lo constituían 3 surcos, a 1.5 m de 5 m de longitud, evaluándose el surco central como parcela útil.

#### **Variables en Estudio**

Las variables que se evaluaron fueron la misma para Invernadero y Campo, las cuales las organizamos en tres grupos:

**Fisiológicas:** Temperatura de la hoja (THOJA, °C), Fotosíntesis (FOTO,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Transpiración (TRN,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Uso Eficiente del Agua (UEA,  $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por  $10 \text{ l}^{-1} \text{ H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) y Conductancia Estomatal (CE,  $\text{cm s}^{-1}$ ).

**Agroclimáticas:** Densidad de Flujo de Fotones Fotosintético (DF  $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Temperatura del Aire (TAIR, en °C), Concentración de  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2$ , en ppm) y Humedad Relativa (HR, %). Las variables fisiológicas y Agroclimáticas se hicieron a través de tres evaluaciones, en 3 horas del día y 2 hojas.

**Rendimiento:** Rendimiento  $\text{t ha}^{-1}$  (RTN,  $\text{t ha}^{-1}$ ) y Peso Promedio del Fruto (PPMF).

### **Diseño Experimental y Análisis estadístico.**

El Diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar con 4 Repeticiones tanto en Campo como en Invernadero. El Análisis Multivariado de Componentes Principales se realizó con el paquete computacional Statistica<sup>mr</sup>, utilizando los valores genotípicos promedio para las variables Fisiológicas, Agroclimáticas y de Rendimiento, considerando repeticiones, evaluaciones, horas del día, posiciones de la hoja y condiciones del cultivo, según a cada experimento.

### **Manejo Agronómico del experimento**

### Para tomate en invernadero

**Las camas se prepararon para el establecimiento del experimento, se le aplicaron 3 capas de Furadán Granulado y una fertilización aplicada en bandas a 15 cms antes del transplante, se le dió un riego de inundación, y se colocó el polietileno negro perforado a cada 0.20 m., el transplante se realizó de forma manual, aplicándole Raizal a cada planta.**

**Durante todo el ciclo se realizaron 6 fertilizaciones, cada una fue mezclado en 200 litros de agua de la siguiente manera 28 grs. de Quelato de Fierro y de Fosfato de Amonio, 14 grs. de Urea, 84 grs. de Sulfato de Potasio y Sulfato de magnesio, 280 grs. de Sulfato de Amonio y una pisca de Bórax. Se realizaron 8 riegos con intervalos de uno cada semana aproximadamente 5 hrs., con el sistema de riego por goteo.**

**Se realizaron tres podas o desmamones de formación, dejando 2 tallos para los genotipos de hábito determinado. Y la colación de rafia o hilos con el propósito de que hiciera la función de tutor.**

**Se hicieron un total de 7 aplicaciones para el control de mosquita blanca y minador de la hoja, principalmente. Los insecticidas que se utilizaron fueron Tamaron, Folimat 1000, Decis, Pounce y Herald. Y dos aplicaciones de Benlate y Captan para prevenir enfermedades fungosas.**

La cosecha se hizo de forma manual, cortando los frutos de la parcela útil de cada genotipo, posteriormente se llevaron al Laboratorio de Fisiotecnia donde se pesaban.

### Para tomate en Campo

En la preparación del lote experimental se le hizo un barbecho y dos pasadas con la rastra para mejorar la capa arable de suelo, posteriormente se hizo el bordeo del terreno con una separación entre bordo y bordo de 1.30 m de distancia, la colocación de la cintilla de riego y del polietileno negro se realizó de forma manual, al polietileno se le hicieron perforaciones a cada 0.30 m antes de ser colocada.

En la fertilización se utilizó una mezcla de fertilizantes cuya fórmula fue 123 -33 – 152, solamente se llevó a cabo una sola aplicación.

A las tres semanas de haber realizado el trasplante, se procedió a la colocación de tutores; con hilos o rafia con el objetivo de evitar el contacto directo con el suelo, apoyado con las espalderas con una longitud de 2.0 m y una separación de 1.50 m.

Durante el ciclo del cultivo se presentaron plagas, entre estas la pulga saltona, se combatió con Folimat (100ml/30lt de agua), trips esta se controla con una mezcla de Folimat (30ml), Foltron (15ml), Bionex (30ml) en 30 lt. de agua, se hicieron aspersiones de Bester, Decis, impulsor para combatir mosquita blanca y gusano del fruto.

### **Material utilizado**

Para tomar los datos de Fotosíntesis, Conductancia Estomatal y la Transpiración, se realizó con LI-COR 6200, sistema de Fotosíntesis Portátil, que es un potente y ágil instrumento para medir el intercambio de CO<sub>2</sub> de las hojas con la atmósfera, en un intervalo de tiempo corto de 10 a 20 segundos por lectura.

La Tasa Fotosintética se calcula usando este intercambio y algunos otros factores tales como el área de la hoja utilizada, volumen de la cámara,

volumen del sistema, temperatura y la presión atmosférica a la que está trabajando.

Para obtener el área foliar de la hoja a muestrear (inferior y superior), se determinó con el Integrador de Área Foliar LI-COR 3100 antes de hacer las evaluaciones.

## **RESULTADOS Y DISCUSION.**

En este capítulo se presentarán los resultados estadísticos obtenidos en este trabajo, para comprobar las hipótesis que se plantearon. Se presentarán de una forma ordenada, primero en la condición de Invernadero y después el de Campo.

### **Invernadero.**

En cuadro No. 1 se presenta los valores promedio para los 11 genotipos en estudio, evaluados en invernadero, para el caso de la variable Rendimiento por Toneladas (RTN) es en base de un solo ciclo en el invernadero, este mismo resultado se puede multiplicar por dos, ya que en invernadero podemos tener

dos ciclos por año. Para la interpretación se realizó un Análisis Multivariado de los Principales Componentes, para la selección de los mejores genotipo.

**En cuadro No.2 se presentan los valores de la varianza que explica cada componente, como por ciento de la varianza total. En él podemos observar que los 3 primeros componentes explican el 72.23 por ciento de la varianza total, estos son los Componentes Principales.**

En el cuadro No.3 y representado en la figura No.1, en el Componente 1 ó Factor 1 las variables Concentración de CO<sub>2</sub>, Rendimiento en Toneladas y Peso Promedio del Fruto, son las principales variables responsables de su variabilidad, por lo que nos muestra que hay una eficiencia en el rendimiento.

Para el Componente 2 ó Factor 2 las variables responsables de su variabilidad son la Temperatura del Aire y Temperatura de Hoja con signos negativos, por lo que hay en este componente una eficiencia de hidratación o economía del agua. Ya que el Peso Promedio del Fruto y el Rendimiento en Toneladas tienen valores positivos y las variables de Uso Eficiente del Agua y Transpiración son estables, los resultados que se presentan en este componente concuerdan con los de Rahman *et al* 1998, que relaciona la resistencia Estomatal con la temperatura, y menciona que a temperaturas moderadas la resistencia Estomatal es mayor que en temperaturas altas.

Para el Componente 3 ó Factor 3, se observa que las variables Concentración de CO<sub>2</sub>, Uso Eficiente del Agua y la Fotosíntesis son las

variables responsables de la variabilidad del componente, puesto que hay una eficiencia fotosintética, está como respuesta del Temperatura de la Hoja como se observa él en Componente 2 y a la eficiencia de rendimiento como lo muestra el Componente 1.

En el análisis de este componente las variables que más sobresalieron fueron las Agroclimáticas principalmente Concentración de CO<sub>2</sub> y Temperatura del Aire, favoreciendo las variables Uso Eficiente del Agua, Transpiración y Rendimiento en Toneladas, esto concuerda con lo que menciona Rodríguez (1997) sobre los factores climatológicos que ejercen una gran influencia sobre el cultivo.

En el Cuadro No 4 y en la Fig. No 13 se presenta la contribución de cada genotipo, con todas sus características, a los Componentes principales se debe seleccionar genotipos con valores positivos en los componentes 1 y 3 y valores negativos en el componente 2, los mejores genotipos son el 1, 4 y el 3.

En al Fig. No 2, 3 y 4, se presenta el comportamiento de las variables en tomate en figuras de tres dimensiones.

En la Fig. 2 en el comportamiento de las variables Fotosíntesis, Conductancia Estomatica y Rendimiento en Toneladas, los genotipos más sobresalientes son el 9, 6 y 2, respectivamente. Teniendo mejor comportamiento el genotipo 2, ya

que para las variables Fotosíntesis y Conductancia Estomatica están entre los promedios más altos del genotipo.

Para la Fig. 3 se presenta las variables Temperatura de Aire, Temperatura de la Hoja en donde los genotipos con los valores mas altos fueron el 10 y para el Peso Promedio del Fruto fue el 2 seguido por el 10.

Y para la Fig. 4 se presenta el comportamiento de las variables Concentración de CO<sub>2</sub>, Humedad Relativa y Rendimiento por Toneladas y los genotipos que mostraron más altos valores fueron el 3, 5 y 2, respectivamente.

Para este caso el genotipo 2 es el mejor, aunque el genotipo 3 mostró tener valores mas altos de CO<sub>2</sub>, por con una diferencia pequeña, esté en las variables de Rendimiento por Toneladas no destacó.

**Entre los genotipos que más destacaron en la condición de Invernadero en variables Agroclimáticas fueron el 10 y el 5, para las variables Fisiológicas los que más destacaron fueron el 9, 6 y 3, y en variables de Rendimiento fue el genotipo 2.**

### **Campo**

En Cuadro No. 5 se presenta los valores promedio de las variables para los 11 genotipos en estudio, evaluados en Campo y para la interpretación se realizó un Análisis Multivariado de los Principales Componentes, para la selección de los mejores genotipo.

Los resultados obtenidos en el Cuadro No 6 se presentan los valores de la varianza para los Componentes Principales, como por ciento de la Varianza Total en Campo. En este cuadro se observa que los 3 primeros componentes explican el 75.86 por ciento de la Varianza Total, estos serán los Componentes Principales.

La contribución relativa de las variables de los Componentes Principales, se presenta en el cuadro No 7 y en la Fig. 5, donde el Componente 1 ó Factor 1 las variables Peso Promedio del Fruto, Concentración de CO<sub>2</sub> y Densidad de Flujo de Fotón Fotosintético son las principales variables responsables de su variabilidad, seguido por la Humedad relativa a este componente la llamaremos Contribución Relativa de las Variables Agroclimáticas. En este componente las variables con menor valor es la Transpiración, esta respuesta coinciden con Maher (1995), que menciona que la Humedad Relativa alta afecta a la Transpiración del cultivo.

