

EVALUACION DE GENOTIPOS DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill), CONSIDERANDO
CRITERIOS FISIOLÓGICOS, FENOLOGICOS Y
DE RENDIMIENTO, BAJO CONDICIONES DE
ALTA TEMPERATURA, EN INVERNADERO

MARIANO GUERRA HERNANDEZ

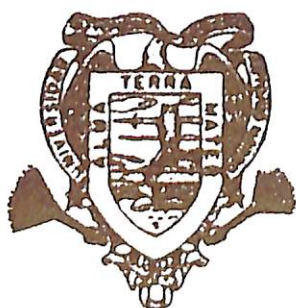
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE Universidad Autónoma Agraria
MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO



B I B L I O T E C A



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

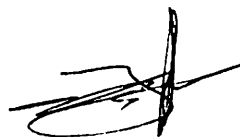
DICIEMBRE DE 1997

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO

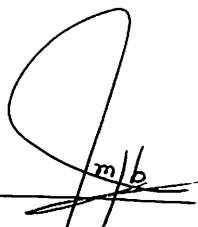
COMITE PARTICULAR

Asesor Principal



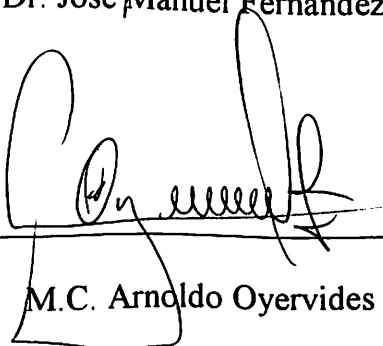
M.C. Fernando Borrego Escalante

Asesor



Dr. José Manuel Fernández Brondo

Asesor



M.C. Arnoldo Oyervides García



Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez.
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coah. Diciembre de 1997

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" mi Alma Mater que es fuente inagotable de Conocimientos y Sabiduría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Por el apoyo económico brindado en la realización de mis estudios de Maestría.

A Fernando Borrego, mi maestro y amigo, con admiración por su forma tan especial de enfrentar la vida, haciendo de ella una broma interminable.

Al Dr. José Manuel Fernández Brondo, un gran maestro que te hace pensar cuando vierte sus conceptos tan particulares y a la vez tan universales.

A todos mis maestros, en especial al M.C. Victor Cantú, al M.C. Humberto Alvarado Sánchez, y al M.C. Victor Zamora Villa, como un reconocimiento a su labor cotidiana en el salón de clase.

Un reconocimiento muy especial a los Sres. Juan Pablo Flores, Roberto López Bernal y Jesús Zavala Betancourt, ya que normalmente no reciben el crédito que merecen, a pesar de

que en ellos descansa la alta responsabilidad de apoyar con trabajo físico las investigaciones de este tipo

A Juan Manuel Cabello Espinoza, un excelente programador pero mejor amigo por tanto que lo abrumé con la mecanografía de este escrito.

Al Ing. Adrian Carvajal Alvizar un agradecimiento especial, ya que sin su ayuda hubiera sido imposible alcanzar esta meta.

Y por último, mi más grande agradecimiento a la Bióloga Ana María Ochoa Rivera por su esfuerzo, dedicación y profesionalismo.

DEDICATORIA

A los seres que me dieron la vida.

Faustino Guerra Pérez y Sofia Hernández de Guerra como reconocimiento y respeto por sus
dos ideales. hacer producir la tierra y formar a sus hijos.

A mis abuelos: Angel Guerra Serrano (+)

Antonia Pérez de Guerra

Pascual Hernández (+)

Ana María Contreras

A Pascual: mi hermano del alma que se adelantó en el camino hacia la eternidad.

A mis hermanos, tíos, suegra, cuñados, primos, sobrinos.

A mis amigos y compañeros de trabajo en el I.C.H.

A la luz que orienta mi vida: Ana Sofia y Mariano Eduardo.

Y de manera muy especial a ANA MARIA mi compañera, amiga, consejera y esposa,
ya que mis logros no hubieran sido posibles sin ella a mi lado.

COMPENDIO

Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), considerando criterios fisiológicos, fenológicos y de rendimiento, bajo condiciones de alta temperatura en invernadero.

POR

Mariano Guerra Hernández

Maestría

Fitomejoramiento

Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

Buenavista, Saltillo, Coah. Diciembre de 1997.

M.C. Fernando Borrego Escalante -Asesor-.

Palabras Claves: tomate *Lycopersicon esculentum*; alta temperatura; invernadero; análisis de senderos; variables fisiológicas; variables fenológicas, variables cuantitativas y cualitativas del rendimiento; correlación.

12 genotipos de tomate con amplia diversidad genética fueron evaluados de abril a octubre de 1993 bajo condiciones de producción intensiva y bajo alta temperatura en invernadero, teniendo como objetivos: a) Evaluación comparativa de aspectos fenológicos, fisiológicos; cuantitativos y cualitativos del rendimiento de 12 genotipos de

tomate representativos del banco de germoplasma de Fisiotecnia de la UAAAN. b) Correlacionar variables evaluadas y rendimiento, para recomendar a los genotipos promisorios para su integración en futuros trabajos de mejoramiento genético

Al efectuar los análisis estadísticos correspondientes se encontró que en el análisis de varianza, fotosíntesis, transpiración y uso eficiente del agua, mostraron diferencias significativas entre bloques, genotipos, posición de la hoja y hora del día, mientras que la interacción del genotipo por hora del día tuvo efectos altamente significativos en fotosíntesis, significativas en transpiración, y no significativas en el uso eficiente del agua. Difiriendo la conductancia estomática, que sólo mostró diferencias significativas en bloques, genotipos y posición de la hoja.

En la comparación de medias para estas mismas variables fisiológicas, los genotipos Montecarlo, Israel y Floradade, estadísticamente iguales, fueron los de más alta fotosíntesis. En transpiración, el genotipo Floradade fue el que obtuvo el valor más alto; y en uso eficiente de agua, el valor medio más alto lo alcanzó el genotipo Israel.

Las medias obtenidas para bloques indican que los valores más altos para fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática se obtuvieron en la primera fecha de evaluación (28 de Julio de 1993). Mientras que el valor medio mas alto para uso eficiente de agua se alcanzó en la última lectura (12 de Octubre) y en esta fecha se alcanzó el valor más bajo para transpiración.

Al comparar las medias de la interacción genotipo por hora del día, el valor más alto

para fotosíntesis lo alcanza el genotipo Israel al medio día y a esta hora mostro una tasa transpiratoria relativamente baja, con uno de los mas altos valores para uso eficiente de agua

Días a primera cosecha fue la única variable fenológica que mostro diferencias significativas y en este sentido, los genotipos Sunny y Montecarlo promediaron 68.5 días a primera cosecha, 139 días a la última cosecha y 70.50 días en cosecha, siendo los mejor calificados con respecto a variables fenológicas.

En el análisis de varianza de características cuantitativas del rendimiento, peso de fruto muestra diferencias altamente significativas entre repeticiones y genotipos; número de frutos por planta es altamente significativo sólo entre genotipos, al igual que número de cortes por planta, mientras que kg por planta no mostro diferencias significativas, para genotipos.

Dentro de las variables cualitativas del rendimiento, °Brix tuvo diferencias significativas en repeticiones y genotipos, y al efectuar las pruebas de medias, el genotipo mejor fue el Burpee's Super Steak.

Correlaciones positivas y significativas se detectaron entre días a última cosecha y kg por planta; transpiración y rendimiento, número de cortes por planta y número de días en cosecha, número de cortes por planta y fotosíntesis, número de días en cosecha y fotosíntesis, días a última cosecha y conductancia estomática.

Al efectuar el análisis de coeficientes de sendero, se encontró que las variables

transpiración y fotosíntesis presentaron un efecto directo muy alto sobre rendimiento, con una alta correlación positiva, mientras que número de días en cosecha mostró un efecto directo y positivo alto, pero con una correlación muy baja, de igual manera, (efectos directos altos, pero baja correlación) se comportaron: número de frutos por planta, peso promedio de frutos, días a primera cosecha y uso eficiente de agua, con respecto al rendimiento.

ABSTRACT

Evaluation of tomato genotypes (*Lycopersicon esculentum* Mill) considering physiological and phenological criterion and yield. in greenhouse under high temperature condition.

By

Mariano Guerra Hernández

Master of Science

Plant Breeding

Buenavista, Saltillo, Coah. December 1997

M.C. Fernando Borrego Escalante -Advisor-

Key Words: Tomato, *Lycopersicon esculentum*; high temperature; greenhouse; path analysis; physiological variables; phenological variables; quantitative and qualitative variables of yield; correlation.

12 Tomato genotypes with wide genetic diversity were evaluated from April to October 1993, under intensive production conditions and under high temperatures in greenhouse having as objectives: a) comparative evaluation of phenological,

physiological, quantitative and qualitative aspects of yield of 12 tomato genotypes representatives of germplasm bank of Fisiotecnia at UAAAN. b) correlation of evaluated variables and yield, for recommend promisorius genotypes to integrate them in future works of genetic breeding.

Taking effect on statistical analysis correspondent, we found in analysis of variance, photosynthesis, transpiration and water use efficiency showed significative differences, between blocks, genotypes, leaf position and day hour, Interaction of genotype for day hours had highly significative effects in photosynthesis, significative in transpiration, and non-significative in water use efficiency, differing the stomathic conductance, only showing significative differences in dates, genotypes and leaf position.

In comparison with means for this physiological variables, genotypes 71, 14 and 83, statistically the same, were those of highest photosynthesis. In transpiration, genotype 83 was the one who got the highest mean; and its water use efficiency, the highest medium mean was reached by genotype 11.

The dates means obtained indicate the highest for photosynthesis transpiration and stomathic conductance, obtained in the first evaluation date (july 28, 1993), while the highest medium mean of water use efficiency, it was reached in the last reading of (october 12) and at this date, it was reached the lowest mean of transpiration.

Comparing means of genotype interaction to day hour, the highest mean for

photosynthesis at noon was genotype 14, and at this hour showed a relative low transpiration rate, with one of the most high mean of water use efficiency.

Days at first harvest, was the only phenological variable, that showed significative differences and in this way genotypes 66 and 77 averaged 85 days at first harvest, 139 days at last harvest and 70.5 days in harvest, being the best qualified respect to phenological variables

The analysis of variance of quantitative characteristics of yield, the fruit weight showed highly significative differences between repetitions and genotypes; number of fruits per plant is highly significative only between genotypes as same as the number of cutting per plant, while kilograms per plant did not show genotype significative differences.

Within qualitative variables of yield, °Brix had significative differences in repetition and genotypes, when the mean's test was done, the best genotype was the 118.

Positive and significative correlations were detected between days at last harvest and kilograms per plant; transpiration and yield; cutting number per plant and days number in harvest; cutting number per plant and photosynthesis; days number in harvest and photosynthesis, days at last harvest and stomathic conductance.

When the path analysis coefficient was done, we found that transpiration and photosynthesis variables, presented a very high direct effect on yield, with a high positive correlation, while days number in harvest showed a high direct effect, positive high, but with a

very low correlation. in the same way. (high direct effects. but low correlation) behaved fruit number per plant. mean weight fruits. days at first harvest and water use efficiency. with respect to yield.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
Indice de Cuadros.....	xvii
Indice de Figuras.....	xix
Introducción.....	1
Revisión de Literatura.....	5
Características Generales.....	5
Hábitos de Crecimiento.....	5
Composición Química.....	6
Aspectos Fisiológicos.....	6
Fotosíntesis y Conductancia Estomática.....	9
Transpiración.....	18
Eficiencia en el Uso del Agua.....	19
Importancia de la Temperatura.....	24
Otros Estudios Fisiológicos.....	29
Aspectos Fenológicos.....	34
Aspectos Cuantitativos y Cualitativos del Rendimiento.....	35
Correlaciones Fenotípicas.....	39
Coeficientes de Sendero.....	42
Materiales y Métodos.....	48
Localización del Area de Estudio.....	48
Material Genético.....	48
Establecimiento del Experimento.....	49
Manejo del cultivo.....	52
Cosecha y fenología de producción.....	54
Pruebas de Laboratorio para Determinar Vitamina C pH y °Brix.....	55

Toma de Datos fisiologicos con el LI- COR 6200	55
Diseños Experimentales y modelos estadisticos utilizados	57
Diseño Experimental para Aspectos Fenologicos. y	
Rendimiento	57
Análisis Estadístico	58
Diseño Experimental para Aspectos Fisiológicos.....	60
Análisis Estadístico.....	60
Análisis de Senderos.....	63
Resultados.....	64
Análisis de Varianza para Variables Fisiológicas.....	65
Comparación de Medias de Variables Fisiológicas.....	67
Comparación de Medias de Muestreos.....	69
Comparación de Medias para Posición de la Hoja.....	69
Comparación de Medias para Hora del Día.....	69
Comparación de Medias de la Interacción Genotipo	
x Hora del Día.....	73
Análisis de Varianza para Variables Fenológicas.....	75
Comparación de Medias de Variables Fenológicas.....	75
Análisis de Varianza Para Variables Cuantitativas	
del Rendimiento.....	78
Comparación de Medias de Variables	
Cuantitativas del Rendimiento.....	80
Análisis de Varianza para Variables Cualitativas	
del Rendimiento.....	82
Comparación de Medias de Variables	
Cualitativas del Rendimiento.....	82
Discusión.....	93
Conclusiones.....	103
Resumen.....	106
Bibliografía.....	110

Apendice	120
----------------	-----

INDICE DE CUADROS

Cuadro No	Pagina
3.1. Descripción de los materiales genéticos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	50
3.1..... continuación.....	51
3.2. Composición de la solución de fertilizante aplicada al cultivo del tomate en invernadero. Buenavista, Saltillo, Coah. 1993.....	53
3.3. Componentes para el análisis de varianza en el diseño de parcelas subdivididas....	62
4.1. Análisis de varianza (cuadrados medios) para variables fisiológicas de 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	66
4.2. Comparación de medias entre variables fisiológicas de 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	68
4.3. Comparación de medias de lecturas entre variables fisiológicas (promedios de 3 posiciones de hoja, 2 horas del día y 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	70
4.4. Comparación de medias para posición de la hoja entre variables fisiológicas considerando promedios de 6 muestreos, 3 horas del día y 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	71
4.5. Comparación de medias por hora del día entre variables fisiológicas considerando promedios de muestreo, genotipo y posición de la hoja, en tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	72
4.6. Comparación de medias de la interacción genotipo x hora del día (A x C) de variables fisiológicas, como promedio de 6 muestreos y 2 posiciones de hoja en tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill, en invernadero.....	74
4.7. Análisis de Varianza (cuadrados medios) para variables fenológicas de 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	76

4.8. Comparación de medias entre variables fenológicas de 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero	77
4.9. Análisis de varianza (cuadrados medios) para variables cuantitativas del rendimiento en tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero	79
4.10. Comparación de medias entre variables cuantitativas del rendimiento en tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero	81
4.11. Análisis de varianza (cuadrados medios) para variables cualitativas del rendimiento de 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	83
4.12. Comparación de medias entre variables cualitativas del rendimiento de 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	84
4.13. Concentración de medias por genotipo para cada una de las variables en estudio en tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill, en invernadero.....	86
4.14. Matriz de correlaciones entre diferentes pares de variables de 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	87
4.15. Análisis de coeficientes de sendero de los efectos directos e indirectos de 11 variables con el rendimiento de 12 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> M., en invernadero.....	90

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Pagina
9.1. Promedio de temperaturas minimas y maximas durante la evaluaci3n de 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	121
9.2. Comparaci3n de variables fisiol3gicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluaci3n de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	122
9.3. Comparaci3n de variables fisiol3gicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluaci3n de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	123
9.4. Comparaci3n de variables fisiol3gicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluaci3n de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	124
9.5. Comparaci3n de variables fisiol3gicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluaci3n de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	125
9.6. Comparaci3n de variables fisiol3gicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluaci3n de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	126
9.7. Comparaci3n de variables fisiol3gicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluaci3n de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	127
9.8. Comparaci3n de variables fisiol3gicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluaci3n de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	128

9.9. Comparación de variables fisiológicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluación de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	129
9.10. Comparación de variables fisiológicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluación de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	130
9.11. Comparación de variables fisiológicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluación de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	131
9.12. Comparación de variables fisiológicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluación de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	132
9.13. Comparación de variables fisiológicas por genotipo, en base a los valores obtenidos en la evaluación de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) en invernadero. Buenavista, Coah.....	133
9.14. Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en 3 horas del día, promedio de 6 lecturas, 2 posiciones de hoja y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	134
9.15. Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) promedio de 6 lecturas y dos posiciones de hoja, en la interacción horas del día y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	135
9.16. Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en 2 posiciones de hoja, promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	136
9.17. Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en 6 lecturas, promedio de 3 horas del día, 2 posiciones de hoja y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	137

9.18. Transpiración ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y 2 posiciones de hoja, en 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	138
9.19. Transpiración ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en 3 horas del día, promedio de 6 lecturas, 2 posiciones de hoja y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	139
9.20. Transpiración ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en 2 posiciones de hoja, promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	140
9.21. Transpiración ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en 6 lecturas de evaluación, promedio de 3 horas del día, 2 posiciones de hoja y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	141
9.22. Uso eficiente de agua ($\text{g CO}_2/10 \text{ l H}_2\text{O}$) promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y 2 posiciones de hoja, en 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	142
9.23. Uso eficiente de agua ($\text{g CO}_2/10 \text{ l H}_2\text{O}$) en 3 horas del día, promedio de 6 lecturas, 2 posiciones de hoja y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	143
9.24. Uso eficiente de agua ($\text{g CO}_2/10 \text{ l H}_2\text{O}$) en 2 posiciones de hoja, promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	144
9.25. Conductancia estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero, promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y dos posiciones de hoja.....	145
9.26. Conductancia estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en dos posiciones de hoja, promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M.), en invernadero.....	146

9.27. Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en 12 genotipos de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> M), en invernadero, promedio de 6 lecturas, 3 horas del día y dos posiciones de hoja.....	147
--	-----

INTRODUCCION

Las zonas áridas y semiáridas de México ocupan más de 2/3 partes del territorio nacional, (aproximadamente 1'350.000 km²) en donde los problemas de escasez de precipitación (en cantidad y distribución), elevadas temperaturas, heladas tempranas y tardías, suelos superficiales y calichosos, entre otros, condicionan que las actividades agrícolas de temporal fracasen las mas de las veces. La agricultura se circunscribe a aquellas regiones en donde puede suplementarse riego abundante, habiendo baja rentabilidad, dado el alto costo de producción (Marco de referencia, G.I.I.E.Z.A.P.-U.A.A.A.N., 1991).

Los alimentos que no alcanzan a producirse en esas regiones para consumo de los núcleos poblacionales, es necesario adquirirlos en otras regiones del país y del extranjero, alcanzando altos precios, por el costo de fletes e intermediarios.

El tomate es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembrán en México, puesto que es de consumo diario en cada casa del país (2 ó 3 kg semanales por familia). Por lo anterior, en 1992 se explotaron 75,000 hectáreas en sus diferentes tipos, siendo suficiente para el consumo interno. Sin embargo, al helarse las tomateras de Florida y California, los agricultores del país exportan su producto, motivando que el precio se eleve en los meses de Enero- Marzo. (SARH, 1992).

Así mismo, debe de resaltarse el hecho de que no hay variedades de tomate orientadas a la producción en estas regiones. Los estudios se circunscriben a pruebas de adaptación de cultivares extranjeros, de semilla cara. Un problema subsecuente es la poca variabilidad genética, traducéndose en susceptibilidad a plagas y enfermedades, así como aborción de flores por altas temperaturas. Es necesario producir variedades para explotarse con alta tecnología que aumente la rentabilidad, sobre todo en los meses críticos de altos precios, pues las heladas impiden la explotación después de Noviembre.

Entre los factores ambientales que limitan de manera determinante la producción agrícola en las zonas semiáridas, están la disponibilidad de agua y las altas temperaturas.

Como la apertura de nuevas áreas al cultivo es cada vez menor y muy costosa, cada vez adquiere mas importancia la producción de hortalizas en invernadero; para lograr esto se debe invertir, muy justificadamente, en trabajos experimentales que tengan como finalidad hacer evaluaciones de variedades, en este caso en el cultivo de tomate, para su producción intensiva en invernaderos.

Estas investigaciones deben incluir evaluaciones de germoplasma, para determinar sus características morfológicas y fisiológicas, para que, utilizando esta información, se determinen y recomienden los pasos a seguir en un programa de mejoramiento genético, al ser utilizados como progenitores.

El presente trabajo busca, tomando en cuenta todo lo anterior, desarrollar la

evaluación de 12 genotipos de tomate bajo producción intensiva en invernadero, buscando con ello obtener la información que permita determinar aquellos genotipos con buen comportamiento y rendimiento bajo condiciones similares a las regiones semiaridas del norte de México, como son temperaturas elevadas durante el día y bajas por la noche, por lo que se plantean las siguientes hipótesis y objetivos:

HIPOTESIS

- Existe diversidad genética en los materiales de tomate bajo estudio.
- Los genotipos de tomate expresarán diferencias en aspectos fenológicos y fisiológicos, así como rendimiento y componentes cuantitativos y cualitativos.
- Existe correlación y efectos directos entre variables fisiológicas y fenológicas con el rendimiento.

OBJETIVOS

- Evaluación comparativa de variables fenológicas; fisiológicas; cuantitativas y cualitativas del rendimiento de 12 genotipos de tomate, representativos del banco de germoplasma de Fisiotecnia de la UAAAN.
- Correlacionar variables evaluadas y rendimiento, para recomendar a los genotipos

promisorios para su integración en futuros trabajos de mejoramiento genético.

REVISION DE LITERATURA

Características Generales

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es miembro de la familia de las Solanáceas, con centro de origen en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. Ahí existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Warnock, 1991). Este investigador sugiere que existe una amplia variabilidad genética en América del sur, pues 7-8 especies silvestres de *Lycopersicon* habitan en el continente y 8 especies, también silvestres, se encuentran en las islas Galápagos, y concluye que la información de los hábitos de estas especies proveen la oportunidad para una selección hacia características genéticas específicas.

Hábitos de Crecimiento

En las plantas de tomate pueden existir tres tipos de hábitos de crecimiento: el determinado, el indeterminado, y el semideterminado.

Las plantas con seis o más inflorescencias en el tallo principal son definidas como de hábito semideterminado, mientras que con menos, se definen como de hábito determinado. Al cruzar líneas de tomate semideterminado con líneas indeterminadas y determinadas, se

concluyó que un gen simple recesivo (sdt) controla el hábito semideterminado (Elkind *et al.* 1991)

El tipo de hábito indeterminado es recomendado para invernadero, ya que dan continua producción de frutos de alta calidad; mientras que el de hábito determinado es usualmente usado para el procesamiento o mercado en fresco en cultivares al aire libre, donde el rendimiento concentrado en periodos cortos de tiempo es una ventaja (Elkind *et al.*, 1991).

Composición Química

El fruto del tomate tiene aproximadamente la siguiente composición química:

95% agua
 4.0% azúcares
 1.0% ácidos orgánicos
 0.8% sales minerales
 0.05% pigmentos y vitaminas
 21.00 mg/100 g de vitamina C
 4.45 de pH en el jugo (Folquer, 1976).

Este mismo autor dice que el color rojo del tomate se debe a la acumulación de pigmentos, principalmente carotenos y licopenos, y ambas sustancias pécticas proporcionan viscosidad al jugo.

Aspectos Fisiológicos

El rendimiento de un cultivo es la resultante y la integración de los procesos

➤ fisiológicos determinados por el genotipo, en relación con los factores ambientales en que se desarrolla. En este sentido, la capacidad de intercepción de radiación fotosintéticamente activa también está en función de las características foliares de la planta, así como las relaciones de competencia con plantas vecinas (Adams, 1967)

↳ Los valores de transpiración, fotosíntesis, radiación y la conductancia estomática, son afectados de diversas maneras por una serie de factores, entre los que podemos citar, incidencia de luz, área del aparato asimilatorio, número de estomas, concentración de CO_2 , humedad relativa, etc., e incluso existe una interacción entre algunos de ellos, como por ejemplo, entre la conductancia estomática y la transpiración y fotosíntesis al existir variabilidad genética en la expansión de estas características, son susceptibles de seleccionarse los genotipos de mejores atributos, y ser incorporados a un programa de mejoramiento. (Borrego, 1993).

Uno de los factores que más afectan a los anteriores procesos es el contenido de agua en el suelo ó en el sustrato en que se encuentra la planta.

✦ El movimiento del agua dentro de las plantas depende del potencial hídrico que se establece en sus distintas partes y esto afecta directamente a la transpiración, que es el flujo del agua de la hoja hacia la atmósfera, a través de los estomas. (Bidwell, 1979)

Y como es también a través de los estomas, por donde la planta toma el CO_2 atmosférico necesario para efectuar la fotosíntesis, estos dos procesos son influidos o

determinados por la conducta del estoma, que es a su vez influida por la luz, potencial osmótico, y si la fotosíntesis también es determinada por la radiación y concentración de CO_2 encontramos que todos estos procesos están estrechamente relacionados e integrados, funcionando como un todo (Fernández, 1992)

└ Las elevadas temperaturas que se presentan durante el día (en primavera y verano) ocasionan a las plantas disturbios fisiológicos que causan una disminución en la cantidad y calidad del producto cosechado (Quiroga, 1992). ┘

Si bien las altas temperaturas adelantan el período de producción, lo que pudiera tomarse como una ventaja, ésta queda prácticamente oculta, pues los daños son mayores.

└ Los cambios en la fotosíntesis, en la transpiración, en la traslocación, y en el comportamiento de los estomas, que finalmente se reflejará en el rendimiento pueden ser ocasionados por falta de agua. (Combs y Hall 1982). ┘

Debido a que todos los procesos fisiológicos tales como fotosíntesis, la respiración y el crecimiento de las plantas, se llevan a cabo dentro de ciertos límites de temperatura relativamente estrechos, un promedio, ya sea mensual o anual, no refleja la variación que se presenta a través del año durante el ciclo de un cultivo.

Para cuantificar algunas variables fisiológicas, los investigadores utilizan métodos como la técnica de la cámara cerrada portátil, que permite mediciones simultáneas de

fotosíntesis (CER) y tasa de evapotranspiración (ET) de los cultivos bajo condiciones de campo. Pero como esta técnica puede afectar a la planta durante la sesión de campo, se midió el efecto del uso de la cámara en la temperatura del aire y de la hoja. Los análisis indican una sustancial disminución del CER y ET durante la medición. Los resultados confirman que la temperatura del aire y de la hoja dentro de la cámara aumentan de 2°C - 4°C durante la medición (60 seg) por lo que haciendo mediciones rápidas es posible minimizar la respuesta de la planta al cambio ambiental. (Wagner y Reicosky, 1992).

La disminución en CER y ET con el tiempo puede ser relacionado con otras consecuencias del sistema de cámara cerrada, por ejemplo, la disminución de CO_2 y el incremento en la concentración de vapor de agua durante el periodo de medición. (Wagner y Reicosky, 1992).

Fotosíntesis y Conductancia Estomática

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas transforman la energía luminosa, en sustancias con alto potencial energético que normalmente la planta acumula en diversas partes vegetativas, dependiendo de la especie. Todas las partes de la planta que contienen clorofila son capaces de efectuar la fotosíntesis, pero estas estructuras vegetales contribuyen con diferente cantidad de fotosintetizados a la fotosíntesis total de la planta. Pero en plantas cultivadas la fotosíntesis laminar juega el papel mas importante (Wilson, 1979).

De acuerdo a Mendoza *et al.* (1984), la producción de materia seca total de las plantas es determinada por el tamaño, duración y eficiencia del área fotosintéticamente activa. Wolfe *et al.* (1988), coincide con el y con Eick y Hanway que en 1965 proponen que el área fotosintéticamente activa en su mayor parte está constituida por las hojas.

El área foliar de una planta depende del tamaño y número de hojas. El número de hojas no es afectado por la fecha de siembra pero si por la fertilización y la densidad de siembra de manera creciente y decreciente. (Mendoza y Ortiz, 1973)

└ Algunos investigadores han observado que en condiciones de deficiencia de humedad, se provoca una reducción drástica del área foliar (Boyer, 1970 y Peña, 1986).

└ Si el área foliar se incrementa mediante el incremento del número de hojas por planta, con un tamaño adecuado, se podrá lograr mayor rendimiento en los cultivos.

└ La actividad fotosintética requiere CO_2 para efectuarse y éste entra a la hoja a través de los estomas (Peña, 1986) por lo que la respuesta de la planta al cerrar los estomas para evitar pérdidas de agua, puede ocasionar una disminución del ingreso de CO_2 y con ello se reduce la actividad fotosintética, pero el cierre estomatal es benéfico bajo sequía, si ello incrementa la eficiencia en el uso de agua y le permite a la planta producir mas rendimiento que otros (Muñoz *et al.*, 1983).

Wolf *et al.* (1988) encontraron que en maíz, la fotosíntesis continua aun a altos niveles de deficiencias de humedad, a pesar de que el crecimiento foliar se reduce

[La fotosíntesis es un proceso complejo que funciona con la interacción de varios factores ambientales externos e internos de la planta y la cantidad de luz disponible en estos espacios, que puede variar según el espaciamiento a que se encuentre el cultivo. (Papadopoulos y Ormrod, 1988). Los principales factores externos son el contenido de CO_2 en la atmósfera en general y en la que rodea a la planta, así como la temperatura; los factores internos son el CO_2 dentro de la planta y la velocidad de difusión de éste a través del mesófilo, cloroplasto y estoma (Givnish, 1986).]

Turner, (1979) reporta que existe una relación entre los mecanismos de resistencia a sequía y su influencia sobre la fotosíntesis y la tasa de crecimiento del cultivo, reflejándose esto en el rendimiento. Así mismo, dice que las plantas tienen diversos mecanismos para reducir la pérdida de humedad, como son el cierre parcial o total de estomas, incremento de la capa de cera sobre las hojas, tallos y ramas, aumento de pubescencia, reducción del área foliar, enrollamiento de hojas y secamiento de las más viejas, muerte de tallos no productivos, etc.

[La correlación entre tasa fotosintética y conductancia estomática en diversos ambientes, sugiere la presencia de un mensajero que desde el mesófilo guía el comportamiento estomático, que puede ser Ácido absísico (ABA).]

