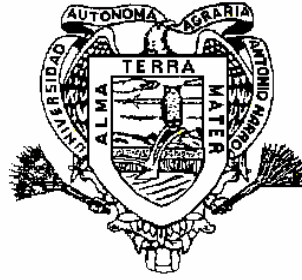


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**SELECCIÓN FISIOTECNICA DE GENOTIPOS SOBRESALIENTES DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO.**

POR:

PABLO MARTINEZ FLORES

TESIS

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Mayo de 1999**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

SELECCIÓN FISIOTECNICA DE GENOTIPOS SOBRESALIENTES DE TOMATE
(Lycopersicon esculentum Mill.) EN INVERNADERO.

POR

PABLO MARTINEZ FLORES

TESIS

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Aprobado por:

M.C. Fernando Borrego Escalante
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Gerardo Ramírez Mezquitic
Asesor

Q.F.B. Ma. Margarita Murillo Soto
Asesor

Coordinador de la División de Agronomía

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 1999

DEDICATORIA

A Dios.

Ante todo a Dios que me permite escalar un peldaño más en mi vida.

A mi Familia.

Especialmente a mi Madre Maura Flores de Martinez, y hermanos, Fidel y Evodio, por que siempre me inculcaron responsabilidad, honestidad, lealtad, humildad, pero sobre todo el cariño y confianza desmedida que me brindaron para realizarme como persona y lograr la culminación de mis estudios.

A mis Hermanas.

A mis hermanas Martha Esther, Josefa, Maricela y Beatriz, que con su cariño, apoyo y sus atinados consejos siempre se hicieron presentes en los tiempos de tristeza y alegría.

A mi Novia

A mi novia, Estela Patricia Carrillo Guerrero, ahora mi esposa que con su apoyo y sus acertados consejos, pero por encima de esto su gran Amor y Confianza que en los momentos de tristeza y desesperación logró que siempre saliera adelante.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por haberme brindado la oportunidad de realizar uno de mis grandes objetivos en mi vida.

Al Ing. Fernando Borrego Escalante, por sus acertadas sugerencias, sus consejos bien atinados, su amistad desinteresada que siempre me brindó, pero sobre todo por su asesoría y participación para la realización de este trabajo.

Al Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez, por su amistad y apoyo desinteresado en los momentos difíciles de mi carrera profesional, pero sobre todo por haberme permitido conocer a tan buen amigo.

A mis amigos, Carlos, Oscar E., Fausto, Héctor, Omar, Jose, Favián, Manuel, Heriberto, Feliciano, Humberto N., por su amistad y apoyo desinteresado en los malos y buenos tiempos.

Al Ing. Luis Angel Muñoz Romero, por su incondicional amistad y confianza depositados en mi persona y por su ayuda durante toda mi carrera profesional.

INDICE GENERAL

	Página
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Indice de Cuadros.....	iii
Indice de Gráficas.....	
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPOTESIS.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Origen e Historia.....	5
Características Botánicas y Taxonómicas.....	5
Requerimientos Climáticos.....	7
Requerimientos Nutricionales.....	9
Fotosíntesis.....	11
Conductancia Estomática.....	16
Transpiración.....	16
Uso Eficiente del Agua.....	18

AMBIENTES CONTROLADOS.....	20
Invernadero.....	20
Acolchado de Suelos.....	21
MATERIALES Y METODOS.....	22
DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.....	22
Material Genético Utilizado.....	22
Labores Culturales.....	22
Manejo Agronómico del Experimento.....	23
Parcela Experimental.....	24
Toma de datos.....	24
Diseño Experimental.....	26
Análisis Estadístico.....	26
RESULTADOS Y DISCUSION.....	27
CONCLUSIONES.....	60
BIBLIOGRAFIA.....	62

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro No 1. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para Características Agroclimáticas en Tomate (<i>Lycopersicon</i> <i>esculentum</i> Mill) en Invernadero.....	28
Cuadro No 2. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para Características Fisiológicas en Tomate (<i>Lycopersicon</i> <i>esculentum</i> Mill) en Invernadero.....	30
Cuadro No 3. Valores Promedio de Fotosíntesis, en μ moles CO₂ m⁻² s⁻¹, en la Interacción AxBxD, en Tomate (<i>Lycopersicon</i> <i>esculentum</i> Mill) en Invernadero.....	32
Cuadro No 4. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para Características de Rendimiento en 11 Genotipos de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en Invernadero.....	34

Cuadro No 5. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para	
Características de Rendimiento en 11 Genotipos de Tomate	
(<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en Invernadero, en 9	
Cosechas.....	36

Cuadro No 6. Coeficientes de Correlación entre Variables Agroclima-	
ticas, Fisiológicas y de Rendimiento en tomate (<i>Lycopersicon</i>	
<i>esculentum</i> Mill) en Invernadero.....	38

Cuadro No 7. Características Agroclimáticas y Fisiológicas	
(Promedio de 72 Observaciones) y de Rendimiento (Promedio	
de 36 Observaciones) para el Análisis de Componentes	
Principales en Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en	
Invernadero.....	41

Cuadro No 8. Análisis de Componentes Principales en Tomate	
(<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en Invernadero. Caracterís-	
ticas de Valores Eigen y de Varianza para los 5 Principales	
Componentes.....	42

Cuadro No 9. Análisis de Componentes Principales en Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en Invernadero. Contribución de las Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento en los Principales 5 Componentes.....	43
---	-----------

Cuadro No 10. Análisis de Componentes Principales en Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en Invernadero. Contribución Relativa en Cada Componente, de las Características Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento.....	46
--	-----------

Cuadro No 11. Análisis de Componentes Principales en Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en Invernadero. Contribución Relativa de Cada Genotipo a los 5 principales Componentes, Considerando Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento.....	47
--	-----------

INTRODUCCION

Existen muchos niveles de interacción entre las plantas y el hombre en los que los principios fisiológicos representan una parte importante; sin embargo, al momento de que el hombre pretende producir, lo hace mediante la explotación o cosecha total de los recursos renovables de una manera indiscriminada; muchas veces alterando el medio, a menudo en forma destructiva, esto sucede en zonas subdesarrolladas; también algunos sistemas de las civilizaciones de más alto desarrollo conducen a ataques destructivos sobre el ambiente y la modificación de las plantas por diversos medios. Todas las técnicas para las prácticas y mejoramiento del cultivo de plantas deben de basarse en un profundo conocimiento de la física del ambiente y de los principios fisiológicos, los cuales, éstos últimos, en general, no son tomados en cuenta, así tenemos que el conocimiento moderno de los mecanismos fisiológicos del crecimiento y metabolismo puede utilizarse ahora en investigación para incrementar la calidad y cantidad de los cultivos y para mejorar la sobrevivencia o ampliar el rango adaptativo de plantas deseables.

El tomate, como cualquier cultivo, requiere de ciertas condiciones climáticas para su crecimiento, desarrollo y producción, los cuales pueden afectarse por factores ambientales (temperatura, suministro de agua, captación de energía solar, etc.) si es que no son suministrados debidamente en la planta, lo cual viene a repercutir de

manera directa sobre las funciones fisiológicas y metabólicas de la planta que posteriormente influyen en el rendimiento del cultivo y en la producción total (biomasa) del mismo, tanto en rendimiento de fruto, como en la biomasa total.

En México, el jitomate o tomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa, y como la primera por su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados todo el año, y se consume tanto fresca como procesada (puré), siendo una fuente rica en vitaminas. El tomate ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial.

Considerando la importancia de la especie en cuestión, en México y a nivel mundial y en base a la problemática existente, se plantea la realización del presente trabajo, el cual tratará del estudio con un enfoque hacia la productividad y eficiencia desde el punto de vista fisiotécnico, considerando los genotipos de tomate pretendiendo la optimización, aprovechamiento y racionalidad de los recursos agroecológicos.

OBJETIVOS

1. Detectar la influencia de ambientes controlados (invernadero) y del genotipo sobre los parámetros fisiotécnicos como fotosíntesis, conductancia estomática, transpiración y uso eficiente del agua, así como el rendimiento de genotipos de tomate.
2. Selección de genotipos con adaptación a las condiciones agroecológicas de cultivo, altos rendimientos y eficiencia en los parámetros fisiotécnicos evaluados.

HIPOTESIS

1. Los ambientes controlados (invernadero) influyen en la respuesta del genotipo al rendimiento y en la realización de ciertos procesos fisiológicos del cultivo.
2. Se espera variabilidad en la expresión de los genotipos en cuanto a rendimiento y parámetros fisiológicos evaluados.

REVISION DE LITERATURA

ORIGEN E HISTORIA

El tomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), (Vavilov, 1951) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. La palabra proviene de la voz náhuatl “tomatl”; en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año 1835 (Valadez, 1983)

CARACTERISTICAS BOTANICAS Y TAXONOMICAS

Valadez (1983), menciona que es una planta anual en su cultivo y puede ser semiperene en regiones tropicales. Su sistema de raíces es fibroso y robusto, pudiendo llegar hasta 1.8 mts de profundidad. Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras; alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 mts presentando un crecimiento simpódico.

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y cinco pétalos, respectivamente. La inflorescencia se forma a partir del sexto o séptimo nudo, y cada 1 ó 2 hojas, se encuentran las flores en plantas de hábito determinado, en las de hábito indeterminado se forman a partir del séptimo o décimo nudo y cada cuatro hojas.

El fruto del tomate es una baya compuesta por varios lóculos, pudiendo constar desde dos (bilocular) hasta tres o más lóculos (multilocular); los cultivares comerciales pertenecen al tipo multilocular. El color más común del fruto es el rojo, pero existen amarillos, naranjas y verdes, siendo su diámetro comercial aproximado de 10 cms.

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Lycopersicon* **

Especie: *esculentum*

** Se dividen en 2 géneros

<i>Eulycopersicon</i>	1) <i>L. esculentum</i>
(frutos rojos y amarillos)	2) <i>L. pimpinellifolium</i>
<i>Eriopersicon</i>	1) <i>L. peruvianum</i>
(frutos verdes)	2) <i>L. chilense</i>
	3) <i>L. glandulosum</i>
	4) <i>L. hirsutum</i>

REQUERIMIENTOS CLIMATICOS

Valadez (1983), señala que el tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12° a 16° C (mínima 10° C y máxima de 30° C) y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21° C a 24° C, siendo la optima de 22° C; a temperaturas menores de 15° C y mayores de 35° C puede detenerse su crecimiento. Cuando se presentan temperaturas altas (>38° C) durante 5 o 10 días antes de la antesis, hay poco amarre de fruto debido a que se destruyen los granos de polen (las células huevo); si las temperaturas elevadas prevalecen durante 1 a 3 días después de la antesis, el embrión es destruido (después de la polinización). El amarre del fruto también es bajo, cuando las temperaturas nocturnas son altas (25° C a 27° C) antes y después de la antesis. A temperaturas de 10° C o menores, un gran porcentaje de flores abortan.

La temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18° C a 24° C; si la temperatura es menor de 13° C, los frutos tienen una maduración muy pobre. Así mismo, cuando la temperatura es mayor de 32° C durante el almacenamiento, la coloración roja (licopeno) es inhibida y los frutos se tornan amarillos. Se afirma que a temperaturas de 22 a 28° C se obtiene una óptima pigmentación roja.

Berry y Rafique (1988), evaluaron líneas F3 y F4 de tomate, a altas temperaturas (26° C por la noche y 35°C en el día) en invernadero, con cultivares sensibles y tolerantes al calor. Encontraron que un número de las líneas seleccionadas tuvieron fruto comparable al de los cultivares tolerantes que en los sensibles al calor.

Kuo y Tsai (1984), analizaron niveles de auxina y giberelina (GA_3) en botones florales, flores abiertas y desarrollo de frutos de tomate, expuestos a 38° C por 5 horas. Los niveles de estas sustancias fueron bajos en la antesis. El tratamiento a alta temperatura hizo disminuir los niveles de ambas sustancias, especialmente en botones florales y desarrollo de frutos.

Pearce, Grage y Hardwick (1993), midieron la influencia de la temperatura y la radiación sobre la expansión de frutos jóvenes de tomate sembrados en ambiente controlado. Midieron los cambios en la tasa de crecimiento a intervalos de 20 minutos en varios días y se relacionaron con los cambios en irradiación, radiación integral y temperatura. La tasa de expansión de fruto fue más cerrado, relacionado con la temperatura pero la fisiología fue influida por los cambios en la condición del agua y menos por la tasa neta de fotosíntesis. La irradiación tuvo efectos en la tasa de crecimiento por los cambios en la condición del agua en la planta, posiblemente debido a los cambios en la tasa de transpiración y cuando la radiación integral fue baja, por la asimilación suplida. Finalmente, la fotosíntesis pareció no limitar la expansión del fruto, porque las plantas tuvieron suficientes reservas para mantener una tasa alta de desarrollo de fruto al menos por 2 horas después de oscurecerse.