Para el Componente 2 ó Factor 2 las variables responsable de su variabilidad son la Temperatura de la Hoja, Temperatura del Aire y Transpiración son signos negativos, ya que las variables Rendimiento por Toneladas y Uso Eficiente del Agua son los más altos con signos positivos. Este resultados en el componente nos indica que hay una alta eficiencia en la economía del agua. A este componente se llamara Contribución relativa de las variables Fisiológicas. Esto coincide con Davies *et al* 2000, que menciona que

cuando hay un Uso Eficiente del Agua, también aumenta la calidad y el rendimiento del cultivo.

Para el Componente 3 ó Factor 3 se observa que la Humedad Relativa, la Conductancia Estomatica y el Peso Promedio del Fruto son las variables que contribuye al componente. Como la variable de Peso Promedio del Fruto es que tiene mayor valor a este componente lo llamaremos Contribución Relativa de los Variables de Rendimiento.

En el análisis del componente se puede observar que las variables Uso Eficiente del Agua, esta en relación con la velocidad de la Transpiración y estos dos están regulada por la Conductancia Estomatal, esto coincide con lo menciona Devlin, 1982.

Los resultados obtenidos de la Contribución Relativa de cada genotipo a los Componentes principales se presentan en el cuadro No. 8 y se representa en la Fig. No 14, se va a seleccionar los genotipos con valores positivos en los componentes 1 y 3 y valores negativos en el componente 2, los genotipos que más sobresalieron en cada componentes fueron el 2, 6, y 3, respectivamente.

A continuación se presentan figuras de 3 dimensiones para conocer el comportamiento de las variables en Campo. En la Fig. 7 para Concentración de CO<sub>2</sub>, Transpiración y Peso Promedio del Fruto los mejores genotipos son el 7, 1

y el 10, respectivamente, destacando el genotipo 7 por tener el mejor comportamiento para las tres variables. Pero las variable Temperatura del Aire, Temperatura de la hoja el mejor genotipo fue 6 y para la variable Rendimiento en Toneladas fue el genotipo1(Fig. 7).

**Se observa el comportamiento en la Fig. 8 que las variables de Fotosíntesis, Uso Eficiente del Agua y Rendimiento en Toneladas los genotipos que más sobresalientes para este comportamiento de las variables fueron el 5, 11 y el 1, respectivamente. Aunque el genotipo 1 tuvo valores más bajos en Uso Eficiente del Agua y Fotosíntesis, estos valores no fueron significativos, ya que este genotipo obtuvo mayor Rendimiento en Toneladas, esta respuesta coinciden con Guerra 1997, donde menciona que la Transpiración y la Fotosíntesis presentan un efecto directo muy alto sobre el rendimiento de los genotipos.**

#### **Promedio de Invernadero Campo.**

En cuadro No. 9 se presenta los valores promedio para los 11 genotipos en estudio, promedio de invernadero – Campo. Los resultados que se muestran para el caso de invernadero estamos considerando un ciclo de cultivo, sabiendo que en invernadero podemos tener 2 ciclos por año.

Los resultados obtenido del Análisis Multivariado de los Principales Componentes, los valores de la varianza se presentan en el cuadro No 10, que explican cada componentes, como por ciento de la Varianza Total, para el promedio de Invernadero – Campo. Se puede observar que los 3 primeros componentes explican el 88.02 por ciento de la varianza Total, por lo que estos son los Componentes Principales.

Por lo que respecta a la contribución de la relativa de las variables en los Componentes Principales, la Densidad Flujo de Fotón Fotosintético, Concentración de CO<sub>2</sub> y Temperatura de la hoja, son las variables para el Componente 1 ó Factor 1, se observa claramente que para este componente las variables Agroclimáticas sobresalieron para las dos condiciones en que se llevo acabo el trabajo. Para el Componente 2 o Factor 2 las variables que más destacaron en la eficiencia en Uso del agua fueron la Transpiración, Temperatura del Aire y la Fotosíntesis con valores negativos, pero para el Componente 3 ó Factor 3 el que más destaco fue el de la Uso Eficiente del agua seguido por Fotosíntesis y Rendimiento en Toneladas.

Por lo que se observa en el Cuadro 11 y en la Fig.9 en los tres componentes existe una amplia relación entre Densidad de Flujo de Fotón Fotosintético, Transpiración y Uso Eficiente del Agua, pero también entre las variables de Concentración de CO<sub>2</sub>, Fotosíntesis y Rendimiento en Toneladas, la contribución de estas variables en el componente son las de mayor importancia en la evaluación de los genotipos, esta respuesta del componente coinciden con Martínez 1999, que menciona que las variables más importantes son la Fotosíntesis, Uso Eficiente del Agua y Rendimiento por Toneladas.

En la contribución de cada genotipo con todas sus características se presenta en el Cuadro 11, a los Componentes Principales.

En la Fig. 10 se observa que las variables Densidad Flujo Fotón Fotosintético, Concentración de CO<sub>2</sub>, Temperatura del Aire, los genotipos que más sobresalieron para cada variable Agroclimáticas fueron el 9, 2 y el 3 siendo los mejores el 2 y 9. Para el caso de la Fig. 11 la variables Transpiración el genotipo que tuvo mejor comportamiento es el 1 y para Peso Promedio del Fruto y Rendimiento en Toneladas el mejor genotipo fue el 2 al igual que en la Fig. 12, pero para las variables Fotosíntesis y Uso Eficiente del Agua los mejores fueron el 9 y el 5, respectivamente. Teniendo un comportamiento similar en el Uso Eficiente del Agua, que son una de las variables que nos interesa para la región donde se realizó el trabajo.

**En la Fig. 15 se muestran los genotipos en estudio, donde se realizó una selección final con una ponderación de calificación relativa para las variables de Rendimiento en Toneladas, Peso Promedio del Fruto, Uso Eficiente del Agua y Fotosíntesis, donde los mejores genotipos para el caso de invernadero fueron el 2,8 y 7. Para el caso de Campo se muestra en la Fig. 16 donde los genotipos que tuvieron mejor calificación son el 1, 9, 11 y 2. Para el promedio de Invernadero y Campo los genotipos con calificación más altas fueron el 2, 7 y 1.**

## CONCLUSIONES.

1. Para la condición en Campo los genotipos que expresaron su potencial en rendimiento fueron Bonita y Summer flavor 6000. Para la condición en Invernadero los genotipos que expresaron su potencial en Rendimiento en Toneladas fue Celebrity y Summer flavor 5000, y para la variable Peso Promedio del Fruto fue el genotipo Celebrity.
2. Las variables Uso Eficiente del Agua y Fotosíntesis en Invernadero expresaron su máxima eficiencia los genotipos Summer flavor 6000 y Contessa y para Campo fueron los genotipos Bonita y Sunny.

3. Las variables Fisiológicas, Fotosíntesis y Conductancia Estomatosa fueron más altas en Campo y el Uso Eficiente de Agua y la Transpiración tuvieron mejor comportamiento en el Invernadero.
4. Las variables más importantes en las evaluaciones de los genotipos en Análisis Multivariado de los Componentes Principales son Transpiración y Uso Eficiente del Agua y Temperatura de la Hoja, por que tienen efectos sobre las variables de rendimiento.
5. En la ponderación de calificación de los genotipos con más altas calificaciones, para el caso de invernadero fueron el Celebrity, Summer flavor 5000 y Shadylady, y en Campo son los genotipos Bonita, Summer flavor 6000, Sunny y Celebrity. Par el promedio de Invernadero y Campo los genotipos con más altas calificaciones fue Celebrity, Shadylady y Bonita.



**Cuadro No 1. Características Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento para el Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002.**

	DFFFI	CO2I	HRI	TAIRI	THOJI	FOTOI	CEI	TRNI	UEAI	PPMFI	RTNI
Bonita	228.58	495.10	42.75	28.69	26.27	9.18	2.81	11.30	1.95	134.62	153.44
Celebrity	242.62	492.76	42.84	28.81	26.01	11.08	3.53	12.89	2.06	140.67	179.22
Contessa	224.12	499.31	42.67	28.94	26.30	11.41	2.96	12.68	2.16	118.39	116.36
Floradade	250.42	478.79	42.19	29.00	26.32	9.55	3.02	12.59	1.82	96.48	73.42
Heatwave	244.97	459.52	45.71	28.87	26.18	10.83	3.11	11.93	2.18	119.94	119.14
Olympic	252.57	473.33	43.64	28.63	26.12	11.12	3.77	12.63	2.11	142.10	74.19
Shadylady	256.16	481.99	45.65	28.75	26.10	11.16	3.55	12.57	2.13	130.36	163.50
Summerflv5	234.35	477.47	44.82	28.73	26.00	9.76	3.31	12.80	1.83	139.27	174.47
Summerflv6	259.36	476.59	44.33	28.90	26.41	13.53	3.71	12.96	2.51	117.19	132.05
Sunbolt	231.37	469.39	43.94	29.12	26.47	10.63	3.66	13.36	1.91	123.29	86.97
Sunny	248.50	465.99	44.56	28.68	25.98	10.32	3.23	12.51	1.98	129.86	151.72

**Cuadro No 2.- Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Características de Valores Eigen y de Varianza para los 4 Principales Componentes. Buenavista, Coah. 2002.**

<b>Componente</b>	<b>Eigenvalor</b>	<b>% Varianza Total</b>	<b>Eigenvalor Acomulado</b>	<b>% Varianza Acomulada</b>
1	3.31003739	30.091249	3.31003739	30.091249
2	3.08158728	28.0144298	6.39162466	58.1056788
3	1.55402237	14.1274761	7.94564704	72.2331549
4	1.27662149	11.6056499	9.22226852	83.8388048

**Cuadro No 3. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Invernadero. Contribución de las variables en los Principales 4 componentes. Buenavista Coah. 2002**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
DFFFI	-0.606	0.417	-0.238	0.260
CO2I	0.441	-0.211	0.823	-0.048
HRI	-0.329	0.631	-0.411	0.174
TAIRI	-0.413	-0.790	-0.032	-0.175
THOJI	-0.415	-0.782	0.133	0.150
FOTOI	-0.836	0.181	0.469	0.159
CEI	-0.729	0.407	0.054	-0.467
TRNI	-0.628	-0.077	0.082	-0.715
UEAI	-0.667	0.236	0.476	0.493
PPMFI	0.301	0.753	0.232	-0.353
RTNI	0.369	0.633	0.352	0.011
Var. Exp.	3.310	3.082	1.554	1.277
Prop. Total.	0.301	0.280	0.141	0.116