Wolf *et al.* (1988) encontraron que en maíz, la fotosíntesis continua aun a altos niveles de deficiencias de humedad, a pesar de que el crecimiento foliar se reduce

└ La fotosíntesis es un proceso complejo que funciona con la interacción de varios factores ambientales externos e internos de la planta y la cantidad de luz disponible en estos espacios, que puede variar según el espaciamiento a que se encuentre el cultivo. (Papadopoulos y Ommrod, 1988). Los principales factores externos son el contenido de CO_2 en la atmósfera en general y en la que rodea a la planta, así como la temperatura; los factores internos son el CO_2 dentro de planta y la velocidad de difusión de éste a través del mesófilo, cloroplasto y estoma (Givnish, 1986). ┘

Turner, (1979) reporta que existe una relación entre los mecanismos de resistencia a sequía y su influencia sobre la fotosíntesis y la tasa de crecimiento del cultivo, reflejándose esto en el rendimiento. Así mismo, dice que las plantas tienen diversos mecanismos para reducir la pérdida de humedad, como son el cierre parcial o total de estomas, incremento de la capa de cera sobre las hojas, tallos y ramas, aumento de pubescencia, reducción del área foliar, enrollamiento de hojas y secamiento de las más viejas, muerte de tallos no productivos, etc.

└ La correlación entre tasa fotosintética y conductancia estomática en diversos ambientes, sugiere la presencia de un mensajero que desde el mesófilo guía el comportamiento estomático, que puede ser Acido absísico (ABA). ┘

La fotosíntesis neta es una función de la concentración intercelular de CO_2 , el cual cambia en función de la conductancia estomática

En algodón hubo correlación lineal significativa entre fotosíntesis neta y conductancia estomática ($r = 0.41$)

El stress de agua causa gran disminución en el CO_2 intercelular y un incremento en la limitación estomática para la fotosíntesis. Un cambio en los niveles externos de CO_2 es suficiente para disminuir el nivel de CO_2 intercelular por 10 por ciento y un 13 por ciento en la fotosíntesis neta, pero solo el 3 por ciento en conductancia estomática.

El enriquecimiento de CO_2 en la atmósfera incrementa el uso eficiente del agua por la planta, por un incremento en la tasa fotosintética y la disminución del rango de transpiración, ya que se disminuye la conductancia estomática.

Selecciones exitosas en la mejora en las características del intercambio de gas en algodón y otros cultivos indican que el cambio genético para el intercambio de gases es factible. El uso de un sistema portátil para medir fotosíntesis rápida y eficientemente, e identificar a individuos con un alto rango de correlación entre fotosíntesis neta y conductancia estomática, puede ser usado en programas de selección o mejoramiento basado en el intercambio de gases. (Radin, 1988).

Kitano y Matsui (1983) estudiaron la respuesta estomatal de la hoja de plantas de pepino a los factores del medio ambiente y observaron que al irradiar las hojas con luz de tungsteno, la temperatura de la hoja, la transpiración y la conductancia de la hoja subían rápidamente y posteriormente variaron cuando las condiciones ambientales fueron normales

Buscando estudiar la respuesta fotosintética y la respuesta estomática al enriquecimiento de CO_2 en soya bajo condiciones de campo, Sionit, *et al* (1984) encontraron que la conductancia estomatal de hojas de soya, disminuye con el incremento de las concentraciones de CO_2 , mientras que la fotosíntesis fué mayor a 534 ml/lit de CO_2 ($55 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) que a 623 ml/lit de CO_2 ($52 \text{ mg d m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Por último concluye que el efecto de la temperatura de la hoja en la fotosíntesis neta depende grandemente de la concentración atmosférica de CO_2 y de la medida de crecimiento radicular.

El déficit de agua altera los procesos fisiológicos incluyendo en éstos a la fotosíntesis, impide el crecimiento y desarrollo de la planta, se reduce el área foliar y cambia el color de las hojas, inicia el secamiento de la hoja, tallo y ramas, disminuye la longitud de la espiga, el número y tamaño de granos y como consecuencia el rendimiento y calidad de grano en trigo (Begg y Turner, 1976).

Fischer *et al* (1981) trabajando con 48 genotipos de trigo de primavera bajo riego, midieron los efectos genotípicos en la actividad fotosintética y la permeabilidad de la hoja para flujo de aire y encontraron que son altamente significativos, estas dos características mostraron una correlación positiva con el peso de la planta en madurez y sugieren las pruebas de permeabilidad de la hoja bajo flujo viscoso de aire como criterio de selección.

Kebede *et al* (1992) trabajando con especies silvestres tetraploides de *Triticum dicoccoides* encontraron que estas especies tienen un 30 por ciento más de asimilación neta de CO₂ que las especies de trigo común. buscaron identificar factores fisiológicos y anatómicos que explicaran la diferencia en la tasa fotosintética en las especies de *T. dicoccoides* estudiadas y una especie de trigo hexaploide, y determinaron la respuesta fotosintética para CO₂, luz y humedad y también la actividad de la Ribulosa bifosfato carboxilasa y la concentración de sucrosa en las hojas frescas de cada genotipo.

En *Triticum dicoccoides* se detectaron diferencias no anatómicas y las diferencias fotosintéticas entre las dos especies fueron de tipo bioquímico y no anatómico.

Mahon y Hobbs (1981) hicieron selección buscando determinar la variabilidad y la heredabilidad del CO₂ fotosintético y la tasa de intercambio de 25 genotipos de chícharo, encontrando que la tasa de intercambio del CO₂ tiene una alta heredabilidad, sugiriendo a esta como un posible criterio de selección.

Wells *et al* (1982) no encontraron correlación entre las diferencias en la fotosíntesis foliar y la época de siembra en soya, al estimar las diferencias de campo en forma parcial por las diferencias en la capacidad fotosintética de la planta durante el desarrollo de la semilla.

Secor *et al* (1982) hicieron selección de genotipos de plantas con incremento en la fotosíntesis foliar como una aproximación para obtener mejores variedades.

Buscaron determinar la diversidad de área fotosintética en una población de líneas de generaciones avanzadas para calcular la eficiencia de mantenimiento de diferencias seleccionadas en área fotosintética y para determinar la correlación entre la fotosíntesis y otras características foliares en una población de líneas cercanas en homocigosis en soya.

Midieron el intercambio de CO_2 , peso específico de la hoja, contenido total de proteína soluble, contenido de clorofila y tiempo de madurez fisiológica para determinar el área foliar fotosintética, durante la etapa de llenado de grano, y concluyeron que la selección efectiva para fotosíntesis foliar puede tener éxito dentro de líneas homocigóticas de poblaciones de soya de similares estados de desarrollo y que la fotosíntesis *per se* debe ser medida.

Wiebold, *et al* (1981) hicieron cruces entre variedades de soya con alta y baja tasa de intercambio de CO_2 y en las descendencias se midió peso específico de hoja. Todas estas características mostraron herencia cuantitativa sin efectos de dominancia. La amplia heredabilidad basada en las varianzas porcentuales fue moderadamente baja para la tasa de intercambio de CO_2 y mucho más baja para las otras variables, y concluyen que el uso de líneas puras de generaciones avanzadas puede dar una descripción totalmente diferente del potencial para selección directa para incremento de fotosíntesis.

Dwyer *et al* (1989) investigaron la influencia de la edad de la hoja y de la planta en la tasa fotosintética en seis cultivos de maíz donde representaron a la fotosíntesis por $P2000$ (tasa de fotosíntesis neta e irradiación = a $2000 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) El valor de $P2000$ tuvo tendencia

a incrementarse para un máximo en el tiempo de expansión y llenado de hojas individuales y luego disminuyó, y concluyen que las diferencias significativas de los cultivares fueron encontrados en la tasa de desarrollo foliar y la longitud del periodo vegetativo.

La selección para alta y baja tasa fotosintética en poblaciones puede influir de manera importante en las características agronómicas. Se estudiaron los efectos en las características de 5 ciclos de selección fenotípica recurrente para alta tasa de intercambio de CO_2 en una población y encontraron que las estimaciones del promedio cambiaron con la frecuencia alélica. Los cambios en el rendimiento de grano no fueron significantes para algunas poblaciones, pero sí para frecuencia alélica para baja tasa de intercambio de CO_2 (Crosbie y Pearce, 1982).

Lorens *et al* (1987) dicen que las diferentes respuestas entre maíces híbridos a la tensión de sequía se pudieron observar, pero las diferencias fisiológicas y morfológicas que confieren la resistencia a la sequía o la susceptibilidad no fueron bien diferenciadas, por lo que buscan identificar diferencias en la relación foliar del agua, actividad estomática y la distribución y densidad del área radial entre dos maíces híbridos utilizados para tener diferencias en su respuesta al stress hídrico; después de establecer su experimento y analizar los resultados, concluyeron que la diferencia primaria observada entre los dos híbridos, fue la habilidad del híbrido Pioneer Brands 3165 para simplemente evitar la desecación de sus tejidos al mantener altos niveles de potencial hídrico de la hoja, y la turgencia potencial de la hoja. Probablemente el perfil de enraizamiento profundo de este híbrido pudo contribuir a evitar de esta manera el stress hídrico.

Quattar *et al.* (1987) realizaron estudios para determinar las relaciones del agua en el grano de maíz, y al cultivar plantas al aire libre bajo severo déficit de agua durante el llenado temprano de grano, y fue manteniendo hasta madurez en cada caso. El estado del agua en el grano fue independiente del estado de agua en toda la planta, particularmente en el estado de la hoja. La disminución de la fotosíntesis se distinguió por el potencial hídrico de la hoja, resistencia difusa, senescencia de hoja total y peso seco total de la planta. El desarrollo del grano fue relativamente afectado por el déficit de agua, que inhibió completamente la producción neta fotosintética, debido a que se remobilizaron sustancias almacenadas en otras partes de la planta. La principal fuente de remobilizaciones fue distinguida del tallo, por la pérdida de peso y contenido de azúcar soluble. El mantenimiento de una alta humedad en los tallos, puede facilitar la traslocación de los tallos al grano.

Bennett *et al* (1987) al buscar comprobar que la conductancia estomática es más relacionada con el contenido relativo de agua en la hoja, que para volumen de agua foliar y potencial del xilema o potencia de turgencia de la hoja, buscaron además caracterizar la relación del agua y la conductancia estomática en cultivos estudiados, sujetos solamente a ligeros déficits de agua; concluyeron que la medida del volumen del agua foliar, potencial del xilema, y potencial de turgencia de la hoja, no puede ser usada para describir exactamente la respuesta de la conductancia estomática para suelo seco en campos de soya y maíz.

El mejoramiento para incrementar la tasa fotosintética por unidad de área foliar es limitado, razón por la cual Crosbie *et al* (1981) comparó 5 ciclos de selección por alta tasa de intercambio de CO₂ con tres ciclos de selección por alta tasa fotosintética, en maíz. Al

encontrar correlación entre las dos poblaciones, sugiere que la fotosíntesis foliar en maíz puede usarse para mejoramiento por selección recurrente.

Yusifov, (1984) estudio la actividad fotosintética en plantas de sandía en función de la nutrición, encontrando que la producción fotosintética pura (PPP) fue menor cuando la fruta estaba madurando.

En 8 líneas avanzadas de maíz, seleccionadas previamente para tasa fotosintética variable, y sus híbridos, se evaluó la tasa fotosintética y los componentes de eficiencia fotosintética, encontrando heterosis con respecto a la tasa fotosintética, pero no siempre la alta fotosíntesis esta relacionada con alto rendimiento, (Mehta y Sarkar, 1992).

Al estudiar los efectos de la pubescencia foliar en transpiración, tasa fotosintética y rendimiento de semilla en soya, Ghorashy (1970) propone que se puede hacer selección, reduciendo la fotosíntesis aparente e incrementando las pubescencias, sobre todo en líneas de soya para zonas de producción con baja precipitación pluvial.

Transpiración

El agua perdida por las hojas en la transpiración, es controlada por el estoma, que cierra cuando el flujo de agua que sale no puede ser balanceado por el agua que entra.

El aparato estomatal está inmerso en la epidermis y la apertura depende de algunos factores incluyendo el estado del agua y relaciones de presión en los tejidos adyacentes

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

La producción de materia seca de avena y la cantidad de agua usada por el cultivo vía transpiración e interceptación se relaciona linealmente (Ehlers, 1989).

Aikman y Houter, (1990) mencionan a la transpiración como un factor importante en la producción de los cultivos. Fernández, (1992) al citar a varios autores, menciona la importancia de los estomas en la transpiración y que el movimiento estomatal depende de la estructura de las células de cierre y los cambios en turgencia de las células. Muñoz (1964) encontró que la línea de maíz "latente" transpira más que otra no latente bajo condiciones de riego, pero transpira menos bajo condiciones de sequía, atribuyendo ese comportamiento a una mayor sensibilidad estomatal de la línea latente.

Muñoz *et al* (1983) encontraron que maíces seleccionados bajo sequía mostraron mayor capacidad para cerrar sus estomas y mayor eficiencia en el uso del agua entre -3.5 y -9.0 bares, además mayor estabilidad en el tiempo.

Eficiencia en el Uso del Agua

La cantidad de agua requerida para la obtención de mejores rendimientos y calidad del producto, varía según el cultivo de que se trate y de las condiciones ambientales de crecimiento. La mayor parte de las plantas son más eficientes en la toma de agua si el nivel de humedad es alto, y al disminuir la humedad, la tensión de humedad del suelo es alta y la planta ya no puede utilizarla.

Un criterio para definir el concepto de eficiencia en el uso del agua, es el del cociente de la materia seca producida entre la cantidad de agua consumida. Algunas opiniones dicen que no hay diferencias significativas en la eficiencia en el uso del agua entre la misma especie, pero Castro *et al* (1988) diferencian 3 grupos de acuerdo a la magnitud de la eficiencia en el uso del agua en base a peso seco, pero no establecieron relación entre la eficiencia en el uso de agua y criterios como tamaño de planta, precocidad, estructura poblacional o razas del genotipo.

Stanhill, (1986) indica que una alta eficiencia en el uso de agua en un cultivo acarrea altos rendimientos con la menor cantidad de agua utilizada, indicando que se deben cuidar más los factores fotosintéticos y de respiración que la transpiración ya que son los procesos más sensitivos al stress hídrico.

Tinus (1974) expresa que gran cantidad de agua es perdida por las plantas, porque ellas exponen sus tejidos fotosintéticos al aire para obtener el CO₂. Las plantas suculentas que absorben el CO₂ por la noche y las C₄, que no presentan fotorrespiración, son más eficientes

que las plantas C_3 para fijar CO_2 por unidad de agua perdida. Tratando de aclarar estas diferencias, Hsiao y Acevedo (1974) indican que las plantas C_4 generalmente presentan baja resistencia en el mesofilo y un punto bajo de compensación de CO_2 al compararse con plantas que poseen el ciclo de Calvin-Benson en la fotosíntesis C_3 ; también las plantas C_4 tienen una resistencia estomatal mayor que las C_3 en ambientes similares, esto puede ser la razón de que las plantas C_4 sean más eficientes en el uso del agua (Slatyer, 1967).

Al estudiar 8 características en 10 genotipos de tomate bajo estrés de agua, una selección tolerante y otros materiales tuvieron un alto contenido de agua, bajo déficit de saturación de agua: alto (menos negativo) potencial osmótico del agua de la hoja; baja temperatura del dosel de la planta y alta humedad y mas bajo contenido de materia seca en raíz, tallo, hojas y planta total que las líneas susceptibles. La humedad relativa influye fuertemente en la fotosíntesis neta. de 15 a 25°C, aumenta la fotosíntesis y luego decrece gradualmente. Este hecho se puede atribuir al aumento de la fotorrespiración a 25°C. Para comprobar lo anterior, plantas de tomate se colocaron a 20°C con una iluminación de 18.00 lux y la humedad relativa se varió en un rango que fue desde 80 hasta 32 por ciento. Se observó que una disminución en la humedad relativa produjo una disminución en la fotosíntesis neta hasta de un 50 por ciento (Hernando, 1987).

Si sabemos que el agua siempre se mueve siguiendo el gradiente de potencial hídrico que va a ir de un punto de potencial hídrico mayor a un punto de potencial hídrico menor. Así mismo, el potencial hídrico en las plantas se compone de un componente de presión que se hace positivo al aplicar una lámina de riego al suelo, y de un potencial osmótico determinado

por el número de partículas de soluto en un volumen determinado, y entre mayor sea la concentración osmótica, será mayor el valor negativo del potencial osmótico (Fernández, 1992)

Si toda el agua absorbida por el cultivo fuera usada para sintetizar materia seca en cada etapa del crecimiento, y se cosechara como rendimiento, entonces el agua absorbida equivalente a un mm de espesor sería suficiente para producir los mayores rendimientos en casi todos los cultivos, y en consecuencia, el uso eficiente del agua podría ser igual a uno. (Stanhill, 1986). Así mismo define el uso eficiente de agua desde el punto de vista fisiológico, como la porción de peso de agua perdida a la atmósfera, por el cultivo en relación a la producción de materia seca total, y que la capacidad de una planta para usar eficientemente el agua, depende de varios factores.

El uso eficiente del agua desde el punto de vista fisiológico, se expresa como la relación que existe entre la tasa de entrada de CO_2 a la planta y la tasa de agua transpirada por el cultivo (Hsiao y Acevedo, 1974; Fisher y Maurer, 1978). Sin embargo, la mayoría de los reportes sobre el particular están dados en términos de materia seca acumulada por agua transpirada y este cálculo de eficiencia en el uso del agua en términos de materia seca producida, se basa en el contenido de carbono existente en la materia seca (0.61 a $0.68 \text{ g CO}_2 \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Dobrenz *et al*, (1969) calculan el uso eficiente del agua dividiendo los gramos de agua transpirada a través de períodos de 24 hr, por los gramos de materia seca producida. Esto en

clones de pasto azul, sin encontrar asociación significativa entre el uso eficiente del agua y la densidad estomática

Ray *et al* (1974) al realizar un estudio en algodón sobre el uso eficiente del agua, aclaran que existe variabilidad en los numerosos cultivares en lo referente a: patrón de fructificación, profundidad de raíz, turgencia relativa en el punto de marchitamiento y en cierre estomatal, tasa de transpiración, área foliar, espesor, forma y frecuencia de estomas y resistencia foliar. Estas variables están relacionadas con el uso eficiente del agua en este cultivo y existe potencial para mejoramiento de variedades más eficientes con respecto a los requerimientos del agua.

Jasso y Rojas (1982) explican que seleccionar genotipos con mayor acumulación de materia seca por unidad de agua consumida puede ayudar a mejorar el uso eficiente del agua en los cultivos.

Peña y González (1987) proponen, para estudiar las relaciones internas del agua en las plantas, obtener curvas de presión-volumen, con lo que se puede estimar el potencial osmótico y de turgencia de una muestra vegetal en diferentes grados de deshidratación, y además estas curvas permiten estimar la proporción de agua retenida en los microcapilares del apoplasto (agua apoplástica) con el cual a su vez puede estimar el módulo de elasticidad de la pared celular (ajuste osmótico).

Jasso y Chavira (1988) caracterizan la relación hídrica interna del frijol, obteniendo curvas de presión volumen mediante regresión lineal entre contenido relativo de agua (CRA) y potencial hídrico (ψ) en hojas de plantas de frijol sometidas a tensión hídrica en diferentes etapas de desarrollo, encontrando que existen cambios en los parámetros de las relaciones hídricas en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y que la condición de humedad restringida del suelo, ocasionan aumento en el potencial de presión para un mismo valor de contenido relativo de agua.

Importancia de la Temperatura en el Tomate

✓ Casseres, (1981), dice que el tomate se adapta a climas que van desde el nivel del mar hasta alturas considerables. Las condiciones climáticas que más afectan a este cultivo son la baja humedad relativa, la sequedad del suelo, intensidad luminosa y sobre todo, la oscilación de la temperatura, que cuando es muy amplia ocasiona la caída de las flores, lo que lógicamente redundará en una fuerte baja en la producción.

✓ Folquer, (1976) notó que tanto las temperaturas bajas, como las muy altas provocan la caída de las flores de tomate y también afectan el color del fruto.

Gosselin y Trudel (1985), aseguran que la temperatura afecta notablemente los procesos fisiológicos para el desarrollo favorable de la planta, encontrando que en el tomate, las temperaturas que más determinan su desarrollo son las nocturnas, ya que todos los procesos para el desarrollo ocurren por la noche.

Lips *et al.* (1990) dicen que la calidad del tomate no es apreciablemente afectada por la cantidad disponible de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro. La calidad más bien depende de las condiciones climatológicas que predominan durante el ciclo vegetativo de la planta (principalmente la temperatura) y a caracteres inherentes a la variedad.

Los efectos de la temperatura en fotosíntesis, transpiración y resistencia estomatal fueron estudiados en dos cultivos de tomate crecidos en invernadero bajo temperaturas máximas de 25 y 35°C. Los cultivares fueron Roma VF, que es bajo productor de frutos bajo altas temperaturas, y Saladette, que es buen productor bajo estas mismas condiciones. La transpiración al medio día bajo altas temperaturas fue 100 por ciento más alto que bajo temperaturas moderadas. La transpiración en Saladette fue ligeramente menor que en Roma VF. La resistencia estomática alcanzó un mínimo al mediodía, en concordancia con la tasa de transpiración. El potencial hídrico de la hoja (ψ) alcanzó un mínimo de -1.01 y -0.72 Megapascals (MPa) al mediodía, bajo altas y moderadas temperaturas respectivamente. Esto no tuvo diferencias significativas en ψ entre cultivares. La fotosíntesis alcanzó un máximo a las 10:00, sin diferencias entre los cultivares.

La fotosíntesis y la transpiración son muy influenciadas por el comportamiento del estoma, este a su vez es afectado por la concentración de CO₂, gradiente de presión de vapor (VPG) luz, presión de turgencia causada por cambios en potasio y ácidos orgánicos y por Acido Abscísico (ABA).

En el desarrollo de cultivares para alta productividad y alta eficiencia en el uso de agua bajo condiciones semiáridas, es importante entender o valorar el efecto que tiene la temperatura en la fotosíntesis, transpiración y resistencia estomática. (Bar-Tsur *et al.* 1985)

Plantas de tomate de 6 semanas de edad (*Lycopersicon esculentum* Mill "vender") se mantuvieron a 5 temperaturas radicales (12, 18, 24, 30 y 36°C) por un periodo de 4 semanas. el incremento en la temperatura radical en parte compensó los efectos negativos de las bajas temperaturas nocturnas del aire, en el peso seco de las hojas y área foliar.

Los resultados mostraron que altas temperaturas radicales (30°C) son requeridas a bajas temperaturas nocturnas del aire (8°C) para un crecimiento óptimo de la planta. Bajas tasas de fotosíntesis a bajas temperaturas radicales y del aire nocturno, produjeron principalmente una reducción del desarrollo y expansión foliar, y también una disminución en la capacidad fotosintética de las hojas.

Los resultados sugieren que una combinación de técnicas para dividir la temperatura nocturna y calentar el suelo mejoraría la productividad de las plantas de tomate y reduciría los costos de calefacción en el invernadero. (Gosselin y Trudel, 1985).

La fotosíntesis neta en hojas jóvenes de tomate disminuyó grandemente para el 2º día en que las plantas se colocaron a 6 u 8°C de $4-5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ a $1-2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y cuando se colocaron a 22°C, su recuperación fue lenta o casi nula, sin alcanzar los valores de fotosíntesis neta medidas al 1º día de tratamiento de frío. La resistencia estomatal aumentó los primeros días hasta 5 seg cm^{-1} y al tercer día decreció fuertemente hasta 2 seg cm^{-1} por un

limitado flujo de agua como consecuencia de la baja transpiración (Bruggemann *et al.*, 1992).

El efecto de la temperatura de crecimiento en la temperatura de respuesta fotosintética y crecimiento, se estimaron en *L. esculentum* y *L. hirsutum* (ecotipo de altas altitudes) y sus híbridos. A 25/18°C todos mostraron similar respuesta en la fotosíntesis. Pero a 12/5°C solo *L. hirsutum* y los híbridos mostraron habilidad para aclimatarse a bajas temperaturas por incremento de sus tasas fotosintéticas. *L. esculentum* a 5°C tuvo 4 M mol CO₂ m⁻² s⁻¹; a 15°C 12 M mol CO₂ m⁻² s⁻¹; a 25°C 24 M mol CO₂ m⁻² s⁻¹. La conductancia de la hoja tuvo ligeros cambios en los 2 genotipos y en la F₁ a bajas temperaturas, con una mayor conductancia en *L. hirsutum* a 10°C de 4.35 mm s⁻¹ y *L. esculentum* 2.03. Mientras que a 25°C *L. esculentum* dió 10.03 mm s⁻¹; *L. hirsutum* 8.63 y el híbrido 11.86 mm s⁻¹.

La similar respuesta fotosintética de el híbrido F₁ y *L. hirsutum* sugieren que la capacidad para aclimatación fotosintética puede ser debido a un carácter dominante (Vallejos y Pearcy, 1987).

Las tasas fotosintéticas son menos sensitivas a la temperatura que el crecimiento y las tasas de desarrollo.

El crecimiento no ha sido considerado un factor limitante que controle la fotosíntesis. Reddy *et al.* (1991) condujeron un experimento buscando información en la respuesta del algodón a un amplio rango de condiciones de temperatura durante el periodo de fructificación.

El crecimiento, fotosíntesis y respiración fueron medidas en el dosel de plantas de algodón crecidos en cámaras ambientales, con la temperatura como la variable independiente

Al colocarse las plantas bajo los distintos tratamientos de luz y temperatura y medirse la P_g (fotosíntesis en $\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) se observó que a medida que pasaban los días, la fijación de CO_2 era menor en las plantas expuestas a $20/10^\circ\text{C}$ que a $35/25^\circ\text{C}$

El día 37 de exposición a $35/25^\circ\text{C}$ la P_g fue de $5 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ estando a $1725 \text{ M mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de flujo de fotones fotosintéticos.

Aikman (1989) cita que las horas de luz que necesita una planta de tomate, varía de acuerdo con su fase de desarrollo. La parte foliar de la planta requiere periodos de luz menores de 8 horas por día; cuando no se alcanza este mínimo, el crecimiento no es normal. Así mismo, cuando las plantas se someten a iluminación constante, el desarrollo vegetativo se ve reducido. Este mismo autor indica que en numerosos experimentos se ha observado que la mayoría de las variedades comerciales de tomate tienen un buen desarrollo dentro de un rango de temperatura que oscila entre 17 y 23°C .

Hernando (1987) encontró que el tomate responde más a variaciones de temperaturas que a las variaciones de humedad relativa o intensidad luminosa.

Danailov *et al.* (1990) estudiando varios híbridos de tomate y sus progenitores bajo stress de temperatura (a $12/4-5^\circ\text{C}$ y $40/28^\circ\text{C}$ día y noche respectivamente), determinaron la

tasa fotosintética en las hojas antes y durante el stress, encontrando que los híbridos fueron superiores a sus progenitores en la termorregulación del aparato fotosintético bajo el stress de calor. La fotosíntesis en los híbridos disminuyó más a bajas temperaturas que a altas temperaturas y lo inverso ocurrió para los progenitores, encontrando además sobredominancia para tasa fotosintética, excepto en el inicio de la floración.

Tratando de obtener o producir tipos tolerantes a bajas temperaturas y un buen desarrollo y crecimiento temprano en el campo o bajo cultivos protegidos, se seleccionaron plantas individuales en base a la capacidad para dar frutos a temperatura de 10°C, obteniendo algunos materiales promisorios con buen rendimiento temprano bajo condiciones desfavorables y además con tolerancia a *Fusarium oxysporum* y a *Verticillium dahliae*.

Otros Estudios Fisiológicos

Otros estudios fisiológicos importantes en tomate y otros cultivos, que sirven para apoyo en trabajos de mejoramiento de este tipo, son los que a continuación se describen.

Brix (1962) al estudiar los factores ambientales en fotosíntesis en tomate, indica que las tasas declinan cuando se incrementa el stress hídrico, pero la respiración y la fotorrespiración parecen ser menos sensibles, ocurriendo esto también en tomate. Posteriores estudios presentaron tendencias similares en soya, maíz y girasol. Al incrementar el déficit hídrico (ψ abajo de -1.5 MPa) hay menos producción de Ácido fosfoglicérico (PGA) y más de aminoácidos, sobre todo en glicina y serina, intermediarios de la vía del glicolato en la

fotorrespiración, a expensas de azúcares y ácidos orgánicos. Junto con la inhibición de las enzimas del ciclo de Calvin, el incremento relativo en fotorrespiración contribuye a disminuir la eficiencia de la fotosíntesis, la cual se refleja en un incremento en la resistencia celular.

Dunaway y Slatyer (1971) concluyen que infecciones bacterianas y necrosis por hongos en las hojas de tomate, reducen la tasa fotosintética, pues obstruyen los estomas y se impide la transpiración.

× Wilson *et al.* (1992) mencionan que las tasas de respiración en tomate, en la noche son de 30-75 % más que las del día a la misma temperatura; y durante un día soleado, la tasa de respiración es mucho mayor que en un día nublado. Se encuentra una relación directa entre la tasa de respiración en la noche y la tasa precedente de fotosíntesis neta.

Ho y Shaw (1977) estudiando la tasa y velocidad de traslocación entre fuente-demanda en tomate, clasifican a las hojas jóvenes como demanda, debido a que no pueden fijar suficiente CO_2 para sostener su crecimiento, cambiando gradualmente su capacidad fotosintética durante su ontogenia, hasta que pueden producir suficientes fotosintetizados para su propio crecimiento, y aún poder traslocar hacia sus hojas vecinas y hacia los frutos, dependiendo de la posición de las hojas en los diferentes estratos y número de frutos, entre otros.

Ho (1979) menciona que existe correspondencia entre el contenido de sacarosa en las hojas de tomate y la velocidad de traslocación, hasta ciertos límites, y luego el exceso puede

ser conducido a reserva, y regular la tasa de fotosíntesis, al parecer por un mecanismo genético parecido al propuesto por Jacob y Monod para los genes operadores, represores y reguladores. La movilización de almidón y sucrosa es máxima al finalizar la tarde y es mínima en la hoja al terminar la noche.

Walker y Ho (1977) y Walker y Baker (1978) indican que el metabolismo de movilización y traslocación de fotosintetizados hacia los frutos de tomate, es influido por la tasa de transporte en relación con el gradiente de concentración entre fuente-demanda (relación inversa de la importación de asimilados al fruto, con el contenido de sucrosa del mismo y la depresión de movilizaciones por bajas temperaturas); altas temperaturas (> de 30°C en el día y 20°C en la noche) y baja irradiación, lo cual influye en la abscisión de flores, como resultado de la reducción de la proporción de asimilados que alcanzan las inflorescencias, debido a una incapacidad de hidrolizar la sucrosa, sobre todo en hojas jóvenes. Concluyen también que los frutos más cercanos a las hojas más grandes, tienen mayor tamaño, por mayor movilización de fotosintetizados y por mayor cantidad de Ácido indolacético (IAA), que regula fuertemente el tamaño final del fruto, lo que también da evidencias de prácticas de poda de ramas secundarias o la obtención de fitotipos de tomate de hábito indeterminado, preferentemente de un solo tallo (Ho *et al.*, 1983).