Koning (1988), estudió el efecto de diferentes regímenes de temperatura día/noche en el desarrollo de tomate en invernadero. Aplicó 3 regímenes de temperatura día/noche, con el mismo promedio de temperatura por 24 horas: alto/bajo, igual; bajo/alto. Encontró que el desarrollo de la planta (incremento en el

número de racimos) no se vió afectado por los regímenes de temperatura. El desarrollo y longitud se redujo fuertemente por una temperatura más baja en el día. El rendimiento final y el de anaquel de los frutos, fue mayor a temperaturas más altas por la noche. La vida de anaquel de los frutos y su calidad interna no fueron influenciados por los regímenes de temperatura. Finalmente, concluye que la duración de la planta de tomate puede ser manipulada por la diferencia entre temperaturas del día y de la noche, mientras que el desarrollo y el rendimiento dependen del promedio de temperatura de 24 horas.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Melton y Dufault (1991), determinaron el efecto de regímenes nutricionales en el desarrollo y calidad de tomate al trasplante. Utilizaron soluciones conteniendo combinaciones factoriales de Nitrógeno a 25, 75 y 225 mg litro⁻¹ ; Fósforo a 5, 15 y 45 mg litro⁻¹ y Potasio a 25, 75 y 225 mg litro⁻¹ . El incremento de nitrógeno de 25 a 225 mg litro⁻¹ , provocó un incremento en el peso fresco de los brotes, altura de la planta diámetro del tallo, numero de hojas, área foliar, peso seco de brotes y de raíz y clorofila total. El fosfato a 45 mg-litro⁻¹ incrementó el peso fresco de brote, altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y área foliar. El potasio no tuvo influencia significativa en las variables medidas en el estudio. Recomienda finalmente, que para obtener una buena calidad al trasplante, las soluciones de nutrientes deben contener al menos 225 mg litro⁻¹ de Nitrógeno; 45 mg litro⁻¹ de Fósforo y 25 mg-litro⁻¹ de Potasio.

Cook y Sanders (1991), estudiaron los efectos de la aplicación de Nitrógeno a través del sistema de riego por goteo, sobre niveles de nitratos del suelo, rendimiento y concentración de Nitrógeno en el follaje de plantas de tomate. Encontraron que al incrementar la frecuencia de aplicación de nitrógeno, resultaba un incremento en el rendimiento. El número de frutos producidos no fue afectado por el tratamiento de nitrógeno, pero el tamaño de frutos sí se incrementó al incrementar la frecuencia de aplicación de nitrógeno. La concentración de nitrógeno en el follaje disminuyó estacionalmente, pero ni la concentración de nitrógeno en el follaje ni el contenido total del nitrógeno de la porción superior de la planta fué afectado por la frecuencia de aplicación de nitrógeno. Las concentraciones de $\text{NO}_3\text{-N}$ disminuyeron con el tiempo debido a la lixiviación y el aprovechamiento por la planta.

Sweeney, *et al* (1987), en combinaciones factoriales de riego por goteo, cubierta de polietileno (acolchado), 100% de NH_4NO_3 ó 50% de Urea y 50% NH_4NO_3 , midieron los efectos de estos sobre el rendimiento y recuperación de nitrógeno en tomates. Encontraron que ni el rendimiento de tomate ni el aprovechamiento de nitrógeno fueron afectados por el método de riego, pero ambos se incrementaron por el uso de cubierta de polietileno. Mayores rendimientos se obtuvieron con 100% de NH_4NO_3 que con 50% de NH_4NO_3 y 50% de Urea. Detectaron un 65% de Nitrógeno en la planta y en el fruto proveniente de la fertilización nitrogenada. La recuperación de nitrógeno en las plantas y el suelo al final de la estación, fluctuó de 52% a 95%. Se obtuvo una mayor recuperación con el tratamiento de cubierta de polietileno combinado con el riego por goteo. Con este sistema, el 53% de nitrógeno aplicado fue recuperado por la planta y el 42% permaneció en el suelo. Solo el 5% de el nitrógeno

aplicado se perdió en este sistema. El resto de los tratamientos resultaron con pérdidas en un promedio de 46% de el nitrógeno aplicado.

FOTOSINTESIS

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 de 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.

Las investigaciones en fotosíntesis presentan un desarrollo histórico ordenado que lleva a la comprensión actual del proceso. Aristóteles pensaba que la luz era necesaria para el crecimiento de las plantas, pero fue Stephen Hales, en 1727, el primero que reconoció con claridad que la luz es necesaria para el proceso por el cual las plantas adquieren nutrientes del aire (previamente se había pensado que las plantas obtienen sus sustancias solamente del agua y del suelo). Durante el período de 1790 a 1815 los experimentos de Priestley, Ingen-Housz, Senebier y De Saussure,

establecieron que las partes verdes de las plantas absorben CO_2 de la atmósfera y producen O_2 cuando se iluminan, revirtiéndose el proceso en la oscuridad.

Rojas y Rovalo (1986), mencionan que los principales factores que modifican el proceso fotosintético son el CO_2 , la temperatura y la luz. El CO_2 es la fuente del carbono para el alimento primario de la planta, a partir del cual se sintetizan los demás compuestos. El contenido de CO_2 en la atmósfera es 0.03% y si bien casi siempre el factor limitante es otro, sí hay casos en que la fotosíntesis se ve limitada por la cantidad de CO_2 a su disposición; esto sucede cuando hay una población del cultivo muy densa, y el aire está muy quieto. En invernadero, Molish comprobó, desde principios de este siglo, que se obtienen importantes aumentos en rendimiento cuando se “abona” la atmósfera con CO_2 . Las plantas verdes tienen respiración aerobia, pero soportan tensiones de O_2 muy altas; hasta 5 a 10%; sin embargo, Wilkins dice que un aumento de más de 0.1% no influye ya en el rendimiento, en tanto que Molish probó con éxito concentraciones más altas. Aunque es difícil de interpretar los datos, parece que el abonado con material orgánico fermentable (estiércol, etc.) aumenta el rendimiento de los cultivos rastreros más de lo que se esperaría por el factor nutricional, lo cual se atribuye al CO_2 que se desprende al fermentar.

La temperatura es un factor importante en la fotosíntesis, pues si bien en la parte fotoquímica no tiene efecto, sí lo tiene, y grande, en la reacción oscura así como en la movilización de los azúcares, y no debe olvidarse que la falta de remoción del producto, por movilización, o uso, trae consigo la detención de la reacción. En

general, el mínimo de fotosíntesis se encuentra a 10°C, el óptimo a los 40°C, y el máximo a los 50°C. En realidad, al ir elevando la temperatura largo tiempo, decrece la producción de fotosintetizados, de modo que el óptimo real, que se sostiene indefinidamente, se encuentra a 26-30°C.

La luz es fuente energética para la fotosíntesis. Se sabe que la planta puede estar iluminada continuamente, y si bien la iluminación constante puede afectar los procesos metabólicos, en algunas especies, Molish comprobó que cuando no es este el caso, la planta puede iluminarse día y noche sin signos de agotamiento. La luz es esencial para la planta desde dos puntos de vista: a) para que la planta sintetice clorofila, b) porque es la energía primaria que la clorofila transformará en energía química. Desde el primer punto de vista, la planta exige una cantidad mínima de luz para que la protoclorofiliada pase a clorofiliada y luego a clorofila, de modo que la falta de luz determina clorosis; conforme se aumenta la intensidad lumínica, se aumenta la síntesis de clorofila, hasta un punto, pasado el cual un aumento en intensidad lumínica determina más rápida destrucción de clorofila que síntesis, hasta llegar a clorosis.

Desde el punto de vista de la luz como fuente de energía del metabolismo, es muy interesante y de repercusiones prácticas el hecho de que la planta se comporta como un sistema autorregulable, y la eficiencia de conversión de energía lumínica en energía química es mucho mayor cuando recibe intensidades de luz muy bajas. En cambio, cuando recibe intensidades cercanas al máximo, su eficiencia baja mucho. La variación es del orden del 50% cuando la intensidad es máxima.

Bar-Tsur, Rudich y Bravdo (1985), estudiaron los efectos de la temperatura sobre la fotosíntesis, transpiración y resistencia estomatal en tomate sembrado en invernadero con máximas de 25° y 35°C. Utilizaron la variedad Roma VF, la cual tiene baja producción de fruto bajo altas temperaturas y la variedad Saladette, con alta producción de fruto bajo estas condiciones. Encontraron que la transpiración al mediodía bajo altas temperaturas después de 48 horas fue de 400% más alta que bajo una temperatura moderada. Saladette transpiró levemente menos que Roma VF. La resistencia estomatal alcanzó un mínimo de -1.01 y -0.72 Mpa al mediodía bajo temperatura alta moderada, respectivamente. La fotosíntesis alcanzó un máximo a las 10:00 no existiendo diferencias entre las variedades.

Slack, Fenlon y Hand (1988), estudiaron las respuestas del tomate sembrado en primavera a diferentes concentraciones de CO₂ (ambiental, 375, 450 y 525 ppm) en verano, sobre el rendimiento de fruto y el incremento de costo-beneficio de tratamiento al demorar la ventilación en el invernadero para reducir las entradas de CO₂ y poder llevar a cabo niveles de enriquecimiento por arriba del ambiental. Relacionaron linealmente la respuesta de fructificación con la concentración de CO₂ en verano. Encontraron que la respuesta global del rendimiento en diferentes sustratos, temperaturas, ventilaciones y estaciones, no se encontraron diferencias significativas. La respuesta global incrementada, mostró que en el rango de 320 a 526 ppm (valores medios), el rendimiento de frutos se incrementó por 2.65 ± 0.201 kgs./m² para cada 100 ppm incrementados en el nivel medio de CO₂. La demora en la ventilación del invernadero redujo la cantidad de CO₂ suplementada al invernadero de

23 a 35%, pero el rendimiento total en un 11% y el peso de frutos clasificados como Clase 1 se redujo en un promedio de 20% en el régimen de alta temperatura, ocasionando que el tratamiento sea comercialmente inaceptable.

Campbell, *et al* (1986), examinando la relación entre la tasa de intercambio neto de CO₂ en la planta y el desarrollo en la variedad de tomate “jubilee” en las primeras 4 semanas de crecimiento vegetativo, encontraron que las plantas expuestas a una alta radiación mostraron un 2 a 4 % una tasa fotosintética neta mayor por área foliar y un promedio de 100% mayor en la asimilación neta de CO₂ por planta/día. El crecimiento hoja-tallo difirió por <50%, encontrándose una relación pobre con la tasa de intercambio de CO₂. La tasa de crecimiento de área foliar de hojas individuales se encontró estar estrechamente relacionada con la tasa de intercambio de CO₂ durante la expansión inicial de la hoja. La tasa de crecimiento de área foliar en una planta base, incrementó linealmente con el peso seco de hoja, pero apareció más limitado por factores, determinando el ensanchamiento máximo de hoja por la nueva tasa de desarrollo de hoja. La asimilación neta de CO₂ por área foliar y crecimiento consistente de hojas, disminuyeron con el tiempo, mientras que la asimilación neta de CO₂ por planta día⁻¹ se acercó a una tasa constante en las siguientes 2 a 3 semanas. Concluyen que los resultados compuestos sugieren una relación simple para crecimientos sucesivos, donde la acumulación excesiva de carbohidratos en la hoja de 200 miligramos planta⁻¹ día⁻¹ podría esperarse a ser distribuido a otros segmentos de la planta.

CONDUCTANCIA ESTOMATICA

Beadle, *et al* (1988), mencionan que la absorción de CO_2 para la fotosíntesis implica que las plantas expongan superficies húmedas a una atmósfera seca y en consecuencia, sufran una pérdida de agua por evaporación. Una pérdida de agua muy grande conduciría a la deshidratación. Por lo tanto, las plantas han desarrollado hojas formadas por una epidermis compuesta de una cutícula relativamente impermeable y válvulas operadas por turgencias: los estomas. La epidermis no solo reduce la tasa de intercambio de CO_2 y vapor de agua, sino también proporciona un medio para controlar la asimilación y la transpiración a través del tamaño de los poros estomáticos. Así, los estomas desempeñan un papel crucial en el control del equilibrio entre la pérdida de agua y la ganancia de carbono; esto es, la producción de biomasa. La medición del tamaño de la apertura, (apertura estomática), o la resistencia a la transferencia de CO_2 y vapor de agua (H_2O) entre la atmósfera y el tejido interno foliar, impuesta en muchos estudios de producción de biomasa. Este es el caso en particular de cultivos en las cuales importa maximizar la eficiencia del uso del agua, y que definen como la masa de CO_2 asimilada (o la ganancia en peso seco) por unidad de masa de agua transpirada.

TRANSPIRACION

Bidwell, (1979), indica que la mayor parte del agua que pierde la planta se evapora de las superficies foliares por el proceso de transpiración, la cual consiste esencialmente en la evaporación del agua de las superficies celulares y su pérdida a través de las estructuras anatómicas de la planta (estomas, lenticelas, cutícula). La pérdida de agua a través de la epidermis de la planta, la cual está por lo regular

cubierta con la cutícula, se llama transpiración cuticular. Cantidades pequeñas de agua se pierden a través de la corteza de los árboles, en particular a través de lenticelas; esta es llamada transpiración lenticular. La mayor parte de la pérdida de agua que ocurre en las plantas tiene lugar a través de los estomas de las hojas. Este proceso está bajo el control de la planta, aunque impuesto por las condiciones del medio representa uno de los puntos principales de interacción entre la planta y su ambiente.

Rojas y Rovalo, (1986), mencionan que la transpiración tiene un valor muy variable y realmente no se puede decir cuanta agua pierde una planta al día, pues depende por completo de las condiciones climáticas.

En general, dado que la transpiración es un proceso de difusión, todo factor que aumente el gradiente aumentará el proceso. Tres son los factores climáticos principales: 1) viento, 2) humedad atmosférica, 3) temperatura.

Al evaporarse las moléculas de agua forman una cubierta alrededor de la hoja; el viento las barre al soplar y pone a la atmósfera en contacto directo con la cámara del estoma, a través del ostíolo, aumentando así el desbalance o gradiente entre las concentraciones.