**Cuadro No 4.- Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Invernadero. Contribución Relativa de Cada Genotipo a los 4 Principales Componentes Considerando Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento. Buenavista, Coah. 2002.**

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Bonita	1.918	-0.325	0.647	1.083
Celebrity	0.321	0.650	1.309	-1.076
Contessa	0.317	-1.181	1.537	0.173
Floradade	0.135	-1.803	-1.076	0.194
Heatwave	-0.249	0.203	-1.278	1.523
Olympic	-0.461	0.744	-0.250	-0.466
Shadylady	-0.357	1.088	0.012	0.284
Summerflv5	0.873	0.833	-0.434	-1.115
Summerflv6	-2.033	0.121	1.092	0.974
Sunbolt	-0.821	-1.233	-0.612	-1.669
Sunny	0.358	0.905	-0.947	0.095

**Cuadro No 5. Características Agroclimáticas y Fisiológica y de Rendimiento para el Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Campo. Buenavista, Coah. 2002.**

	DFFFC	CO2C	HRC	TAIRC	THOJC	FOTOC	CEC	TRNC	UEAC	PPMFC	RTNC
Bonita	1304.85	447.64	56.11	34.02	32.14	14.53	3.89	19.92	1.82	156.03	101.95
Celebrity	1358.86	645.76	52.02	34.23	32.22	12.22	6.88	20.13	1.49	176.90	94.63
Contessa	1318.23	452.45	57.54	35.33	34.46	15.04	4.57	23.67	1.53	135.57	76.96
Floradade	1161.93	399.88	52.11	34.16	32.16	15.31	7.40	22.92	1.68	120.11	72.80
Heatwave	1089.16	375.75	52.50	34.22	31.60	18.81	6.00	24.19	1.85	130.76	92.42
Olympic	964.50	334.19	52.51	34.01	31.36	11.87	4.40	20.38	1.39	138.66	86.70
Shadylady	1331.20	456.45	57.14	34.06	31.82	15.29	7.69	21.47	1.77	157.81	90.69
Summerflv5	1203.57	414.07	51.68	34.82	32.63	14.15	7.58	23.98	1.45	160.10	75.77
Summerflv6	1386.97	475.19	51.34	34.38	32.08	17.56	8.06	22.28	1.89	151.14	98.61
Sunbolt	1409.20	482.66	58.79	34.47	33.40	14.11	4.30	21.32	1.57	176.05	85.51
Sunny	1264.10	434.29	52.05	34.78	32.64	18.47	4.11	23.29	1.98	130.31	94.34

**Cuadro No 6.- Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Campo. Características de Valores Eigen y de Varianza para los 4 Principales Componentes. Buenavista, Coah. 2002.**

<b>Componente</b>	<b>Eigenvalor</b>	<b>% Varianza total</b>	<b>Eigenvalor Acumulado</b>	<b>% Varianza Acumulado</b>
1	3.26611553	29.6919594	3.26611553	29.6919594
2	2.80329596	25.4845087	6.06941149	55.1764681
3	2.27568386	20.6880351	8.34509535	75.8645032
4	1.51537034	13.776094	9.86046569	89.6405972

**Cuadro No 7. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Campo. Contribución de las variables en los Principales 4 componentes. Buenavista Coah. 2002**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
DFFFC	0.655	-0.307	-0.634	-0.176
CO2C	0.765	-0.027	-0.340	-0.391
HRC	0.499	-0.418	-0.060	0.527
TAIRC	-0.094	-0.922	-0.112	-0.090
THOJC	0.262	-0.945	-0.097	0.096
FOTOC	-0.636	-0.087	-0.752	0.020
CEC	-0.103	0.203	-0.069	-0.902
TRNC	-0.718	-0.566	-0.167	-0.284
UEAC	-0.367	0.221	-0.869	0.172
PPMFC	0.889	0.082	-0.049	-0.197
RTNC	0.262	0.606	-0.615	0.273
Var. Exp.	3.266	2.803	2.276	1.515
Prop. Total	0.297	0.255	0.207	0.138

**Cuadro No 8.- Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentun* M.) en campo. Contribución Relativa de Cada Genotipo a los 4 Principales Componentes Considerando Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento. Buenavista Coah. 2002.**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
Bonita	0.741	0.839	-0.500	1.520
Celebrity	1.711	0.664	0.112	-1.278
Contessa	0.057	-2.342	0.202	0.477
Floradade	-1.068	0.048	0.712	-0.702
Heatwave	-1.507	0.510	-0.506	0.198
Olympic	-0.341	1.085	2.104	1.012
Shadylady	0.438	0.541	-0.410	-0.219
Summerflv5	-0.312	-0.742	0.931	-1.444
Summerflv6	-0.152	0.547	-1.371	-1.030
Sunbolt	1.354	-0.825	-0.012	0.776
Sunny	-0.920	-0.326	-1.262	0.691

**Cuadro No 5. Características Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento para el Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Invernadero-Campo. Buenavista, Coah. 2002.**

	DFFVIC	CO2IC	HRIC	TAIRIC	THOJIC	FOTOI C	CEIC	TRNIC	UEAIC	PPMFIC	RTNIC
Bonita	766.72	471.37	49.43	31.34	29.21	11.86	3.35	15.61	1.89	145.33	127.67
Celebrity	800.74	479.26	47.43	31.52	29.12	11.65	5.21	16.51	1.78	158.79	136.93
Contessa	771.18	475.88	50.11	32.14	30.38	13.23	3.77	18.18	1.85	126.98	96.66
Floradade	706.18	439.34	47.15	31.58	29.24	12.43	5.21	17.78	1.75	108.30	73.11
Heatwave	667.07	417.64	49.11	31.55	28.89	14.82	4.56	18.06	2.02	125.35	105.78
Olympic	608.54	403.76	48.08	31.32	28.74	11.50	4.09	16.51	1.75	140.38	80.45
Shadylady	793.68	469.22	51.40	31.41	28.96	13.23	5.62	17.02	1.95	144.09	127.10
Summerflv5	718.96	445.77	48.25	31.78	29.32	11.96	5.45	18.39	1.64	149.69	111.62
Summerflv6	823.17	475.89	47.84	31.64	29.25	15.55	5.89	17.62	2.20	134.17	115.33
Sunbolt	820.29	476.03	51.37	31.80	29.94	12.37	3.98	17.34	1.74	149.67	86.24
Sunny	756.30	450.14	48.31	31.73	29.31	14.40	3.67	17.90	1.98	130.31	123.03

**Cuadro No10.- Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en el promedio Invernadero - Campo. Características de Valores Eigen y de Varianza para los 4 Principales Componentes. Buenavista, Coah. 2002.**

<b>Componente</b>	<b>Eigenvalor</b>	<b>% Varianza total</b>	<b>Eigenvalor Acumulada</b>	<b>% Acumulada</b>
1	3.22743463	29.3403148	3.22743463	29.3403148
2	2.74318272	24.9380247	5.97061734	54.2783395
3	2.31322167	21.0292879	8.28383901	75.3076274
4	1.19745582	10.885962	9.48129484	86.1935894

**Cuadro No 11. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Promedio Invernadero - Campo. Contribución de las variables en los Principales 4 componentes. Buenavista Coah. 2002**

	<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>	<b>Factor 3</b>	<b>Factor 4</b>
DFFFIC	0.894	0.311	0.126	-0.119
CO2IC	0.883	0.358	-0.022	-0.121
HRIC	0.501	0.129	-0.279	0.461
TAIRIC	0.654	-0.622	-0.309	-0.167
THOJIC	0.746	-0.375	-0.518	0.043
FOTOIC	0.333	-0.459	0.774	0.228
CEIC	-0.006	0.033	0.515	-0.755
TRNIC	0.226	-0.839	0.103	-0.334
UEAIC	0.282	-0.076	0.857	0.390
PPMFIC	0.202	0.800	-0.220	-0.200
RTNIC	0.361	0.642	0.445	-0.044
Var Expl.	3.227	2.743	2.313	1.197
Prop.Total	0.293	0.249	0.210	0.109

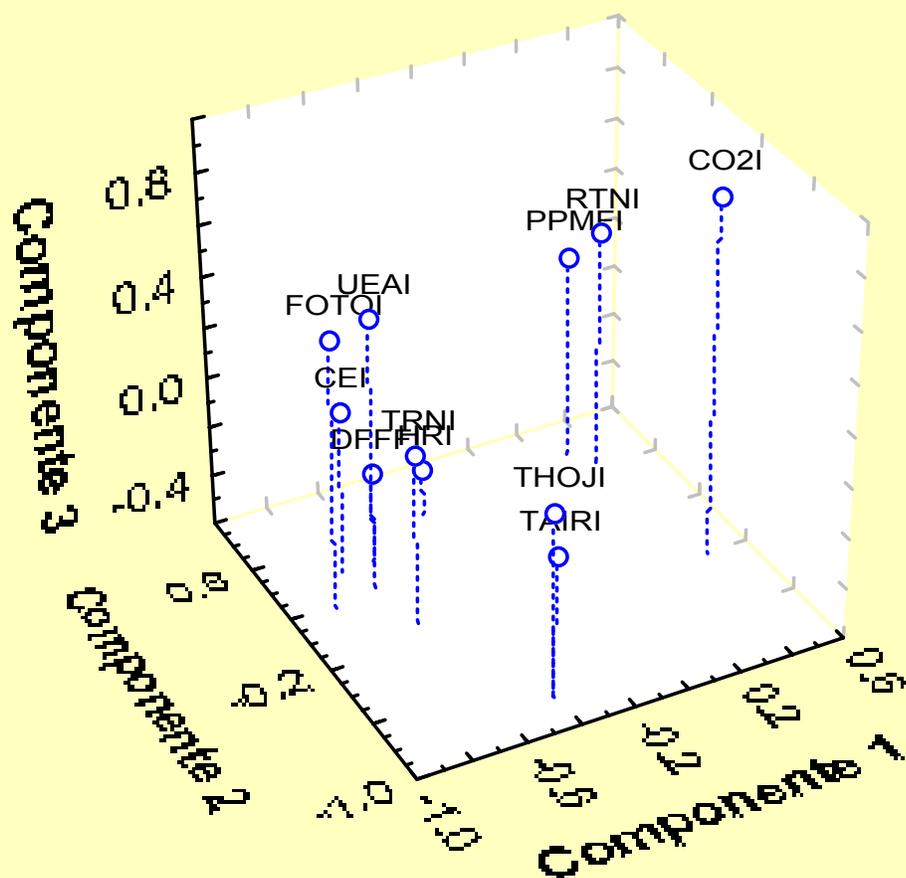


Fig. No. 1.- Contribucion Relativa de las Variables en los Tres Primeros Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002