Rodríguez y Lamberth (1975) encontraron que el espaciamiento en tomate en invernadero en un cultivo primaveral fué el principal determinante de la tasa fotosintética, el cual fué mas alto en plantas espaciadas a 25.4 x 41 cm; esto sugiere que el efecto del espaciamiento entre plantas fue observado en términos de la exposición de luz, en el sentido

de que espacios abiertos recubren menos y sombrean menos las hojas, con mas penetracion de luz en las hojas basales, y menos competición por luz.

La productividad de los cultivos no depende solo de la eficiencia en la intercepcion de la luz, sino también de la eficiencia con que la luz es convertida a energia quimica en la fotosíntesis. La eficiencia fotosintética, que puede ser cuantificada como $\text{g CO}_2 \text{ J}^{-1}$ es afectada por varios factores y no solo por la densidad de flujo de luz.

Plantas de tomate colocadas a 20°C con un fotoperíodo de 12 horas ($400 \text{ mmol quanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) con un ambiente normal de CO_2 (340 ppm) o con alto CO_2 (1000 ppm CO_2) y encontraron que en periodos largos de exposición a alto CO_2 las plantas no mantuvieron sus ganancias fotosintéticas. (Besford *et al.*, 1990).

Las diferencias entre genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en resistencia estomática (rs) y peso fresco específico de hoja (SLFW) fué observado bajo intensidad de luz baja y baja temperatura nocturna. No se encontraron relaciones entre resistencia estomática y tasa de fotosíntesis neta por dm^2 de área foliar (pA). Una negativa relacion entre SLFW y fotosíntesis neta por gramo de peso fresco fue encontrada, pero no fué clara la relación entre SLFW y pA. Por último, los genotipos con bajo SLFW parecen mejor adaptados para una baja intensidad de luz. (Van de dijk, 1985).

Nederhoff *et al* (1989) hicieron mediciones de las concentraciones de CO_2 dentro y fuera del invernadero combinado con mediciones lineales de ventilación y observaron una correlación positiva entre fotosíntesis y concentración de bióxido de carbono.

Dos especies de tomate, *L. esculentum* y *L. chimielewskii* fueron expuestos a dos concentraciones altas de CO_2 , a 330 y 900 $\mu\text{l l}^{-1}$ por 10 semanas. Las plantas adultas bajo la concentración alta de CO_2 contienen más almidón y azúcares que el testigo.

Esta mayor acumulación de almidón y azúcares en hojas jóvenes de *L. esculentum* bajo alto CO_2 no es significativa, pues la proporción de carbono cambia en las plantas, ya que aumenta en las primeras semanas y luego decrece, ya que las plantas se aclimatan a altas concentraciones de CO_2 .

Algunas investigaciones dicen que la reducción en la conductancia estomática puede explicar la aclimatación. Otros, que el contenido de CO_2 interno mantenido constante, disminuye la actividad de Rubisco o que el alto contenido de almidón en la hoja, logrado en las primeras semanas, es un inhibidor de la fotosíntesis. Además, en altas concentraciones de CO_2 hay una mayor acumulación de fotosintetizados en tallos y hojas (Yelle, 1989).

El enriquecimiento de CO_2 es ampliamente usado para incrementar el crecimiento de muchas especies en invernaderos, comprobando que con 340 $\mu\text{l l}^{-1}$ de CO_2 , se incrementa considerablemente la fotosíntesis, por lo que un significativo incremento en fotosíntesis puede esperarse a 1000 $\mu\text{l l}^{-1}$ de CO_2 .

Muchos estudios han reportado que el mayor beneficio por el enriquecimiento de CO₂ ocurre durante estados tempranos del desarrollo. Sin embargo, las plantas aclimatadas a altas concentraciones de CO₂ gradualmente pierden su eficiencia fotosintética.

Algunos artículos reportan que el beneficio inicial de enriquecimiento de CO₂ en el crecimiento relativo y la tasa fotosintética de tomate no se mantiene hasta la madurez de la planta. (Jones *et al.*, 1984).

Aspectos Fenológicos

Según Palmer y Goldsworthy (1971) el incremento de los rendimientos biológicos en los cultivos se puede lograr, entre otros medios, con el mejoramiento de las capacidades de intercepción de luz, aumentando el periodo de formación de grano o fruto.

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

✓ Hernández (1992) recomienda la práctica de acolchado en beneficio de los cultivos ya que su uso permite una alta eficiencia en los procesos fisiológicos, con las siguientes ventajas

- a) optimización del proceso fotosintético, debido a una mayor apertura estomatica.
- b) El crecimiento de las plantas es favorecido por un mayor potencial de agua en las hojas.
- c) La temperatura de las hojas se mantiene estable
- d) Hay una mayor presión osmótica en las células.
- e) Se presenta mayor tasa de crecimiento, y un menor número de días entre etapas fenológicas

Aspectos Cuantitativos y Cualitativos del Rendimiento

El concepto real del rendimiento, sólo se logra en los tomates después de muchos años de estudios, basados en experiencias dirigidas en forma adecuada y después de amplios ensayos sobre la práctica del desarrollo y la comercialización.

* El peso de la cosecha total de una superficie determinada dedicada a una variedad, depende del número de plantas/superficie, del número de frutos/planta, de la cantidad de racimos, del número de frutos por cada uno de éstos y del peso de cada fruto (Toovey, 1965; Pasternack *et al.*, 1979).

Las variaciones en la calidad del fruto del tomate son numerosas debido al complejo genético, fisiológico e influencias del medio ambiente. El sabor del tomate está ampliamente

relacionado con el contenido de azúcar y ácidos. Sin embargo, las diferencias en sabor pueden ocurrir por mezclas entre cultivos, como resultado de la madurez fisiológica, factores ambientales de producción o manipulación en postcosecha.

Las variaciones en la calidad del fruto del tomate son resultado de las diferencias en las distancias de fertilización, riego y composición del suelo. (Gull, 1989).

Las altas temperaturas en el campo pueden causar ablandamiento en el fruto y por eso se reduce la calidad durante las operaciones subsecuentes de pos-cosecha y la comercialización. (Ashcroft, 1993).

Aunque el rendimiento y la calidad de los cultivos resultan ser los primeros objetivos en el mejoramiento del tomate, estas características están determinadas por una serie de componentes estructurales y funcionales extremadamente complejos. Estos componentes fisiológicos y bioquímicos requieren ser entendidos para observar la importancia de éstos y poder enfocar el mejoramiento hacia las características adecuadas. (Allen y Rudich, 1978).

✧ El número de frutos por planta está determinado por el número de flores que son fecundadas y alcanzan a desarrollarse en fruto (Wareing y Patrick, 1975).

Las características de fruto, como tamaño y forma, están determinados por características similares a las del rendimiento y determinada por varios genes y son obtenidas principalmente por la explotación de la heterosis de los híbridos (Garza, 1980; Peirce, 1992).

La industria para procesamiento de tomate requiere que este tenga las siguientes características

- alto rendimiento
- frutos resistentes a rajaduras
- fructificación concentrada y maduración uniforme
- alto contenido de sólidos
- una elevada acidez

Los factores que afectan al tipo de raíz, tallo y follaje son principalmente la temperatura y humedad. ya que con altas temperaturas y baja humedad relativa la planta comienza un desarrollo vegetativo rápido, y aunado con una lenta respiración, se provoca una disminución en el tamaño del fruto por el consumo de azúcares (Allen y Rudich, 1978; Aung, 1976).

La precocidad depende de muchos factores y como estos experimentan profundos cambios cuando las condiciones de cultivo son diversas, es difícil su control. Días precisos para germinación, control del desarrollo vegetativo, formación de los racimos, desarrollo de flores, producción de polen, liberación de éste y germinación, formación de frutos y maduración, son unos de los tantos factores que condicionan la época de siembra y la cosecha de los primeros frutos (Toovey, 1965).

El punto de maduración en que debe cosecharse el tomate depende de las condiciones ambientales y del tiempo a transcurrir hasta que el fruto llegue a su destino (Van Haeff, 1990).

Si son para procesamiento industrial, deben estar completamente encarnados, si son para abastecer el mercado local, pueden estar rojos, pero no completamente maduros, y si es para exportación, deben presentar ligeros indicios de coloración. (Anderlini, 1976)

Las variedades de frutos de mayor tamaño, proporcionan una elevada cantidad de frutos de color y formas inferiores. Las variedades de frutos de menor tamaño, proporcionan un elevado porcentaje de frutos redondos con una incidencia mucho menor de maduración por zonas. (Toovey, 1965).

Es de gran importancia para la industria las variedades con gran cantidad de sólidos solubles, por esto, Wells y Buitelar (1989) recomiendan una reducción en el tiempo de madurez del fruto, con la finalidad de incrementar el contenido de sólidos solubles. Al estudiar una especie silvestre (*L. peruvianum*) se comprobó que producía mayor cantidad de sólidos solubles que *L. esculentum* M. atribuyéndose a que la primera acumula mayor cantidad de sucrosa (Stomme 1992). Al estudiar los casos de acumulación tardía de sucrosa en frutos, se demostró que en frutos jóvenes se acumulaban directamente por vía simplástica y que en frutos maduros, por vía apoplástica, por lo que se determinó que eran las enzimas las que ocasionaban la tardanza en la formación de sucrosa, esto al comparar *L. chmielewskii* y *L. esculentum* M. (Dali *et al.*, 1992).

También en *L. chmielewskii* se dedujo que la síntesis de sucrosa puede servir como un indicador de la derivación del crecimiento de los frutos.

La producción de los cultivos, en última instancia, depende de la fotosíntesis, aunque procesos como la respiración, translocación, o la actividad metabólica son muy importantes. Entonces para incrementar los rendimientos biológicos se busca lo siguiente.

- a) Incremento de la actividad fotosintética de hojas individuales
- b) Mejora de las capacidades de intercepción de la luz
- c) Reducir el gasto (derroche de respiración y fotorrespiración).
- d) Aumento del período de formación de grano o fruto. (Palmer y Goldsworthy, 1971).

Aspeitia (1994), al evaluar 98 genotipos de tomate bajo altas temperaturas en invernadero, concluye que la mejora en rendimiento y calidad del fruto es debido a factores como temperatura óptima, aplicación de acolchado, así como riegos y fertilizaciones adecuadas.

Menciona que los genotipos mostraron una gran variabilidad en cada uno de los parámetros fenológicos y de rendimiento evaluados, algunos con alto rendimiento, pero muy tardíos y otros con gran número de fruto/planta con diferentes calidades.

Recomienda un mayor espaciamiento entre plantas (en el experimento el espacio entre plantas fue de 20 cm) para una mejor respuesta en rendimiento y calidad.

Correlaciones Fenotípicas

El significado de las correlaciones genéticas y fenotípicas no se fundamentan únicamente en el aspecto de la herencia cuantitativa, sino que su dimensión es mas amplia y de gran utilidad para los mejoradores, ya que estos aspectos representan un término de mayor aplicabilidad en la selección, cuando esta es dirigida al conjugar varios caracteres en un determinado organismo vegetal, (Robinson *et al.*, 1951).

Las correlaciones se utilizan para determinar las relaciones entre dos variables, sin conocer cuanta es la relación media heredable, Zamora (1992) y Burton (1951). Sin embargo señalan que se ha sugerido la utilización de la correlación genotípica, habiendo sido ésta determinada en base a la varianza y covarianza genética como un medio de eliminar en parte algunos efectos no heredables.

Willman *et al.* (1987) mencionan que aunque las correlaciones simples no son indicativos de una causa y efecto, éstas son útiles en la determinación del grado y dirección de la asociación entre dos factores.

Las correlaciones fenotípicas se deben a las interrelaciones que se establecen entre algunos caracteres, los cuales pueden ser atribuibles a efectos pleiotrópicos o de ligamiento. (Goldemberg, 1968).

En tomate, el número de frutos/planta tuvo una correlación positiva significativa con rendimiento por planta. También una correlación positiva significativa se observó entre el diámetro del fruto y rendimiento. El peso de fruto tuvo una correlación negativa significativa

con rendimiento, porque el peso de fruto posee una correlación negativa significativa con el número de frutos por planta (Sivastava y Sachran, 1973).

Como el rendimiento es influenciado por muchos factores, la selección basada en correlaciones simples, sin tomar en consideración las interacciones entre los caracteres componentes puede ser engañosa. Por ejemplo, en tomate, frutos/racimo mostró una correlación positiva con el rendimiento, pero el análisis de coeficientes de senderos revela que este tiene un efecto directo negativo hacia el rendimiento. En este caso, la correlación positiva de frutos/racimo con rendimiento fue grande, debido a una contribución indirecta de frutos/planta (Srivastava y Sachran, 1973).

Majumder *et al.* (1971) en estudios realizados en 10 variedades de arroz y con una serie de caracteres, encontraron que la magnitud de la correlación genética fue similar a la fenotípica.

El rendimiento de arroz tiene una correlación positiva y significativa con el número de tallos, número de panículas por planta, longitud de la panícula, número de espiguillas por panícula y peso de 100 granos (Sindhu, 1973); asimismo menciona que la estimación de estas correlaciones ha sido utilizada para mejorar el rendimiento en otros cultivos.

Elachkar (1990) encontró mediante correlaciones fenotípicas que el comportamiento de tres genotipos de papa en diferentes localidades fue totalmente diferente debido a las condiciones ambientales de la región.

08161

BANCO DE TESIS

Singh y Singh (1973) señalan que la correlación simple no toma en cuenta las relaciones extremadamente complejas, entre varios caracteres que están relacionados a variables dependientes. Sin embargo, Zamora (1992) indica que el análisis de coeficientes de sendero es útil en la partición de asociaciones complejas en efectos directos e indirectos.

Chaudhury *et al.* (1993) sostienen que la correlación fenotípica provee una amplia base de información sobre la asociación entre los caracteres observados, y que la selección que puede efectuarse considerando la información de la correlación fenotípica puede ser de poco valor práctico, a no ser que la correlación genotípica sea evaluada independientemente.

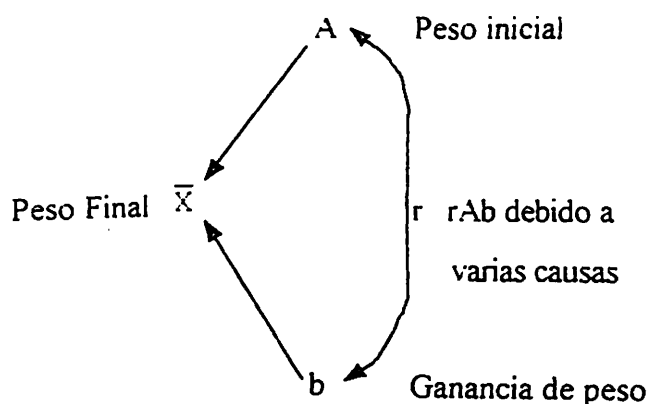
Las correlaciones fenotípicas proporcionan información que puede ser utilizada por los mejoradores de plantas en la selección y desarrollo de proyectos (Gravois y Mcnew, 1993).

Coeficiente de Sendero

El coeficiente de sendero es un método estandarizado de regresión simple, que provee gran utilidad en la partición del coeficiente de correlación en efectos directos e indirectos, (Wright, 1921). Por otro lado, Kempthorne (1969) menciona que el coeficiente de sendero es un coeficiente de regresión parcialmente estandarizado.

Wright, (1921) consideró al término coeficiente de regresión en base a variables independientes denominadas como causas, y variables dependientes designadas efectos. La

aplicación de esta teoría tiene su utilización en el análisis estadístico, considerando la interrelación de dichas variables en un determinado grupo de variables correlacionadas, este investigador define este método de la siguiente manera:



en donde $\bar{X}$ es la variable dependiente, y los efectos dependientes de A, B, C, etc., son las causas. Por lo tanto, $\bar{X}$ es una combinación lineal de A, B, C, etc. De acuerdo con este diagrama, se tienen las literales A y b, las cuales muestran una dirección continua, lo que indica una influencia y una conexión de la causa con el efecto, lo cual se define como “sendero”, en que la doble relación de estas literales indica una correlación simétrica. Por lo tanto, el coeficiente de sendero se define como un índice numérico y mide la influencia directa del sendero en un sistema de variables correlacionadas, de tal modo que este término es la relación entre la desviación estándar de $\bar{X}$ debida a A y la desviación estándar total de $\bar{X}$, tal como se muestra:

$$P(X \leftarrow A) = P_{\bar{X}A} = \frac{\sigma_{\bar{X} \cdot A}}{\sigma_{\bar{X}}} \quad .$$

El mismo investigador también establece que la correlación de dos variables se debe a varios o a un factor en particular. El producto de los coeficientes de sendero constituye una

cadena de senderos que se unen a través de factores comunes, aspecto que contribuye a la correlación total, por lo que el coeficiente de correlación es la suma de todas estas acciones que en forma independiente contribuyen en dichas cadenas. Asimismo, el mismo autor desarrolló la teoría de los coeficientes de sendero con el fin de realizar un análisis estadístico de causas y efectos en un sistema de variables correlacionadas.

Parece ser que los primeros investigadores que utilizaron este método en el mejoramiento de las plantas fueron Dewey y Lu (1959), quienes en la gramínea forrajera *Agropyron cristatu*, aplicaron un sistema de variables correlacionadas a través de los análisis estadísticos respectivos, tales como análisis de varianza para cada carácter en estudio y la determinación de las correlaciones genéticas y fenotípicas derivadas de los componentes de varianza y covarianza, habiendo tomado siempre las variables de dos en dos. Ambos autores demostraron que con esta técnica se pueden seleccionar las variables que más relación tienen con el rendimiento.

Mendoza (1990) efectuó dos análisis de sendero en 15 genotipos de cártamo; Encontró que el número de capítulos por planta mostró mayor contribución al rendimiento económico (0.9549), en el segundo análisis de sendero el carácter que se observó con mayor influencia sobre el contenido de aceite fue el rendimiento económico (1.58).

Calixto *et al.* (1976) realizaron un estudio para detectar los caracteres que determinan el rendimiento en grano de trigo, mediante coeficientes de sendero, y encontró que la variable longitud de espiga es la que más influencia tiene sobre el rendimiento de grano: su coeficiente

de sendero positivo (6.93), coincide con el alto valor positivo y altamente significativo y su correlación genotípica con rendimiento (1.228).

El efecto directo de las otras variables sobre el rendimiento es relativamente menor que el de longitud de espiga. Bajo estas consideraciones se deduce que la única variable que efectivamente contribuye al rendimiento de grano es longitud de espiga.

Gravois y Helms (1992) realizaron un estudio para determinar las relaciones entre los componentes de producción en diferentes densidades de siembra en arroz semienano. El análisis de senderos reveló que la densidad de panícula tuvo el mayor efecto directo positivo en la producción de arroz aún a bajas densidades de siembra, donde el llenado de grano por panícula se incrementó para compensar la disminución de densidad de panícula. Para conseguir producciones óptimas de arroz y calidad de grano, se debe alcanzar una adecuada densidad de panícula y madurez uniforme por unidad de área.

Mosqueda y Molina (1974) consideraron necesario estudiar la importancia de algunas variables en la determinación del rendimiento de *Carica papaya* L. trabajándose con 486 plantas (hermafroditas y femeninas) de una población de la parte central del estado de Veracruz.

Usando el método de coeficientes de sendero de Wright, se determinó que el número de frutos por planta y la anchura máxima del fruto son los componentes de rendimiento más importantes. Se sugiere que la selección indirecta a través del número de frutos por planta

podría ser más efectiva que la selección directa para el rendimiento, puesto que el número de frutos tiene mayor heredabilidad y variación genética potencial que el rendimiento

El rendimiento de grano de arroz presentó correlaciones positivas significativas con días a madurez y altamente significativas con número de tallos y panículas por planta, peso de panícula por planta, número de granos y granos llenos por panícula y peso de grano por panícula.

El peso de mil granos se asoció negativamente con el rendimiento. Los efectos directos resultados de los coeficientes de sendero fueron los más importantes que los efectos indirectos.

Con los coeficientes de senderos se determinó que número de panículas por planta, peso de granos por panícula, número de granos llenos, números de tallos y panículas por planta, son los componentes más importantes del rendimiento, y en menor escala, el peso de mil granos. (Orona, 1994).

Macías (1992) evaluó 2 especies de papita güera (*Solanum cardiophyllum* y *S. ehrenbergii* L.) para conocer el potencial de adaptación a las regiones semiáridas, y al estudiar los caracteres fenotípicos de la planta y los parámetros del análisis de crecimiento para establecer el grado de asociación y su influencia sobre el rendimiento mediante análisis de sendero; detectó correlación positiva y significativa para rendimiento y peso seco de tallo ($r = 0.99$) en *S. cardiophyllum*; en *S. ehrenbergii* la mayor correlación con rendimiento fueron

peso seco del tallo ($r = 0.84$) peso seco del estolón ($r = 0.86$) área foliar ($r = 0.84$) y peso seco de la planta ($r = 0.90$).

Las correlaciones entre los parámetros del análisis de crecimiento con rendimiento para *S. cardiophyllum* detectaron que los componentes con mayor relación fueron duración del área foliar ($r = 0.99$), duración del peso foliar ($r = 0.99$) y duración del peso del tallo ($r = 0.98$).

En *S. ehrenbergii*, las mayores relaciones con rendimiento fueron duración del área foliar ($r = 1$), duración del peso foliar ($r = 1.0$) e índice de área foliar ($r = 0.99$).

El análisis de sendero para componentes de la planta, en *S. cardiophyllum* detectó a duración del peso foliar y peso específico foliar como los componentes que tienen más influencia sobre el rendimiento y en *S. ehrenbergii* a el área foliar específica, relación del área foliar y peso específico foliar.

Al efectuar análisis de coeficientes de senderos en los componentes del rendimiento en tomate, Srivastava y Sachran, (1973) encontraron que el peso de fruto tuvo un efecto directo negativo sobre rendimiento. El número de frutos/planta tuvo el máximo efecto directo positivo en el rendimiento, seguido por diámetro de fruto. Por lo que concluyen que el número de frutos/planta y el diámetro de frutos contribuyen más fuertemente hacia rendimiento y recomiendan que sean tomadas en cuenta en programas de mejoramiento en tomate.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Area de Estudio.

Para la realización y cumplimiento de los objetivos de este trabajo, se utilizó el invernadero No. 6, y el laboratorio de Fisiotecnia que se encuentran en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Ubicado al sur de la Ciudad de Saltillo, Coah; con una latitud de 25° 22' N; Longitud de 101° 00' W; con una altitud de 1742 msnm y una temperatura promedio anual de 19.8°C (Mendoza, 1984).

Material Genético.

El material genético utilizado fue constituido por 12 genotipos de tomate que se seleccionaron del banco de germoplasma de Fisiotecnia, buscando que estuvieran representados en esta muestra todos los tipos de tomate con que cuenta dicho banco, además, buscando evaluar aquellos materiales que se conoce tienen buen rendimiento, pero no se conoce su comportamiento en invernadero bajo altas temperaturas.

Todos estos materiales presentan una amplia variabilidad en características como hábito de crecimiento, color de fruto, forma de fruto, tamaño de fruto, forma de la hoja, porte

de la planta, número de flores por racimo, precocidad, etc.

En el cuadro No 31 se muestra una breve descripción de cada material, su nombre comercial y las características de algunos de ellos.

Para el logro de los objetivos planteados en este trabajo, la investigación se dividió en establecimiento del experimento en invernadero, manejo del experimento, pruebas de laboratorio, y toma de datos fisiológicos con el LI-COR 6200. A continuación se explica la metodología de cada fase.

Establecimiento del Experimento.

Las actividades se realizaron en el período que comprende del mes de abril al mes de octubre de 1993.

Para preparar el suelo, este fue sacado del invernadero para cribarlo y ser tratado con bromuro de metilo, después se cubrió con polietileno, y se dejó reposar durante tres días. Se acondicionó una de las camas para ser utilizada como semillero, dándole una preparación adecuada y realizar la siembra; la siembra en almácigo fue el día 15 de Abril de 1993, dándole riegos ligeros todos los días, se sembró en hileras con 30 semillas de cada genotipo.

Se acondicionaron todas las camas restantes, llenándolas de suelo y dándole una aplicación de 3 capas de Furacán granulado. Al mismo tiempo, se le dió una primera

CUADRO 3.1. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES GENETICOS DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* M. EN INVERNADERO.

No.	GENOTIPO	ORIGEN	HABITO DE		TIPO DE OTRAS CARACTERISTICAS	
			CRECIMIENTO	FRUTO		
11	S-36 MID-SEASON	UNIV. DE ISRAEL	DETERMINADO	BOLA	HIBRIDO EXPERIMENTAL, FRUTO DE BUEN TAMAÑO.	
14	S-39 MID-SEASON	UNIV. DE ISRAEL	DETERMINADO	BOLA	HIBRIDO EXPERIMENTAL, FRUTO DE BUEN TAMAÑO.	
21	POLE BOY	PALSA	INDETERMINADO	BOLA	VARIEDAD COMERCIAL, FRUTO DE BUEN TAMAÑO.	
34	CELEBRITY	ABBOTT & COBB	DETERMINADO	BOLA	HIBRIDO COMERCIAL DE ALTO RENDIMIENTO, FRUTO DE BUEN TAMAÑO.	
59	RIO GRANDE	SUN SEEDS	DETERMINADO	GUAJE	VARIEDAD SALADETTE, FRUTO GRANDE.	
66	SUNNY	ASGROW	DETERMINADO	BOLA	HIBRIDO COMERCIAL DE ALTO RENDIMIENTO, FRUTO GRANDE.	

CUADRO 3.1. CONTINUACION....

No.	GENOTIPO	ORIGEN	HABITO DE		TIPO DE OTRAS CARACTERISTICAS	
			CRECIMIENTO	FRUTO		
71	MONTECARLO	ABBOTT & COBB	INDETERMINADO	BOLA	HIBRIDO COMERCIAL DE ALTO RENDIMIENTO, FRUTO GRANDE.	
83	FLORADADE	CASA FAYA	DETERMINADO	BOLA	VARIEDAD COMERCIAL DE ALTO RENDIMIENTO, FRUTO GRANDE.	
118	SUPER STEAK	BURPEE'S INC.	INDETERMINADO	BOLA	HIBRIDO COMERCIAL DE ALTO RENDIMIENTO, FRUTO GRANDE Y JUGOSO, ESPECIAL PARA JARDINES	
119	PIXIE HYBRID II	BURPEE'S INC.	DETERMINADO	CHERRY	VARIEDAD COMERCIAL DE RAPIDA MADURACION, EXTRAPRECOZ, MUCHOS FRUTOS PEQUEÑOS.	
134	HYBRID 882	PETTO SEED	DETERMINADO	PERA	HIBRIDO, PLANTAS DE BUEN TAMAÑO, FRUTO GRANDE CON HOMBROS, BUEN COMPORTAMIENTO A ALTAS TEMPERATURAS.	
137	BOA	ABBOTT & COBB	INDETERMINADO	BOLA	HIBRIDO COMERCIAL, FRUTO GRANDE.	

fertilización aplicando 400 g de Sulfato de Potasio, 400 g de Superfósforo triple y 120 g de Urea, todo esto mezclado, se tiró en banda a 15 cm aproximadamente al nivel de la planta. Se le dio un riego pesado y se cubrió con el polietileno negro, perforándolo a 20 cm de distancia

Manejo del cultivo.

El trasplante se realizó el día 4 de junio de 1993, de forma manual, utilizando una estaca de madera para hacer los hoyos en el suelo a 10 cm de profundidad, colocando ahí las plántulas.

Se plantaron a 20 cm entre planta y planta y 60 cm entre hileras en cada cama, con dos repeticiones en bloques al azar, separando a las plantas de hábito indeterminado, que se colocaron en una sola cama, con su respectiva repetición en otra.

En total se aplicaron diez fertilizaciones en solución (Cuadro 3.2.): La primera a los ocho días después del trasplante, la segunda a los 16 días después del trasplante; la tercera y cuarta al inicio de la floración; la quinta, que sólo contenía 400 g de Nitrato de Calcio, cuando amarró el fruto; la sexta fertilización a primera cosecha; la séptima a la segunda cosecha; la octava a la cuarta cosecha; la novena a la séptima cosecha; y la décima a la novena cosecha.

A los cuatro días después del trasplante se realizó una aspersión con Pounce 2 cm³, para controlar a la mosquita blanca, utilizando para ello una mochila manual.

Entre la primera y segunda cosecha, se aplicaron 2 cm³ de Nutriplan y 2 cm³ de Pounce, 2 cm³ de Bionex, 3 cm³ de Cupertrón.

En cuanto a riegos, después del trasplante se efectuaron 3 veces por semana, reduciéndose después a solo 2 veces por semana.

Cuadro 3.2. Composición de la solución fertilizante aplicada al cultivo del tomate en invernadero. Buenavista, Saltillo, Coah. 1993.

Fertilizante	Cantidad
Quelato de fierro	28 g
Urea	14 g
Fosfato de amonio	28 g
Sulfato de potasio	84 g
Sulfato de magnesio	84 g
Sulfato de amonio	28 g
Proquelato de magnesio	28 g
Nitrato de calcio	280 g
Borax	10 g
Agua	200 l

En cuanto a podas o desmamones, se realizaron periódicamente, en el momento en que se pudieron identificar los crecimientos vegetativos y los crecimientos florales; para las podas se apoyó con unas tijeras para tallos blandos o se realizaron manualmente.

Para hábito determinado, las podas fueron a dos tallos, quitando todos los mamones o crecimientos laterales, y los de hábito indeterminado, se manejaron a un solo tallo y podando su crecimiento apical cuando la planta alcanzó aproximadamente 2 m de altura.

Todas las plantas fueron apoyadas con hilos de plástico que ayudaron a sostener el

peso de la planta, realizando la función del tutor para apoyar el crecimiento, se fueron reacomodando periódicamente estos hilos según las necesidades de crecimiento de las plantas

Cosecha y Fenología de Producción.