El aire, cuanto más húmedo, más se aproximará a la concentración de agua en la hoja y el gradiente será menor, con lo cual disminuye la transpiración.

El aumento de temperatura – además de su efecto sobre la humedad relativa al aire, la cual está en función inversa de la temperatura – hace que las moléculas de agua tengan mayor energía cinética y por tanto, se muevan con mayor rapidez, con lo que aumenta la intensidad transpiratoria.

En realidad, la transpiración está más en relación con la presión de vapor, que a su vez depende de la interacción entre temperatura y humedad relativa (HR). Así, a una HR de 50% a 20°C se tiene una presión de vapor de 8.5 mm, pero a 30°C subirá a 15.5 mm; igualmente, si un sistema aire-hoja está a 20°C, el aire con 60% HR tendrá 10.5 mm de presión de vapor, de modo que existirá una diferencia de 7mm; pero a 30°C, 31mm, y la diferencia de 12mm. Es decir, la intensidad de la transpiración casi se habrá duplicado.

USO EFICIENTE DEL AGUA

Beadle *et al*, (1988), indican que aunque la cantidad de agua usada directamente en las reacciones de la fotosíntesis es pequeña, comparada con aquella 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. La tasa de fotosíntesis del dosel de un cultivo (equivalente a la producción de biomasa) también disminuirá con la escasez de agua, debido al cierre de los estomas y a los efectos de los déficits hídricos en los procesos de los cloroplastos.

En general, la producción de biomasa es directamente proporcional a la provisión y uso de agua. En consecuencia, la medición de la condición hídrica de la planta en conjunción con la condición hídrica del suelo, es parte importante de la comprensión de la producción de biomasa para maximizar los rendimientos con riego. El mantenimiento de la turgencia de la planta y la transpiración del dosel del cultivo depende del sostenimiento de la absorción de agua por las raíces en la interfase suelo-raíz. Entre más extenso y denso sea el sistema radical, con mayor eficacia se cubrirán esas demandas. Sin embargo, a medida que el suelo se seca, el encogimiento tanto de éste como de las raíces disminuye el contacto suelo-raíces. El efecto final es una reducción en la absorción de agua, cierre de los estomas y una reducción en la fotosíntesis y en la producción de biomasa.

Al igual que en la condición hídrica de las plantas, podemos considerar el contenido y el potencial hídrico como componentes de la condición hídrica del suelo. El contenido de agua del suelo es una medida de la cantidad de agua disponible y para maximizar la producción es importante que durante el periodo de cultivo, el agua disponible sea suficiente para satisfacer las demandas de transpiración del mismo. El potencial hídrico del suelo mide la condición de energía del agua del suelo y por lo tanto, la cantidad de trabajo requerido para que la planta absorba esa agua. En consecuencia, ambos componentes son de importancia para comprender la condición del agua del suelo para maximizar la producción de biomasa mediante un uso eficiente del riego.

AMBIENTES CONTROLADOS

INVERNADERO

Robledo (1981), define como invernadero o abrigo aquella construcción agrícola, que tiene por objeto la producción sistemática y fuera de estación de productos horto-frutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos en cantidad y calidad. Su principal finalidad es conseguir cosechas en épocas fuera de estación, precocidad que se cotiza en el mercado por aparecer los productos con anterioridad a la época normal de recolección y o cuando hay escasez del producto.

Núñez (1988), menciona las principales ventajas que aportan los invernaderos, los cuales son: precocidad de cosecha (se acorta el ciclo vegetativo); aumento de rendimiento (3 a 5 veces mayor que los obtenidos al aire libre); posibilidad de obtener cosechas fuera de época; frutos de mayor calidad (limpios, sanos y uniformes); ahorro de agua (la evaporación es mínima); mayor control de plagas y enfermedades; posibilidad de instalación de riegos automatizados; siembra de variedad selecta con rendimientos máximos; posibilidad de obtener en la misma parcela de cultivo dos o tres cosechas al año.

ACOLCHADO DE SUELOS

C.I.Q.A. (1984), menciona que la utilización de los plásticos contribuye eficazmente a la producción agrícola en general, debido a los efectos favorables para el suelo; ayuda a eliminar el daño causado por las condiciones de ambiente desfavorables, lo que proporciona con cierto grado de seguridad en las cosechas; modifica las condiciones existentes del microclima local, o, más precisamente, hace posible una anticipación a cosecha; mejora la productividad de los cultivos; proporciona un plan de producción más preciso, ya que limita la absorción de sales al cultivo, y, finalmente, mejora las condiciones de trabajo por el control total o parcial de las malezas.

MATERIALES Y METODOS

DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

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 deseadas por los productores agrícolas y cuyas características los hacen susceptibles de ser cultivados en esta región. A continuación se da a conocer el nombre de cada uno de los genotipos utilizados (por orden alfabético).

1.- Bonita	2.- Celebrity	3.- Contessa	4.- Floradade
5.- Heatwave	6.- Olympic	7.- Shady lady	8.- Summer
flavor 5 000	9.- Summer flavor 6 000	10.- Sunbolt	11.- Sunny

Labores Culturales

Se sacó la tierra de las camas del invernadero, se cribó y se aplicó un producto químico para su desinfección (Fumigrán). Posteriormente se cubrió con polietileno y se dejó reposar unos días. Una de las camas del invernadero se seleccionó para utilizarla como semillero o almácigo, dándole las condiciones adecuadas para tal propósito. El resto de las camas se prepararon para el

establecimiento del experimento y previamente, se aplicaron 3 capas de Furadán Granulado; una fertilización aplicada en bandas a 15 cms. de los siguientes productos: 400 grs. de Sulfato de Potasio, 400 grs. de Super Triple y 120 grs. de Urea.

Manejo Agronómico del Experimento

Transplante.- Previo al transplante, se dió un riego de inundación, y se colocó el polietileno negro, el cual estaba perforado cada 20 cms. El transplante se hizo de forma manual a una profundidad aproximada de 10 cms. y a una distancia entre planta de 20 cms. aplicándose Raizal a cada planta, con el objeto de ayudarla en su formación y mayor abundancia de raíces.

Fertilización.- Se hicieron seis aplicaciones de fertilizante en total, el cual fue mezclado en 200 litros de agua de la siguiente manera 28 grs. de Quelato de Fierro, 14 grs. de Urea, 28 grs. de Fosfato de Amonio, 84 grs de Sulfato de Potasio, 84 grs. de Sulfato de Magnesio, 280 grs. de Sulfato de Amonio y una pisca de Bórax. Se aplicó aproximadamente 1 litro para 3 plantas, en forma de riego.

Combate de plagas y enfermedades.- Se dieron un total de siete aplicaciones para control de plagas (Mosquita Blanca y Minador de la Hoja, principalmente), de los siguientes insecticidas: Tamaron, Folimat 1000, Decis, Pounds, Herald, y en las 3 primeras aplicaciones, se mezcló el insecticida con un nutriente foliar (Nutriplant). Se realizaron 2 aplicaciones de fungicidas (Benlate y Captan), para prevención de enfermedades.

Podas.- Se realizaron tres podas o desmamones de formación, dejando 2 tallos (genotipos de hábito determinado). La colocación de hilos (rafia) fue con el propósito de sostener a la planta, realizando la función de tutor.

Riegos.- En total, se aplicaron 8 riegos, con intervalos aproximadamente uno cada semana con un tiempo de riego aproximado de 5 hrs. Los Riegos se aplicaron con cintilla T-tape TSX2-30, a una presión de 14 psi.

Parcela Experimental

La parcela experimental consistió de 7 plantas por cada uno de los genotipos con 4 repeticiones, donde la parcela útil consistió en tomar los datos a 4 plantas seleccionadas al azar.

Toma de Datos

Fotosíntesis, Conductancia Estomática y Transpiración.- Estos datos se tomaron con el Li-6200, sistema de fotosíntesis portátil, que es un potente y ágil instrumento para medir el intercambio de CO₂ de las hojas con la atmósfera, en un intervalo de tiempo corto de 10 a 20 segundos por lectura. La tasa fotosintética neta se calcula usando esta tasa de cambios. Y a algunos otros factores tales como área de la hoja utilizada, volúmen de la cámara, volúmen de sistema, temperatura y la presión atmosférica a la que se está trabajando. El primer paso para realizar los muestreos o evaluaciones consistía en seleccionar 2 hojas de una planta tomada al azar (una hoja superior y otra inferior), a las cuales se les determinó área foliar (con integrador electrónico, Li-Cor 3000) antes de hacer las evaluaciones y se tomaron los datos

anteriormente mencionados. Las evaluaciones se realizaron en 3 etapas fenológicas: crecimiento vegetativo activo, floración y madurez, haciéndose 3 veces en el día correspondiente a la evaluación a diferentes horas (9:00 a.m., 12:00 y 3:00 p.m.) y en las dos diferentes posiciones de las hojas marcadas o etiquetadas.

Uso eficiente del Agua.- Con los datos de fotosíntesis real y los metros cuadrados por segundo de agua, así como los μmol de CO_2 fijados con la radiación fotosintéticamente activa, obtenidos con el instrumento Li-6200 (Licor Inc., Nebraska), mediante la siguiente fórmula.

Fotosíntesis

U.E.A.=----- x 0.024 donde:

Transpiración

U.E.A. = Uso Eficiente del Agua

0.024 = Factor de ajuste para moles y litros

Cosecha.- La cosecha se realizó en forma manual, se cortaban los frutos de la parcela útil correspondiente a cada genotipo, se llevaban al laboratorio y se pesaban; además se contaba el número de frutos. Con los datos del peso de frutos, se calculó el rendimiento total; el rendimiento por plantas de la parcela útil; el peso promedio del fruto se calculó al dividir el rendimiento total entre el número de frutos.

Diseño Experimental

El diseño experimental usado fue un bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas subsub-divididas con 4 repeticiones.

Análisis Estadísticos

Para la evaluación estadística de los datos en los muestreos para fotosíntesis, conductancia estomática, transpiración y uso eficiente del agua, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas subsub-divididas, donde se consideró como factor A o parcela grande las Evaluaciones (3 en total), factor B o parcela media a las diferentes horas del día en que se tomaba la evaluación (9:00, 12:00 y 15:00), factor C o parcela chica a las 2 hojas seleccionadas y el factor D o subparcelas a los genotipos (11 en total). Se realizó análisis de varianza para los parámetros mencionados anteriormente, así como una comparación de medias para la interacción ABD con significancia para fotosíntesis mediante la prueba estadística de Tukey al 0.05 de significancia. Las variables rendimiento total, rendimiento por planta, número de frutos y peso promedio de fruto, se analizaron como un bloques completos al azar. Se realizó un análisis de Correlación mediante el cálculo de los coeficientes, utilizándose para ello la correlación o fórmula de Pearson.

Se realizó análisis multivariado, con la técnica de análisis de Componentes Principales, para determinar con mayor precisión la contribución conjunta de todas las variables analizadas en la expresión de los genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al realizar los análisis estadísticos de las variables en estudio, se observa que las variables agroclimáticas (Cuadro 1) no presentan variación significativa en las diferentes etapas fenológicas (Evaluaciones) a excepción de la temperatura del aire que presenta diferencia significativa al nivel del 0.05%. Así mismo, en la variable Humedad Relativa se encuentra diferencia altamente significativa al nivel del 0.01, en las fuentes de variación B (Horas) y la interacción AxB.

Los resultados anteriores, nos indican que, en general, las condiciones prevalecieron semejantes en las diferentes evaluaciones (la oscilación de fotoperíodo no fue de importancia de Julio-Septiembre, (fechas de las diferentes evaluaciones) y en las 3 diferentes horas del día (mañana, mediodía y tarde). Tomadas estas fuentes de variación en su totalidad, es decir promediando los valores de los genotipos (11) repeticiones (4) y hojas (2), o sea, 88 valores, por lo que se hace necesario enfocarse con mayor atención a la significancia de las interacciones, ya que con los valores promediados, sobre todo si son numerosos los valores tomados en cuenta para realizar un promedio, se minimizan las variaciones.

Cuadro No 1.

Los análisis de varianza realizados se llevaron a cabo considerando un diseño de bloques al azar, puesto que el invernadero en que se llevó a cabo el experimento es un macrotúnel de acrílico, con mayor concentración de humedad y menor temperatura en la parte posterior, y haciendo ineficiente el control de temperatura. Además, en otros estudios en este invernadero, en que se había comparado la eficiencia relativa de bloques al azar con respecto al completamente al azar, había resultado mejor el B.A. Sin embargo, para este experimento no se encontró significancia entre repeticiones, haciendo innecesario el bloqueo.

Dado los objetivos del presente trabajo, se realizará mayor énfasis en la interpretación de la fuente de variación D (Genotipos) y sus interacciones, puesto que al tratarse de 11 genotipos diferentes, aún cuando sean tomates de hábito determinado y desmamonados para un mejor manejo, difieren en sus características vegetativas y morfológicas.

En el mismo cuadro 1, se observa que la interacción AxD no presenta diferencia significativa, al igual que la CxD y la AxCxD, lo que indica que entre los 11 genotipos en estudio, no hubo variación importante en las etapas fenológicas (A) y los 2 posiciones de hojas (C); en cambio, donde interviene el factor B (horas) se encuentra diferencia significativa, tanto al 0.05 como al 0.01, indicándonos que lo que más influye son las horas del día y los genotipos.