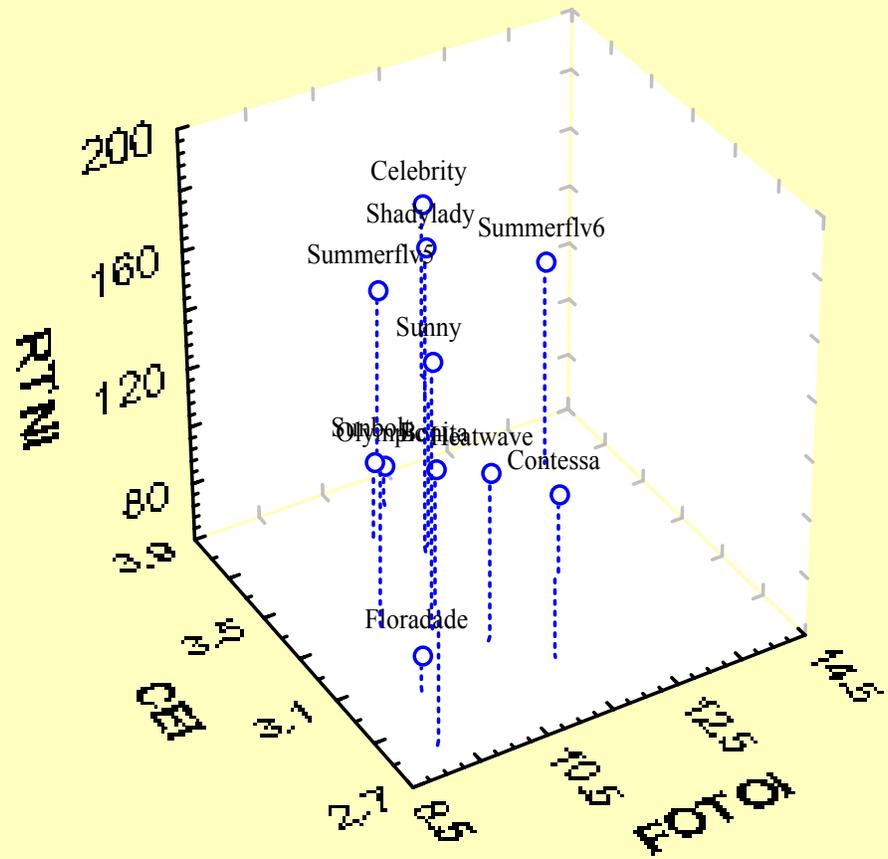


Fig. No 2.- Comportamiento de las Variables FOTO, CE y RTN en Tomate (Lycopersico esculentun M) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002.

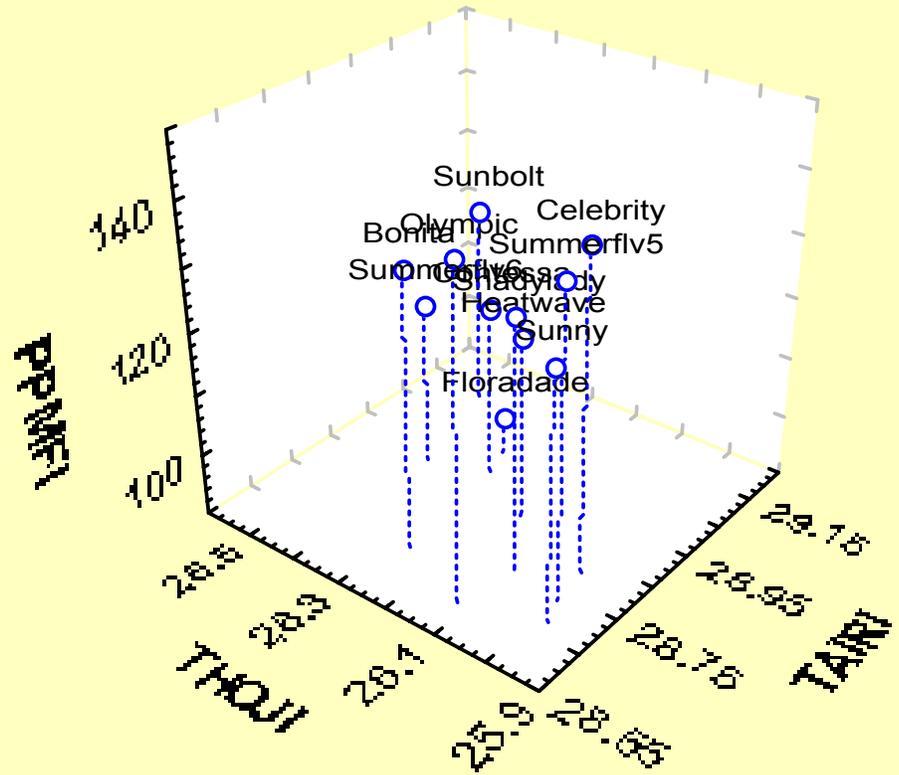


Fig. No. 3.- Comportamiento de las Variables TAIR, THOJ y PPMF en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Buenavista, Coahuila, 2002.

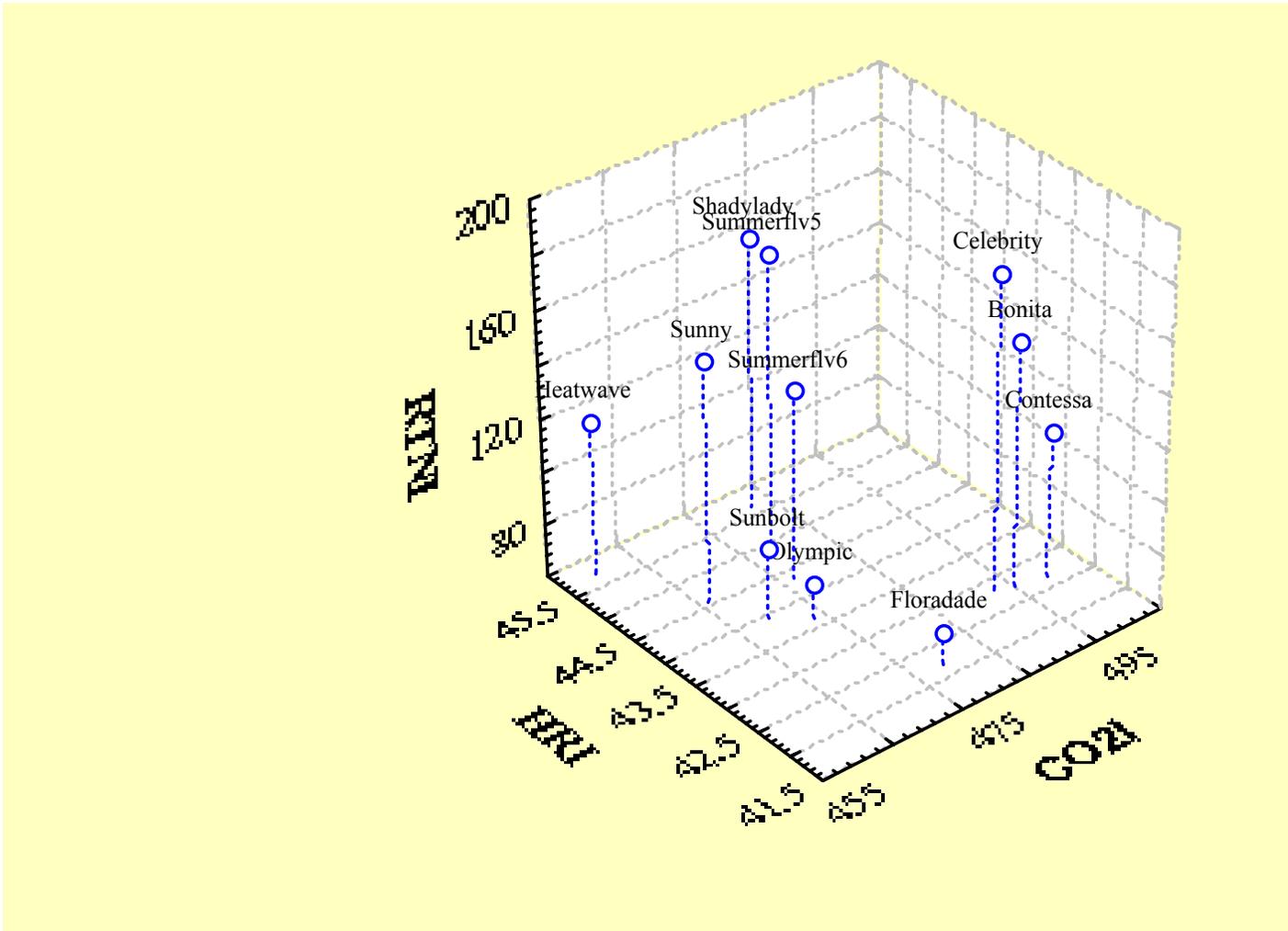


Fig. No 4.- Comportamiento de las Variables CO2, HR y RTN en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Buenavista, Coah. 2002

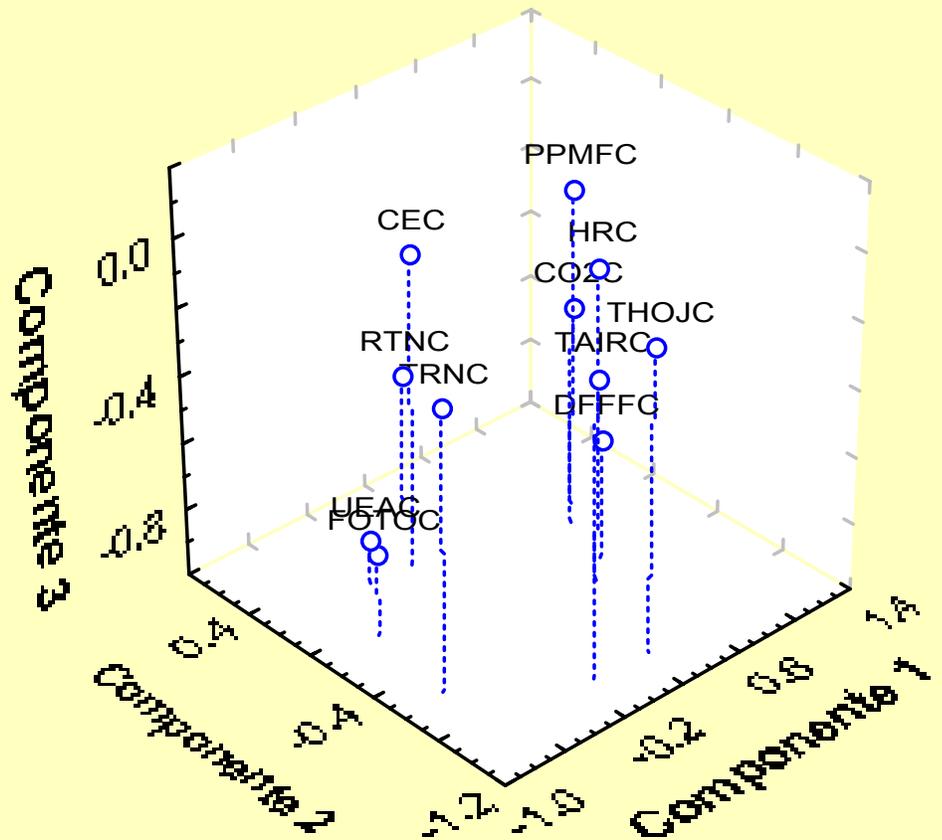


Fig. No 5.- Contribución Relativa de las Variables en los tres Primeros Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Campo. Buenavista, Coah. 2002