Las cosechas se realizaron manualmente; del total de plantas de cada genotipo, sólo se cosecharon 3 plantas intermedias con competencia completa, tomando al fruto entre las manos y desprendiéndolo del pedúnculo de la planta madre, para ser colocados en bolsas de papel, identificándolas con la fecha, el No. de genotipo, cantidad de frutos de cada planta por bolsa y el No de repetición, posteriormente se llevó a laboratorio. Una vez identificado en laboratorio, fueron pesados en una báscula, medidos con una forcípula y clasificados de acuerdo a su coloración. Esto se hizo para cada cosecha.

Se realizaron 17 cosechas, comprendidas entre el 3 de agosto y el 21 de octubre de 1993; considerando peso, calidad y tamaño del fruto por cada genotipo.

Para los días a primer corte, se realizó un conteo de días a partir de la fecha del trasplante, al primer corte de todos y cada uno de los genotipos, y así determinar su precocidad.

Para días en cosecha, con el registro de la primera cosecha; hasta el día de la última cosecha, se calculó el número de días en producción. También se sacaron por genotipos los días o intervalos que no tuvieron producción.

Una vez realizados los cortes, se pesaron todos y cada uno de los frutos por genotipo durante el ciclo de producción que presentó la planta, esto se realizó en cada cosecha. Se sumó el total de los pesos obtenidos durante la cosecha y se dividió entre el número de frutos cosechados para obtener el peso promedio de cada fruto. Al igual que para obtener el rendimiento total de cada genotipo se realizó la suma total de los pesos por cada uno de los frutos; de esta manera se obtuvo el rendimiento promedio. Aunque las temperaturas máximas y mínimas tuvieron mucha influencia en la producción, registrándose temperaturas de 38°C, y genotipos que no lo toleraron, expresándose en la poca o nula producción. Existió una variación, en general arriba de los 35°C, y extremas de 30 - 39°C. (Gráfica 9.1.).

Pruebas de Laboratorio para Determinar Vitamina C, pH y °Brix.

Durante el período de producción, se efectuaron pruebas de laboratorio para determinar el contenido de vitamina C, °Brix y pH en los frutos de cada genotipo, efectuando este procedimiento solo en una ocasión para cada repetición en cada genotipo. Las pruebas se efectuaron en frutos clasificados de acuerdo a su coloración como número 4 (rojos). Las técnicas y procedimientos de laboratorio seguidos para determinar cada variable, son las comúnmente empleadas para efectuar este tipo de análisis químicos. Este proceso se efectuó en el laboratorio de Fisiotecnia de la Universidad.

Toma de Datos Fisiológicos con el LI-COR 6200.

El LI-COR 6200. (Li-Cor Inc. 1990) sistema de fotosíntesis portátil, es un instrumento para medir intercambio de CO_2 de las hojas con la atmósfera.

La tasa fotosintética neta se calcula usando estas tasas de cambios y algunos otros factores tales como área de la hoja utilizada, volumen de la cámara, volumen del sistema, temperatura y la presión atmosférica a la que se está trabajando, según instructivo del instrumental.

Las mediciones con el LI-6200 fueron seis en total, efectuándose la primera el día 28 de Julio y la última el día 12 de Octubre, existiendo un intervalo de 15 días en promedio entre lectura y lectura.

Un día antes al determinado para efectuar las mediciones, se escogían al azar las hojas en que se efectuaría la evaluación; cuatro de cada genotipo (2 por repetición) y en ellos una hoja de la parte superior del dosel y otro de la parte media del dosel se etiquetaban para distinguirlos fácilmente.

Una regla con el mismo ancho de la cámara, se colocaba sobre la hoja escogida, se marcaba y se dibujaba o calcaba el contorno de la hoja sobre papel, que luego se recortaba para determinar el área foliar que quedaría dentro de la cámara al momento de hacer la evaluación.

El área foliar se obtuvo haciendo pasar el contorno calcado y recortado sobre el

integrador electrónico de área foliar LI-3100 Area Meter. (Li-Cor Inc 1990)

Conociendo el área foliar de cada hoja, este dato se anotaba en la etiqueta colocada anteriormente en cada hoja, ya que este dato es necesario incluirlo en la consola antes de iniciar cualquier medición.

Cada una de las seis lecturas efectuadas con el Li-6200 comprendió 3 evaluaciones en 3 horas diferentes del día: Mañana (9:00 hrs), Mediodía (12:00 hrs) y Tarde (15:00 hrs).

Las mediciones con el Li-6200 arrojaron datos sobre fotosíntesis neta ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) conductancia estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiración ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y uso eficiente de agua ($\text{g CO}_2/101 \text{ H}_2\text{O}$), donde:

μmol = micromoles de CO_2

m^{-2} = área foliar (m^2 de hoja)

s^{-1} = segundo

mol = moles

Diseños Experimentales y Modelos Estadísticos Utilizados

Diseño experimental para aspectos fenológicos y rendimiento

En todos los análisis de varianza y pruebas de medias, se utilizó el programa estadístico de la Universidad de Michigan (M-stat), versión 4.0.

El diseño experimental usado fue un completamente al azar con dos repeticiones, con 5 plantas por repetición de la parcela experimental y las 3 plantas del centro, con competencia completa para la parcela útil. Una vez realizado el análisis de varianza, y en aquellas variables en que se encontraron diferencias significativas, se efectuó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), para determinar las diferencias entre tratamientos.

La determinación del rendimiento se efectuó acumulando el rendimiento en cada cosecha y cada genotipo, luego dividiendo entre 3, que era el número de plantas de la parcela útil.

Análisis estadístico.

La respuesta a los diferentes tratamientos se evaluó analizando estadísticamente los datos obtenidos en el experimento, que, de acuerdo a Steel y Torrie (1989) se puede considerar como un experimento preliminar ya que se prueba un número grande de tratamientos con el objeto de obtener indicios para futuros trabajos.

La evaluación estadística de los datos obtenidos de los diferentes genotipos, para rendimiento y aspectos fenológicos, se realizó bajo el siguiente modelo, considerando igual número de repeticiones en cada tratamiento.

Tenemos:

$$Y_{ij} = \mu + Z\epsilon_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2, 3 \dots 12$ genotipos

$j = 1, 2$ repeticiones o bloques

$E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Donde:

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

M = Efecto de la media general.

Z_{ei} = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Efecto del error experimental.

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} (100)$$

Prueba de DMS:

$$DMS\alpha = (t_{\alpha / 2, Gl_{\varepsilon\varepsilon}}) \left[\frac{\sqrt{2(CMEE)}}{r} \right]$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación.

$CMEE$ = Cuadrado medio del error experimental.

t = No de tratamientos.

r = No de repeticiones.

DMS = Diferencia mínima significativa.

Gl_{EE} = Grados de libertad del error experimental.

Diseño experimental para aspectos fisiológicos.

El diseño utilizado fue un diseño de bloques completos al azar en el cual las fechas de evaluación fueron (54, 70, 84, 98, 116, y 130 días después del trasplante) bloqueadas en el tiempo, buscando mantener las diferencias entre bloques, que se supone existen entre las diferentes fechas de evaluación. Esta manera de agrupamiento es una herramienta utilizada para simplificar los análisis estadísticos de mediciones sucesivas en el tiempo (Mc Avoy y Janes, 1989).

Análisis estadístico.

Para analizar estadísticamente los datos obtenidos mediante las lecturas con el LI-6200 se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 3 factores en arreglo de parcelas subdivididas, donde la parcela mayor son los genotipos y la parcela menor son la posición de la hoja y dentro de esta se ubica la hora del día en que se tomó la lectura. Todo esto bajo el siguiente modelo estadístico. (Gomez y Gomez, 1984).

$$Y_{ijkl} = \mu + \theta l + \alpha i + Eil + \beta j + \alpha\beta ij + Eijl + \delta k + \alpha\delta ik + \beta\delta jk + \alpha\beta\delta ijk + Eijkl$$

$i = 1,2,3,\dots$ a genotipos (parcela mayor)

$j = 1,2,3,\dots$ b posición de la hoja (parcela menor)

$k = 1,2,3,\dots$ c horas del día (subparcela)

$l = 1,2,3,\dots$ r (bloques)

$$E_{il} \sim N(\bar{E} = 0, \sigma^2_{il})$$

$$E_{ijl} \sim N(\bar{E} = 0, \sigma^2_{ijl})$$

$$E_{ijkl} \sim N(\bar{E} = 0, \sigma^2_{ijkl})$$

donde:

Y_{ijkl} = Observación del i-ésimo genotipo, en la J-ésima posición de la hoja, en la k-ésima hora del día, en el l-ésimo bloque.

M = media general

θ_l = efecto del bloque

α_i = efecto del i-ésimo genotipo

E_{il} = Error experimental parcela mayor (E_a)

β_j = efecto del j-ésimo posición de la hoja

$\alpha\beta_{ij}$ = efecto del i-ésimo genotipo en la j-ésima posición de la hoja

E_{ijl} = Error experimental parcela menor (E_b)

δ_k = efecto de la k-ésima hora del día

$\alpha\delta_{ik}$ = efecto del i-ésimo genotipo en la k-ésima hora del día

$\beta\delta_{jk}$ = efecto de la j-ésima posición de la hoja en la k-ésima hora del día

$\alpha\beta\delta_{ijk}$ = efecto del i-ésimo genotipo, en la j-ésima posición de la hoja, en la k-ésima hora del día.

E_{ijkl} = error experimental subparcela. (E_c)

Cuadro 3.3 Componentes para el análisis de varianza en el diseño de parcelas subdivididas

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Bloques	$r-1$
Factor A	$a-1$
Error (a)	$(a-1)(r-1)$
Factor B	$b-1$
AB	$(a-1)(b-1)$
Error (b)	$(r-1)(b-1)a$
Factor C	$c-1$
AC	$(a-1)(c-1)$
BC	$(b-1)(c-1)$
ABC	$(a-1)(b-1)(c-1)$
Error (c)	$(r-1)(c-1)ab$
Total	$(a b c r)-1$

Para las variables en estudio, se estimó el coeficiente de correlación utilizando la siguiente fórmula.

$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}}$$

donde: r = coeficiente de correlación

$\sum XY$ = suma de productos X e Y

$\sum X^2$ = Varianza de la variable X

$\sum Y^2$ = Varianza de la variable Y

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de DMS, utilizando las fórmulas adecuadas (Gomez y Gomez, 1984) y los programas que las utilizan de rutina, como el programa Mstat (Universidad de Michigan, U.S.A., paquete estadístico).

Para cada variable bajo estudio tanto cuantitativa, cualitativa, fenológica y de rendimiento, se efectuaron correlaciones con base en la media por genotipo. Como la idea fue cuantificar la proporción en que cada una de las variables participaba en el rendimiento, y como la correlación solo expresa el grado de asociación directa entre cada componente del rendimiento, y no la correlación existente entre ellos (Zamora, 1992), se aplicó la técnica de Wright (1921) conocida como "Coeficiente de sendero" para determinar y analizar la relación causa-efecto entre este grupo de variables bajo estudio.

Análisis de Senderos

El análisis de senderos está basado en la regresión múltiple, por lo que en sus cálculos están involucradas ecuaciones lineales, cuyo tratamiento se simplifica con el uso del lenguaje matricial (Reyes, 1993).

La obtención de los coeficientes de sendero se desarrollaron con el auxilio del paquete MATLAB donde los coeficientes de correlación estimados entre las variables se colocan en forma matricial y después de una serie de indicaciones, obtenemos una matriz en la cual los efectos directos (coeficientes de sendero) están en la diagonal y los demás son efectos indirectos. (Reyes y Andrade, 1991).

RESULTADOS

Con la finalidad de determinar y conocer el comportamiento de los 12 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) se efectuaron análisis de varianza y pruebas de medias para el total de los materiales genéticos incluidos, para ello se explican los resultados agrupando las variables bajo estudio de la siguiente manera.

Variables Fisiológicas	Fotosíntesis Transpiración Uso Eficiente del Agua Conductancia Estomática
Variables Fenológicas	No. días en cosecha ✓ Intervalo s/corte días a 1 ^{era} cosecha ✓ días a última cosecha ✓
Variables Cuantitativas del rendimiento	kg de fruto/planta No. frutos por planta Peso de frutos (kg) No. de cortes por planta
Variables Cualitativas del rendimiento	pH °Brix Vit. C

Los análisis de varianza de los grupos de variables 2, 3 y 4, como se indicó en

materiales y métodos, se hicieron en base a un diseño completamente al azar y el grupo de variables 1 se estudió en un diseño de bloques completos al azar y los datos obtenidos se analizaron en un factorial de 3 factores con arreglo de parcelas subdivididas

Después se efectuaron correlaciones para determinar el grado de asociación entre las diferentes variables bajo estudio; estas correlaciones sirvieron para efectuar el análisis de senderos posteriormente.

A continuación se explican los resultados siguiendo el orden y agrupamiento de variables ya descritas y al final se explican los resultados del análisis de senderos.

Análisis de Varianza para Variables Fisiológicas.

En el cuadro 4.1, el análisis de varianza muestra para fotosíntesis efectos altamente significativos en muestreos y en la interacción genotipos por hora del día (AxC). Y efectos significativos en genotipos, posición de la hoja y hora del día. Este análisis nos da un coeficiente de variación de 33.90 por ciento para esta variable.

Con respecto a la variables transpiración el ANVA nos indica que hubo diferencias significativas en muestreos, genotipos posición de la hoja y hora del día en los efectos simples. En las interacciones solamente genotipos por hora del día (AxC) denotó diferencia significativa.

CUADRO 4.1. ANALISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) PARA 4 VARIABLES FISIOLOGICAS DE 12 GENOTIPOS DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* M., EN INVERNADERO.

F.V.	G.L.	FOTOSINTESIS $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	TRANSPIRACION $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	U.E.A. $\text{g CO}_2/101 \text{ H}_2\text{O}$	CONDUCTANCIA $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
MUESTREOS	5	669.21**	1081.13**	5030.89**	9.82**
GENOTIPOS (A)	11	45.96	18.60	737.61	0.186
ERROR (a)	55	19.58	7.41	779.36	0.09
POSICION HOJA (B)	1	2157.49**	315.00**	6862.89**	1.14**
A x B	11	12.78	4.04	63.20	0.58
ERROR (b)	60	15.64	2.77	75.79	0.045
HORAS DEL DIA (C)	2	331.99**	92.15**	387.37*	0.01
A x C	22	20.97**	3.94*	146.83	0.021
B x C	2	26.03	4.05	121.44	0.01
A x B x C	22	9.45	0.84	34.01	0.32
ERROR (C)	240	10.50	2.13	107.64	0.032
C.V.		33.90	19.49	31.31	40.97

*, **: significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variación.

La variable Uso Eficiente del Agua denotó diferencias significativas en muestreos, genotipos, posición de la hoja y hora del día, con un coeficiente de variación de 31.31 por ciento.

En este mismo cuadro se observa que la variable Conductancia obtuvo diferencias significativas entre muestreos, genotipos y posición de la hoja; con un coeficiente de variación muy alto de 40.97 por ciento.

Comparación de Medias Entre Variables Fisiológicas

En el cuadro 4.2 se comparan las medias de Fotosíntesis, Transpiración, Uso Eficiente del Agua y Conductancia Estomática para cada uno de los 12 genotipos bajo estudio.

Con respecto a Fotosíntesis, los valores más altos los alcanzaron el genotipo 14, 71 y 83 con 10.98, 11.11 y 10.89 respectivamente.

Para Transpiración el genotipo 83 alcanzó el valor medio más alto con 8.56.

El genotipo 11 alcanzó el valor más alto para Uso Eficiente del Agua con 39.95.

Y por último, para Conductancia Estomática el genotipo 34 fue clasificado como el mejor con un valor de 0.55. Todas estas comparaciones se pueden observar también en las gráficas localizadas en el apéndice de este escrito.

CUADRO 4.2 COMPARACION DE MEDIAS ENTRE 4 VARIABLES FISIOLÓGICAS DE 12
GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN
INVERNADERO.

GENOTIPO	FOTOSÍNTESIS $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	TRANSPIRACION $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	U.E.A. $\text{g CO}_2/101 \text{ H}_2\text{O}$	CONDUCTANCIA $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
11	9.22a-c	6.61cd	39.95a	0.32c
14	10.98a	6.91b-d	39.46ab	0.41bc
21	9.28a-c	7.54a-c	30.41d-f	0.48ab
34	10.01ab	8.17ab	31.20d-f	0.55a
59	8.74bc	7.88a-c	28.27ef	0.47ab
66	9.89a-c	7.53a-c	37.73a-c	0.47ab
71	11.11a	8.15ab	34.82a-d	0.43a-c
83	10.89a	8.56a	31.41c-f	0.47ab
118	7.81c	6.21d	33.20b-e	0.32c
119	10.08ab	6.98b-d	36.39a-d	0.40bc
134	8.78bc	7.24b-d	27.94ef	0.39bc
137	7.90c	8.12ab	26.87f	0.52ab

Comparacion de Medias de Muestreos

En el Cuadro 4.3. se comparan las medias entre muestreos de las variables fisiologicas, y en el se encontro que las medias para la primera lectura en fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática son las más altas, mientras que el valor medio para U.E.A. en esta primera lectura fue el más bajo del total de 6 que se comparan.

El valor medio más bajo para fotosíntesis se alcanzó en la cuarta lectura (10 Sept) con 6.16 mientras que en transpiración este valor más bajo se alcanzó en la lectura 6 (12 Oct.) y como consecuencia en esta misma fecha se alcanzó el valor máximo para U.E.A. con 46.21 y también el valor mínimo para conductancia estomática con 0.23 (Gráficas 9.17 y 9.21).

Comparación de Medias Para Posición de la Hoja.

Al comparar las medias por posición de la hoja, se observa la tendencia normal de que en la hoja superior se alcanzan los máximos valores en fotosíntesis (11.79) transpiración (8.34) uso eficiente del agua (37.12) y conductancia estomática (0.49) y los valores medios de la hoja inferior fueron más bajos y estadísticamente diferentes que los dados anteriormente para la hoja superior (Cuadro 4.4 y Gráficas 9.16, 9.20, 9.24 y 9.26)

Comparación de Medias Para Hora del Día

En el cuadro 4.5, con respecto a la comparación de medias por hora del día, para

CUADRO 4.3. COMPARACION DE MEDIAS DE LECTURAS ENTRE 4 VARIABLES FISIOLOGICAS (PROMEDIOS DE 3 POSICIONES DE HOJA, 2 HORAS DEL DIA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* M.). EN INVERNADERO.

FECHAS DE LECTURA	FOTOSINTESIS $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	TRANSPIRACION $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	U.E.A. $\text{g CO}_2/1011 \text{ H}_2\text{O}$	CONDUCTANCIA $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
I (28 JULIO)	15.07a	15.14a	24.17e	0.48a
II (13 AGOSTO)	7.42c	5.04d	33.26c	0.23c
III (27 AGOSTO)	9.67b	5.89cd	39.32b	0.28bc
IV (10 SEPTIEMBRE)	6.16c	6.14c	26.29d	0.32bc
V (28 SEPTIEMBRE)	9.53b	7.71b	29.55cd	0.37b
VI (12 OCTUBRE)	9.49b	5.01d	46.21a	0.23c

CUADRO 4.4. COMPARACION DE MEDIAS PARA POSICION DE LA HOJA ENTRE 4 VARIABLES FISIOLOGICAS.
 CONSIDERANDO PROMEDIOS DE 6 MUESTREOS, 3 HORAS DEL DIA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE
Lycopersicon esculentum M., EN INVERNADERO.

POSICION DE HOJA	FOTOSINTESIS $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	TRANSPIRACION $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	U.E.A. $\text{g CO}_2/10 \text{ l H}_2\text{O}$	CONDUCTANCIA $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
SUPERIOR	11.79a	8.34a	37.12a	0.49a
INFERIOR	7.32b	6.64b	29.15b	0.38b

CUADRO 4.5. COMPARACION DE MEDIAS POR HORA DEL DIA ENTRE 4 VARIABLES FISIOLOGICAS CONSIDERANDO
 PROMEDIOS DE MUESTREO, GENOTIPO Y POSICION DE LA HOJA, EN TOMATE *Lycopersicon esculentum*
 M., EN INVERNADERO.

HORA DEL DIA	FOTOSINTESIS $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	TRANSPIRACION $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	U.E.A. $\text{g CO}_2/101 \text{ H}_2\text{O}$	CONDUCTANCIA $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
MAÑANA	10.64a	7.76b	35.01a	0.445a
MEDIODIA	10.16b	8.12a	32.41b	0.427b
TARDE	7.83b	6.59c	31.98b	0.434a

fotosíntesis se alcanza el máximo valor por la mañana (10.64) (Gráfica 9.14)

En los valores de transpiración, se alcanza el máximo al mediodía (8.2) (Gráfica 9.19)

El uso eficiente del agua es mayor por la mañana (35.01), pues a mayor fotosíntesis y menor transpiración, se hace más eficiente el uso de agua (Gráfica 9.23).

Comparación de Medias de la Interacción Genotipo x Hora del Día.

En el Cuadro 4.6. se comparan las medias de la interacción genotipo por hora del día, que resultó ser la única interacción con efectos significativos. En este cuadro se muestran claramente algunas relaciones básicas que explican el comportamiento de 4 variables interaccionando entre sí.

El valor más alto para fotosíntesis se alcanza en el genotipo 14 al medio día, (Gráfica 9.15) y a esta hora y en este mismo genotipo se presenta una tasa de transpiración relativamente baja (7.24) lo que conlleva a que se logre el mejor o más alto uso eficiente de agua con una conductancia intermedia (0.37) tendiendo a bajar.

La tasa fotosintética menor se alcanzó en el genotipo 118 en la lectura de la tarde, (Gráfica 9.15.) y a esta hora existe el valor más bajo de transpiración en el mismo genotipo, lo que hizo que se obtuviera un bajo valor para U.E.A. a la misma hora y en este mismo genotipo.

CUADRO 46 COMPARACION DE MEDIAS DE LA INTERACCION GENOTIPO X HORA DEL DIA (A X C) DE VARIABLES FISIOLÓGICAS, COMO PROMEDIO DE 6 MUESTREOS Y 2 POSICIONES DE HOJA EN TOMATE *Lycopersicon esculentum* Mill. EN INVERNADERO

GENOTIPO	HORA DEL DIA	FOTOSINTE SIS	TRANSPIRACION	USO EFICIENTE DEL AGUA	CONDUCTANCIA
11	1	11.97a-d	7.91c-l	38.08a	0.37a
	2	7.89j-n	6.20n-q	40.75a	0.29a
	3	7.82j-m	5.72pq	41.01a	0.29a
14	1	12.78a-c	7.52e-m	42.66a	0.44a
	2	13.45a	7.24f-n	44.66a	0.37a
	3	6.72l-n	5.97o-q	31.07a	0.41a
21	1	10.98a-g	8.39b-f	32.05a	0.52a
	2	9.14e-m	7.79d-k	29.30a	0.43a
	3	7.73k-m	6.45m-q	29.86a	0.48
34	1	10.9a-h	7.89d-j	35.76a	0.52a
	2	11.24a-f	9.83ab	29.73a	0.57a
	3	7.89j-n	7.22f-n	28.11a	0.56a
59	1	9.82d-k	7.77d-k	32.60a	0.51a
	2	9.80d-k	9.07a-c	26.22a	0.48a
	3	6.61mn	6.78i-p	25.85a	0.42a
66	1	11.15a-f	8.12e-h	35.47a	0.43a
	2	10.36c-j	7.50e-m	41.22a	0.45a
	3	8.17i-n	6.69h-o	36.50a	0.52a
71	1	13.31ab	8.84a-d	36.86a	0.48a
	2	10.78b-i	8.64b-e	29.82a	0.42a
	3	9.24e-l	6.96h-o	37.78a	0.40a
83	1	12.32a-d	8.36b-f	36.05a	0.49a
	2	12.01a-d	9.98a	28.46a	0.48a
	3	8.33h-n	7.35f-n	29.73a	0.44a
118	1	8.85f-n	6.42m-q	37.75a	0.33a
	2	8.29i-n	6.66k-q	32.85a	0.31a
	3	6.30n	5.54q	29.02a	0.32a
119	1	10.36c-j	7.73j-p	38.22a	0.39a
	2	11.71a-e	8.22b-g	33.77a	0.43a
	3	8.16j-n	5.93o-q	37.17a	0.40a
134	1	8.06j-n	8.14c-g	25.13a	0.40a
	2	8.45g-n	6.51l-q	29.36a	0.36a
	3	9.82d-k	8.06c-g	25.32a	0.46a
137	1	7.73k-n	8.06c-h	25.32a	0.46a
	2	8.78f-n	8.63b-e	26.47a	0.49a
	3	7.18l-n	7.66e-l	28.33a	0.61a

DMS al 0.05 de probabilidad.

Medias con la misma literal, son iguales estadísticamente.

Análisis de Varianza Para Variables Fenológicas

El Cuadro 4.7 contiene el análisis de varianza para 4 variables fenológicas de 12 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en invernadero. En este cuadro no existen diferencias significativas ni para repeticiones ni para genotipos en ninguna de las variables indicadas en él, a excepción de días a primera cosecha en los genotipos, indicándonos esto las grandes diferencias existentes entre los genotipos con respecto al tiempo que toman en llegar a producción.

En este cuadro es notorio el alto coeficiente de variación existente en intervalo de días sin corte, debido probablemente a una alta desviación estándar entre las medias de los genotipos debido a las grandes diferencias genéticas.

Comparación de Medias de Variables Fenológicas

La prueba de comparación de medias se efectuó para todas las variables, menos para días a última cosecha.

El Cuadro 4.8. compara las medias de 12 genotipos para las cuatro variables fenológicas.

Las mejores medias para número de días en cosecha fueron el genotipo 66 y 71 con 70.50 días en cosecha, esto concuerda además con las medias de días a primer cosecha de

CUADRO 4.7. ANALISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) PARA 4 VARIABLES FENOLOGICAS DE 12 GENOTIPOS DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* M., EN INVERNADERO.

F.V.	G.L.	NUMERO DIAS EN COSECHA	INTERVALO SIN CORTE	DIAS A PRIMER COSECHA	DIAS A ULTIMA COSECHA
REPETICION	1	1.5	0.67	108.38	84.38
GENOTIPOS	11	188.5	1.40	142.65**	67.86
ERROR	11	159.05	0.57	23.56	91.56
C.V. (%)		22.03	60.35	6.15	7.08

*, **: significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variación.

CUADRO 4.8. COMPARACION DE MEDIAS ENTRE 4 VARIABLES FENOLOGICAS DE 12 GENOTIPOS DE TOMATE
Lycopersicon esculentum M., EN INVERNADERO.

GENOTIPOS	NUMERO DIAS EN COSECHA	INTERVALO SIN CORTE	DIAS A PRIMER COSECHA	DIAS A ULTIMA COSECHA
11	60.50ab	1.50a-c	68.5a	124.0a
14	50.50ab	1.50a-c	81.00bd	131.50a
21	55.50ab	2.00bc	77.0a-c	127.5a
34	53.00ab	1.50a-c	86.00cd	139.00a
59	48.00ab	0.505ab	91.0d	139.0a
66	70.50a	2.50c	68.5a	139.0a
71	70.50a	1.01a-c	68.5a	139.0a
83	66.00ab	2.00bc	74.0ab	139.0a
118	39.50b	2.00bc	88.0d	127.5a
119	67.00ab	0.01a	72.0ab	139.0a
134	53.00	0.505ab	86.0cd	139.0a
137	53.00ab	0.01a	86.0cd	139.0a

estos dos genotipos (68.5 días) indicándonos esto que son los genotipos más precoces y además los que registran los valores más altos con respecto a días a última cosecha, (139) esto explica los valores tan altos de días en cosecha (Cuadro 4.8)

El genotipo 118 alcanzó la media más baja, 39.5 (b) en No. de días en cosecha, debido a que fue el más tardío (88.00) y uno de los que más pronto dejaron de producir (127.5 días).

Con respecto al intervalo de días sin corte, se debe aclarar que los mejores genotipos son aquellos que tienen intervalos de días sin corte más bajos; de acuerdo a esto, el genotipo 119 y el 137 son los mejores con 0.01 días sin corte, teniendo buena precocidad ambos (72 y 86 días a primera cosecha respectivamente) y buen promedio en días a última cosecha los dos (139 días).

De igual manera en la clasificación de medias para días a primera cosecha se debe manejar que los genotipos más tardíos están clasificados como d y en forma ascendente llegamos hasta los genotipos 66 y 71, que son los más precoces. (Cuadro 4.8)

Análisis de Varianza Para Variables Cuantitativas del Rendimiento

Como se observa en el Cuadro 4.9., los cuadrados medios para repeticiones son no significativos, a excepción del peso promedio de frutos.

Con respecto a los cuadrados medios para genotipos, estos son altamente

CUADRO 4.9. ANALISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) PARA 4 VARIABLES CUANTITATIVAS DEL
 RENDIMIENTO EN TOMATE *Lycopersicon esculentum* M., EN INVERNADERO.

F.V.	G.L.	KGS/PLANTA	FRUTOS/PLANTA	PESO X FRUTO	CORTES/PLANTA
REPETICION	1	493.13	1.19	18.43**	6.0
GENOTIPOS	11	426.75	286.59**	28.80	11.68
ERROR	11	51.49	52.75	1.56	3.09
C.V. (%)		37.01	30.55	12.97	16.35

*, **: significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variación.

significativos para peso promedio de frutos, No. de cortes por planta y No. de frutos por planta, pero no para el rendimiento entre genotipos, que, sin embargo, muestra coeficiente de variación alto (37.01), debido probablemente a las grandes diferencias entre genotipos.

También el coeficiente de variación para No. de frutos por planta es relativamente alto (30.55), debido probablemente a que se evaluaron genotipos de tomate con diferencias en tamaño y número de frutos por racimo.

Comparación de Medias de Variables Cuantitativas del Rendimiento

De acuerdo al análisis de varianza para estas variables cuantitativas del rendimiento de los 12 genotipos, no hay diferencias significativas en la variable kg por planta, (Cuadro 4.9.) y esto lo corroboramos al efectuar la prueba de medias para esta misma característica y no hay diferencias significativas entre las medias de genotipos. A pesar de que el valor medio máximo es de 2.78 kg por planta (genotipo 83), muy diferente con el valor medio mínimo que es de 1.30 kg por planta (genotipo 21). (Cuadro 4.10)

En No. de frutos por planta la prueba de comparación de medias clasificó a éstas en un rango muy amplio, donde el mejor genotipo fue el 119 (a) con 51.7, y el más bajo fue el genotipo 118 con 7.5 frutos por planta (e).