En el Cuadro 2, se presenta el Análisis de Varianza para las características fisiológicas del estudio. Para Temperatura de la Hoja, se encontraron diferencias

Cuadro

2

significativas para las fuentes de variación A, BxD, AxBxD, BxCxD y AxBxCxD, indicándonos que las horas y los genotipos, en su interacción simple y con A y C, son los factores con más variación. Hay genotipos que tienen mayor temperatura de hoja que otros, en las diferentes combinaciones.

Para la variable fotosíntesis, se encontraron diferencias significativas al 0.05 en las fuentes de variación AxC, AxD y AxBxD, teniendo más importancia en esta variable las evaluaciones y los genotipos. Puesto que la fotosíntesis es la función fisiológica de fijación de moléculas de CO₂ en el metabolismo vegetal, las diferencias encontradas no son muy altas, puesto que en los factores individuales no hubo diferencias significativas. Lo anterior, se puede deber a la capacidad homeostática de los genotipos, puesto que prácticamente tuvieron la misma fotosíntesis en las diferentes condiciones del estudio.

Para profundizar en el análisis de esta variable fisiológica, se realizó prueba de Tukey al 0.05 en la interacción AxBxD (Evaluaciones, Horas y Genotipos), cuyos resultados se muestran en el Cuadro 3. Cada genotipo, debe aparecer 9 veces (3 evaluaciones x 3 horas). Para una mejor interpretación de esta tabla, se pueden tomar, de los 99 valores, y dado que solo hay 3 categorías de jerarquización, los 10 valores superiores y los 10 inferiores. De los 10 valores superiores, la evaluación de floración (a2) aparece 9 veces, indicándonos que en esta etapa fenológica, se lleva a cabo la fotosíntesis con mayor velocidad. En el factor Horas, la toma de datos de la mañana (b1) aparece 5 veces, la del mediodía (b2) aparece 3 veces y la de la tarde (b3) aparece 2 veces. Lo anterior, nos indica que es en las horas de mayor

temperatura e intensidad luminosa (tarde) cuando se disminuye la fotosíntesis, coincidiendo con lo encontrado con otros cultivos. Por lo que respecta a genotipos, el d1 aparece 2 veces, el d2 1 vez, el d3 2 veces, el d7 1 vez, el d8 1 vez, el d9 1 vez, y el d10 2 veces. Lo anterior, es reflejo de la poca variación encontrada en el análisis de varianza, siendo mejores los genotipos 1, 3 y 10. El mismo procedimiento se puede aplicar en los últimos 10 lugares, siendo las evaluaciones a1 y a3, las de menor valor, las horas del mediodía y sobre todo de la tarde (b2 y b3) las de menor valor, y los genotipos 8, 4, 2 y 5, los menos fotosintéticos. El valor negativo de fotosíntesis, indica que el genotipo 5, en la etapa fenológica de madurez, y en la tarde, se lleva a cabo con mayor proporción la respiración que la fotosíntesis.

Para las características de rendimiento, en el Cuadro No 4, se presentan los análisis de varianza para las variables de Rendimiento por Planta, Número de Frutos por Planta, Peso Promedio de Frutos, y Número de Cosechas o Cortes. Esta última variable se incluyó, puesto que había cortes en los que se encontraron genotipos sin fruto, siendo esta ausencia de frutos sin importancia estadística, al ser ns las diferentes fuentes de variación.

Para tener mejores elementos de interpretación de los datos de rendimiento, en el Cuadro No 5 se presenta el análisis de varianza para las características de rendimiento por planta, considerando las 9 cosechas. Se encontraron diferencias significativas al 0.05 en la variable de Peso Promedio de Fruto, para Repeticiones,

Cuadro 4

Grafica

Cuadro

5

5

indicándonos lo anterior, que aún siendo invernadero, se tuvieron frutos más pesados que otros en los diferentes lugares del invernadero (como promedio de las 9 cosechas y los 11 genotipos). Para las variables de Rendimiento Promedio por Planta y Número de Frutos por Planta, se encontró diferencias significativas al 0.01, en Cosechas (A) y Genotipos (B), siendo la interacción AxB no significativa. Lo anterior, nos indica que la variación encontrada entre cosechas así como entre genotipos, es importante; es decir, hay cosechas mejores que otras, y genotipos mucho mejores que otros, pero en general, sigue la misma tendencia en el patrón general de rendimiento a lo largo de las cosechas.

Lo anterior, se puede visualizar de mejor manera en la Gráfica No 2, en las que las mejores cosechas son la 6, 7 y 8 y los mejores genotipos, son los 2, 3 y 4.

En el Cuadro 6, se presentan los coeficientes de correlación entre las diferentes variables en estudio para los 11 genotipos, encontrándose alta correlación (significativa al 0.01) entre las variables de Temperatura del Aire y Temperatura de la Hoja, indicando que al haber alta temperatura ambiental se calienta el tejido fotosintético; también se encontró alta correlación entre Fotosíntesis y Uso Eficiente del Agua, indicándonos que los genotipos que más fotosintetizan, son los que mejor utilizan el agua. Dado que para obtener el U.E.A. también se toma en cuenta el valor de transpiración, y al haber poca correlación entre transpiración y U.E.A, se considera de mayor importancia, en esta variable, la Fotosíntesis. Para las características de rendimiento promedio por planta por corte y los frutos por planta por corte, se encontró significancia al 0.01, indicando que a mayor número de frutos, mayor

Cuadro 6

rendimiento. No se encontraron otras correlaciones entre las variables agroclimáticas, fisiológicas y de rendimiento, no concordando con lo encontrado en los análisis de varianza, en que sí se encontraron diferencias entre genotipos para estas diferentes variables.

De las funciones fisiológicas, se encontró correlación significativa, al nivel de 0.05, entre Conductancia Estomática, Fotosíntesis y Transpiración, reflejándose la dependencia de estas 2 funciones en el grado de apertura estomatal y mayor intercambio de CO_2 y H_2O , entre la cámara estomática y la atmósfera circundante.

La ausencia de correlación entre Fotosíntesis y las características de Rendimiento, indica que los genotipos más rendidores no son los que más acumulan fotosintetizados en los frutos, habiendo otras variables que influyen en la acumulación de fotosintetizados y el amarre y crecimiento de los frutos. Mayor fotosíntesis, puede acumular más fotosintetizados en otros órganos de crecimiento y sostén. Otro aspecto que hay que considerar, es que se tomaron los datos promediados para cada genotipo, por lo que son pocas observaciones, relativamente (9 grados de libertad para la correlación), pero los datos agroclimáticos y fisiológicos promediados, de 72 observaciones (4 repeticiones x 3 evaluaciones x 3 horas del día x 2 posiciones de hoja). Una manera de remediar lo anterior, es tomando los datos de cada repetición y cada genotipos(44 en la correlación) por lo que serían correlaciones genotípicas, y no fenotípicas. (si las demás condiciones permanecen constantes, y hay variación en un genotipo dado, de una repetición a otra, se debe a la variabilidad genética inherente al genotipo).

En el Cuadro No 7, se presentan los valores promedio (de 72 observaciones) para los 11 genotipos en estudio. Con estos datos, se realizarón las correlaciones descritas. Al haber dificultad de interpretación en todos los análisis anteriores, se utilizó una técnica de Análisis Multivariado de Componentes Principales, en que se reduce la dimensionalidad de los datos, y es muy útil para discriminar variables tomadas en conjunto. Así mismo, es muy útil para seleccionar los genotipos con mejores atributos, considerando el conjunto de datos en su totalidad.

En el Cuadro No 8, se presentan los valores de la varianza que explica cada componente, como por ciento de la varianza total. Se observa que los 3 primeros componentes explican el 71.5 % de la varianza total, por lo que estos son los 3 componentes principales.

En el Cuadro No 9, y en el componente 1 ó Factor 1 las variables Intensidad Luminosa (Qntum), Fotosíntesis y Uso Eficiente del Agua, son las principales características responsables de su variabilidad, por lo que se llamará a este componente, como el “Componente de Eficiencia Fotosintética”. Para el componente 2 las características responsables de variabilidad son la Temperatura del Aire y de la Hoja, con signo negativo, por lo que se llamará a este componente “Componente de Eficiencia de Hidratación”, ya que la Intensidad Luminosa, la Humedad Relativa y el Peso Promedio de Fruto, tienen valores Positivos. Para el componente 3, se observa que en las características de Rendimiento Promedio por Planta por Corte, así como

Cuadro

7

Cuadro 8

Cuadro 9

Frutos por Planta y por Corte, se tienen valores positivos, altos y significativos, por lo que podemos llamar a este componente el “Componente de eficiencia cuantitativa del rendimiento”.

En el Cuadro No 10, se puede observar que la Fotosíntesis y el Uso Eficiente del Agua, prácticamente son explicados desde el Componente 1, la Temperatura del Aire y de la Hoja desde el Componente 2 (no olvidar la significancia negativa, por lo que serán mejores genotipos, los que menores valores presenten), y el Rendimiento Promedio por Planta por Corte explicados en mayor medida, a partir de 3 factores, y sobre todo, en el factor 3.

En el Cuadro 11 y Gráfica No 3, se presenta la contribución de cada genotipo, con todas sus características, a los Componentes Principales, siendo la interpretación difícil puesto que se deben buscar los genotipos con valores positivos en los componentes 1 y 3, y menores valores en el componente 2. A partir de este análisis, los mejores genotipos son el 3, 7 y 9. Al graficar los componentes 1 y 2 se observa que los únicos genotipos con valores positivos, son el 10, 6 y 4 (gráfica No 4) pero no hay que olvidar que se deben buscar valores negativos en el componente 2, por lo que, aparentemente en ésta gráfica, los mejores genotipos son el 3, 9 y 1. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta al componente 3.

En la gráfica No 1, se muestra, en un plano de 2 dimensiones, los genotipos y sus principales características fisiológicas y de rendimiento, en los que se puede ver que los mejores genotipos son el 2, 3, 4, 5, 7, y 8, quedando el 9 y 10 fuera de esta

clasificación. En la gráfica No 13, se presentan los genotipos en los 3 componentes principales, contradiciendo la gráfica anterior. Esta contradicción, se presenta por que en la gráfica 13 se presentan todas las variables en los 3 Componentes Principales, y en la gráfica No 1, sólo 4 variables. Será el criterio del investigador y el conocimiento del cultivo, el que finalmente debe decidir sobre los mejores genotipos a seleccionarse, sin olvidar que el análisis estadístico es sólo una herramienta más en la toma de decisiones.

En las Gráficas, de la No 5 a la No 13, se presentan las diferentes variables en los Componentes Principales 1 y 2 , 1 y 3, 2 y 3, en planos de 2 y 3 dimensiones, así como superficies de respuesta para algunas características fisiológicas y de rendimiento, tomadas de 3 en 3, para un mejor entendimiento de lo aquí descrito. Los puntos en estas gráficas, son los genotipos en estudio.

CONCLUSIONES

- 1.- Para las variables agroclimáticas, de las fuentes de variación Evaluaciones, Horas, Posición de Hojas y Genotipos, es el factor Genotipos el que más influye en la expresión de diferencias significativas.
- 2.- Para las variables fisiológicas, el factor Evaluaciones contribuyó para la expresión de diferencias significativas, así como el de Genotipos.
- 3.- Para Fotosíntesis, se encontró mayor actividad en la etapa fenológica de fructificación, en las horas de la mañana y el mediodía. La menor actividad, se encontró en la etapa fenológica de floración y madurez, en la tarde.
- 4.- De los 11 genotipos evaluados, tuvieron mayor actividad fotosintética el 10, 3 y 1 y la menor actividad, el 4 y 8.
- 5.- Para las características de rendimiento, se encontró significancia entre genotipos, siendo los mejores el 4, 2, 3, 8 y 9, siendo de menor rendimiento el 10, 11 y 6.
- 6.- Las correlaciones simples no exhibieron una tendencia regular entre variables fisiológicas y rendimiento, así como entre variables agroclimáticas y rendimiento.

7.- El análisis multivariado 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.

8.- Por el procedimiento de Componentes Principales, los mejores genotipos son 3, 9, 7 y 8.

BIBLIOGRAFIA

- Bar-Tsur, A., Rudich, J. and Bravdo, B. 1985. Photosynthesis, Transpiration and Stomatal Resistance to Gas Exchange in Tomato Plants Under High Temperatures. *Journal of Horticultural Science* 60(3): 405-410.
- Beadle, C.L., M.M. Ludlow y J.L. Honeysett. 1988. Técnicas en Fotosíntesis y Bioproduktividad. Coombs, J., D.O. Hall, S.P. Long y J.M. Scurlock (Editores) Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México, México. Pp. 42-51.
- Berry, S.Z. and Rafique Uddin, M. 1988. Effect of High Temperature on Fruit Set in Tomato Cultivars and Selected Germplasm. *HortScience*, 23 (3): 606-08.
- Bidwell, R.G.S. 1987. Fisiología Vegetal. Primera edición en Español. Ed. AGT Editor, S.A. México 762 pp.
- Campbell, D.E., Lyman, M., Corse, J. and E. Hautala, 1986. On the Relationships of Net CO₂ Assimilation and Leaf Expansion to Vegetative Growth in *Lycopersicon esculentum*, var Jubilee. *Plant Physiol* 80: 711-715
- Centro de Investigación en Química Aplicada. 1984. Manuales de Agroplásticos. Una guía indispensable para el conocimiento y aplicación de los plásticos en la agricultura. Departamento de Estudios Agronómicos. Saltillo, Coahuila, México.
- Cook, W.P. and Sanders, D.C. 1991. Nitrogen application Frequency for Drip irrigated Tomatoes. *HortScience* 26 (3): 250:252.
- Freund, J.R., Littell, C.R., Spector, C.P. 1986. SAS System for Linear Models. Series in Statistical Applications. SAS Institute Inc. Caray, NC.
- Koning, A.N.M. de 1988. The Effect of Different Day/Night Temperature Regimes On Growth, Development and Yield of Glasshouse Tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 63 (3): 465-447.
- Kuo, C.G. and Tsai, C.T. 1984. Alteration by High Temperature of Auxin and Gibberellin Concentrations in the Floral Buds, Flowers and Young Fruit of Tomato. *HortScience*, 19 (6): 870-872.
- Melton, R.R. and Dufault, R.J. 1991. Nitrogen, Phosphorus, and Potassium fertility Regimes Affect Tomato Transplant Growth. *HortScience*, 26 (2): 141-141.