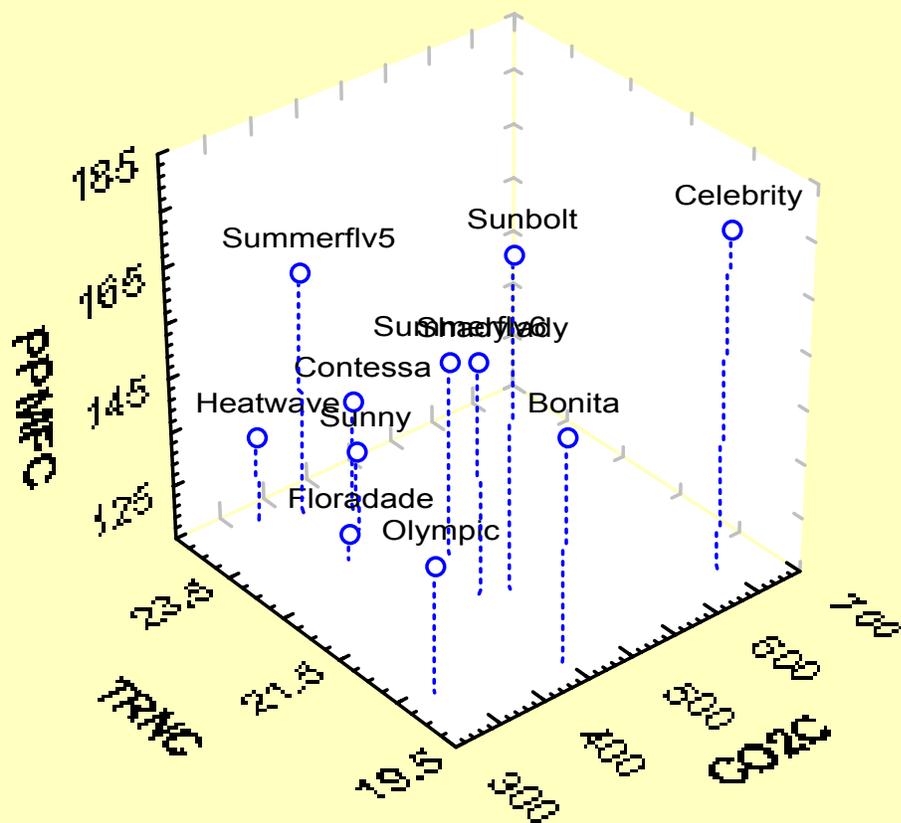


Fig. No. 6.- Comportamiento de las Variables CO<sub>2</sub>, TRN y PPMF en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Campo. Buenavista, Coahuila, 2002.

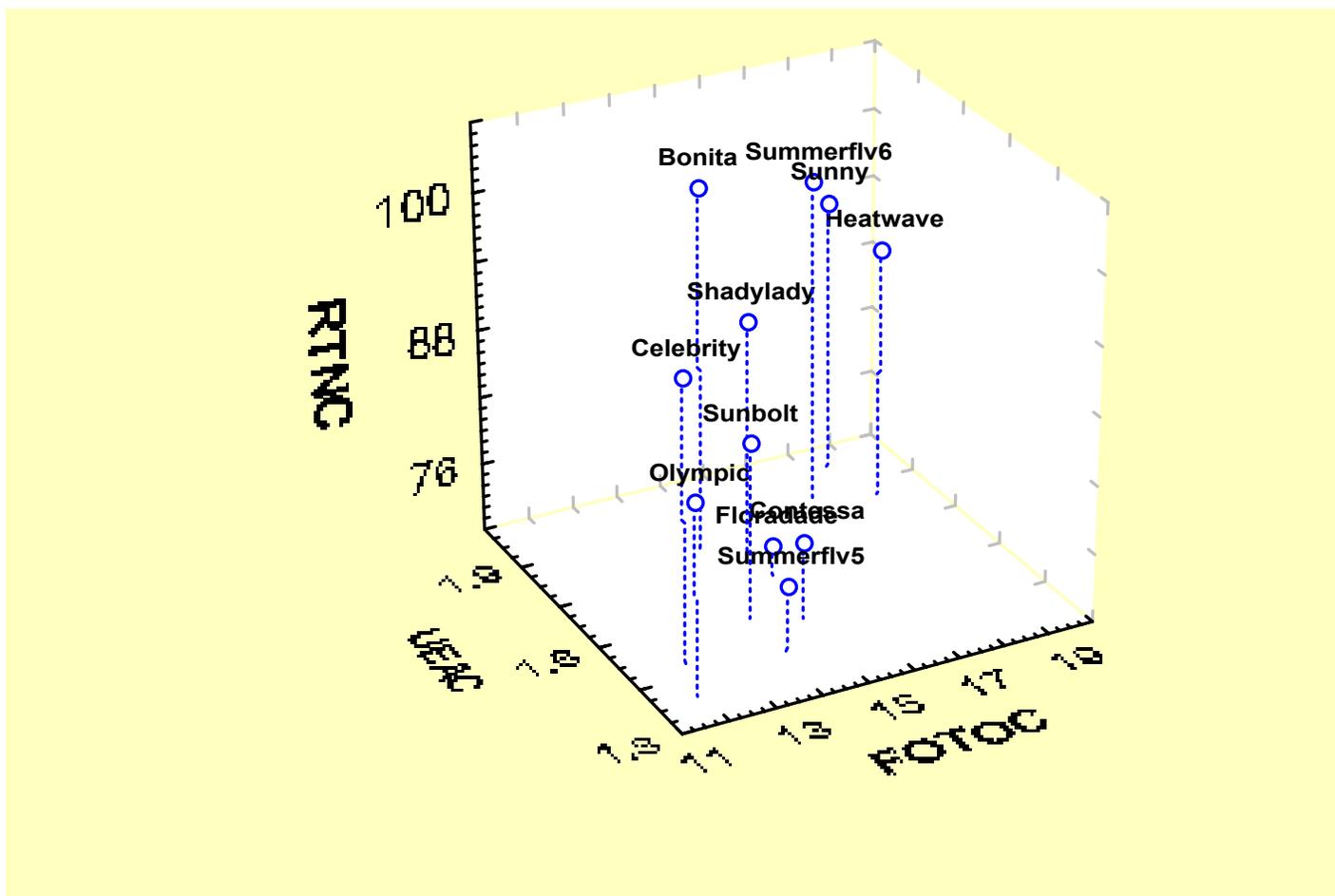


Fig. No. 8.- Comportamiento de las Variables FOTO, UEA y RTN en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Campo. Buenavista, Coah. 2002.

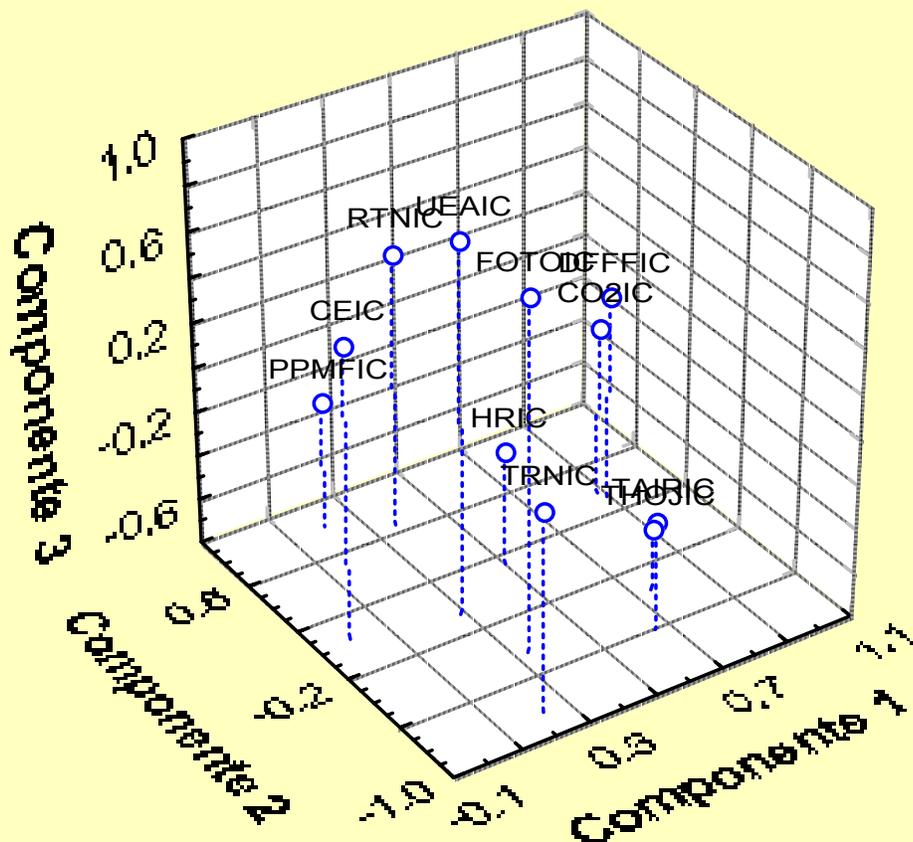


Fig. No. 9.- Contribución Relativa de las Variables en los tres Primeros Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum*). Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Coah. 2002.