Las medias para peso $\bar{X}$ de fruto (en kg) tuvieron diferencias significativas para genotipos, donde el valor medio más alto fue de 0.17 (a) del genotipo 118, el cual tuvo la

CUADRO 4.10. COMPARACION DE MEDIAS ENTRE 4 VARIABLES CUANTITATIVAS DEL
 RENDIMIENTO EN TOMATE *Lycopersicon esculentum* M., EN INVERNADERO

GENOTIPOS	KGS/PLANTA	FRUTOS/PLANTA	PESO x FRUTO (KGS.)	CORTES/PLANTA
11	1.81a	18.67c-e	0.096d	12.00a-c
14	1.67a	19.50c-e	0.09d	9.50b-d
21	1.31a	14.33e	0.10cd	9.50b-d
34	2.72a	21.50b-e	0.13b	9.00b-d
59	1.76a	31.17bc	0.06e	8.50cd
66	1.67a	17.50c-e	0.095cd	12.50ab
71	2.22a	18.5c-e	0.12bc	14.50a
83	2.78a	31.83b-d	0.09d	12.00a-c
118	1.46a	7.5e	0.17a	6.50d
119	1.69a	51.17a	0.03e	14.50a
134	2.14a	36.5ab	0.06e	10.00b-d
137	2.05a	16.17de	0.13b	10.50bc

media mas baja con respecto al numero de frutos por planta, concluyendo con esto que este genotipo tiene o produce poco fruto, pero de gran tamaño, y el valor medio más bajo fue 0.03 del genotipo 119, contrastando de nuevo con la media de No. de frutos por planta que para este genotipo alcanza la mayor cantidad de frutos por planta (51.17), con un tipo de tomate pequeño que produce gran cantidad de frutos por racimo.

En la variable No. de cortes por planta, el valor medio más alto es el del genotipo 71, con 14.5 (a) el cual es uno de los 3 mejores con respecto al rendimiento en kg por planta y el valor medio más bajo es de 6.5, alcanzado por el genotipo 118, que tiene buen peso promedio de fruto, pero muy bajo número de frutos por planta.

Análisis de Varianza Para Variables Cualitativas del Rendimiento

El análisis de varianza para variables cualitativas del rendimiento se muestran en el cuadro 4.11, donde se muestra que solo hay significancia para repeticiones y genotipos con respecto a la variable de °Brix. Aquí lo notorio es el coeficiente de variación para vitamina C (17.49).

Comparación de Medias de Variables Cualitativas del Rendimiento.

Se efectuaron las pruebas de comparación de medias para estas 3 características, esto se muestra en el Cuadro 4.12., donde el genotipo 118 tiene una media de 7.5, las más alta para °Brix, y el genotipo 83 el menor valor para esta misma característica, con 4.0.

CUADRO 4.11. ANALISIS DE VARIANZ (CUADRADOS MEDIOS) PARA 3 VARIABLES CUALITATIVAS DEL RENDIMIENTO DE 12 GENOTIPOS DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* Mill, EN INVERNADERO

F.V.	G.L.	°BRIX	pH	VIT C mg/100 ml
REPETICION	1	0.10*	0.04	0.05
GENOTIPOS	11	0.04*	0.07	0.30
ERROR	11	0.01	0.03	0.14
C.V. (%)		6.03	3.66	17.49

*, **: significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de variación.

CUADRO 4.12. COMPARACION DE MEDIAS ENTRE 3 VARIABLES CUALITATIVAS DEL RENDIMIENTO DE 12 GEOTIPOS
DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* M., EN INVERNADERO.

GENOTIPO	°BRIX	pH	VIT C mg/100 ml
11	4.85cd	4.49a-c	10.78a
14	6.30ab	4.53ab	7.92a-c
21	5.70bc	4.50ab	4.62bc
34	5.10b-d	4.22b-e	3.71c
59	5.50bc	4.41a-d	8.14a-c
66	4.95b-d	4.36a-e	4.62bc
71	4.66b-d	4.60a	10.56a
83	4.00d	4.40a-d	12.32a
118	6.50a	4.15c-e	9.46ab
119	6.20a-c	4.05c	10.12ab
134	5.10b-d	4.20b-e	7.70a-c
137	4.90b-d	4.12de	8.58a-c

El valor de pH más alto lo alcanzó el genotipo 71 con 4.60 y también este genotipo tuvo una alta media para Vitamina C (10.56), que sin ser la mejor, se clasificó estadísticamente igual a los mejores para Vitamina C.

El valor más bajo para pH lo obtuvo el genotipo 119, con 4.05.

Con respecto a los valores medios para Vit. C, el genotipo 83 tuvo el valor más alto (12.32) este mismo genotipo, como se mencionó en líneas anteriores alcanzó el nivel más bajo en °Brix (4.0).

El genotipo más bajo para vitamina C fue el 34 que tuvo un valor medio de 3.74, cabe la aclaración que este genotipo fue uno de los mejores con respecto al rendimiento (2.27 kg por planta) (Cuadro 4.10).

En el Cuadro 4.14, se muestran las correlaciones entre las distintas variables con el rendimiento y entre ellos mismos, y antes, en el Cuadro 4.13, se muestra la concentración de medias para genotipo para cada variable bajo estudio, en el entendido de que se parte de la media de cada variable para determinar la correlación.

En el Cuadro 4.14, se expresan los coeficientes de correlación de variables fisiológicas, fenológicas y cuantitativas del rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). Se encontraron correlaciones positivas y significativas entre días a última cosecha con rendimiento, en kg por planta ($r = 0.573$) y entre transpiración y rendimiento se observó un

CUADRO 4.13. CONCENTRACION DE MEDIAS POR GENOTIPO PARA CADA UNA DE LAS
VARIABLES EN ESTUDIO EN TOMATE *Lycopersicon esculentum* Mill. EN
INVERNADERO.

GENOTIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	18.67	0.10	12.00	60.50	1.50	68.50	124.00	9.23	6.61	39.95	0.32	1.81
14	19.50	0.09	9.50	50.50	1.50	81.00	131.50	10.98	9.91	39.46	0.41	1.67
21	14.33	0.10	9.50	55.50	2.00	77.00	127.00	9.28	7.54	30.41	0.48	1.31
34	21.50	0.13	9.00	53.00	1.50	80.00	139.00	10.01	6.17	31.20	0.55	2.72
59	32.17	0.06	8.50	48.00	0.05	91.00	139.00	8.74	7.88	28.23	0.47	1.76
66	17.50	0.09	12.50	70.50	2.5	68.50	139.00	9.89	7.53	37.73	0.47	1.67
71	18.50	0.12	14.50	70.50	1.00	68.50	139.00	11.11	8.15	34.82	0.43	2.22
83	31.83	0.09	12.00	66.00	2.00	74.00	139.00	10.89	8.56	31.41	0.47	2.78
118	7.50	0.17	6.50	39.50	2.00	88.00	127.50	10.81	6.21	33.20	0.32	1.46
119	51.17	0.03	14.50	67.00	0.01	72.00	139.00	10.08	6.97	36.39	0.40	1.69
134	36.50	0.06	10.00	53.00	0.51	86.00	139.00	8.78	7.24	27.94	0.39	2.14
137	16.17	0.13	10.50	53.00	0.01	86.00	139.00	7.90	8.12	26.87	0.52	2.05
1 = No. de frutos	5 = Intervalo de días sin corte							9 = Transpiración				
2 = Peso medio de fruto (kg)	6 = Días a primer cosecha							10 = Uso Efic. Del Agua				
3 = No. De cortes/planta	7 = Días a última cosecha							11 = Conductancia				
4 = No. De días en cosecha	8 = Fotosíntesis							12 = Rendimiento total/planta (kg)				

CUADRO 4.14. MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE DIFERENTES PARES DE VARIABLES DE 12 GENOTIPOS DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* M., EN INVIERNADERO

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-----	-0.86	0.44	0.32	-0.57*	-0.07	0.53	0.24	0.13	-0.09	0.02	0.23
2		-----	-0.41	-0.35	0.43	0.16	-0.35	-0.28	-0.08	-0.03	-0.03	0.04
3			-----	0.94**	-0.20	-0.84**	0.35	0.57*	0.26	0.40	0.02	0.21
4				-----	0.07	-0.88**	0.36	0.65*	0.38	0.39	0.16	0.26
5					-----	-0.30	-0.43	0.24	-0.10	0.39	-0.08	-0.08
6						-----	0.11	-0.60*	-0.01	-0.68*	0.19	0.02
7							-----	0.24	0.68*	-0.39	0.60	0.57*
8								-----	0.34	0.52	0.17	0.37
9									-----	-0.50	0.85**	0.70**
10										-----	-0.50	-0.28
11											-----	0.46
12												-----

*, ** significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 1 = No. de frutos | 5= Intervalo de días sin corte | 9 = Transpiración |
| 2 = Peso medio de fruto (kg) | 6 = Días a primer cosecha | 10 = Uso fñic del Agua |
| 3 = No. De cortes/planta | 7 = Días a última cosecha | 11 = Conductancia |
| 4 = No. De días en cosecha | 8= Fotosíntesis | 12 = Rendimiento total/planta (kg) |

valor positivo y estadísticamente significativo al 0.01, con un valor de $r = 0.70$

Otras correlaciones que no muestran significancia estadística pero que son relativamente altas y positivas son conductancia estomática con rendimiento ($r = 0.46$), fotosíntesis con rendimiento ($r = 0.37$) y No. de días en cosecha con rendimiento ($r = 0.26$)

Días a primera cosecha muestra una ausencia total de correlación con rendimiento ($r = 0.02$) y de igual forma se comporta peso promedio de fruto con el rendimiento ($r = 0.041$); así como intervalo de días sin corte con el rendimiento ($r = -0.084$).

Una correlación positiva y altamente significativa se presenta entre No. de Cortes por planta y No. de días en cosecha con una $r = 0.942$ y una correlación positiva y significativa entre No. de cortes por planta y fotosíntesis ($r = .586$)

Así mismo, No. de días en cosecha tiene una correlación positiva y significativa con fotosíntesis ($r = 0.650$)

En este cuadro, se observa también que días a última cosecha se correlaciona positiva y significativamente con transpiración ($r = 0.682$) y con conductancia estomática ($r = 0.604$).

Las correlaciones de algunas variables con rendimiento, a pesar de ser positivas y estadísticamente significativas, no nos aseguran que su utilización como un mecanismo alternativo para selección sea efectivo. Por ejemplo transpiración y rendimiento muestran una correlación

positiva y altamente significativa ($r = 0.697$) pero este bajo valor de r nos indica que sus efectos no son lineales, por lo que no podemos predecir que a mayor transpiración ocurra un incremento en rendimiento, esto de acuerdo con Little y Hills (1985)

Existen entre pares de variables, algunas correlaciones negativas altas, como entre No. de frutos por planta y peso $\bar{X}$ de fruto ($r = -0.862$) esto nos indica que al aumentar el número de frutos por planta disminuye el peso $\bar{X}$ de frutos.

En este estudio se utilizaron el total de correlaciones incluidas en el Cuadro 4.14, para construir el diagrama descrito en materiales y métodos.

En el Cuadro 4.15, se muestra el análisis de coeficientes de senderos para los genotipos bajo estudio. Sobre la diagonal se sitúan los efectos directos y fuera de esta las vías indirectas que inciden en el rendimiento.

En el análisis de senderos con sus efectos directos e indirectos, se observa que la variable transpiración presenta un efecto directo muy alto sobre el rendimiento (0.93) esto contribuyó a que alcanzara con rendimiento la más alta correlación positiva ($r = 0.70$) a pesar de tener efectos indirectos negativos aportados por conductancia (-0.99); uso eficiente de agua (-0.51); días a última cosecha (-0.96); y No. de cortes por planta (-2.11). Los cuales fueron de alguna manera disminuidos por los efectos indirectos positivos aportados por No. días en cosecha (3.79).

CUADRO 4.15. ANALISIS DE COEFICIENTES DE SENDERO DE LOS EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE 11 VARIABLES CON EL RENDIMIENTO DE 12 GENOTIPOS DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* M., EN INVERNADERO.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<u>1.25</u>	-1.69	-3.58	3.21	1.76	-0.15	-0.75	0.18	0.12	-0.09	-0.03	0.23
2	-1.08	<u>1.96</u>	3.39	-3.48	-1.33	0.37	0.49	-0.21	-0.07	-0.03	0.03	0.04
3	0.54	-0.81	<u>-8.18</u>	9.37	0.62	-1.90	-0.49	0.44	0.24	0.41	-0.03	0.21
4	0.40	-0.69	-7.71	<u>9.95</u>	-0.22	-2.00	-0.52	0.49	0.36	0.39	-0.19	0.26
5	-0.72	0.85	1.64	0.73	<u>-3.07</u>	-0.69	0.60	0.18	-0.09	0.40	0.09	-0.08
6	-0.08	0.32	6.85	-8.76	0.93	<u>2.27</u>	-0.15	-0.45	-0.01	-0.69	-0.22	0.02
7	0.66	-0.68	-2.85	3.59	1.31	0.24	<u>-1.41</u>	0.18	0.64	-0.40	0.71	0.57
8	0.30	-0.55	-4.79	6.46	-0.74	-1.35	-0.34	<u>0.75</u>	0.32	0.52	-0.20	0.37
9	0.16	-0.15	-2.11	3.79	0.31	-0.02	-0.96	0.25	<u>0.93</u>	0.51	-0.99	0.70
10	-0.11	-0.06	-3.27	3.83	-1.20	-1.54	0.55	0.39	-0.47	<u>1.02</u>	0.58	-0.28
11	0.03	-0.05	-0.19	1.61	0.24	0.43	-0.85	0.13	0.79	-0.50	-1.17	0.46

E = 10.347; E = Residual.

- | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 = No. de frutos | 5 = Intervalo de días sin corte | 9 = Transpiración |
| 2 = Peso medio de fruto (kg) | 6 = Días a primer cosecha | 10 = Uso Efic. Del Agua |
| 3 = No. De cortes/planta | 7 = Días a última cosecha | 11 = Conductancia |
| 4 = No. De días en cosecha | 8 = Fotosíntesis | 12 = Rendimiento total/planta (kg) |

Esta última variable, No. días en cosecha, tiene un efecto directo positivo muy alto (9.9455) hacia rendimiento, pero su correlación con éste es muy baja ($r=0.2620$) debido a los efectos indirectos muy fuertes de peso $\bar{X}$ de fruto (-0.69); No. de cortes por planta (-7.81), días a primer cosecha (-2.0) y días a última cosecha (-0.51).

El efecto directo muy alto de No. de frutos por planta sobre rendimiento (1.25) se refleja en un bajo coeficiente de correlación con el mismo, donde $r = 0.23$; debido a los efectos directos negativos de peso promedio de fruto (-1.70), No. Corte por planta (-3.58) y días a última cosecha (0.75).

Peso promedio de fruto presenta un efecto directo positivo hacia rendimiento (1.96) pero la correlación entre ambos tiende a cero, esto debido a los efectos indirectos y negativos de No. de frutos por planta (-1.08); No. días en cosecha (-3.48) e intervalo de días sin corte (-1.33).

Un efecto directo negativo hacia el rendimiento lo aporta No. de cortes por planta, por lo que la correlación baja ($r = 0.21$) es debido al efecto indirecto de número de frutos por planta (0.55); y No. días en cosecha (9.37).

La precocidad de los materiales no tiene relación alguna con rendimiento ($r = 0.02$), y a pesar de que días a primer cosecha muestra un efecto directo y positivo alto, los efectos indirectos de variables como No. de días en cosecha (-8.76) y No. de cortes por planta (6.85) nulifican o disminuyen este efecto directo y hacen que la correlación entre ambos tienda a

cero

Uso eficiente del agua tiene un efecto directo, sobre rendimiento de 1.02, pero la correlación entre ambos es negativa ($r = -0.28$) debido a efectos indirectos negativos como el de transpiración (-0.47) o el de No. de cortes por planta (-3.27) o No. de días en cosecha (-3.83).

Conductancia estomática tiene efecto directo negativo sobre rendimiento (-1.17), pero la correlación entre estas dos variables es buena ($r = 0.46$) debido probablemente a que menor conductancia y buen uso eficiente de agua debe acarrear incremento en el rendimiento. La causante de esta correlación positiva son los efectos indirectos aportados por transpiración (0.78); No. de días en cosecha (1.61) y No. de días a primer cosecha (0.43).

Por último, fotosíntesis tiene un efecto directo alto sobre rendimiento (0.75) y entre ambos no existe una buena correlación ($r = 0.37$) pudiendo influir en estas relaciones el efecto indirecto de No. de días en cosecha (6.47).

En términos generales, las variables que más inciden sobre el rendimiento son No. de días en cosecha, fotosíntesis, transpiración y No. de frutos por planta, con efectos directos hacia rendimiento positivos y altos (9.46 0.75; 0.93; y 1.25, respectivamente). (Cuadro 4.15.).

Otro criterio utilizado para afirmar lo anterior es que son las variables que menos efectos negativos aportan hacia el rendimiento, ya sea directos o indirectos.

DISCUSION

Las variables fisiológicas como fotosíntesis, transpiración, conductancia estomática y uso eficiente de agua, están estrechamente relacionadas según Borrego (1993) y Fernández (1992) y como estas variables son afectadas por las altas temperaturas (Quiroga, 1992) por la concentración de CO_2 (Muñoz *et al.*, 1983), y por la radiación incidente (Kitano, *et al.*, 1993), un cambio en cualquiera de éstos factores altera la respuesta de estas variables fisiológicas de distintas maneras.

Como en este estudio los factores como concentración de CO_2 , disponibilidad de agua, y temperatura, afectaron casi de igual manera a todos los materiales, a excepción de radiación incidente, es posible considerar que la expresión de cada uno de los materiales fue debido al contenido genético específico de cada uno de ellos, confirmado lo anterior la existencia de una amplia variación con respecto a patrón de fructificación, profundidad de raíz, conductancia estomática, tasa de transpiración, área foliar, espesor, forma y frecuencia de estomas y tasa de fotosíntesis, confirmando lo anterior con los trabajos de Ray *et al.* (1974) en algodón.

La transpiración fue mayor a medio día que a cualquier otra hora del día (Gráfica 9.19), mientras que el uso eficiente del agua alcanzó su mayor valor por la mañana (Gráfica

9.23) Conductancia estomática siguió el mismo comportamiento y fotosíntesis se comportó de la misma manera (Gráfica 9.14.) Esto último lo reportan Bar-Tsur, *et al.* (1985) e indican que el valor máximo de fotosíntesis se alcanzó a las 10 de la mañana y reportan que la conductancia estomática alcanzó su máximo al medio día, igual que la tasa de transpiración, no difiriendo en esto con nuestros resultados ya que las altas temperaturas del medio día provocaron una alta transpiración en esta hora del día, cuando esto ocurre se pierde el equilibrio idóneo salida de agua - entrada de CO_2 , pues se alteran los procesos fisiológicos por las altas temperaturas.]

En este trabajo, se encontraron resultados que indican que algunas variables fisiológicas como fotosíntesis y transpiración, pueden ser posibles criterios de selección y mejoramiento en el cultivo de tomate, y aunque están determinados por componentes fisiológicos y bioquímicos complejos, su comprensión y entendimiento, según Allén y Rudich (1976) puede provocar, que por su importancia, el mejoramiento se enfoque hacia estas características.

Esto también lo confirman Palmer y Goldsworth (1971), que proponen un incremento de la actividad fotosintética de hojas individuales para incrementar rendimientos biológicos; de acuerdo a esto, el genotipo 71 es un material digno de tomarse en cuenta en programas de mejoramiento, ya que tuvo la tasa de fotosíntesis neta más alta, de $11.107 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. (Gráfica 9.3. y 9.27.).

Wilson *et al.* (1992), encontraron en tomate que la tasa de fotosíntesis neta de la hoja

es menor o disminuye más rápidamente al aumentar la densidad de flujo de luz incidente, aunque el dosel total de la planta a 50 W m^{-2} la hoja fijó casi $0.4 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ siendo el mismo valor para la hoja individual y a 150 W m^{-2} la hoja fijó $0.45 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y esta misma densidad de luz el valor fotosintético del dosel fue de $1.9 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Además, se encontró una función polinomial de 2º grado para explicar la relación entre tasa fotosintética y densidad de flujo de luz.

El cultivo del tomate en invernadero se estableció con una distancia entre plantas de 20 cm, y según Rodríguez y Lamberth (1975) el espaciamiento entre plantas de tomate en invernadero es el principal determinante de la tasa fotosintética, siendo más alta en plantas con espacios abiertos, ya que hay mayor penetración de luz en hojas basales, menor sombreado y menos competencia por luz. Nuestros resultados confirman lo anterior ya que la fotosíntesis neta fue mayor en la hoja superior del dosel que en la hoja inferior, y este mismo patrón lo siguieron uso eficiente de agua, transpiración y conductancia estomática, reafirmando también lo anterior con los resultados obtenidos por Papadópulos y Ormrod (1988), al estudiar el efecto de cuatro espaciamientos en tomate, confirmando con esto que en espacios abiertos existe mayor tasa de fotosíntesis neta por una mayor iluminación aunque, en producciones intensivas de tomate en el noreste de México, el tomate se establece a distancias entre plantas de 15-20 cm., concluyendo que esto puede ser una característica diferencial del genotipo para responder más eficientemente.

Podemos aseverar entonces que la producción comercial intensiva de tomate en invernadero, la cual forzosamente se lleva a cabo en pequeños espacios, requiere materiales

genéticos que tengan buena respuesta bajo estas condiciones en fotosíntesis neta, uso eficiente de agua, transpiración y conductancia estomática

Todo lo anterior puede encontrarse en los materiales evaluados, ya que existe una amplia variabilidad genética, donde el objetivo principal debe ser el discriminar los materiales para seleccionar aquellos que más eficientemente utilicen la radiación fotosintéticamente activa que alcanza a llegar a la planta cuando se establece en espacios cerrados.

Para tener éxito en el mejoramiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) es necesario conocer cuales caracteres están relacionados con la productividad y si esa relación es estadísticamente significativa.

Una manera de conocer si existe o no correlación entre un grupo de características o variables consideradas, es por medio de un análisis de correlación simple. La correlación puede ser positiva o negativa; decimos que existe correlación positiva cuando es una serie de observaciones su tendencia es a aumentar simultáneamente con el rendimiento u otra variable considerada, y es negativa cuando existe una serie de observaciones que responden en sentido contrario a otra variable considerada, en este caso rendimiento. (Little y Hills, 1985).

Los coeficientes de correlación son los parámetros que determinan la relación entre dos variables. Su valor puede ir desde -1 hasta 1.

Por último, Ra din *et al*, (1988) propone que individuos con una alta correlación de

fotosíntesis neta y conductancia estomática pueden usarse en programas de selección o mejoramiento basado en el intercambio de gases. Dándonos lo anterior una pauta para afirmar que es posible la utilización de criterios de selección como fotosíntesis y transpiración en un programa de mejoramiento

Mehta y Sarkor, (1992) encontraron heterosis con respecto a la tasa fotosintética en hojas de maíz. Pero concluyen que no necesariamente alta fotosíntesis en las hojas se correlacionan positivamente con alta producción.

El análisis de varianza para variables cuantitativas del rendimiento arroja no significancia para repeticiones en kg/planta, No. de frutos/planta y No. de cortes/planta, y aunque muestra alta significancia en peso promedio de fruto, se puede confirmar, de acuerdo con Rodríguez, (1991) que el bloqueo fue adecuadamente efectuado.

Con respecto a los genotipos, en kg por planta no hubo significancias estadísticas, difiriendo esto con lo obtenido por Aspeitia (1994) que al evaluar algunos de éstos mismos materiales en invernadero encontró gran variabilidad en cada uno de los parámetros evaluados.

Esta no significancia entre genotipos para rendimiento es influida por el alto coeficiente de variación presente (37.01) indicándonos esto una alta desviación estándar por unidad experimental, de acuerdo con Little y Hills, en 1985.

El genotipo 83 fue el de mas alto rendimiento (2 784 kg m⁻²) con 60 dias en cosecha y al ser de hábito determinado, de acuerdo a Elkind, *et al.*, (1991) es recomendable para explotación al aire libre para el mercado industrial, además de que produce un fruto de buen tamaño en forma de bola

→ El genotipo 71 fue el más rendidor entre los de hábito indeterminado, por lo que puede recomendarse, de acuerdo con Elkind, *et al.* (1991) para su explotación en huertos familiares, invernaderos o en espacios cerrados, ya que es el que más cortes/planta permitió; y además es el que duró más días en cosecha (70.5).

Durante el desarrollo de este experimento se presentaron temperaturas altas (Gráfica 9.1), por lo que todos los procesos fisiológicos y amarre de flores del cultivo fueron afectados, influyendo ésto en el rendimiento final, y ésto debe ser un factor a tomar en cuenta al momento de analizar los resultados, pudiendo afirmar que el genotipo más rendidor (el 83 con 2.78 kgs/planta) tuvo el mejor comportamiento bajo estas condiciones de altas temperaturas ya que además este genotipo fue el que presentó también los valores medios más altos en transpiración, el segundo más alto en fotosíntesis y el tercero más alto con respecto a conductancia estomática.

En cuanto al contenido de vitamina C, Folquer, (1976) reporta un promedio de 21 mg/100 g para el fruto del tomate. En este trabajo, el mayor valor de esta variable cualitativa fue el del genotipo 83, con 12.32 por ciento. Estas diferencias, entre el valor promedio reportado y el valor medio obtenido, en general en todos los materiales, puede ser ocasionada

por el grado de madurez en que se efectúa la medición: de acuerdo con Wells y Buitelar (1989) que encontraron que para incrementar el contenido de sólidos solubles es importante reducir el tiempo de madurez del fruto.

Con respecto al contenido de azúcares ($^{\circ}$ Brix), el mismo Folquer, (1976) reporta un valor promedio de 4 por ciento de azúcares en tomate, y Gull *et al.* (1989) mencionan que las variaciones en la calidad del fruto de tomate pueden ser resultado de prácticas de fertilización, riego, composición del suelo, entre otros, y concluye que el sabor del tomate se relaciona ampliamente con el contenido de azúcar y ácido.

En este aspecto, la variable $^{\circ}$ Brix medida en el genotipo 118 fue la más alta, con 7.5 por ciento de azúcares, por lo que si se logran controlar los factores que afectan al cultivo, se puede utilizar este genotipo como un posible material para explotarse industrialmente, ya que según Dali *et al.*, (1992) la industria para el procesamiento de tomate pide un alto contenido de sólidos solubles en sus materiales.

El mismo Folquer (1976) recomienda variedades de tomate con un alto grado de ácidos en su fruto para la industria procesadora; de acuerdo a esto, se puede recomendar al genotipo 71 como promisorio, ya que en su pH alcanzado fue el más alto, con 4.6.

Para Fernández, (1992) los componentes del rendimiento, deben expresarse en unidades de peso sobre un área determinada, cuestionando algunos trabajos, donde la diversidad de medidas y criterios utilizados al final de cuentas nos pueden indicar lo mismo, sin

caer en problemas y redundamientos } Propone para tomate, como principal componente de rendimiento, a peso de fruto/m²

Según Toovey (1965), el rendimiento del tomate depende del número de plantas por superficie y del número de frutos por planta.

Para Pasternak *et al.* (1979), los componentes del rendimiento en tomate son número de frutos por planta y peso de 100 frutos.

De acuerdo a nuestros resultados, se propone como principal componente del rendimiento, en tomate, al No. de días en cosecha, Fotosíntesis, Transpiración y No. de frutos por planta con las siguientes correlaciones: $r=0.2620$; $r=0.3740$; $r=0.6970$; y $r=0.2330$ respectivamente, indicando altos y positivos efectos directos hacia rendimiento. }

De acuerdo con lo anterior, coincidimos con Pasternak *et al.* (1979), Toovey (1965) y con Fernández (1992), los cuales proponen como uno de los principales componentes del rendimiento, a No. de frutos/planta. }

En el cultivo del tomate en invernadero, las correlaciones entre las variables estudiadas no tuvieron concordancia con lo propuesto por Srivastava y Sachran, 1973, que propusieron que No de frutos por planta y diámetro de fruto se relacionaron positiva y significativamente con rendimiento; en nuestro estudio, días a última cosecha, transpiración, conductancia estomática, y fotosíntesis muestran correlaciones altas y positivas con rendimiento, además de

No días en cosecha

Un coeficiente de sendero es simplemente un coeficiente de regresión parcialmente estandarizado que mide el efecto directo de una variable a otra, y permite realizar una partición de las correlaciones en componentes de efectos directos e indirectos. (Márquez, 1991).

Los coeficientes de sendero se calculan de acuerdo a la metodología seguida por Dewey y Lu (1959). se inicia con la construcción diagramática de un sistema de fuerzas, causas y efectos.

Con la ayuda del análisis de coeficientes de senderos se determina la naturaleza y la interrelación entre los diferentes componentes del rendimiento. Además, nos indica cuales son las características relacionadas directamente con el rendimiento, y clasifica aquellos que son útiles en un programa de selección, para mejorar más rápidamente el carácter deseado, dependiendo de la herencia y el valor genotípico.

Según Srivastava y Sachran (1973) el No. de frutos por planta dió el máximo efecto directo positivo en el rendimiento, seguido por el diámetro del fruto, ésto al efectuar coeficientes de sendero en los componentes del rendimiento en tomate, recomendando su inclusión en programas de mejoramiento. De acuerdo a ésto, nosotros proponemos transpiración, No. días en cosecha, No. de frutos/planta y fotosíntesis, como las variables que pueden utilizarse en un programa de mejoramiento en tomate, por sus altos efectos directos

positivos hacia rendimiento y a las correlaciones altas entre estas variables y rendimientos pero antes, y como en todo programa de mejoramiento, se debe repetir este estudio con mayor control sobre las variables ambientales, además, es necesario determinar la acción genética que controla las variables arriba propuestas por su alta correlación con rendimiento. Lo anterior pudiera efectuarse mediante cruces dialélicas, utilizando los genotipos más promisorios para determinar en ellos aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) y posibles efectos heteróticos por dominancia y sobredominancia.

CONCLUSIONES

- El análisis de varianza de variables fisiológicas indica que en el factor muestreos hubo diferencias altamente significativas para Fotosíntesis y significativas para Transpiración, Uso Eficiente del Agua y Conductancia Estomática. Esto justifica y valida la decisión de bloquear en el tiempo las fechas de muestreos para estas variables fisiológicas.

- Con respecto al factor genotipos hubo significancia al 5 por ciento para las cuatro variables fisiológicas y de la misma manera se dio el comportamiento para posición de la hoja. Con respecto a horas del día, existieron diferencias significativas para Fotosíntesis, Transpiración y Uso Eficiente del Agua.