- Núñez, P.G. 1988. La influencia del Riego en el Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bajo el Sistema de Acolchado en Condiciones de Invernadero. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 71
- Pearce, B.D., Grange R.I. and Hardwick, K. 1993. The Growth of Young Tomato Fruit. I Effects of temperature and irradiance on fruit grown in controlled environments. *Journal of Horticultural Science*. 68 (1):1-11.
- Robledo, P.F. y Martin, V.L. 1981. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Rojas, G.M., Rovalo, M.M. 1988. The Effects of Summer CO₂ Enrichment and Ventilation Temperatures on the Yield, Quality and Value of Glasshouse Tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 63 (1): 119-129.
- Sweeney, D.W., Graetz, D.A., Bottcher, A.B., Locascio, S.J. and Campbell, K.L. 1987. Tomato Yield and Nitrogen recovery as Influenced by Irrigation Method, Nitrogen Source, and Mulch. *HortScience* 22 (1): 27-29.
- Valadez, L.A. 1993. Producción de Hortalizas. Tercera reimpresión. Ed. LIMUSA. México. 298 p.

Cuadro No 1. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para Características Agroclimáticas en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1997.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Intensidad Luminosa	Temperatura del Aire	Concentración CO ₂	Humedad Relativa
Repetición	3	262.755	13.350	347.202	122.352
Evaluación (A)	2	549.333	537.958 *	2.335	225.229
E(a)	6	227.081	26.235	88.302	207.397
Horas (B)	2	390.683	19.688	141.880	900.095 **
A x B	4	350.457	15.670	71.613	667.287 **
E(b)	18	340.835	38.839	69.287	78.408
Hojas (C)	1	149.554	4.564	7.858	63.992 *
A x C	2	236.793 **	4.145	3.050	43.351
B x C	2	23.028	9.616	29.962	19.102
A x B x C	4	32.633	4.238	21.390	47.949 *
E (c)	27	39.360	5.697	20.223	14.820
Genotipos (D)	10	10.052	1.657	11.170	10.628
A x D	20	6.725	0.772	8.665	6.458
B x D	20	31.509 *	3.827 **	9.016	16.186 *
A x B x D	40	35.663 **	3.188 **	20.300 **	10.495
C x D	10	15.627	1.132	13.959	3.142
A x C x D	20	20.383	1.399	7.193	5.166
B x C x D	20	40.694 **	4.603 **	15.784 *	12.072
A x B x C x D	40	38.024 **	4.319 **	14.048 **	15.648 *
E (d)	540	16.754	1.407	8.366	9.676
C.V. (%)		17.42	4.11	19.09	22.40

C.V. = Coeficiente de Variación

Números con * y **, Significativos al .05 y .01 de Probabilidad, Respectivamente.

Cuadro No 2. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para Características Fisiológicas en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1997.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Temperatura de la Hoja	Fotosíntesis	Conductancia Estomática	Transpiración	Uso Eficiente del Agua
Repetición	3	13.722	24.129	24.706	7.781	5.907
Evaluación (A)	2	536.827 **	147.476	334.213 **	204.755 **	6.746
E(a)	6	21.578	47.353	22.861	15.858	17.290
Horas (B)	2	21.597	80.390	201.422 **	127.377 **	20.279
A x B	4	21.113	49.935	86.693 *	73.648 **	6.753
E(b)	18	33.509	42.366	21.189	15.325	23.810
Hojas (C)	1	0.109	15.250	0.474	1.464	4.748
A x C	2	8.172	28.502 *	4.644	35.595 **	5.24 *
B x C	2	11.703	11.517	16.526	6.364	2.056
A x B x C	4	6.814	143.74	30.061 **	12.945 **	1.664
E (c)	27	5.621	6.506	5.424	2.251	1.424
Genotipos (D)	10	2.094	9.840	7.817	2.140	5.305
A x D	20	0.941	12.771 *	6.754	2.634	7.999 *
B x D	20	5.259 **	11.431	6.059	1.756	7.361 *
A x B x D	40	4.544 **	11.893 *	8.117	1.684	7.837 *
C x D	10	1.422	5.256	10.783	3.396	1.712
A x C x D	20	1.436	3.507	11.104	3.392 *	0.479
B x C x D	20	7.070 **	8.124	8.915	3.228 *	1.568
A x B x C x D	40	5.521 **	9.241	10.641	3.331 **	2.123
E (d)	540	1.648	7.947	7.648	1.964	4.966
C.V. (%)		4.90	8.05	11.85	3.94	4.29

C.V. = Coeficiente de Variación

Números con * y **, Significativos al .05 y .01 de Probabilidad, Respectivamente.

**Cuadro No 3. Valores Promedio de Fotosíntesis, en
 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, en la Interacción AxBxD,
en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero.**

Promedio	Signif.	Tratamiento	Promedio	Signif.	Tratamiento	Promedio	Signif.	Tratamiento
20.68	a	a2 b3 d10	13.23	a	a2 b2 d8	8.9	ab	a3 b2 d9
18.53	a	a2 b1 d9	13.11	a	a1 b1 d11	8.68	ab	a2 b2 d10
18.52	a	a2 b3 d8	13.03	a	a2 b1 d5	8.41	ab	a3 b3 d6
18.32	a	a2 b2 d3	12.61	ab	a3 b3 d7	8.2	ab	a1 b2 d7
17.85	a	a2 b1 d10	12.53	ab	a3 b3 d11	8.17	ab	a3 b1 d7
17.83	a	a1 b1 d2	12.44	ab	a1 b2 d6	8.1	ab	a3 b1 d4
17.8	a	a2 b1 d3	12.37	ab	a2 b3 d7	7.75	ab	a3 b2 d7
17.62	a	a2 b1 d1	12.36	ab	a2 b2 d4	7.59	ab	a1 b3 d2
16.69	a	a2 b2 d7	12.21	ab	a2 b3 d6	7.44	ab	a3 b1 d9
16.58	a	a2 b2 d1	12.06	ab	a2 b3 d4	7.26	ab	a2 b1 d11
16.2	a	a2 b2 d2	12.02	ab	a1 b2 d5	7.14	ab	a3 b3 d10
16.14	a	a2 b1 d6	11.9	ab	a2 b3 d1	7.05	ab	a3 b2 d1
15.88	a	a1 b1 d6	11.8	ab	a3 b1 d5	6.95	ab	a3 b3 d2
15.79	a	a3 b3 d4	11.6	ab	a3 b3 d9	6.92	ab	a1 b3 d8
15.59	a	a2 b1 d4	11.26	ab	a2 b3 d11	6.74	ab	a1 b3 d10
14.88	a	a1 b2 d4	11.09	ab	a1 b2 d2	6.73	ab	a1 b3 d7
14.76	a	a1 b1 d5	11.04	ab	a2 b2 d11	6.64	ab	a2 b2 d9
14.55	a	a3 b1 d11	10.87	ab	a3 b2 d5	6.47	ab	a3 b2 d10
14.52	a	a1 b1 d8	10.73	ab	a2 b1 d8	6.26	ab	a3 b1 d6
14.35	a	a3 b1 d3	10.63	ab	a1 b2 d1	6.19	ab	a3 b1 d2
14.33	a	a1 b1 d9	10.6	ab	a1 b2 d9	6.17	ab	a1 b3 d6
14.2	a	a1 b1 d3	10.57	ab	a3 b2 d11	6	ab	a2 b3 d2
14.2	a	a2 b3 d3	10.56	ab	a1 b2 d8	5.78	ab	a1 b3 d11
14.17	a	a2 b1 d2	10.37	ab	a3 b3 d1	5.56	ab	a1 b3 d3
13.99	a	a1 b1 d10	10.19	ab	a3 b3 d3	5.55	ab	a1 b3 d1
13.92	a	a1 b1 d4	9.82	ab	a1 b2 d11	5.54	ab	a1 b3 d9
13.87	a	a2 b3 d9	9.62	ab	a1 b2 d10	5.28	ab	a3 b2 d8
13.8	a	a1 b1 d1	9.41	ab	a3 b1 d8	4.95	ab	a3 b2 d4
13.77	a	a1 b2 d3	9.38	ab	a2 b1 d7	4.82	ab	a1 b3 d5

13.76	a	a1 b1 d7	9.29	ab	a2 b3 d5	3.7	ab	a3 b3 d8
13.72	a	a2 b2 d6	9.25	ab	a3 b2 d6	2.04	ab	a1 b3 d4
13.67	a	a2 b2 d5	9.21	ab	a3 b1 d1	1.83	ab	a3 b2 d2
13.352	a	a3 b2 d3	8.9	ab	a3 b1 d10	-7.69	b	a3 b3 d5

Promedios con la misma letra en significancia, iguales estadísticamente, según Tukey al 0.05 de probabilidad.

Cuadro No 4. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para Características de Rendimiento en 11 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero, Total de 9 Cosechas. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1997.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Rendimiento por Planta	Número de Frutos por Planta	Peso Promedio por Frutos	Número de Cosechas
Repeticiones	3	1.787	28.660 **	1.134	0.636
Genotipos	10	98.632 **	14.025 *	782.184 **	0.555
Error Exp.	30	4.993	5.385	27.980	0.403
C.V (%)		24	14	13	7.63

C.V. = Coeficiente de Variación.

Números con * y **, Significativos al .05 y .01 de Probabilidad, Respectivamente.

Cuadro No 5. Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) Para Características de Rendimiento en 11 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero, en 9 Cosechas. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1997.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Rendimiento Promedio por Planta	Número de Frutos por Planta	Peso Promedio de Fruto
Repeticiones	3	41.000	12.757	23.545 *
Cosechas (A)	8	256.846 **	189.201 **	26.036 **
E(a)	24	18.408	9.774	6.052
Genotipos (B)	10	45.256 **	21.691 **	7.040 **
A x B	80	8.306	4.345	3.045
E(b)	270	6.557	3.630	2.450
C.V (%)		22	19	15

C.V. = Coeficiente de Variación.

Números con * y **, Significativos al .05 y .01 de Probabilidad, Respectivamente.

Cuadro No 6. Coeficientes de Correlación entre Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1997.

	QNTUM	TAIR	THOJA	CO2	HR	FOTO	COND	TRANSP	UEA	PPMFTO	RPMPTA/C	FT/PTA/C
QNTUM	1.000	-0.213	-0.173	-0.449	0.376	0.458	0.533	0.162	0.523	-0.025	-0.150	-0.092
TAIR	-0.213	1.000	0.756 **	-0.048	-0.228	0.174	0.004	0.480	0.320	-0.378	-0.082	0.025
THOJA	-0.173	0.756	1.000	0.061	-0.308	0.252	-0.026	0.138	0.306	-0.523	-0.398	-0.281
CO2	-0.449	-0.048	0.061	1.000	-0.645 *	-0.054	-0.327	-0.143	-0.137	-0.042	0.158	0.135
HR	0.376	-0.228	-0.308	-0.646	1.000	0.245	0.330	0.021	0.145	0.246	0.031	-0.050
FOTO	0.458	0.174	0.252	-0.054	0.245	1.000	0.600 *	0.458	0.922 **	0.206	0.235	0.210
COND	0.533	0.004	-0.026	-0.327	0.330	0.600	1.000	0.693 *	0.536	0.598	0.050	-0.173
TRANSP	0.162	0.480	0.138	-0.143	0.021	0.458	0.694	1.000	0.466	0.368	0.193	0.112
UEA	0.523	0.320	0.306	-0.137	0.145	0.923	0.536	0.466	1.000	0.128	0.166	0.190
PPMFTO	-0.025	-0.378	-0.523	-0.042	0.246	0.206	0.598	0.368	0.128	1.000	0.468	0.137
RPMPTA/C	-0.150	-0.082	-0.398	0.158	0.031	0.235	0.050	0.193	0.166	0.468	1.000	0.922 **
FT/PTA/C	-0.092	0.025	-0.281	0.135	-0.050	0.210	-0.173	0.112	0.190	0.137	0.923	1.000

Números con * y ** Significativos al .05 y .01 de Probabilidad, respectivamente.

Cuadro No 7. Características Agroclimáticas y Fisiológicas (Promedio de 72 Observaciones) y de Rendimiento (Promedio de 36 Observaciones) para el Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero.