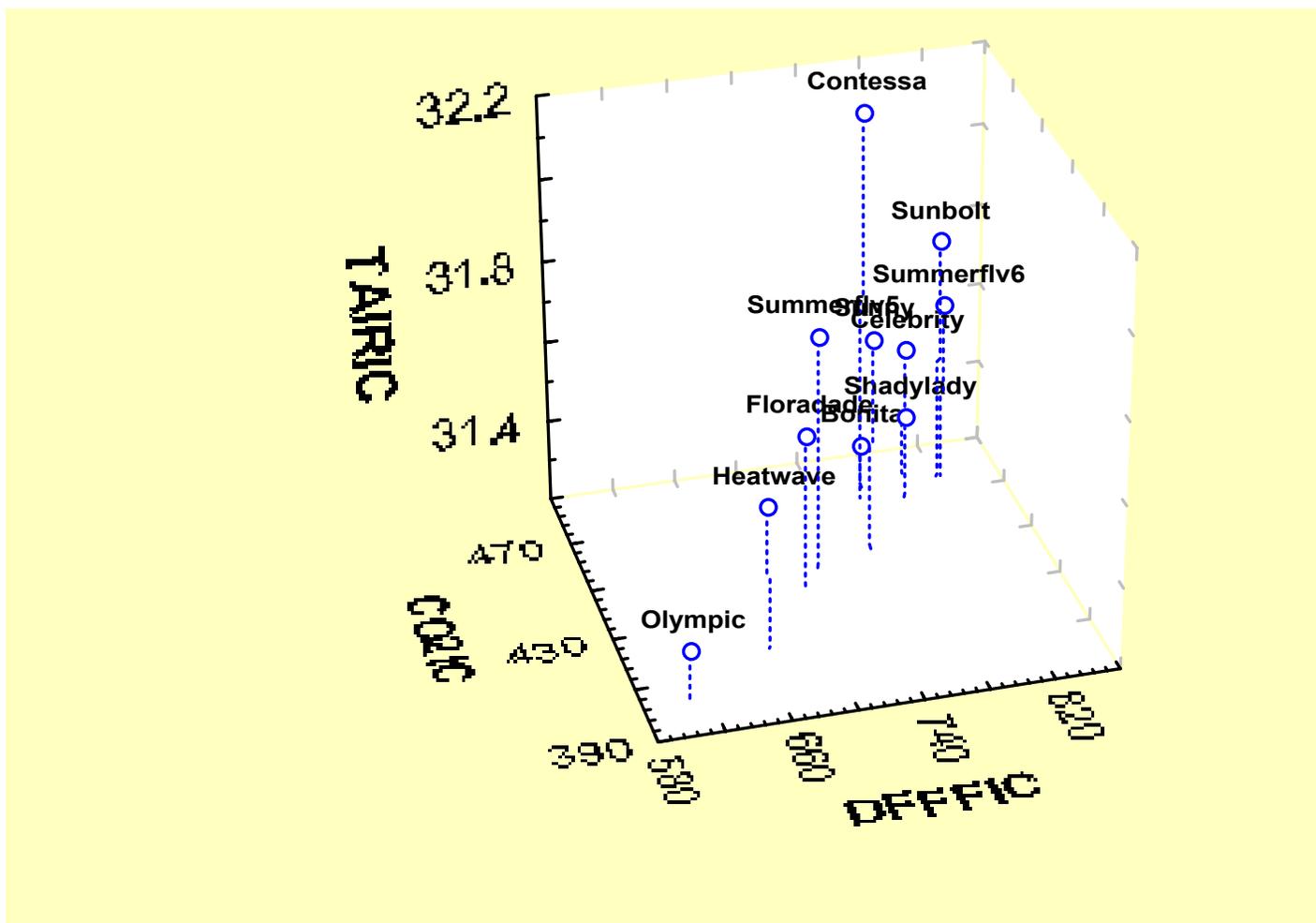


Fig. No. 10.- Comportamiento de las Variables DFFFF, CO2 y TAIRIC de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M). Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Coah. 2002.

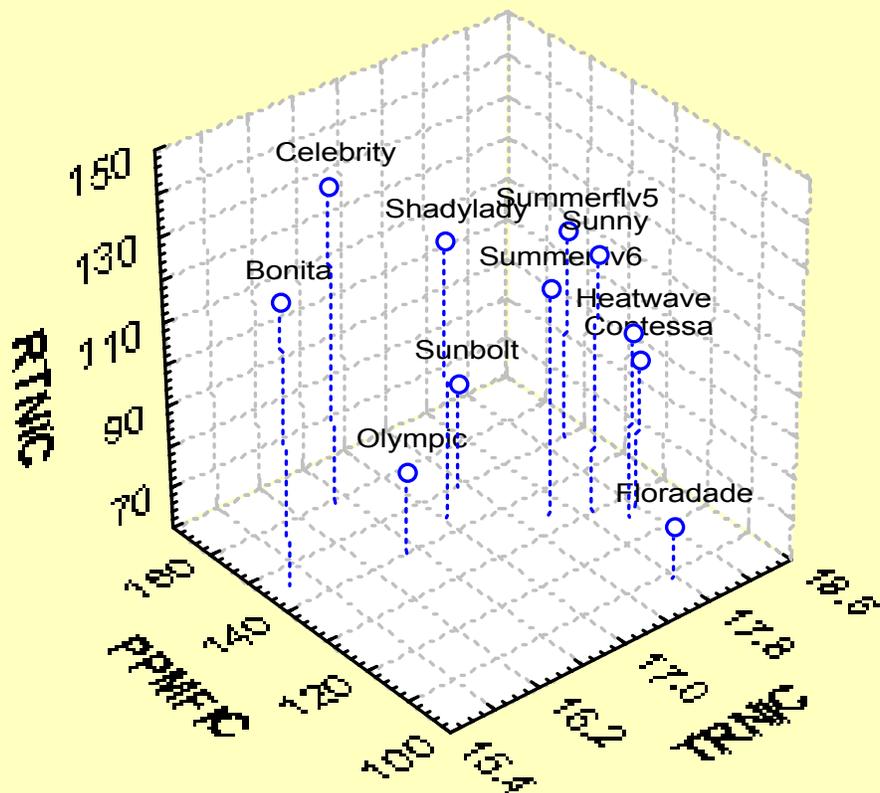


Fig. No. 11.- Comportamiento de las Variables TRN, PPMFC y RTN en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M). Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Coah. 2002.

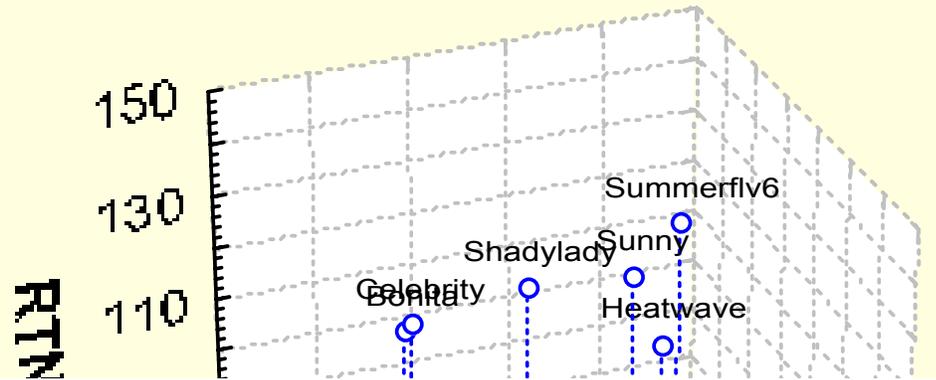
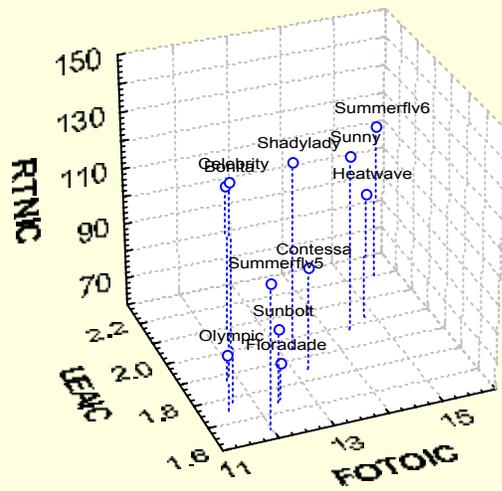
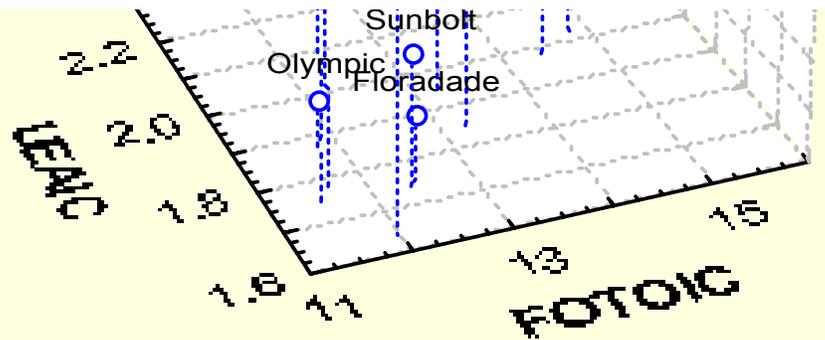


Fig. No. 12.- Comportamiento de las Variables FOTO, UEA y RTN en Tomate (Lycopersicon esculentum M). Promedio de Invernadero y Campo. Buenavista, Oaxaca, México, 2002.



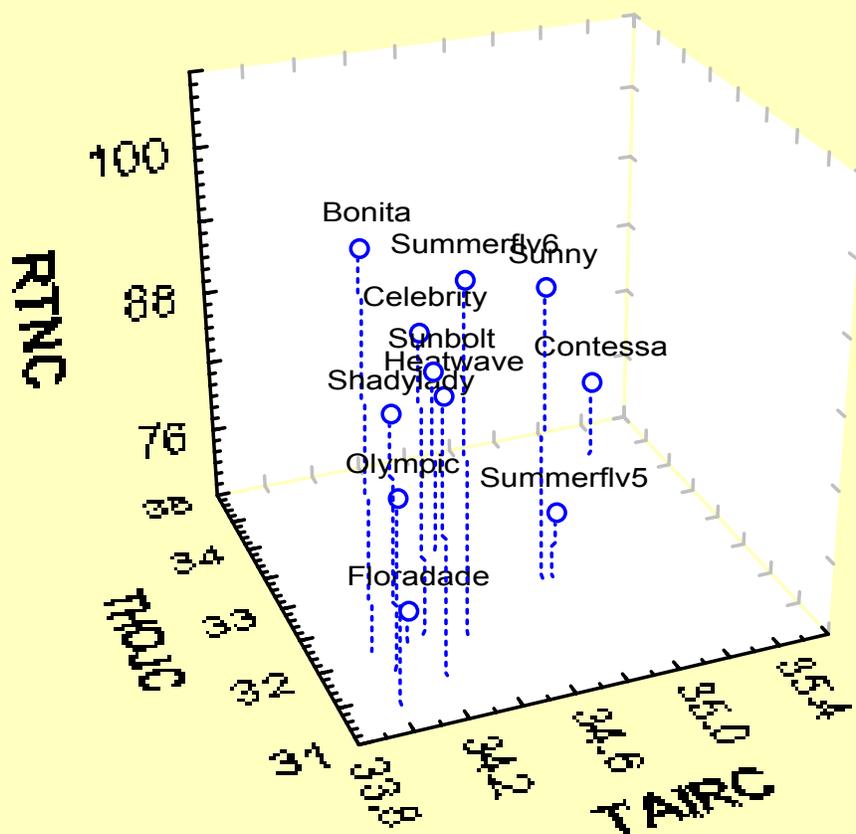


Fig. No. 7.- Comportamiento de las Variables TAIRC, THOJC y RTNJC en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Campo. Buenavista, Coahuila, 2002.