- Las variables fisiológicas de fotosíntesis, transpiración, uso eficiente del agua y conductancia estomática fueron más altas en su medición en la hoja superior del dosel.

- Fotosíntesis, conductancia estomática y uso eficiente del agua alcanzaron sus valores máximos en las mediciones efectuadas por la mañana. Transpiración alcanzó sus máximos valores al mediodía. Esto nos puede indicar que las mediciones efectuadas por la tarde no son necesarias para discriminar materiales con respecto a estas variables.

- Los valores mas altos en fotosíntesis, transpiración y conductancia se alcanzaron al efectuar la primera lectura de un total de 6, indicando esto mayor actividad fisiológica de la planta, en etapas tempranas de fenología (etapa vegetativa activa) y a las condiciones ambientales, entre otros factores. En contraparte, en esta fecha se alcanzo el promedio mas bajo con respecto al uso eficiente del agua.

- Entre los materiales de hábito determinado, el genotipo 83 fue el más rendidor; además, su producción la concentró en un corto periodo de días y con gran contenido de Vit. C.

- El genotipo 71 mostró buenos atributos entre los materiales de hábito indeterminado, ya que tiene buen rendimiento, más número de cortes por planta y una alta acidez, aunado a un fruto bola de buen tamaño y es aceptado por el consumidor.

- En cuanto al contenido de azúcares (°Brix) el más alto lo expresó el genotipo 118.

- Transpiración, No. días en cosecha, No. de frutos por planta y fotosíntesis son los componentes más importantes del rendimiento, ya que son las variables con los efectos directos y positivos más altos y que mostraron mejores correlaciones con rendimiento, recomendándose por lo tanto como posibles criterios de selección en un programa de mejoramiento para obtener variedades de tomate tolerantes a altas temperaturas.

- El genotipo 71 fue el de más alta fotosíntesis media, y al ser uno de los de mejor

rendimiento, se explica la alta correlación existente entre fotosíntesis y rendimiento, con altos efectos directos y positivos de fotosíntesis hacia rendimiento

- El espacio entre plantas debe incrementarse, pues los resultados indican una disminución en las variables fisiológicas en las áreas más sombreadas, debido a la competencia por luz y probablemente por nutrientes y agua, siempre y cuando el objetivo sea la producción comercial intensiva con materiales comerciales ya formados. Si la finalidad es detectar materiales promisorios que después servirán para formar una variedad específica para espacios cerrados, la evaluación debe darse en estas condiciones, que permitan que se expresen las características basadas en los materiales genéticos.

- Se debe poner más atención al bloqueo dentro del invernadero, tomando en cuenta la orientación del mismo; la ubicación del sistema de control de la temperatura ya que aún dentro del mismo invernadero se presentan variaciones, según el lugar, en radiación fotosintéticamente activa, temperatura y humedad relativa.

- El genotipo 83 es el de más alta transpiración el 2º más alto en fotosíntesis y el más rendidor de todos los materiales. Como resultado de esto, se recomienda su uso en programas de mejoramiento ya que el análisis de sendero indica que rendimiento y transpiración y fotosíntesis tiene buena correlación, y transpiración tiene efectos directos y positivos importantes hacia el rendimiento, debido probablemente a la correspondencia de estos dos procesos fisiológicos.

RESUMEN

12 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con amplia variabilidad genética, fueron evaluados en invernadero de abril a octubre de 1993.

Para aspectos fenológicos y de rendimiento, se usó un diseño experimental completamente al azar con dos repeticiones, con una parcela experimental con 5 plantas por repetición y las 3 plantas del centro, con competencia completa, para la parcela útil; mientras que para aspectos fisiológicos se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 6 fechas de evaluación considerando genotipos, posiciones de hoja y horas del día y los datos obtenidos se analizaron en un factorial de 3 factores con arreglo de parcelas subdivididas.

Además, para cada variable se estimó el coeficiente de correlación y estas correlaciones obtenidas se utilizaron para obtener los coeficientes de senderos, buscando determinar y analizar la relación causa-efecto entre el grupo de variables bajo estudio.

El análisis de varianza para variables fisiológicas indica que fechas de evaluación y posición de la hoja, muestran efectos altamente significativos para cuatro variables fisiológicas bajo estudio (fotosíntesis, transpiración, conductancia estomatal y uso eficiente del agua) mientras que genotipos mostraron diferencias significativas para fotosíntesis y transpiración y

altamente significativas para uso eficiente del agua. Con respecto a las horas del día se concluye que no hay efectos significativos para conductancia estomatal, pero sí para fotosíntesis, transpiración y uso eficiente del agua.

Con respecto a la comparación de medias entre 4 variables fisiológicas de los 12 genotipos, los genotipos Montecarlo, Israel y Floradade obtuvieron los valores más altos con respecto a la fotosíntesis, siendo el Floradade el que obtuvo el valor más alto para fotosíntesis y el genotipo Israel obtuvo las mejores medias para uso eficiente de agua y conductancia estomatal.

En la comparación de medias de fechas de evaluación, indicaron que la primera evaluación obtuvo los mejores valores medios para fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática, mientras que en la última evaluación, al final del ciclo de producción, se obtuvieron la lectura más alta para uso eficiente del agua y la más baja para conductancia estomática y transpiración.

Con respecto a la comparación de medias para el factor posición de la hoja, los valores más altos para las cuatro variables fisiológicas se obtuvieron en los valores medios de la hoja superior.

Al comparar las medias para el factor hora del día, para fotosíntesis, uso eficiente del agua y conductancia estomática se obtuvo el valor medio máximo por la mañana; para transpiración este valor medio máximo se obtuvo al medio día.

En la comparación de medias de la interacción genotipo por hora del día, el valor medio más alto para fotosíntesis lo alcanzó el genotipo Israel al medio día, y a esta hora, y en este mismo genotipo, se presenta una tasa transpiratoria relativamente baja, con uno de los valores más altos para uso eficiente de agua.

Con respecto a variables fenológicas, los mejores genotipos para número de días en cosecha fueron el Sunny y Montecarlo, que además mostraron buen valor medio para días a primer y última cosecha, con un amplio periodo de días en producción.

Al analizar las variables cuantitativas del rendimiento: peso de fruto, número de frutos por planta y cortes por planta, son altamente significativos para genotipos; y kg por planta no fue significativo.

En No. de frutos por planta, la prueba de medias ubica al genotipo Pixie Hybrid II como el mejor, para peso promedio de frutos el Supersteak, mientras que para número de cortes por planta el mejor fue el genotipo Montecarlo.

El análisis de varianza para variables cualitativas del rendimiento sólo mostró significancia para repeticiones y genotipos con respecto a la variable °Brix, y al comparar las medias para esta variable, el mejor genotipo fue el Supersteak.

Al calcular los coeficientes de correlación, se detectaron correlaciones positivas y significativas entre días a última cosecha y kg por planta y entre transpiración y rendimiento se

observe un valor positivo y estadísticamente significativo al 0.01

Al efectuar el análisis de coeficientes de senderos, se encontró que las variables transpiración y fotosíntesis presentan un efecto directo muy alto sobre el rendimiento, con una alta correlación positiva; mientras que número de días en cosecha mostró un efecto directo y positivo con rendimiento, pero con una correlación muy baja. De igual manera (efectos directos altos, pero baja correlación) se comportó número de frutos por planta, peso promedio de fruto, días a primera cosecha, y uso eficiente del agua con respecto al rendimiento.

En términos generales, las variables que más inciden sobre el rendimiento son número de días en cosecha, fotosíntesis, transpiración y número de frutos por planta, ya que tienen las correlaciones positivas más altas; y los efectos directos que denotan hacia rendimiento son positivos y altos, además de que son las variables que menos efectos negativos aportan hacia el rendimiento, ya sea en forma directa o indirecta.

BIBLIOGRAFIA

- Adams, M.W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special references to the Field Bean, *Phaseolus vulgaris*. Crop. Sci. 7, 505-510, 1967.
- Aikman, D.P. 1989. Potential Increase in photosynthetic Efficiency from the Redistribution of solar Radiation in a crop. Journal of experimental Botany. Vol.40 No. 217 pp. 855-864 August. 1989
- Aikman, D.P., and G. Houter. 1990. Influence of radiation and Humidity on transpiration: Implication for calcium levels in tomato leaves. Journal of Horticultural Science. (1990) 65(3) 245-253.
- Allen, S. M., and Rudich, 1978. Genetics potential for overcoming physiological limitation on adaptability, yield, and quality in the tomato. Hort Science 13 (6):673-677.
- Anderlini, R. 1976. El cultivo del tomate 3er Edición. Ediciones Mundi-prensa. España
- Ashcroft, E. A. 1993. "Arcadia" and "Goulburn" Determinate fresh market tomatoes for Arid Production Areas Hort Science 28:(8): 857-858.
- Aspeitia H. F. 1994. Rendimiento y fenología de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) evaluados bajo condiciones de altas temperaturas en invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN.
- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Agric. Soc. He. Tsc. 101:358-360.
- Bar-Tsur, A., J. Rudich and B. Bravdo. 1985. Photosynthesis, transpiration and stomatal resistance to gas exchange in tomato plants under high temperatures. Journal of Horticultural Science (1985)60 (3)405-410.
- Begg, J.E. and N.C. Turner, 1976. Crop water deficits. Adv Agron. 28:161-217.
- Bennett, J.M., T.R. Sinclair, R.C. Muchow, and S.R. Costello, 1987. Dependence of stomatal conductance on Leaf Water Potential, Turgor potential and relative water content in Field-Grown soybean and Maize. Crop. Sci. 27:984-990 (1987).
- Besford, R.T., L.J. Ludwig and A.C. Withers 1990. The greenhouse effect. Acclimation of tomato plant growing in high CO₂, photosynthesis and Ribulose 1-5 Biphosphate carboxilase protein. Journal of experiment Botany, Vol. 41 No 229 pp 925-931, August, 1990.

Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. 2ª ed. Mc. Millan. New York

Borrego, E.F. 1993. Apuntes del Curso de Fisiotecnia. Sin editar. U.A.A.N. Buenavista, Coah. México.

Boyer, J.S. 1970. Leaf enlargement and metabolic in corn, soybean and sunflower at various leaf water potential. *Plant physiol.* 26:127-131.

Brix, H. 1962. The effects of water stress on the rates of photosynthesis and respiration in tomato plants seedlings. *Physiologia Plantarum.* 15:10-20.

Bruggemann, W. V. Kooij, T.A.W. and van Hasselt P.R. 1992. Long-term chilling of young tomato plants under low light and subsequential recovery I. Growth. Development and photosynthesis. *Plant* (1992) 186:172-178.

Burton, G.W. 1951. Quantitative inheritance in Pearl Millet (*Pennisetum glaucum*). *Agron. Jour.* 51:42-46.

Calixto, C.N., J.D. Molina G y A. Hernández S. 1976. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano, mediante índices de selección, coeficientes de sendero y regresión lineal múltiple, Tesis de M.C. Colegio de postgraduados. Chapingo, México.

Casseres, B. 1981. Producción de Hortalizas. 3ª edición. Ed. IICA. San José Costa Rica.

Castro, R.V., R.M. Castro y J. López. 1988. Determinación de la eficiencia en el uso del agua en maíces mexicanos sometidos a sequía terminal. En: Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. Somafi. 61.

Combs, J. and D.O. Halls (eds) 1982. Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. Pergamon press, New. York.

Crosbie, T.M. and R.B. Pearce 1982. Effects of Recurrent Phenotypic selection for high and low Photosynthesis on Agronomic traits in two maize population *Crop. Sci.* 22:809-813. (1982).

Crosbie, T.M., R.B. Pearce, and J.J. Mock 1981. Recurrent Phenotypic selection for high and Low photosynthesis in two maize population. *Crop Sci.* 21:736-740 (1981).

Chaudhury, D.D.P., A.K. Srivastava, A. K., Gitosh and R. Seetheraman. 1993 Genetic Variability correlation for yield components in rice. *Indian J. Agric. Sci.* 43(2):181-184.

✓ Dali, N., D. Michaud and S. Yelle, 1992. Evidence for the involvement of sucrose phosphate, syntetase in the pathway of sugar accumulation in Sucrose-Accumulating tomato-fruits. *Plant Physiol.* 99:434-438.

Danailov, Z., H. Zhakota, A. Tsoneer, T.S. Velichkov, D. Baraliev and D. Mekano. 1990. Reaction to abiotic stress of F₁, tomato hybrids on their parental lines. In: proceeding of the

- XIth Eucarpia meeting on tomato genetics and breeding Edited by Cuartero, J. Gomez-Guillamon, M L Fernandez- Muñoz R. Málaga, Spain (1990).
- Dewey, D.R. and R.H. Lu. 1959. A correlation and path- coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agronomy Journal*. 51:515-518.
- Dobrens, A.K., N.L. Wright, A.B. Humphery, M.A. Mussengale and V.M.R. Knechono. 1969. Stomatal density and its relationship to water use efficiency of blue panicgrass (*Panicum antidotale*). *Crop Sci.* 9:354-357.
- Dunaway, J. M. and Slatyer, R. O. 1971. Gas exchange studies on the transpiration and photosynthesis of tomato leaves affected by *Fusarium oxysporum*. *Phytopatology* 61:1377-1381.
- Dwyer, L.M., D.W. Stewart, D. Balchin, L. Houwing, C.J. Marur and R.I. Hamilton. 1989. Photosynthetic Rates of six Maize Cultivars during development. *Agron. J.* 81:597-602 (1989).
- Ehlers, W. 1989. Transpiration Efficiency of oat. *Agron J.* 81:810 (1989).
- Eik, K. and J.J. Anway. 1965. Some factors affecting development and longevity of leaves of corn. *Agronomy Jour.* 57:7-12.
- Elachkar, H.J.S. 1990. Evaluación de tres genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) por el método de correlaciones y análisis de componentes principales en diferentes localidades en el sur de Coahuila y Nuevo León. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", México.
- ✓Elkind, Y., A. Gurnick and N. Kedar. 1991. Genetics of semideterminate growth habit in tomato. *Hort. Sci.* 26(8):1074-1075. 1991.
- Fernández, B.J.M. 1992. Apuntes de Introducción a la Fisiología Vegetal. Curso de Maestría. UAAAN. Sin editar.
- Fisher, R.A., and R. Maurer. 1978 Drought resistance in spring wheat cultivars I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29:897-912.
- Fisher, R.A., F. Bidinger, J.R. Syme and P.C. Wall. 1981. Leaf Photosynthesis, Leaf Permeability, Crop Growth, and Yield of shortspring wheat genotypes under irrigation. *Crop Sci.* vol. 21: May-Jun 1981. 367-373.
- Folquer F. 1976. El tomate. Estudio de la planta y su producción comercial. Edit. Hemisferio sur. S.R.L. Buenos Aires, Argentina.
- G.I.I.E.Z.A.P.-U.A.A.A.N. 1991. Diagnóstico del Grupo Interdisciplinario de Investigación en Especies de Zonas Áridas con Potencial. Dirección de Investigación, UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- Garza Villarreal, M.C. 1980. Selección y Evaluación de la progenie de la cruce de 3 líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) resistentes a altas temperaturas, con la variedad Pole-Boy 83. Tesis de Licenciatura I.T.E.S.M. Monterrey, Nuevo León.
- Ghorashy, R.R. 1970. Effect of leaf pubescence on transpiration, photosynthetic rate and seed yield of three near isogenic lines of soybeans
- Givinish T.J. 1986. On the economy of plant form and function. 6: Optimal stomatal conductance, allocation of energy between leaves and root, and the marginal cost of transpiration. Cambridge University Press, New York.
- Goldemberg, J.B. 1968. El empleo de la correlación en el mejoramiento genético de las plantas. Fitotecnia Latinoamericana 5(2): 1-8.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. Second Edition. An international Rice Research Institute Book. A. Wiley Interscience publication, John Wiley & Sons.
- Gosselin, A. et marc J Trudel. 1985. Interactions entre les températures Racinaires et nocturnes sur le development foliare et la capacite photosynthetique de plants de tomate CV Vendor. Can. J. Plant Sci. 65:185-192.
- Gravois, A.K. and R.W. Mcnew 1993. Combining ability and heterosys in U.S. Southern long-grain rice Crop Sci. 33:83-86.
- Gravois, K.A. y Helms, R.S. 1992. Path analysis of rice yield and yield components as affected by seeding rate Agronomy Jour. 84:1-4.
- Gull, D.O. 1989. Stability differences among fresh market tomato genotypes: II Fruit Quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(6):950-954.
- Heber, U.S. Neimains and O.L. Lange. 1986. Stomatal aperture, photosynthesis and water fluxes on mesophyll cells as affected by the abscission of leaves. Simultaneous measurements of gas exchange, light scattering and chlorophyll fluorescence. Planta (1986) 167:554-562.
- Hernández, B. 1992. Análisis de las variaciones Técnicas y de mercadeo a considerar en la exportación de melón en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Hernando, V. 1987. Relationship between nutrient absorbtion in the vegetative cycle and net photosynthesis in tomato plants depending on climatic factors. Journal of plant nutrition. 10(9-16) 1613-1622 (1987).
- Ho, L.C. 1979. Regulation of assimilate translocation between leaves and fruits in the tomato. Annals of Botany 56:249-257.

- Ho, L.C. and A.F. Shaw. 1977. Carbon economy and translocation of ^{14}C in leaflets of the seventh leaf of tomato during leaf expansion. *Annals of Botany* 41:833-848.
- Ho, L.C., Sjut, V. and G. Hoad, V. 1983. The effect of assimilate supply on fruit growth and hormone leaves in tomato plants. *Plant Growth regulation* 1:155-171.
- Hsiao, T.C. and E. Acevedo 1974. Plant Responses to water deficits, water use efficiency and drought resistance. *Agric. Met.* 14:59-84.
- Jasso, I. y L. Rojas. 1982. Manual de Relaciones agua-suelo planta. Departamento de Riego y Drenaje. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coah. México. 152p.
- Jasso, I.R. y M.C. Chavira. 1988. Caracterización de las relaciones Hídricas internas del frijol. Resumen del XII Congreso de Fitogenética. Somefi: 78.
- Jones, P. L.H. Allen, J.W. Jones, K.L. Boote and W.J. Campbell. 1984. Soybean Canopy Growth photosynthesis, and transpiration responses to whole-season carbon dioxide enrichment. *Agronomy Jour.* Vol. 76. July-August 1984.
- Kebede, H.C. Johnson, B.F. Corver and D.M. Ferris. 1992. Physiological and Anatomical features of two *Triticum dicoccoides* wheat accessions differing in photosynthetic rate. *Crop Sci.* 32:138-143.
- Kempthorne, O. 1969. An introduction to genetic statistics. The Iowa State University. Press. Ames, Iowa. USA. p. 513.
- Kitano M., E. and T. Matsui 1983. Analysis of heat balance of leaf with reference to stomatal responses to environmental factors. *Horticultural Abstract.* Vol. 55(3):194.
- LI-Cor Inc. 1990. LI-6200 Portable photosynthesis system. Li-cor, Inc. Lincoln, Nebraska, 68504 USA.
- Lips, S.H., E.O. Leidi, M. Silberbush, M.I.M. Soares and O.E.M. Lewis. 1990. Physiological aspects of ammonium and nitrate fertilization. *Journal of plant nutrition*, 13(10): 1271-1289.
- Little T.M. and F.J. Hills. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Sexta reimpresión. Ed. Trillas. México.
- Lorens, G.F., J.M. Bennett and L.B. Loggale. 1987. Differences in Drought resistance between two Corn Hybrids I. Water Relation and Root length Density. *Agronomy Jour.* 79:802-807.
- Macias V, L.M. 1992. Potencial de adaptación en dos especies de papita güera (*Solanum cardiophyllum* L. y *S. ehrenbergii* L.) a las zonas semiáridas de la república mexicana. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

- Mahon, J.D. and S.L.A. Hobbs 1981. Selection of peas for photosynthesis CO_2 Exchange Rate under Field Conditions Crop Sci. 21:616-621.
- Majumder, M.K., R.N. Dey and S.P. Banerjee. 1971. Studies on genetic variability and correlation in some rice varieties. Indian. Agric. 15(1.2):191-198
- Marquez, S. F. 1991. Genotecnia Vegetal. Metodos, Teoria, Resultados. AGT Editores, S.A. México.
- Mc Avoy, R.J. and H. W. Janes. 1989. Tomato plant photosynthetic activity as related to Canopy Age and Tomato Development. J. Amer. Soc. Hort Sci. 114(3): 478-482.
- Mehta, H. and K.R. Sarkar. 1992. Heterosys for leaf photosynthesis, grain yield and yield components in maize. Euphytica 60:161-168.
- Mendoza, H.J.M. 1984. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Depto. de Agrometeorología.
- Mendoza, M.S.A. 1990. Estudio de coeficientes de sendero y correlaciones fenotípicas en cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) Tesis profesional, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, O., L.E. y V. Ortiz C. 1973. Estimadores del área foliar e influencia del espaciamiento entre surcos, la densidad de siembra y fertilización sobre el área foliar en relación con la eficiencia en la producción de grano de dos híbridos de maíz. Agrociencia. 11:57-71.
- Mendoza, O.L. y V. González A. y J. Ortiz C. 1984. Factores de conversión y tamaños de muestras en la estimación del área foliar en maíz. Agrociencia 58:141-151.
- Mosqueda, V.R. y J. Molina G. 1974. Estudio de caracteres correlacionados y análisis de componentes de rendimiento empleando coeficientes de sendero en *Carica papaya* L. Agrociencia. 11:3-4
- Muñoz, O.A. 1964 Observaciones de la apertura estomatal y de la transpiración en tres líneas de maíz sometidas a sequía. Tesis de Licenciatura. E.N.A. Chapingo, México.
- Muñoz, O.A., K.R. Stevenson, J. Ortiz C.G.W. Thurtell y A. Carballo C. 1983. Transpiración, fotosíntesis, eficiencia en el uso de agua y potencial hídrico en maíces resistentes a sequía y heladas. Agrociencia 51:115-153.
- Nederhoff E., Giezen J. and Vegter, F. 1989. Measurement and simulation of crop photosynthesis of cucumbers (*Cucumis sativus* L.) in greenhouse. Horticultural Abstract. Vol. 59: Num. 2 Pg. 127.

- Orona, C.F. 1994. Estimación de heterosis y coeficientes de Sendero para rendimiento y sus componentes en Arroz (*Oryza sativa* L.) Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"
- Palmer, A.F.E. y R. Goldsworthy. 1971. Programa de Agronomía y Fisiología del CIMMYT. Cuarta conferencia sobre mejoramiento de maíz en la zona árida. ICA-CIAT Palmira. Colombia Nov- 2-5
- Papadópulos, A. P. and Douglas P. Ormord. 1988. Plant spacing effects on photosynthesis and transpiration of the greenhouse tomato. *Can J. Plant Sci.* 68:1209-1218.
- Pasternak, D., M. Twersky and Y. de Malach. 1979. Salt resistance in agricultural crops. in: H. Musell and R.C. Staples (eds) *Stress physiology in crop plants*. John Wiley. New York pp. 127-142.
- Peirce, L.C. 1992. "Super Hybrid Newida and Gold Dust" tomatoes. *Hort. Sci.* 27(8) 935-937.
- Peña, R.A. 1986. Comportamiento de cuatro especies cultivadas bajo condiciones deficientes de humedad. Tesis de Maestría. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México
- Peña, R.A., y V. González H. 1987. Las curvas de presión volumen como método para evaluar la capacidad de ajuste osmótico en hojas de maíz y girasol. *Fitotecnia* 9:35-48.
- Quatter, S.R.J. Jones, R.K. Crooksten and M. Kajeiou. 1987. Effect of drought on Water Relations of Development Maize Kernels. *Crop. Sci.* 27:720-735.
- Quiroga Ch., O. A. 1992. Análisis de senderos para características relacionadas con resistencia a sequía en 12 genotipos de maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Maestría en Ciencias en Fitomejoramiento. UAAAN.
- Radin E.A. 1988. Correlación de la conductancia estomática con la capacidad fotosintética de algodón en una atmósfera enriquecida con CO₂ ¿Mediación para ácido abscísico?. *Plant Physiol.* (1988) 88, 1058-1062.
- Ray, L.L., C.W. Wendent, B. Roark and J.E. Quisenberry. 1974. Genetics modification of cotton plant for more efficient water use. *Agric. Met.* 14:31-38.
- Reddy, V., R. Barker and H.F. Hodges. 1991. Temperature effects on cotton canopy growth, photosynthesis and respiration. *Agronomy Jour.* 83(4) July-Aug, 1991.
- Reyes V.M.H. 1993. Análisis de senderos con el paquete Matlab. Laboratorio de Genética Biométrica. Departamento de Fitomejoramiento. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.

- Reyes VMH y A.A. Andrade A. 1991. Relaciones entre Caracteres Cuantitativos y la Resistencia al Ataque de Pájaros en Girasol. (*Helianthus Annuus* L.). Memorias del II Congreso Nacional de Genética. Saltillo. Coahuila
- Robinson, H.F., R.E. Comstock and P.H. Harvey. 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agronomy Jour.* 43:282-287.
- Rodriguez del Angel J.M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. México. Ed. Trillas. C.A.A.A.N.
- Rodriguez, B.R. and Lambeth, V.N. 1975. Artificial lighting and spacing as photosynthetic and yield factors in winter greenhouse tomato culture. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110:694-697.
- SARH. 1992. Anuario estadístico. Dirección General de Normatividad Agrícola. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- Secor, J.D.R., McCarthy, R., Shibes, and D.E. Green. 1982. Variability and selection for leaf photosynthesis in advanced generations of soybean. *Crop Sci.* 22:255-259.
- Sindhu, J.S. 1973. Correlation in paddy. *Indian J. Genetic plant Breeding* 33(3): 314-318.
- Singh, M. and R.K. Singh 1973. Correlation and path - coefficient analysis in Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Indian Journal Agric. Sci.* 43(5):455-458.
- Sionit, N., H.H. Roger, G.E. Bingham and B.R. Strain. 1984. Photosynthesis and stomatal conductance with a CO₂ Enrichment of container and field grown soybean. *Agronomy Jour.* Vol. 76, Mayo-June 1984.
- Slatyer, R.O. 1967. Plant Water relationship. Academic Press. New York.
- Srivastava, L.S. and S.C.P. Sachran. 1973. Genetics Parameters, correlation coefficient and path-coefficient analysis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Indian Agric. Sci.* 43(6): 604-607.
- Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. *Adv. Agron.* 39:53-85.
- Stommel, J.R. 1992. Enzymatic components of sucrose accumulation in the wild tomato species *Lycopersicon peruvianum*. *Plant Physiol.* 99:324-326.
- Tinus, R.W. 1974. Impact of the CO₂ requirements on plant water use. *Agric. Met.* 14:99-112
- Toovey, F.W. 1965. Producción comercial de tomate. Editorial Acríbia. Zaragoza, España.
- Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficit in crop plant. In H. Mussell (ed) published by John Wiley. Inc. New York p. 344-372.
- Vallejos, C.E. and R.W. Pearcy 1987. Differential acclimation potential to low temperature in the species of *Lycopersicon*: Photosynthesis and Growth. *Can. J. Bot.* 65:1303-1307.

- Van de dijk, S.J. 1985. Differences between tomato genotypes in stomatal resistance and specific leaf fresh weight in relation to differences in net photosynthesis under low light intensity and low night temperatures. *Euphytica* 34:(1985) 717-723.
- Van Haefl J.N.H. 1990. Tomates. Manuales para la educación agropecuaria. Producción vegetal Trillas, México
- Wagner, S.W. and D.C. Reicosky. 1992. Closed Chamber effects on leaf temperature Canopy photosynthesis and Evapotranspiration. *Agronomy Jour.* 84:731-738.
- Walker, A.J. and D.A. Baker. 1978. Carbon translocation in tomato: Pathways of carbon metabolism in the fruit. *Annals of Botany* 42:909-919.
- Walker, A.J. and L.C. Ho. 1977. Carbon translocation in tomato: effects of fruit temperature on carbon metabolism and the rate of translocation. *Annals of Botany* 41:825-832.
- Wareing, P.F. and J. Patrick. 1975. Source-sink relation and the portion of assimilates pp 481:499 In: J.P. Cooper (ed) photosynthesis and productivity in different environments Cambridge Univ. Press.
- Warnock, S.J. 1991. Natural habitats of *Lycopersicon* species *Hort Sci.* 26(5):466-471.
- Wells, G. and F. Buitelar. 1989. Factors affecting soluble solids contents of Muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Horticultural Abstracts.* 59(2):129.
- Wells, R.L., L. Schulze, D.A. Ashley, H.R. Boerma and R.H. Brown. 1982. Cultivar differences in canopy apparent photosynthesis and their relationship to seed yield in soybeans. *Crop Sci.* 22:886-890.
- Wiebold, W.T., R. Schibles, and D.E. Green. 1981. Selection for apparent photosynthesis and related leaf traits in Early Generation of soybean. *Crop Sci.* 21:969- 973.
- Wilson D. 1979. Breeding for morphological and physiological Traits. *Plant Breeding II.* Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Wilson, J.W. and M.A. Hannah 1992. Light interception and photosynthetic efficiency in some glasshouse crops. *Journal of Exp. Botany*, 43(248):363-373.
- Willman, M.R., F.E. Bellow, R.J. Lambert, A.E. Howey and D.M. Mies. 1987. Plant traits related to productivity of maize. I. genetic variability, environmental variation, and correlation with grain yield and stalk lodging. *Crop Sci.* 27(6) 1116-1121.
- Wolfe, D., W. Henderson, T.C. Hsiao and A. Alvino. 1988. Interactive water and nitrogen effects of senescence of maize. II photosynthetic decline and longevity of individual leaves. *Agronomy Jour.* 80:865-870.
- Wright, S. 1921. Correlation and causation. *Journal Agric. Res.* 20:557-58.