GENOTIPO	QNTUM	TAIR	THOJA	CO2	HR	FOTO	COND	TRANSP	UEA	PPMFTO	RPMPTA/C	FT/PTA/C
1	224.124	28.943	26.3012	499.31	42.673	11.412	2.961	12.682	2.052	118.385	380.862	3.176
2	234.347	28.732	26.002	477.469	44.815	9.761	3.311	12.795	1.663	139.266	482.648	3.538
3	259.363	28.902	26.405	476.594	44.333	13.527	3.707	12.959	2.487	117.194	432.204	3.565
4	242.617	28.812	26.007	492.757	42.836	11.077	3.532	12.891	1.997	140.672	584.685	4.000
5	228.581	28.689	26.273	495.098	42.749	9.176	2.809	11.299	1.438	108.469	299.556	2.426
6	256.159	28.752	26.098	481.992	45.649	11.162	3.545	12.568	1.928	119.976	237.084	1.843
7	231.366	29.119	26.469	469.386	43.935	10.63	3.655	13.358	1.847	123.285	284.621	2.037
8	248.502	28.677	25.976	465.989	44.558	10.318	3.232	12.514	1.693	117.107	393.676	3.334
9	244.972	28.867	26.178	459.517	45.713	10.826	3.114	11.929	2.054	119.938	389.87	3.111
10	252.568	28.634	26.117	473.333	43.637	11.12	3.77	12.625	2.048	142.102	242.792	1.667
11	250.415	29.003	26.321	478.787	42.189	9.547	3.024	12.588	1.871	96.48	240.269	2.611

**Cuadro No 8. Análisis de Componentes Principales en Tomate
(*Lycopersicon esculatum* Mill) en Invernadero. Características de valores
Eigen y de Varianza Para los 5 Principales Componentes.**

Componente	Eigenvalor	% Varianza Total	Eigenvalor Acumulado	% Varianza Acumulada
1	3.661	30.506	3.661	30.506
2	2.659	22.160	6.320	52.666
3	2.259	18.826	8.579	71.492
4	1.244	10.365	9.823	81.857
5	1.045	8.712	10.868	90.569

**Cuadro No 9. Análisis de Componentes Principales
en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero.
Contribución de las Variables Agroclimáticas, Fisiológicas
y de Rendimiento en los Principales 5 Componentes.**

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
QNTUM	0.729 *	0.283	-0.205	-0.022	0.410
TAIR	0.051	-0.974 *	0.037	0.029	0.001
THOJA	0.203	-0.824 *	-0.316	-0.185	-0.184
CO2	-0.066	0.074	0.116	-0.078	-0.933 *
HR	0.155	0.251	0.031	0.114	0.823 *
FOTO	0.894 *	-0.149	0.176	0.240	0.011
COND	0.518	0.034	-0.168	0.776 *	0.223
TRANSP	0.268	-0.446	0.117	0.752 *	0.072
UEA	0.901 *	-0.259	0.145	0.175	0.045
PPMFTO	-0.002	0.418	0.240	0.827 *	0.011
RPMPTA_C	0.046	0.130	0.952 *	0.217	-0.068
_FTPTA_C	0.099	0.004	0.978 *	-0.084	-0.042
Var. Exp.	2.570	2.260	2.174	2.050	1.814
Prop. Total	0.214	0.188	0.181	0.171	0.151

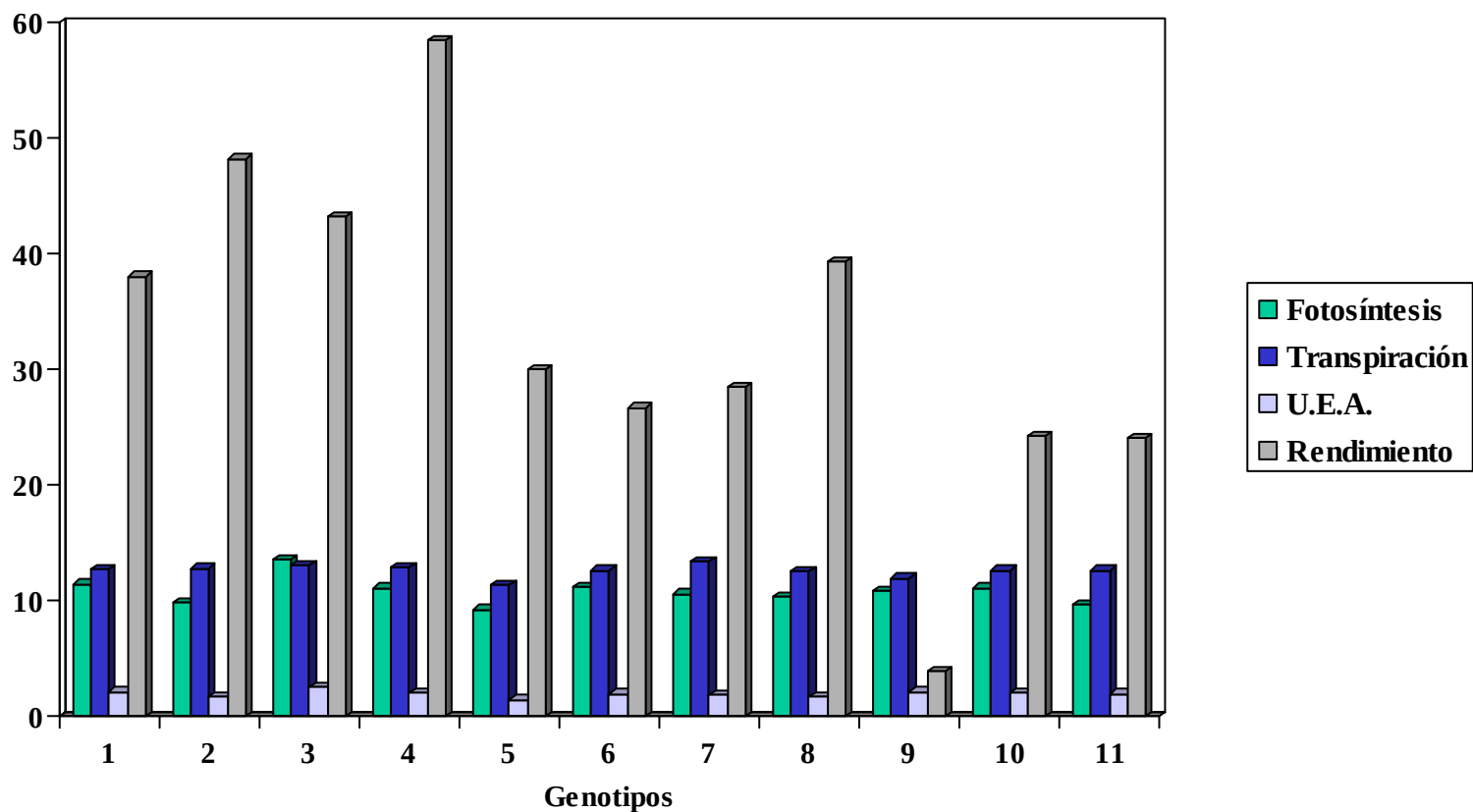
**Cuadro No 10. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)
en Invernadero. Contribución Relativa en Cada Componente, de las Características
Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento.**

Variable	A partir de 1 Factor	de 2 Factores	de 3 Factores	de 4 Factores	de 5 Factores	Múltiple Coef de Det.
QNTUM	0.533	0.613	0.655	0.655	0.823	1.000
TAIR	0.003	0.953	0.954	0.955	0.955	1.000
THOJA	0.041	0.721	0.821	0.855	0.889	1.000
CO2	0.004	0.010	0.023	0.029	0.900	1.000
HR	0.024	0.087	0.088	0.101	0.778	1.000
FOTO	0.801	0.823	0.854	0.912	0.912	1.000
COND	0.268	0.269	0.298	0.900	0.950	1.000
TRANSP	0.072	0.271	0.285	0.851	0.856	1.000
UEA	0.812	0.879	0.900	0.931	0.933	1.000
PPMFTO	0.000	0.175	0.233	0.917	0.917	1.000
RPMPTA/C	0.002	0.019	0.927	0.974	0.978	1.000
FT/PTA/C	0.010	0.010	0.967	0.974	0.976	1.000

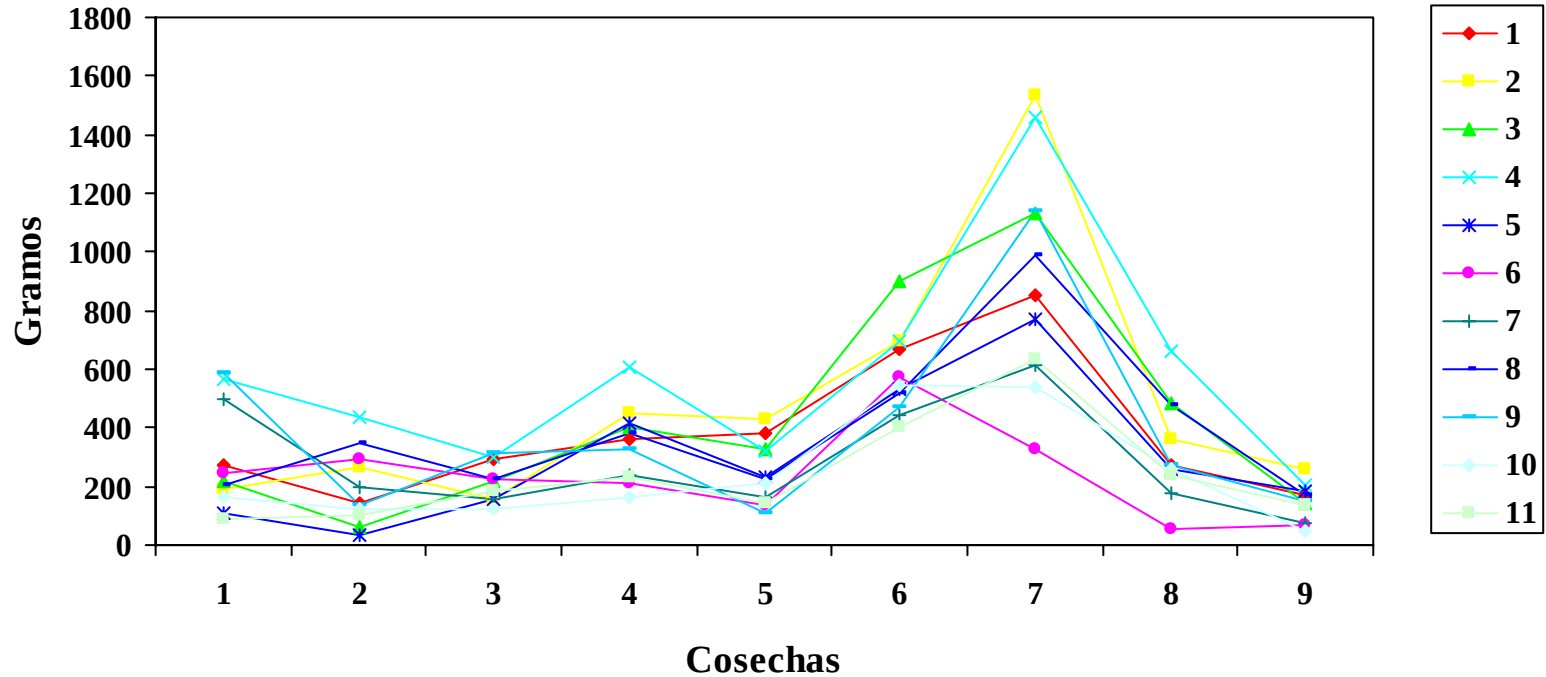
**Cuadro No 11. Análisis de Componentes Principales en Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Contribución
Relativa de Cada Genotipo a los 5 Principales Componentes,
Considerando Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento.**

Genotipo	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
1	0.142	-0.901	-1.471	-0.455	0.858
2	-1.181	0.580	0.524	0.693	1.206
3	2.441	-0.584	0.083	-0.098	0.194
4	0.280	0.652	-1.122	0.879	1.501
5	-1.104	0.525	-1.138	-1.656	-0.461
6	0.499	0.808	0.499	0.108	-1.033
7	-0.934	-2.026	0.526	1.457	-0.390
8	-0.435	0.835	0.974	-0.314	0.082
9	0.212	-0.214	1.845	-1.254	0.731
10	0.343	1.278	-0.274	1.298	-1.300
11	-0.264	-0.955	-0.446	-0.659	-1.387