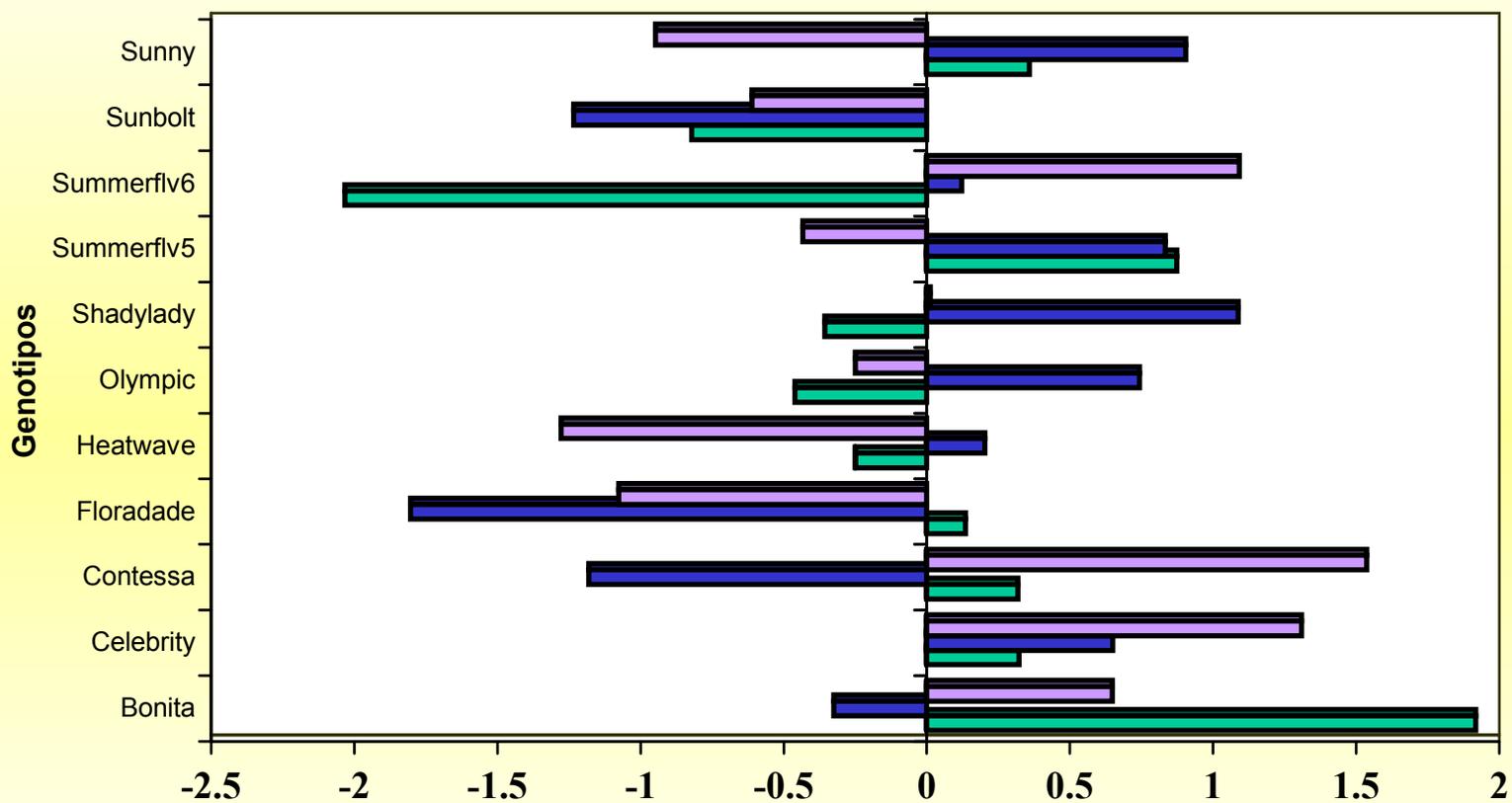
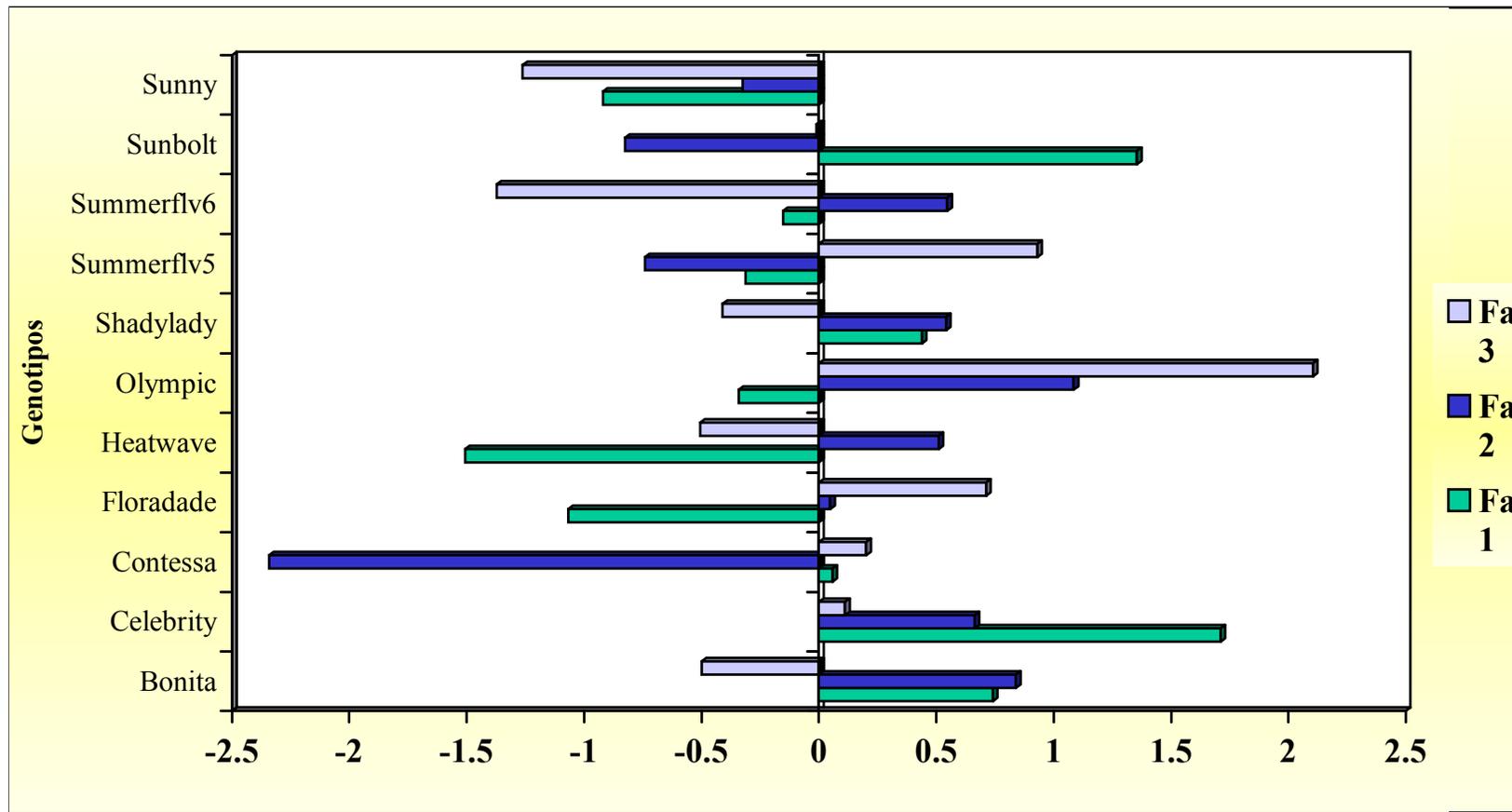


Fig. No.13.- Análisis de Componentes Principales de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en invernadero. Contribución Relativa de cada Genotipo a los Tres principales Componentes. Buenavista, Coah. 2002



**Fig. No.14.- Análisis de Componentes Principales de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en Campo. Contribución Relativa de cada Genotipo a los Tres principales Componentes. Buenavista, Coah. 2002**