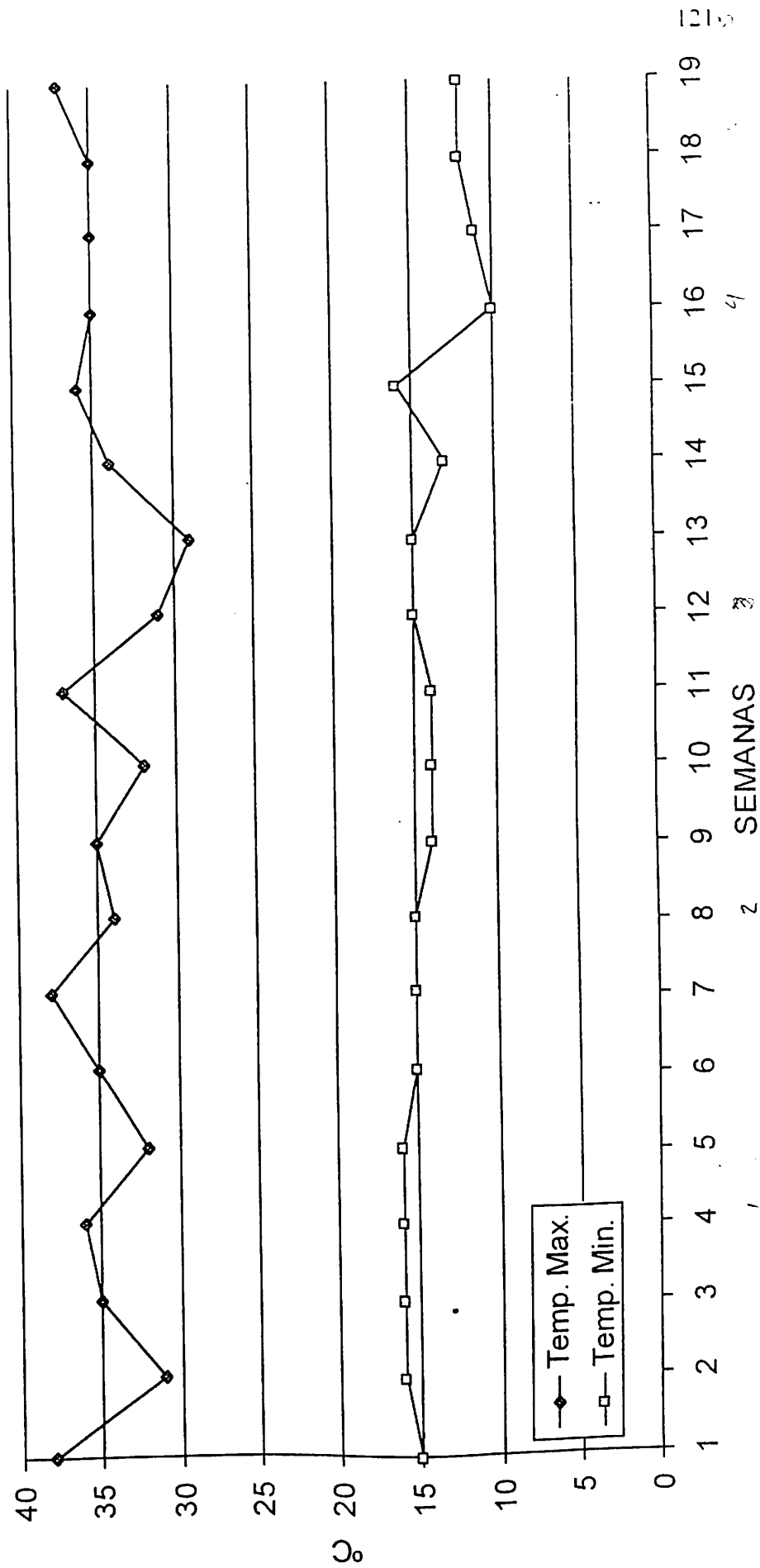
Yelle, E.A. 1989. Acclimation of two species of tomato to high atmospheric CO_2 . Concentration of starch and sucrose. *Plant Physiol.* 90:1465-1472.

Yusifov M. 1984. Photosynthetic activity in water melons in relation of nutrition. *Horticultural Abstract.* 58(11):942.

Zamora V., V.M. 1992. Apuntes del curso de Genética Estadística Maestría en Fitomejoramiento. Sin editar. UAAAN.

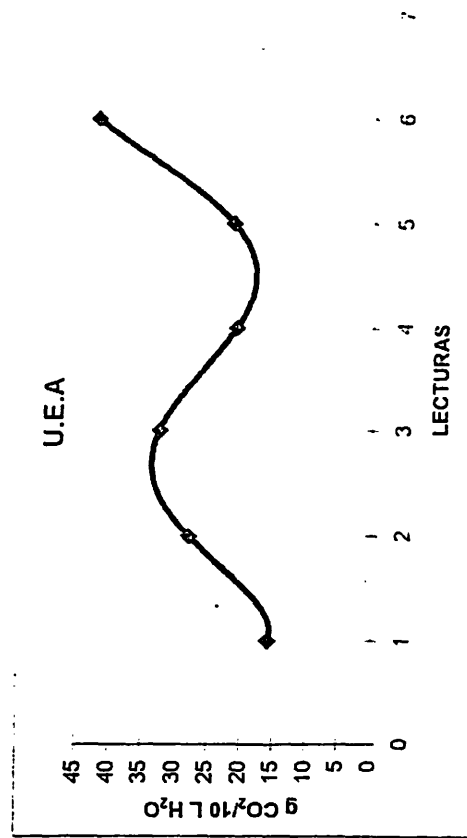
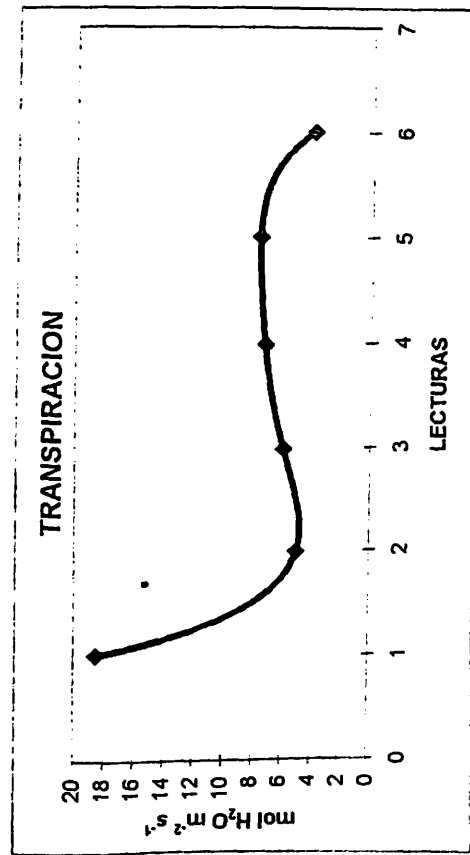
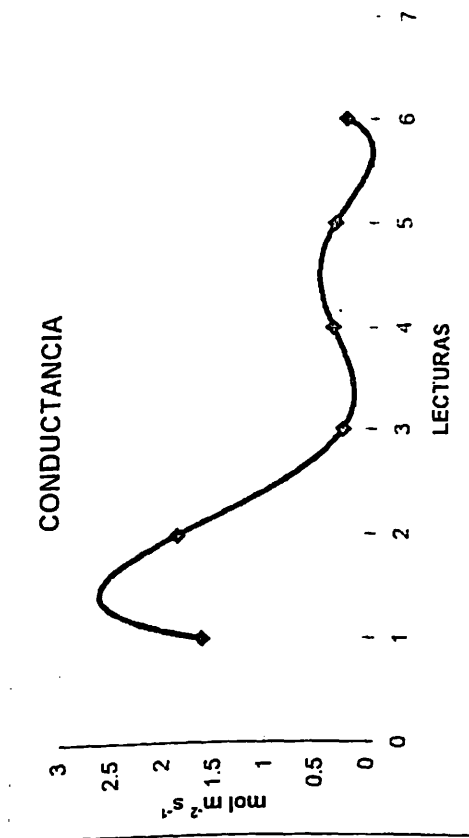
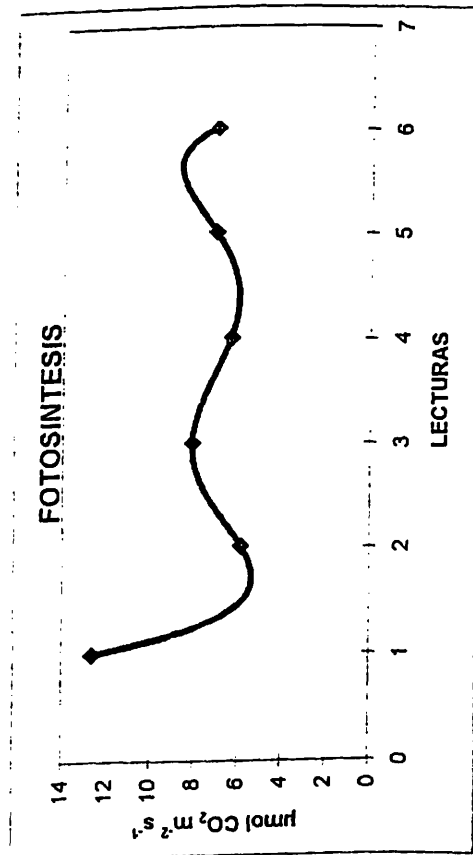
APENDICE

GRAFICA 9.1. PROMEDIO DE TEMPERATURAS MINIMAS Y MAXIMAS DURANTE LA EVALUACION DE 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.) EN INVERNADERO.



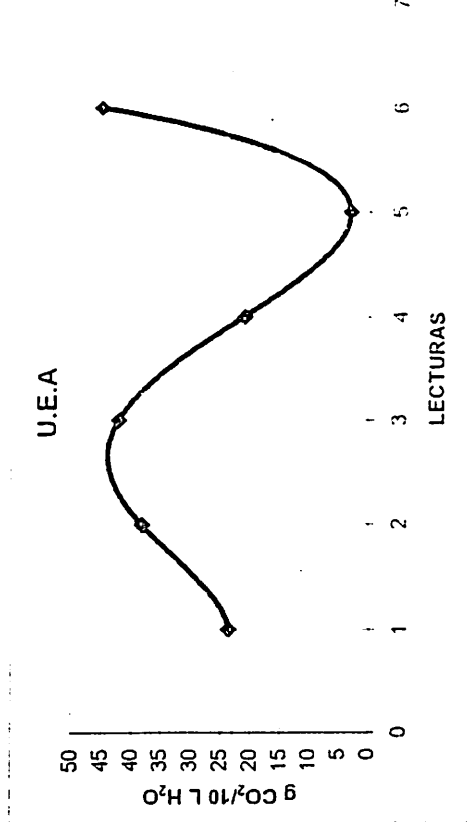
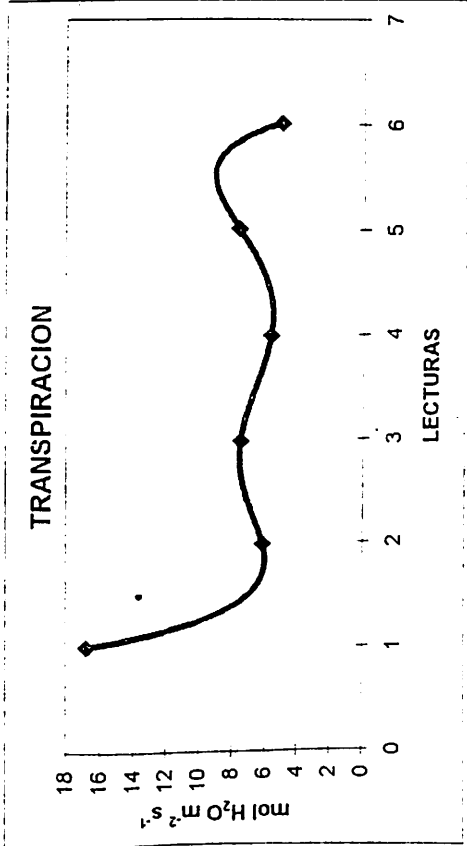
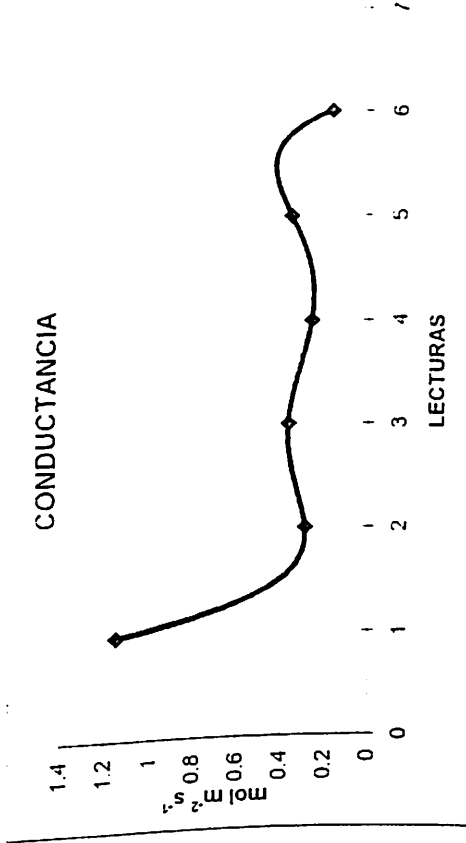
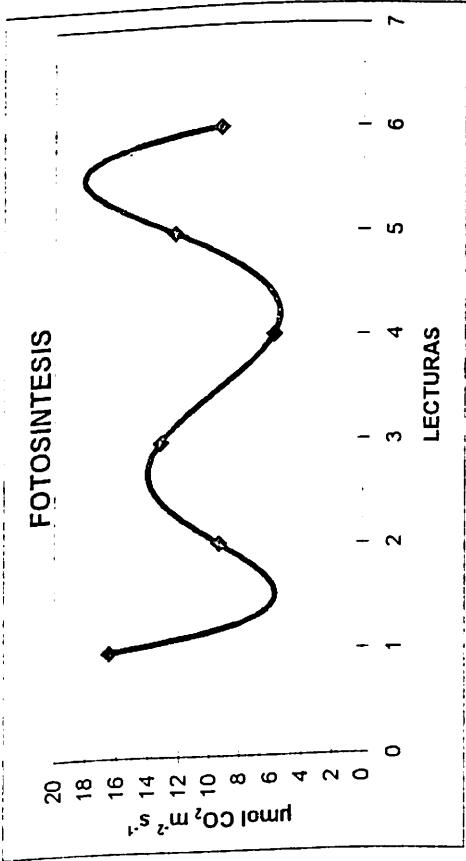
GRAFICA 9.2. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 137



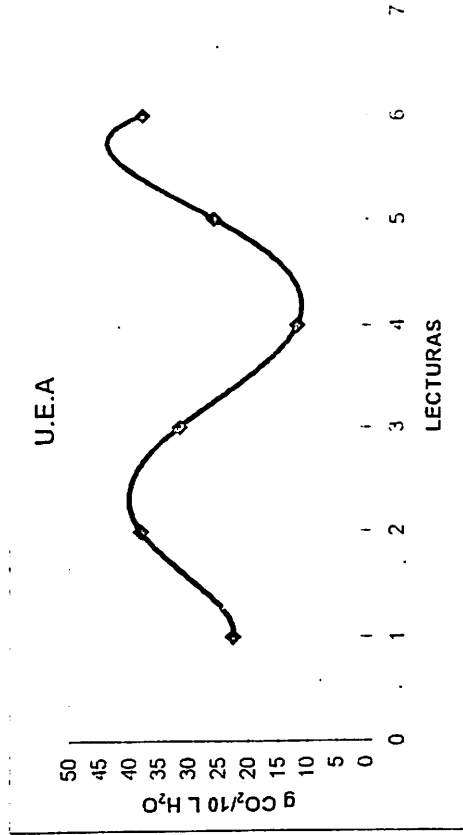
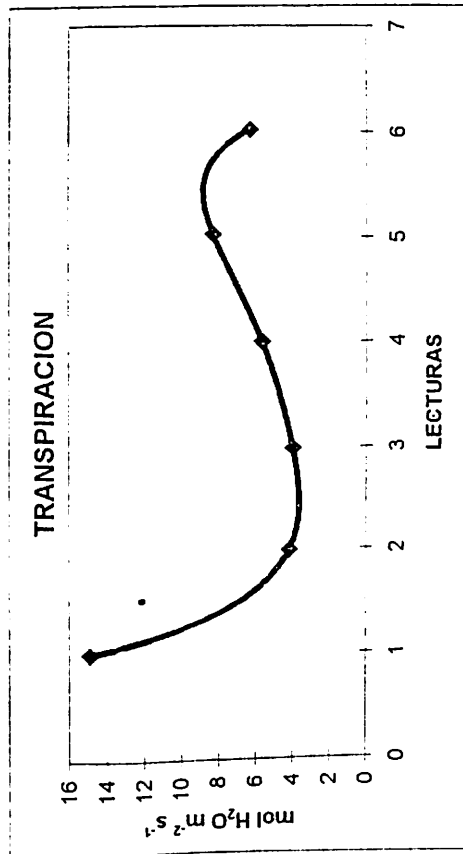
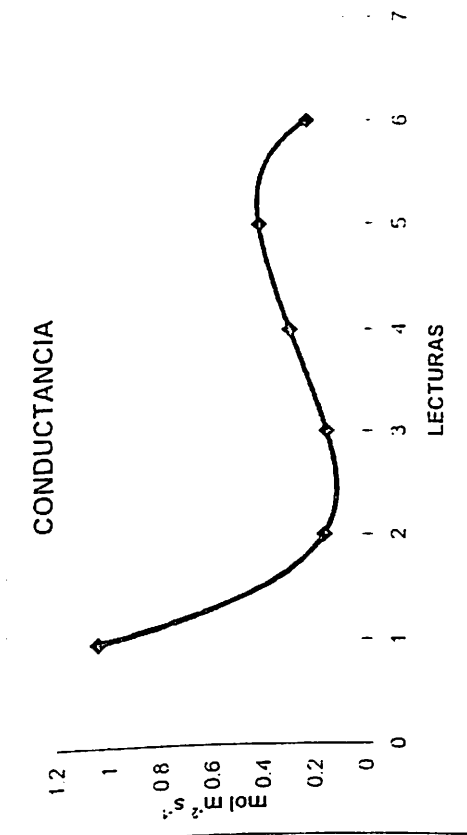
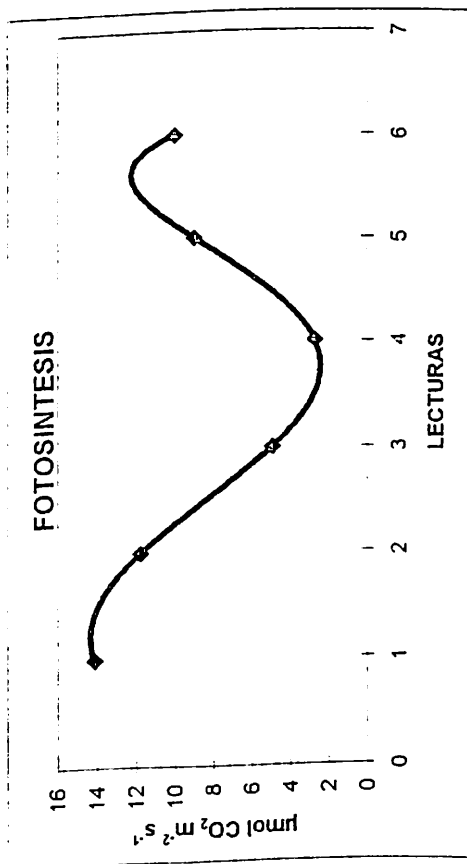
GRAFICA 9.3. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 71



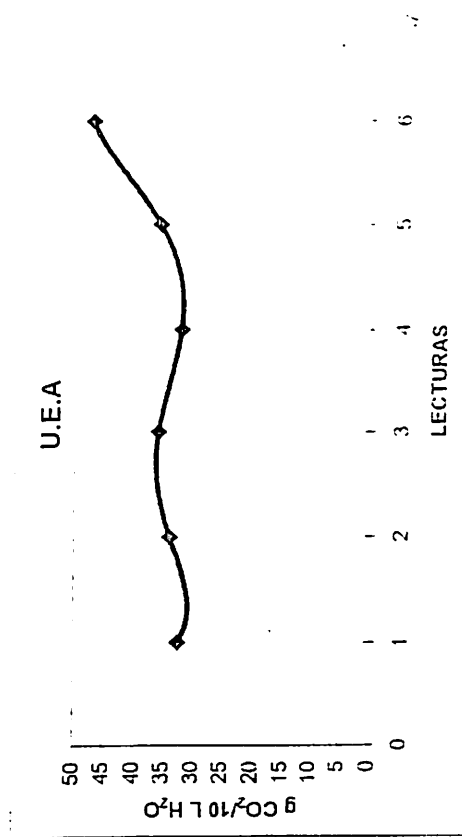
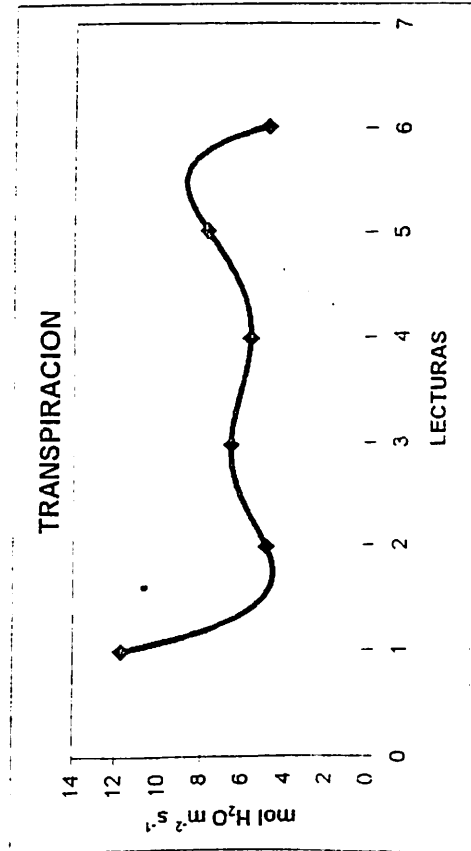
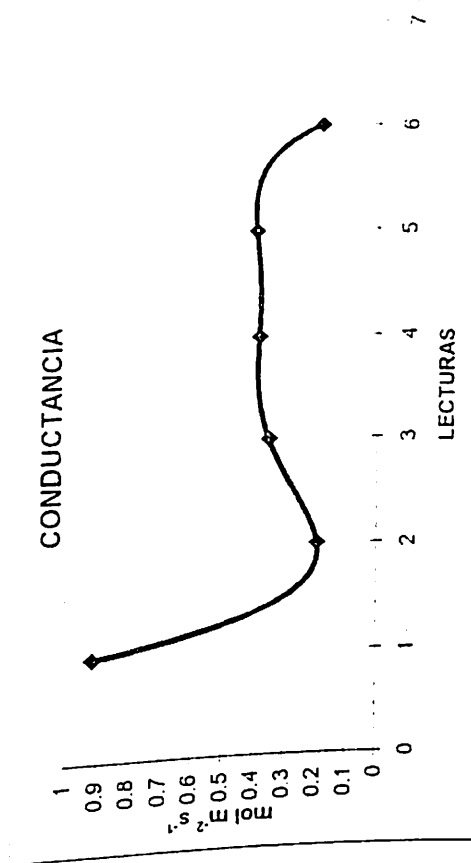
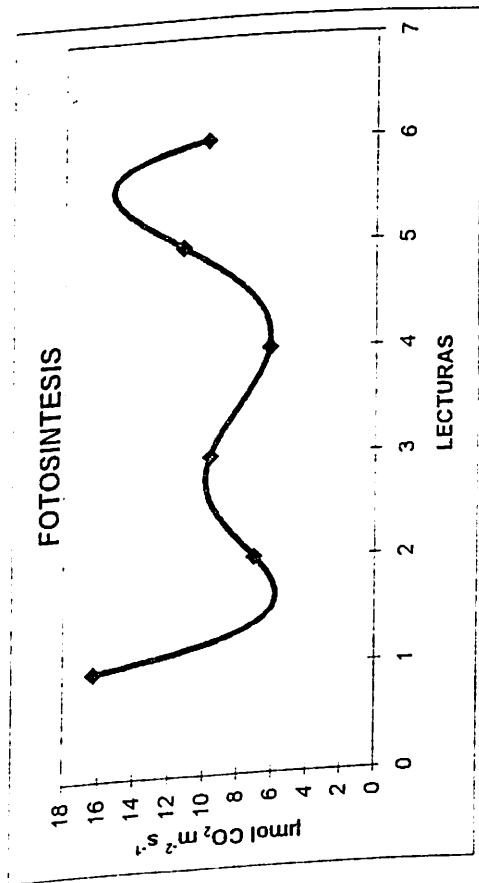
GRAFICA 9.4. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 134



GRAFICA 9.5. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 119

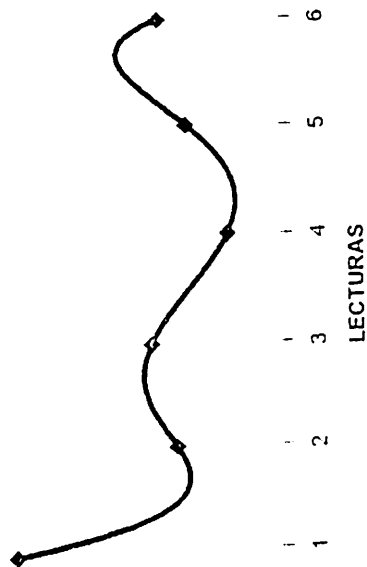


GRAFICA 9.6. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 118

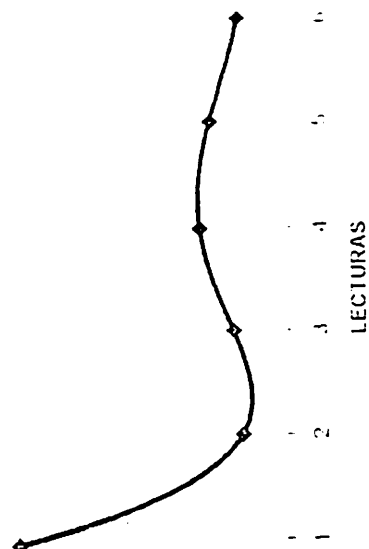
FOTOSINTESIS

$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$



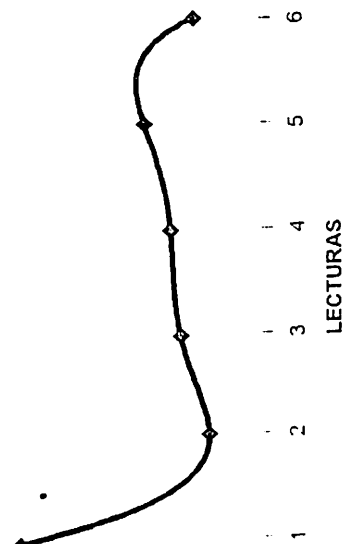
CONDUCTANCIA

$\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$



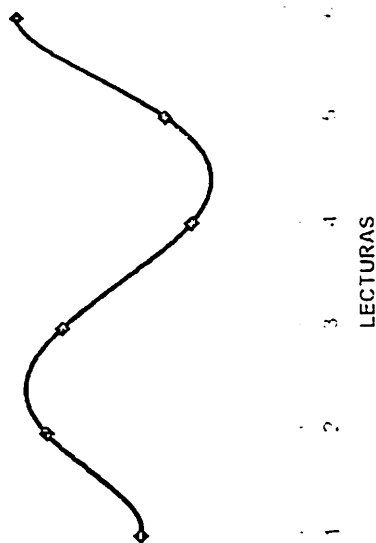
TRANSPIRACION

$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$



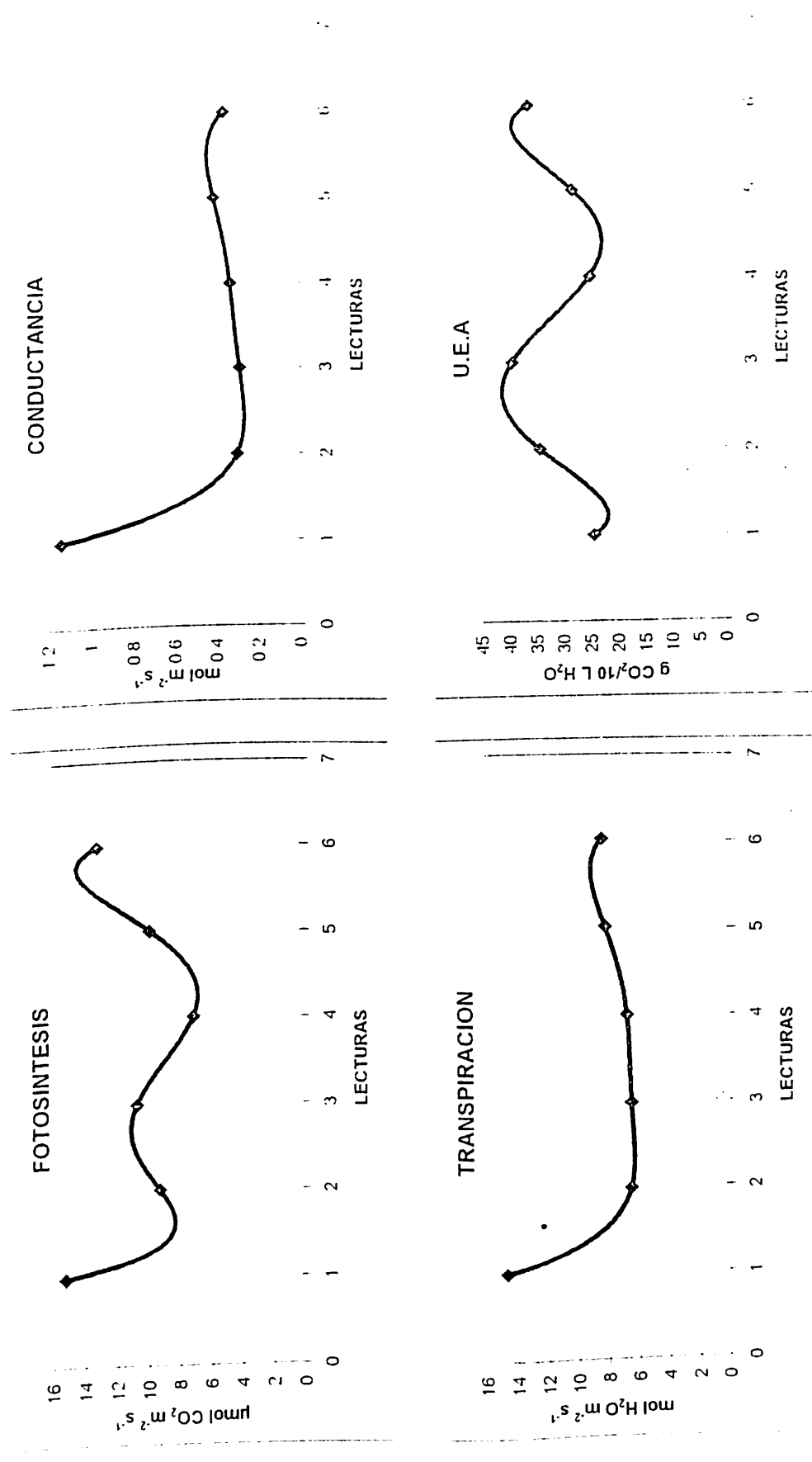
U.E.A

$\text{g CO}_2 / 10 \text{ L H}_2\text{O}$



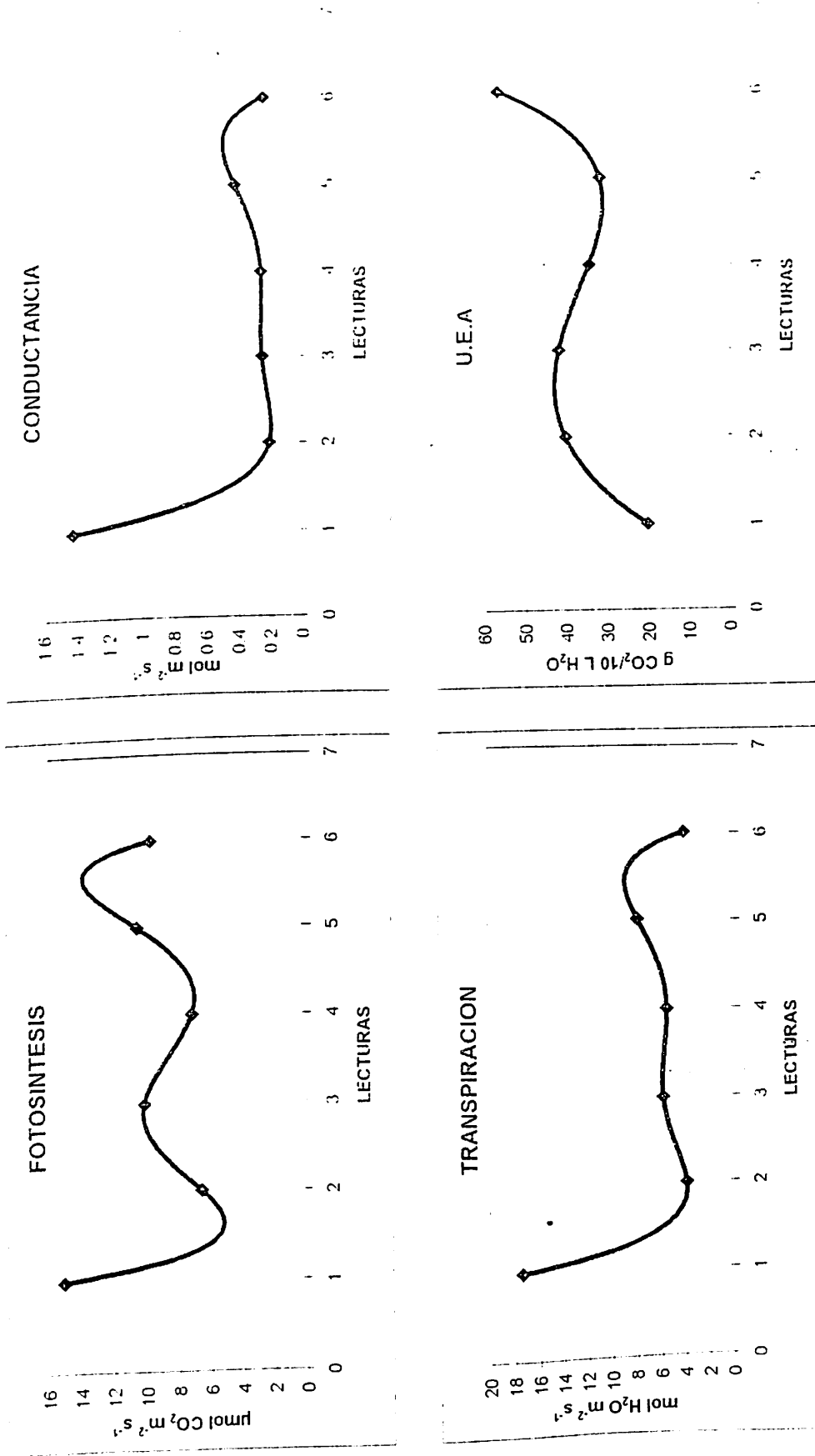
GRAFICA 9.7. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLOGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 83