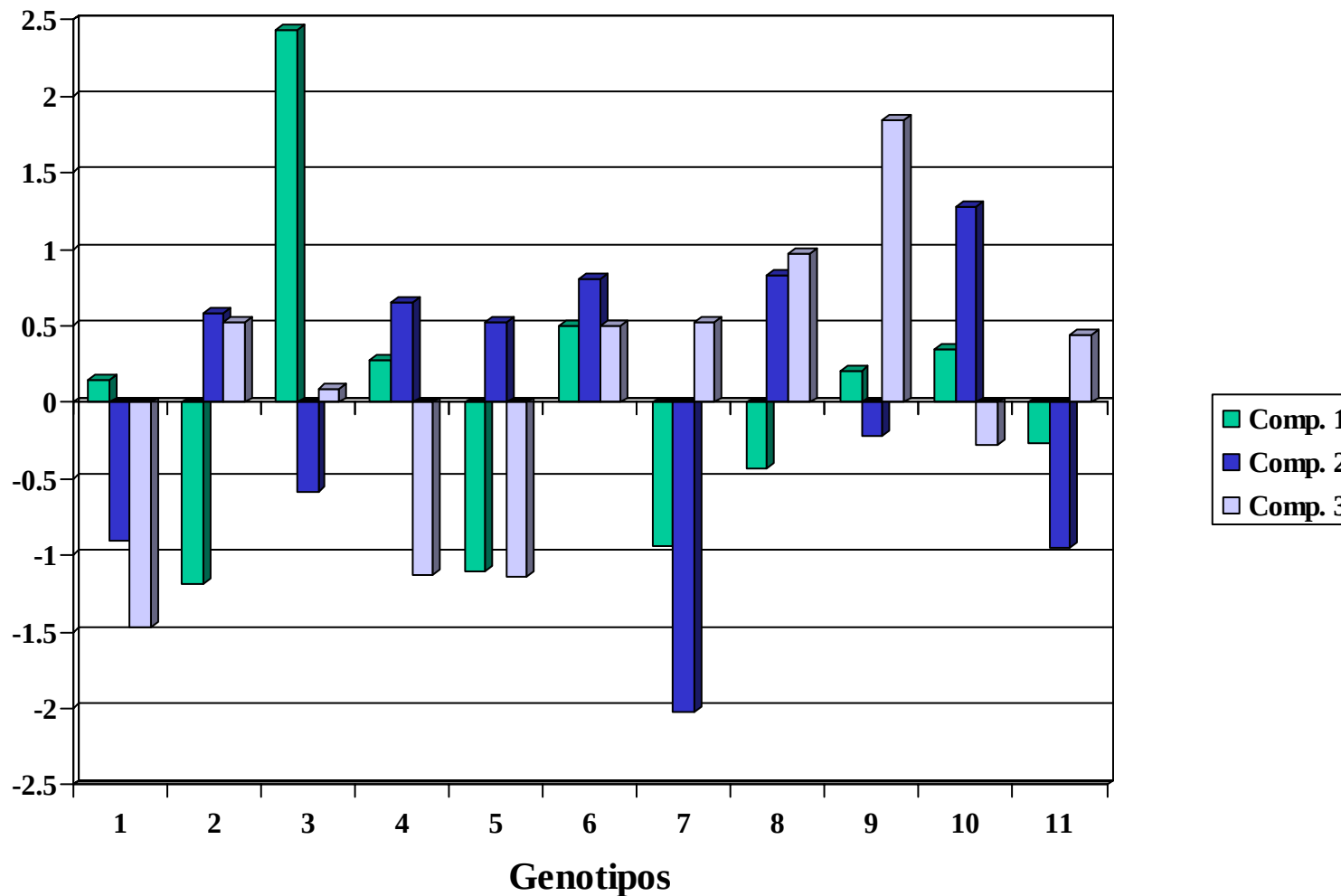
Gráfica No 1. Fotosíntesis($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Transpiración ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Uso Eficiente del Agua y Rendimiento(gramos/10) en 11 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1997.



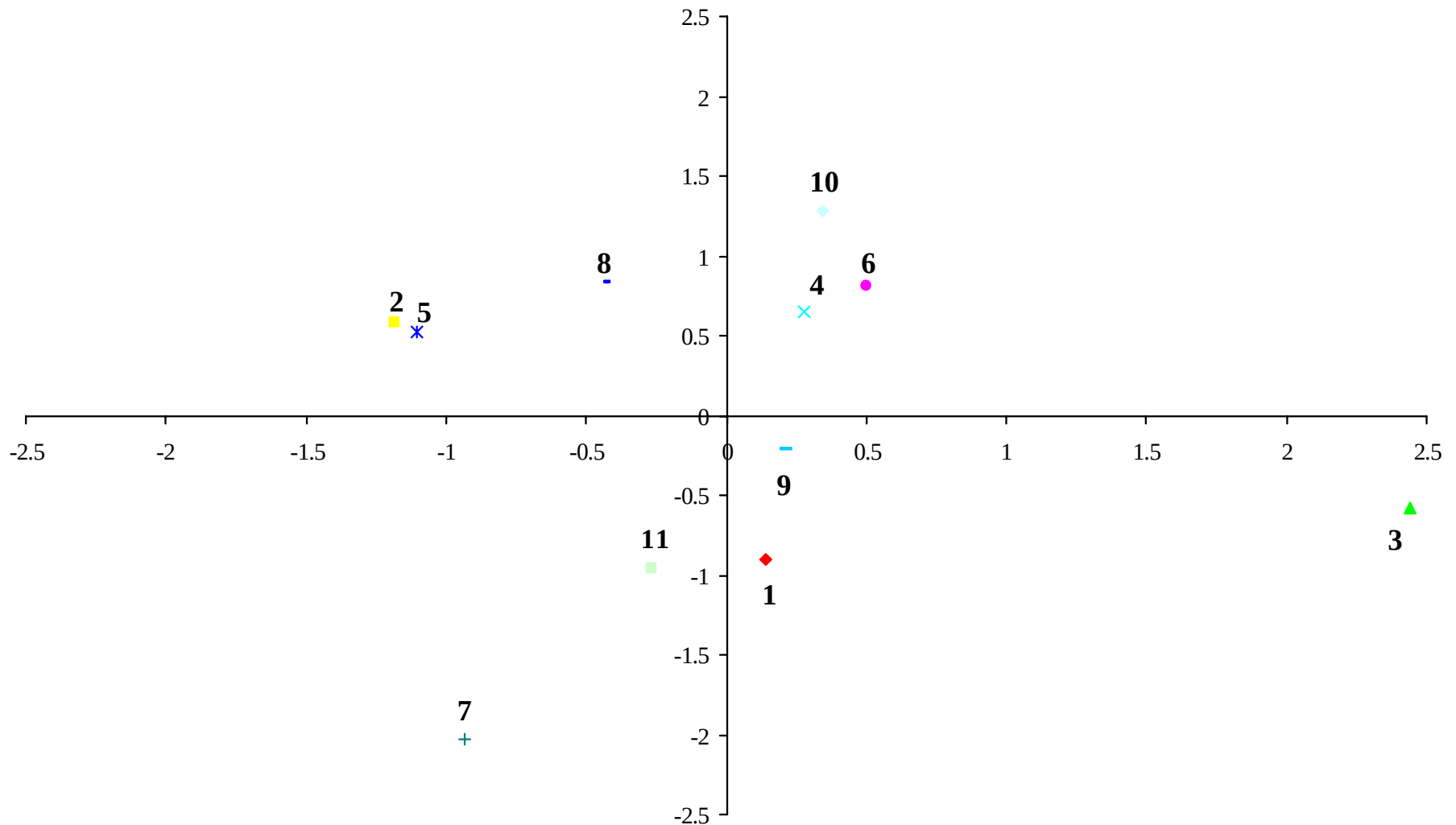
Gráfica No 2. Rendimiento Promedio por Planta en 9 Cosechas, de 11 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1997.



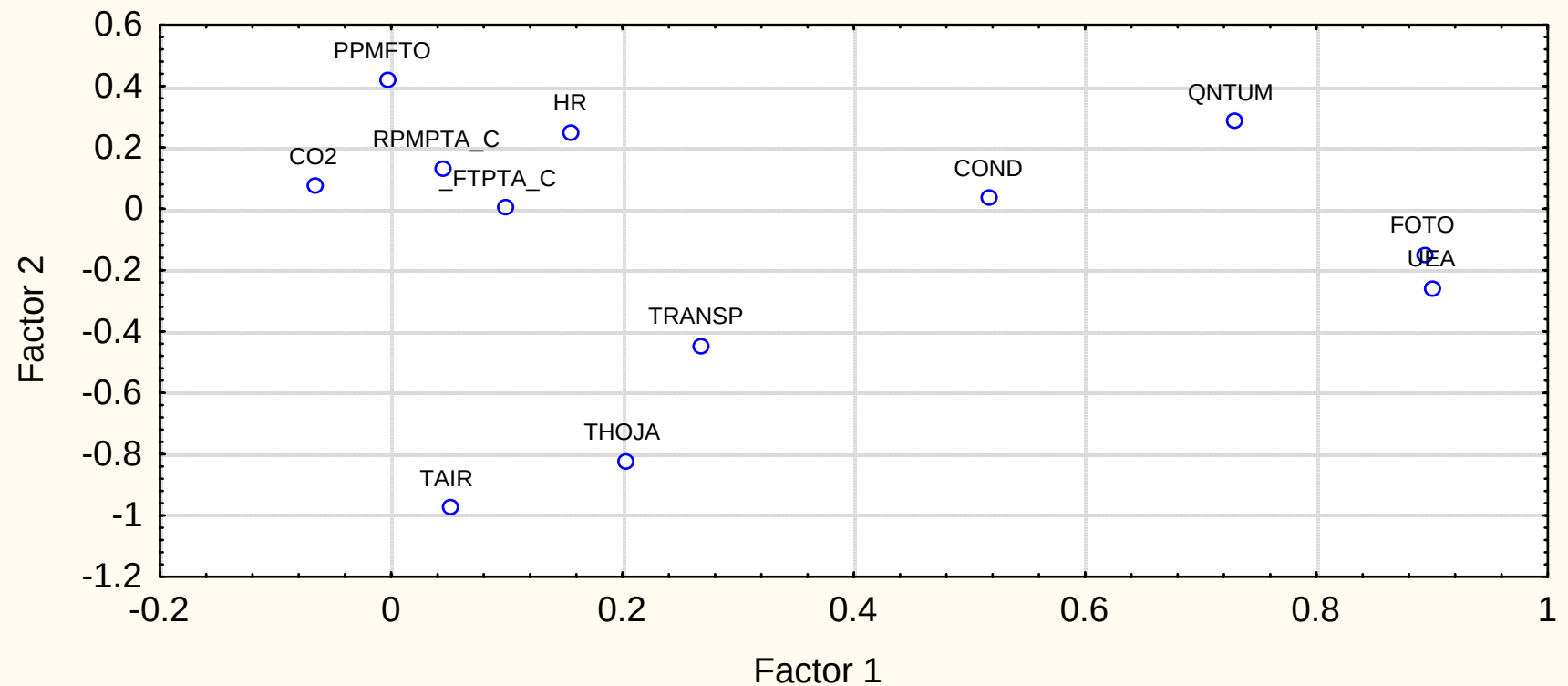
Gráfica No 3. Análisis de Componentes Principales en Tomate
(Lycopersicon esculentum Mill) en Invernadero. Contribución Relativa
de Cada Genotipo a los Tres Principales Componentes.



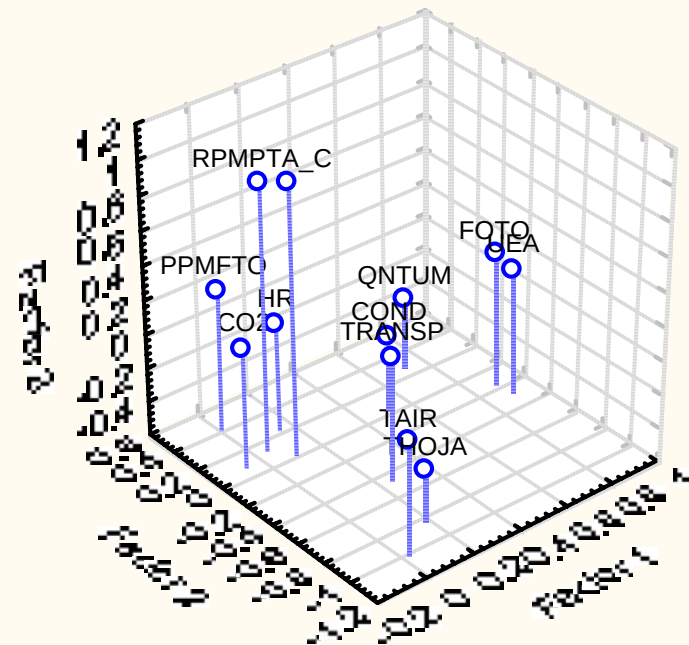
Gráfica No 4. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Posición Relativa de los 11 Genotipos en los 2 Principales Componentes.