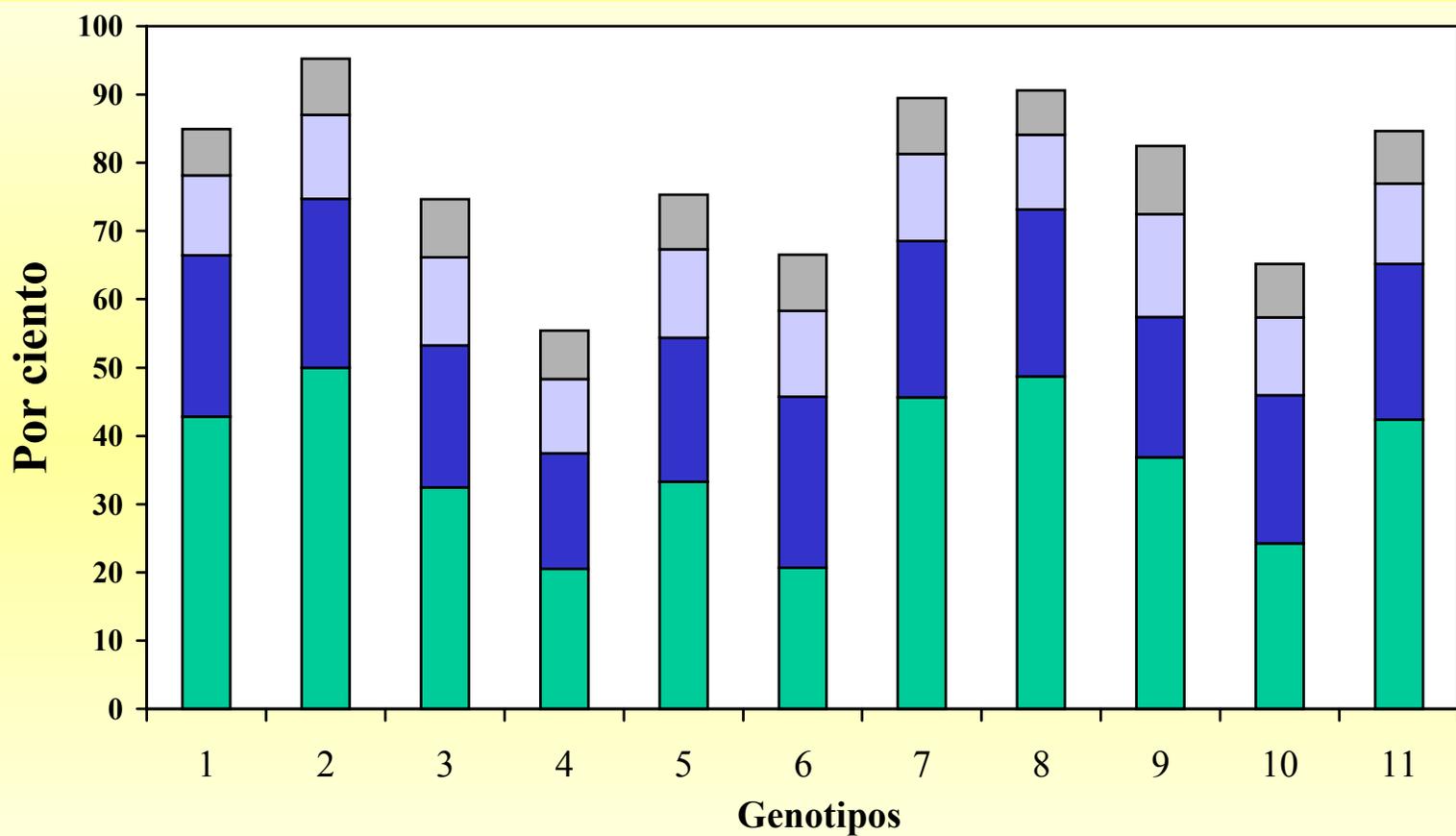


Fig. No.15.- Ponderación de Calificación Relativa de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M), en Invernadero. Variables RTN, PPMF, UEA y FOTO. Buenavista, Coah. 2002

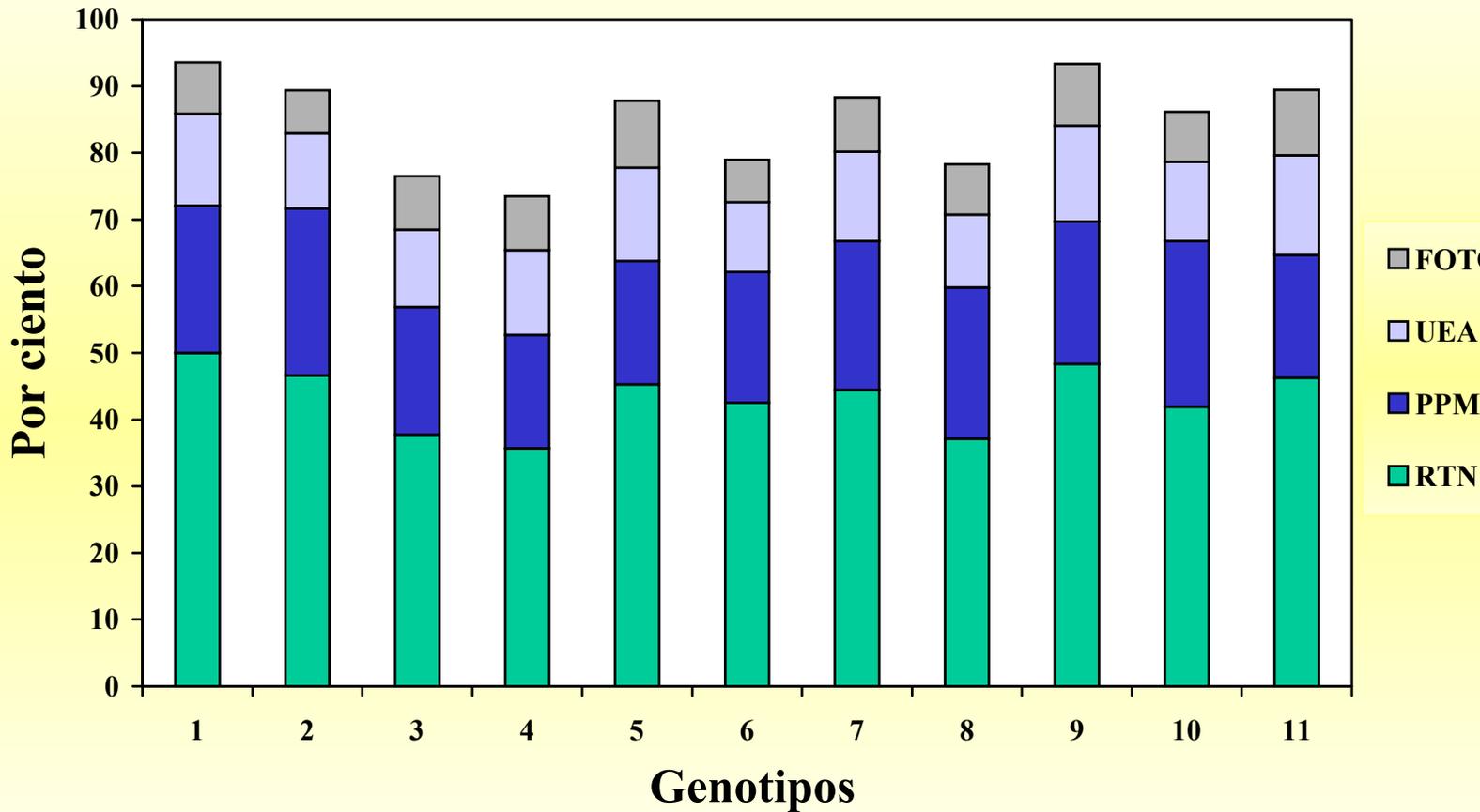


Fig. No.16.- Ponderación de Calificación Relativa de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M), en Campo. Variables RTN, PPMF, UEA y FOTO. Buenavista, Coah. 2002

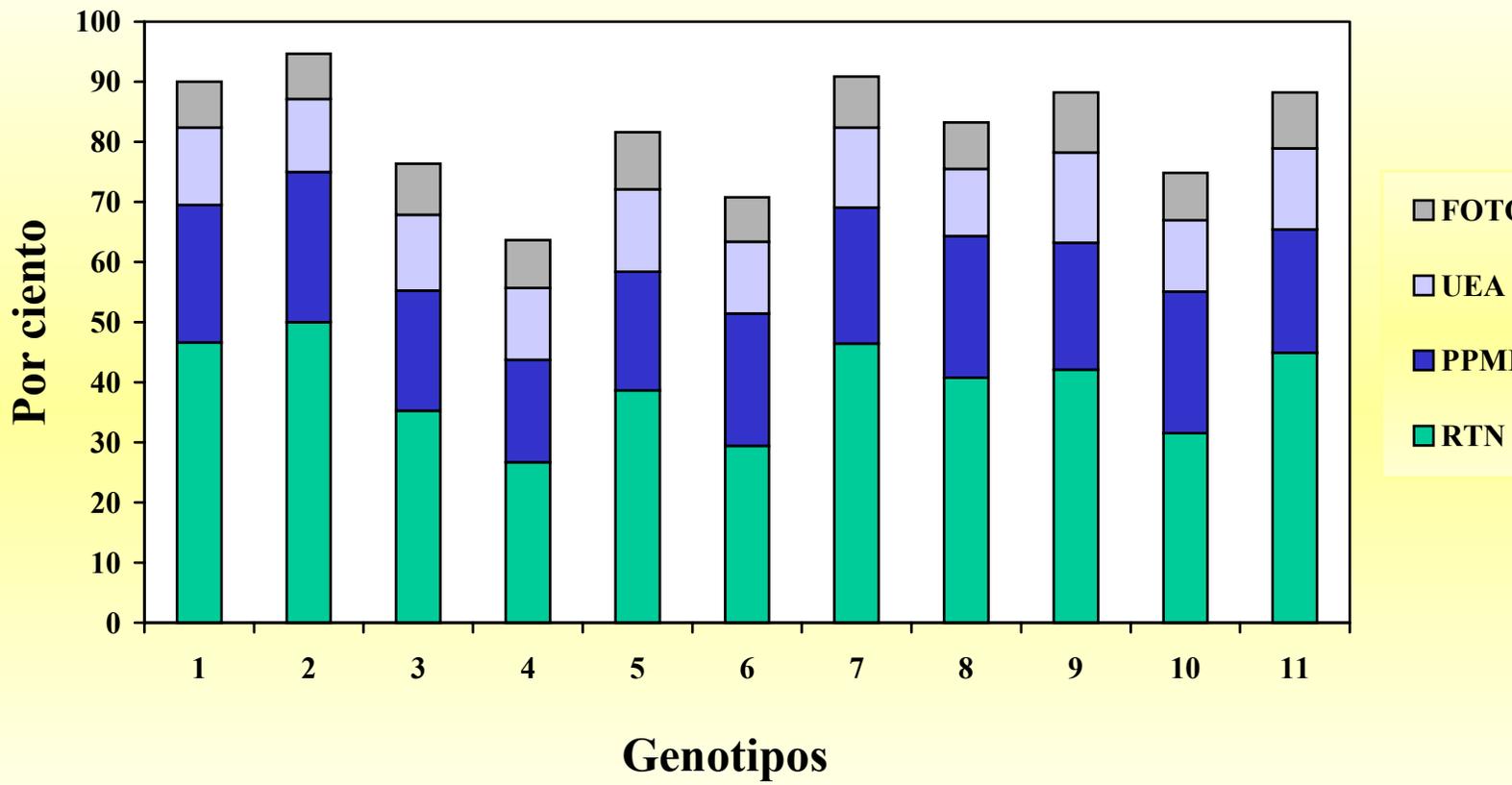


Fig. No.17.- Ponderación de Calificación Relativa de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* M. en Invernadero-Campo. Variables RTN, PPMF, UEA y FOTO. Buenavista, Coah. 2002