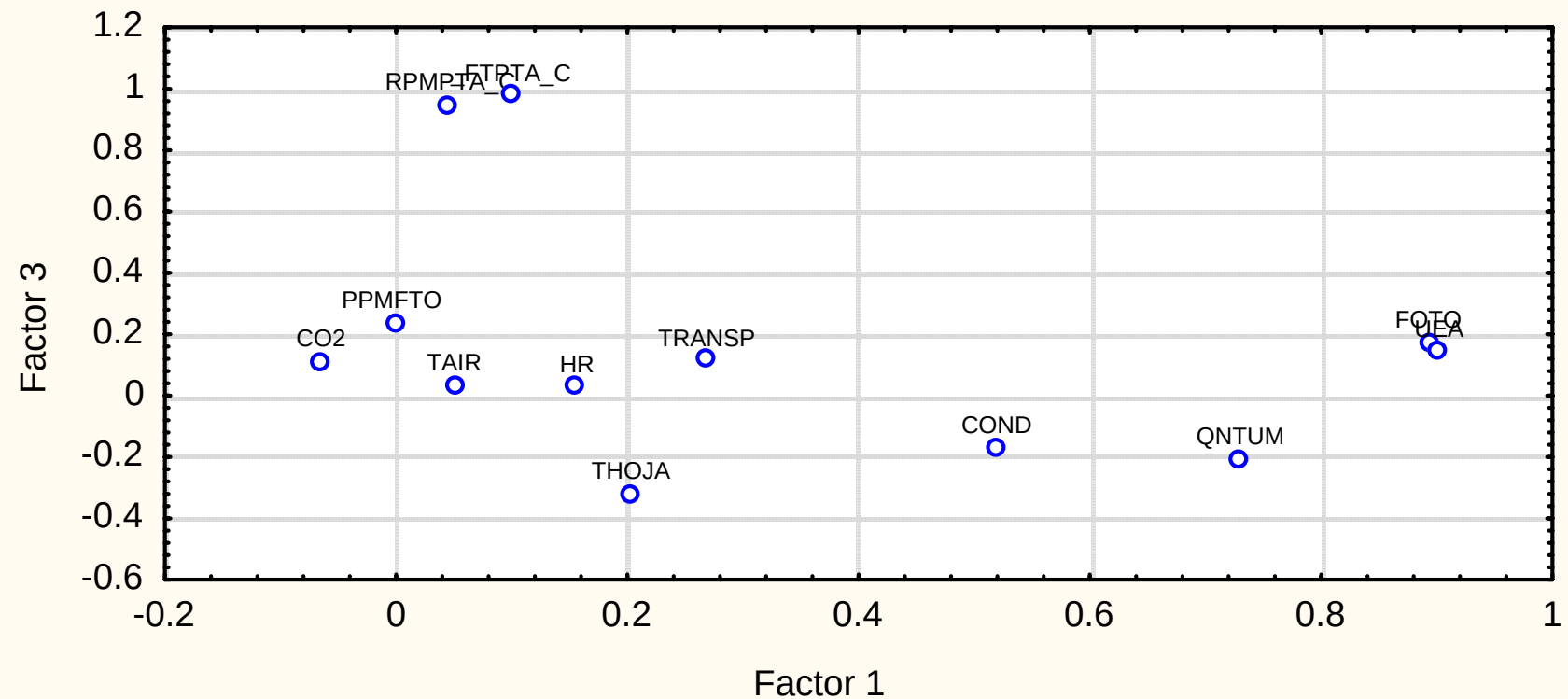
**Gráfica No 5. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon
esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de las Variables
Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento en los 2 Principales Componentes**



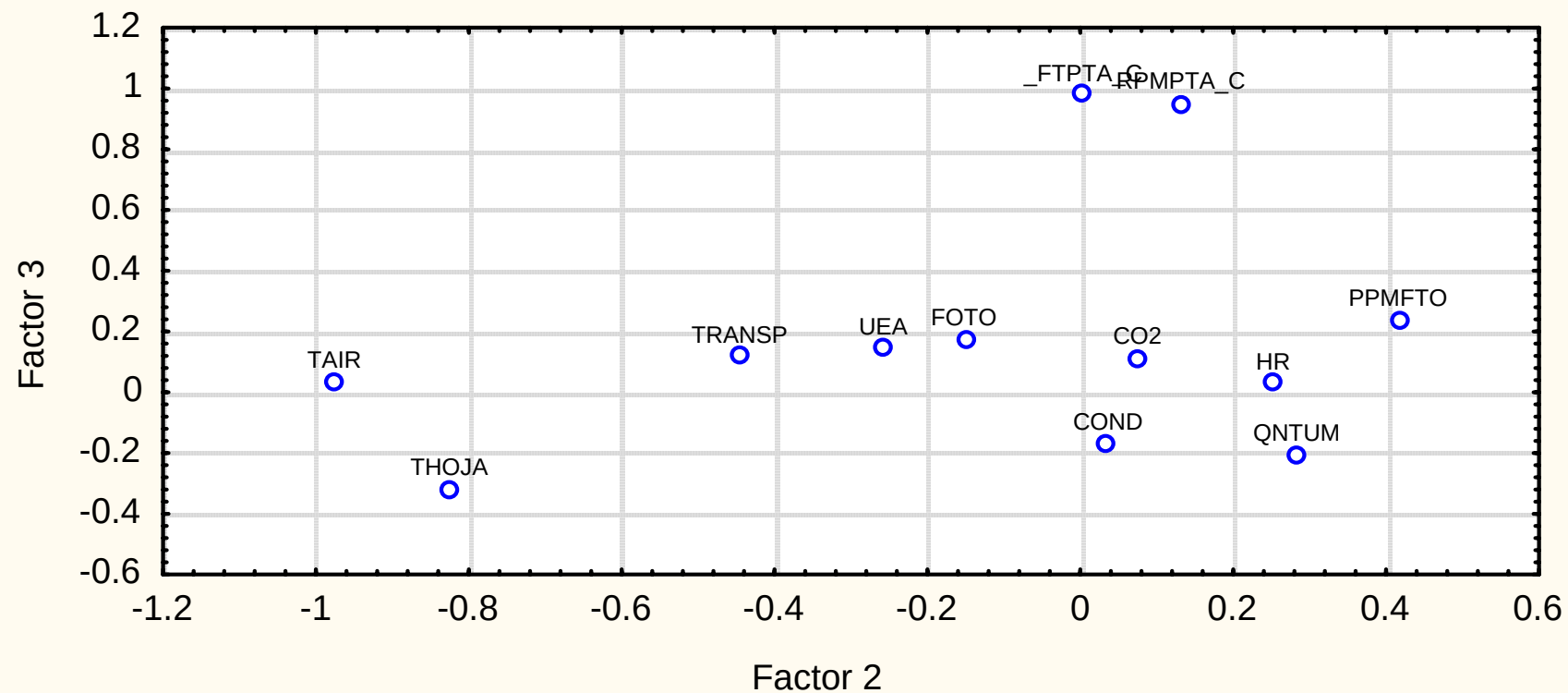
Gráfica No 8. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de las Variables Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento en los 3 Principales Componentes



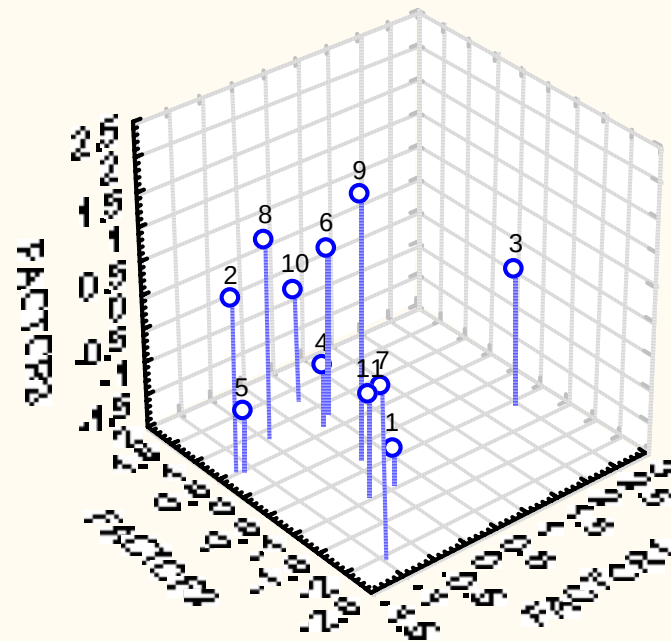
**Gráfica No 6. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon
esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de las Variables
Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento en los Componentes 1 y 3**



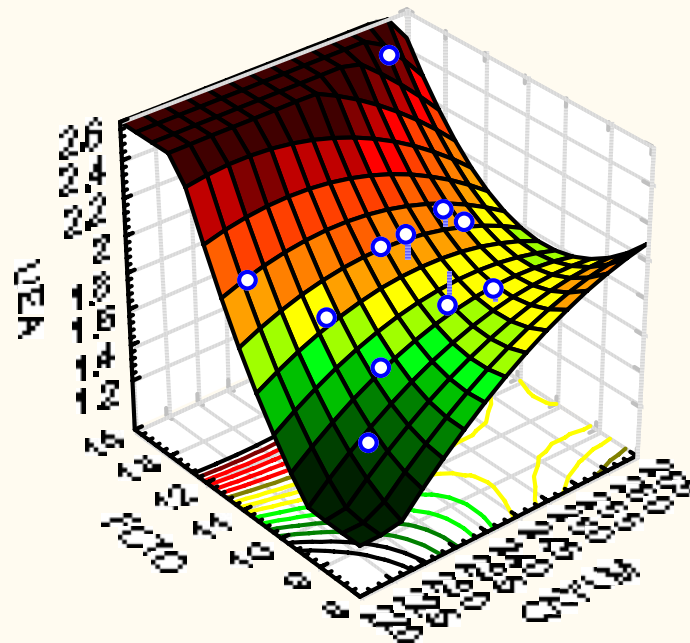
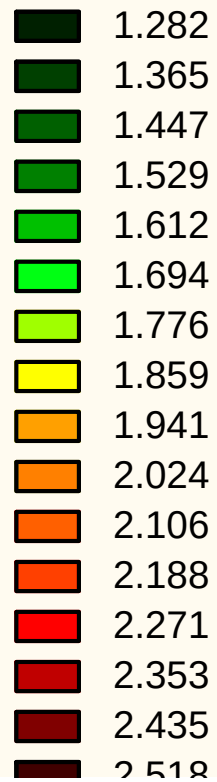
**Gráfica No 7. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon
esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de las Variables
Agroclimáticas, Fisiológicas y de Rendimiento en los Componentes 2 y 3**



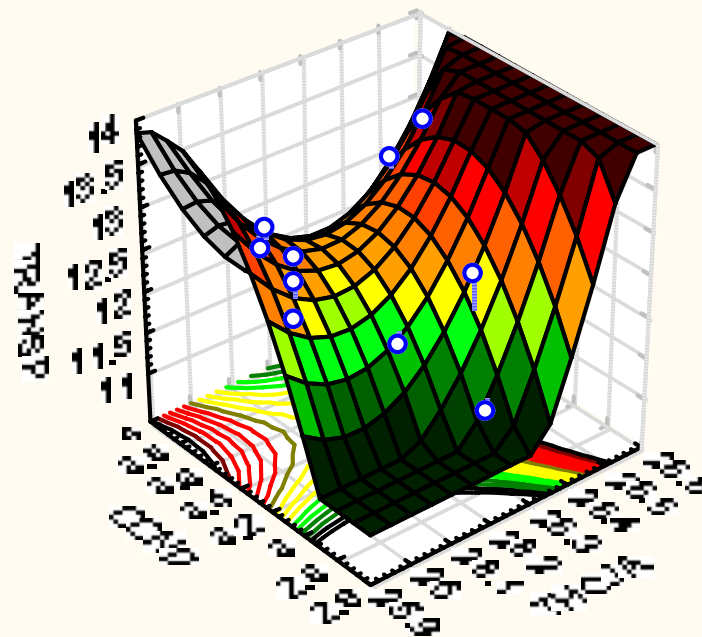
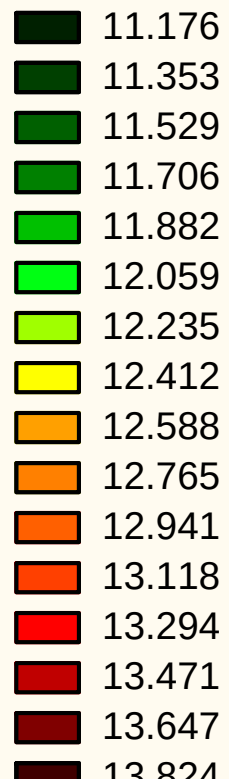
Gráfica No 13. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Invernadero. Posición Relativa de los 11 Genotipos en los 3 Principales Componentes



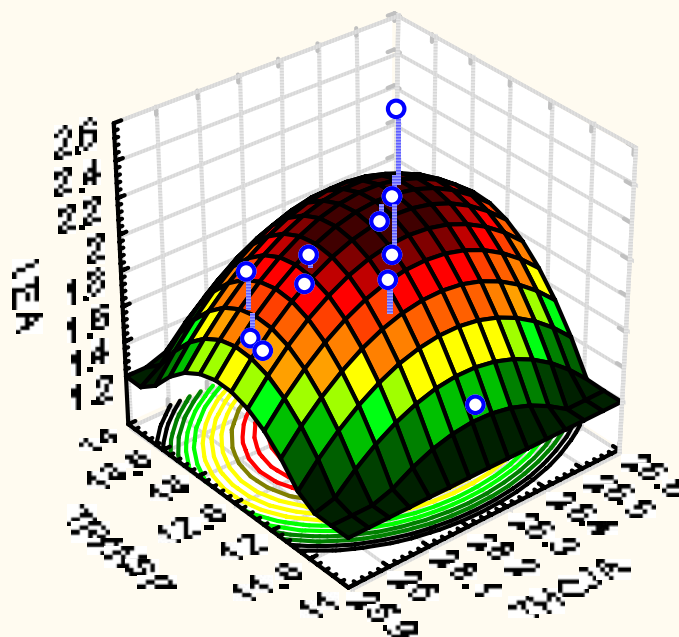
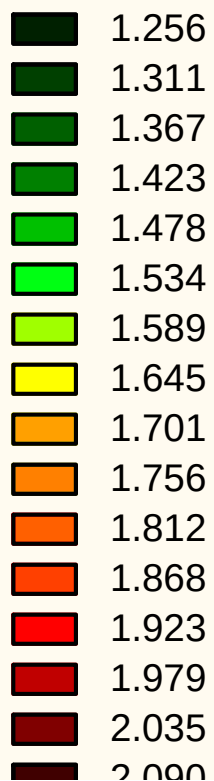
Gráfica No 9. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de los 11 Genotipos en las Variables Quantum, Fotosíntesis y U.E.A.



Gráfica No 10. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de los 11 Genotipos en las Variables Thoja, Cond. y Transpiración.



Gráfica No 11. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de los 11 Genotipos en las Variables Thoja, Transpiración y U.E.A.



+

Gráfica No 12. Análisis de Componentes Principales en Tomate (*Lycopersicon esculentum* M) en Invernadero. Posición Relativa de los 11 Genotipos en las Variables Fotosíntesis, U.E.A. y RPMPTA/C