GRAFICA 9.8. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 66

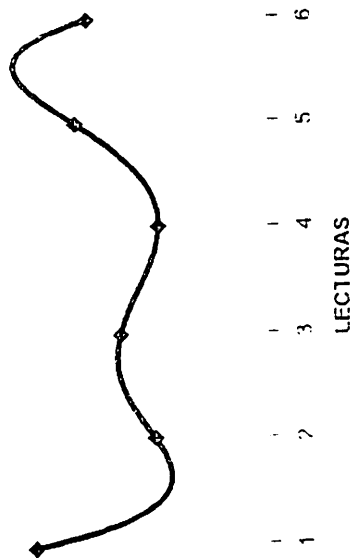


GRAFICA 9.9. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLOGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 59

FOTOSINTESIS

$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$



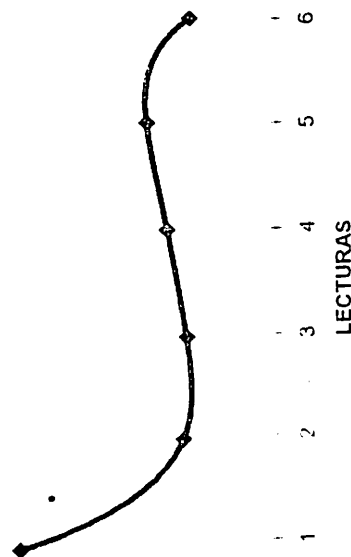
CONDUCTANCIA

$\text{mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$



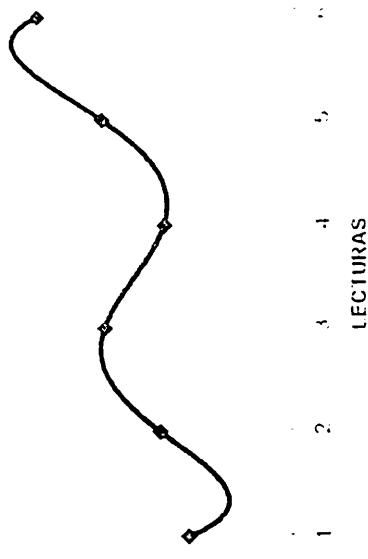
TRANSPIRACION

$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$



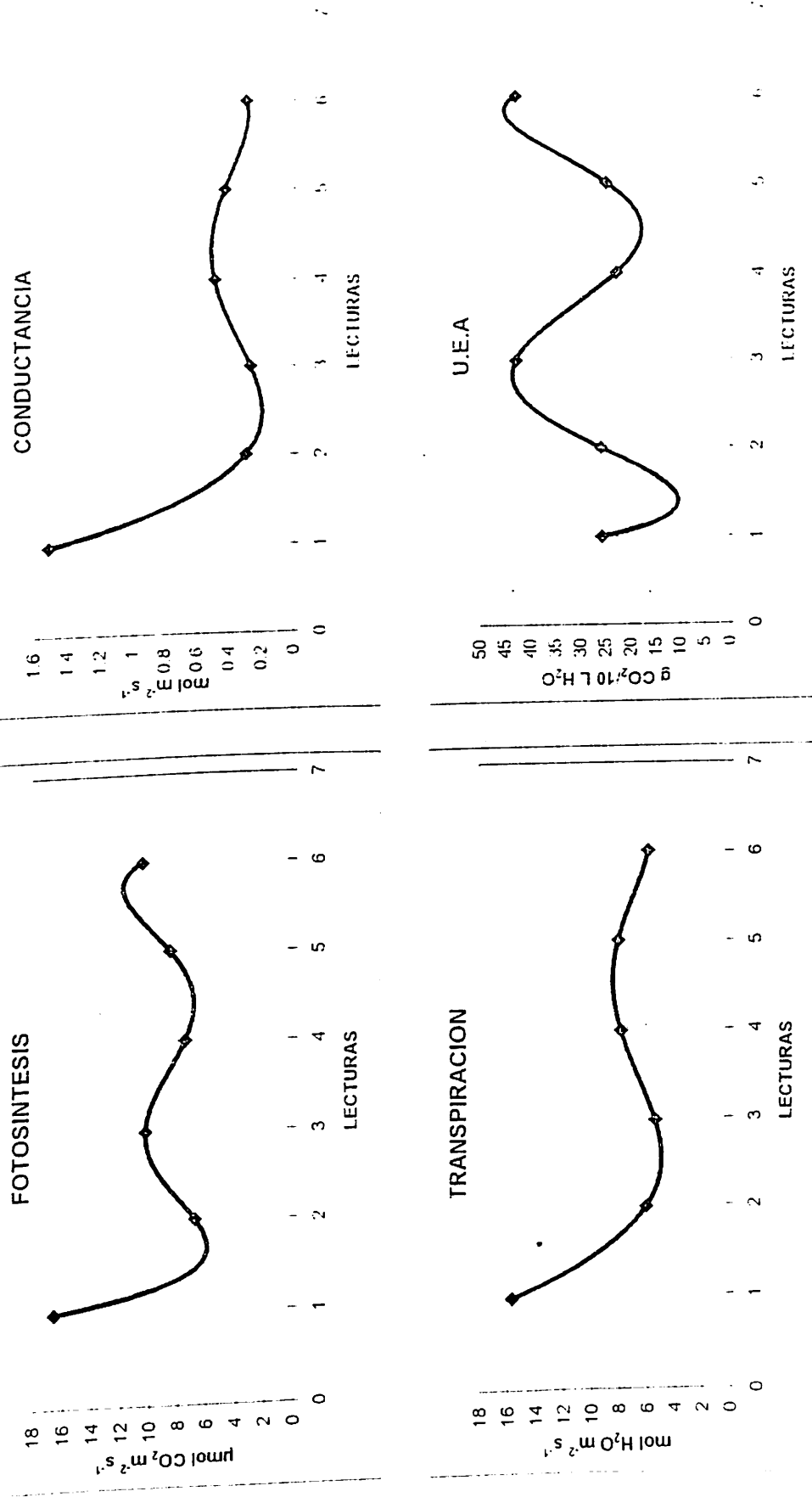
U.E.A

$\text{g CO}_2 / 10 \text{ L H}_2\text{O}$



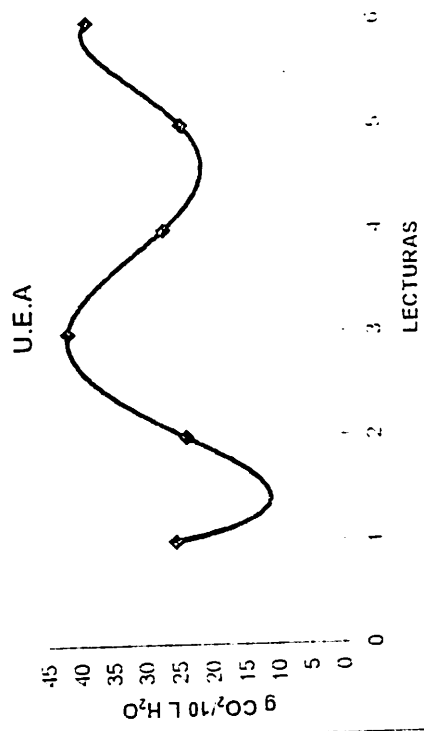
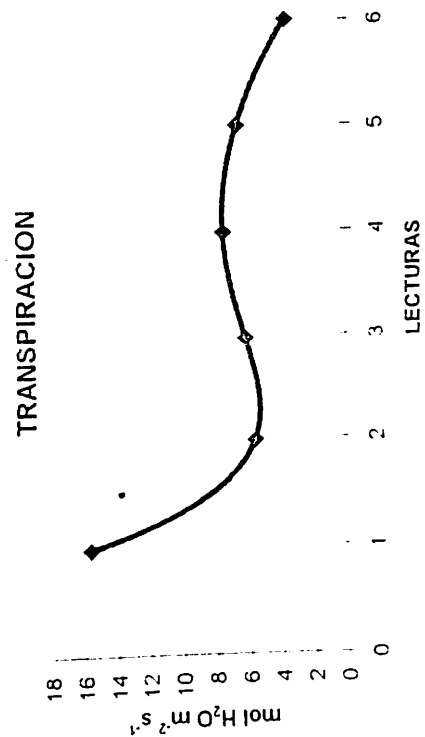
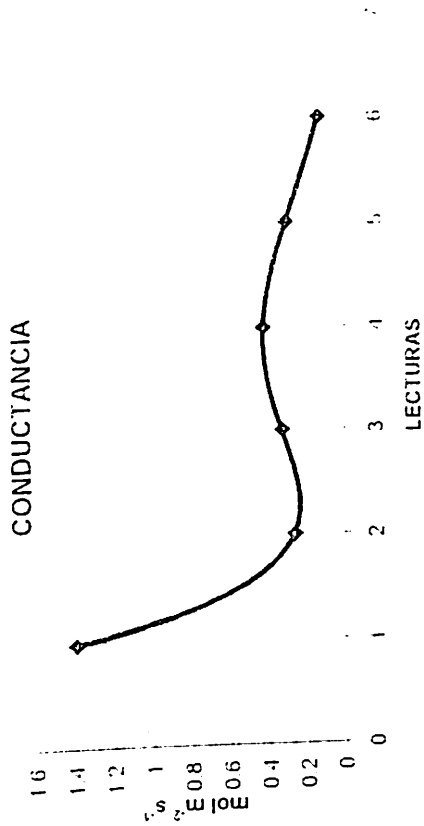
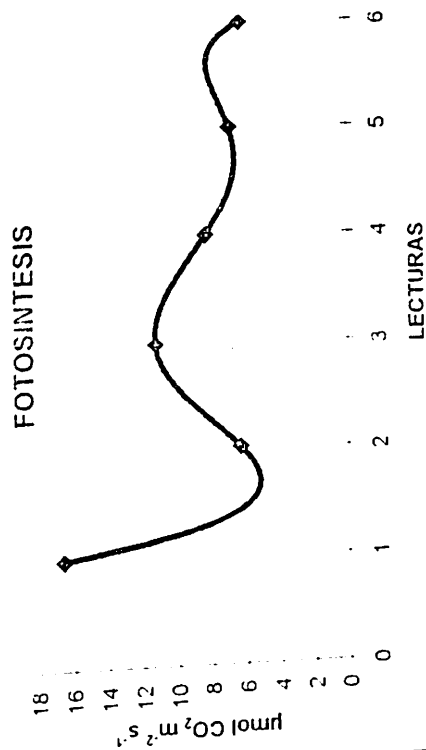
GRAFICA 9.10. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 34



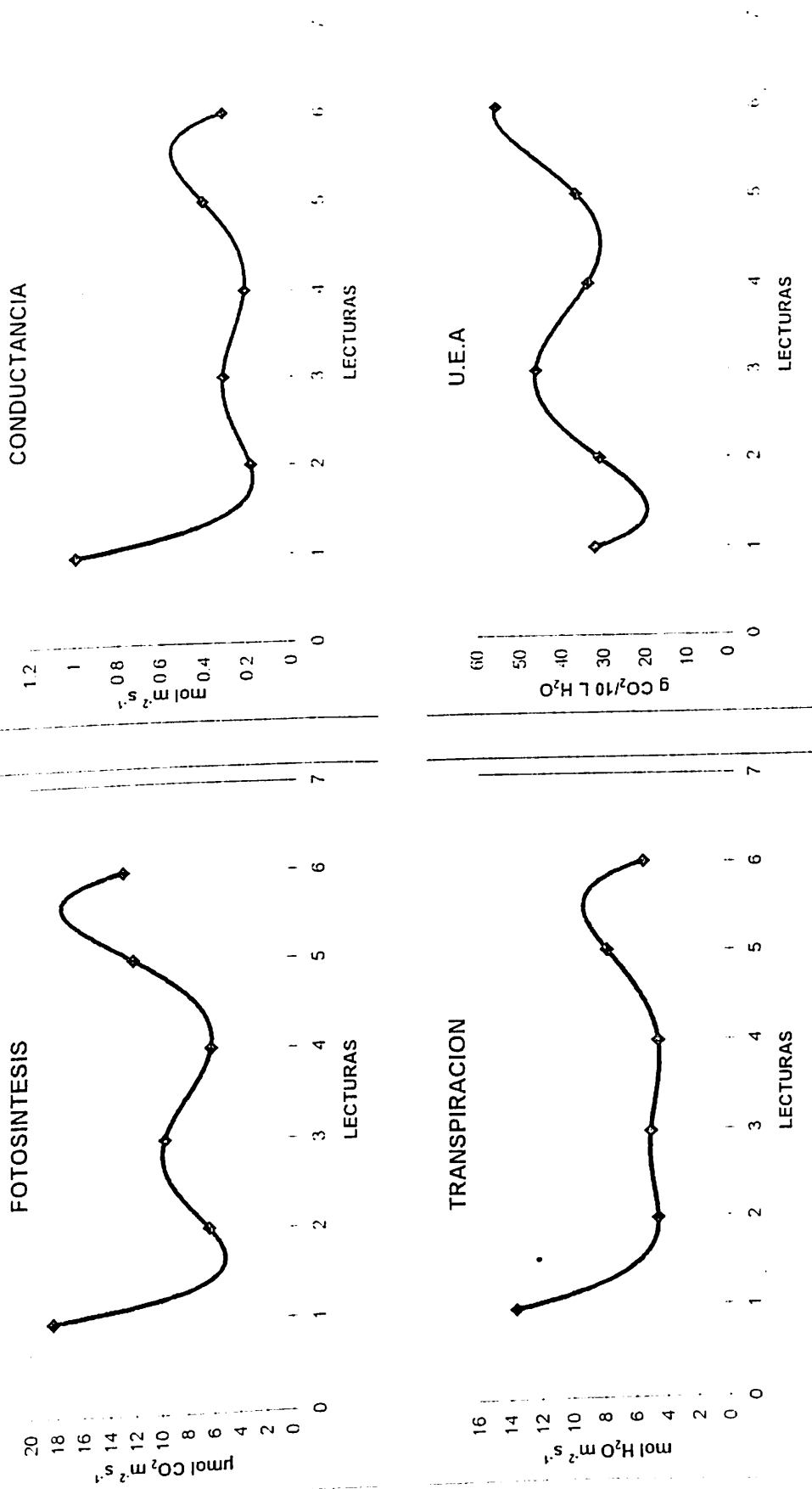
GRAFICA 9.11. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLOGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH

GENOTIPO 21



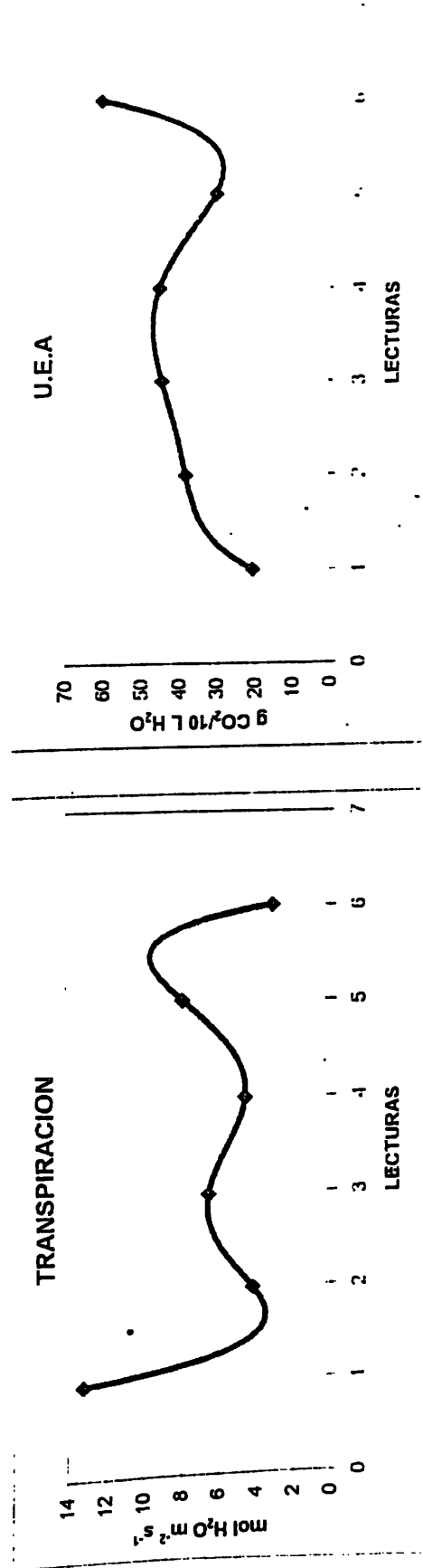
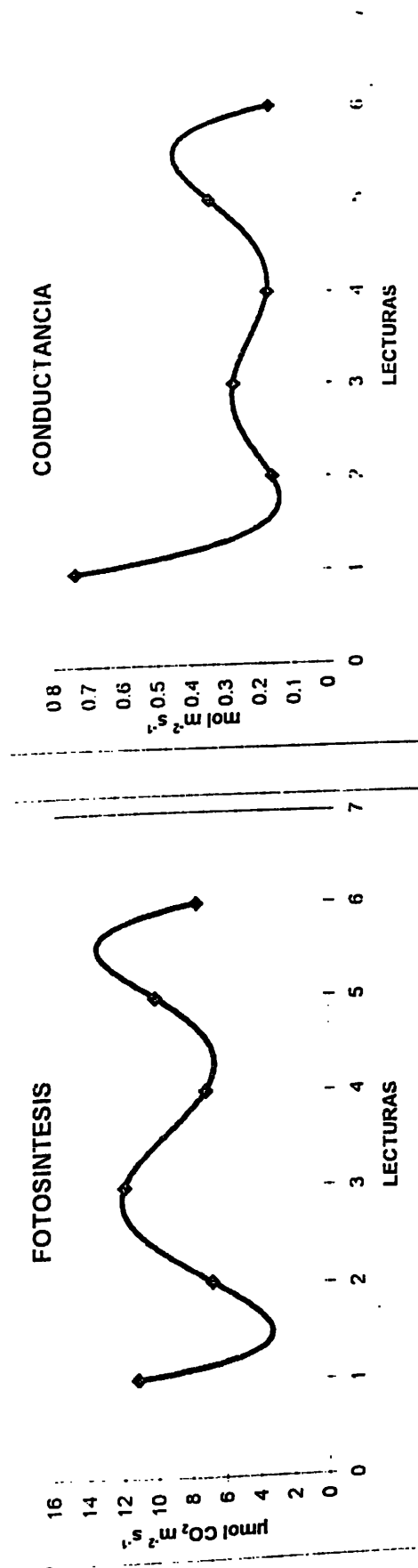
GRAFICA 9.12. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH.

GENOTIPO 14

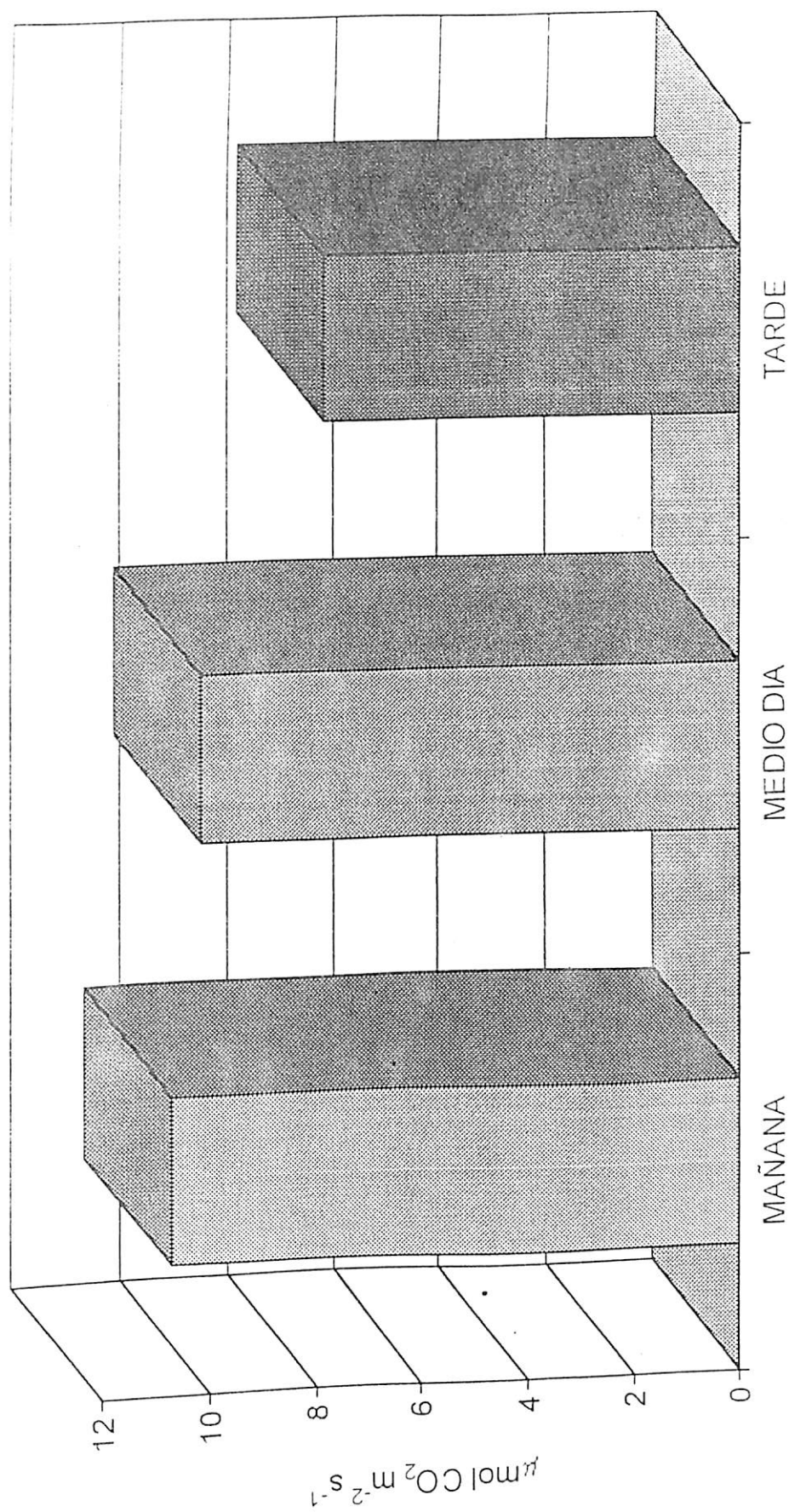


GRAFICA 9.13. COMPARACION DE VARIABLES FISIOLOGICAS POR GENOTIPO, EN BASE A LOS VALORES OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN INVERNADERO. BUENAVISTA, COAH

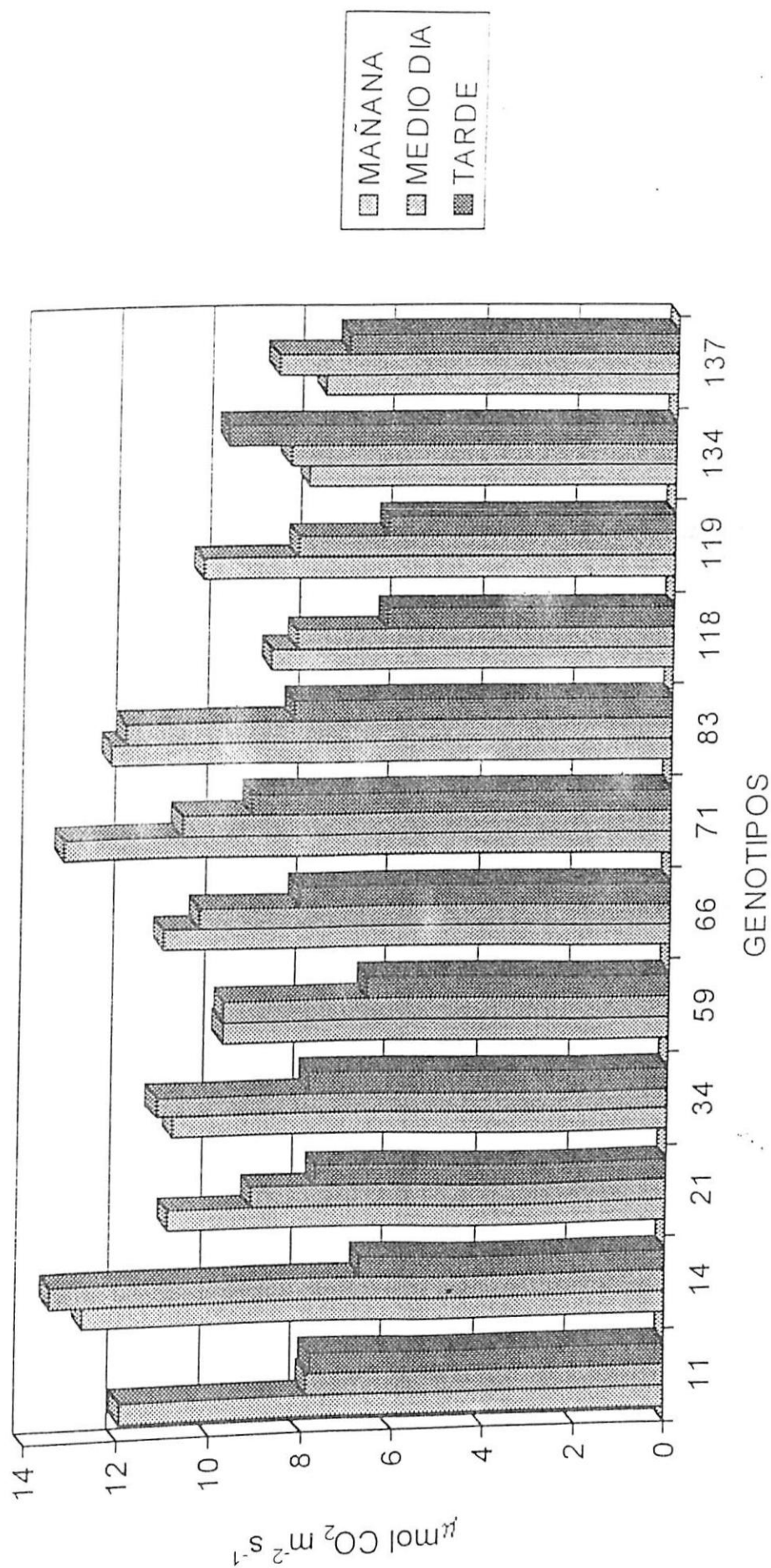
GENOTIPO 11



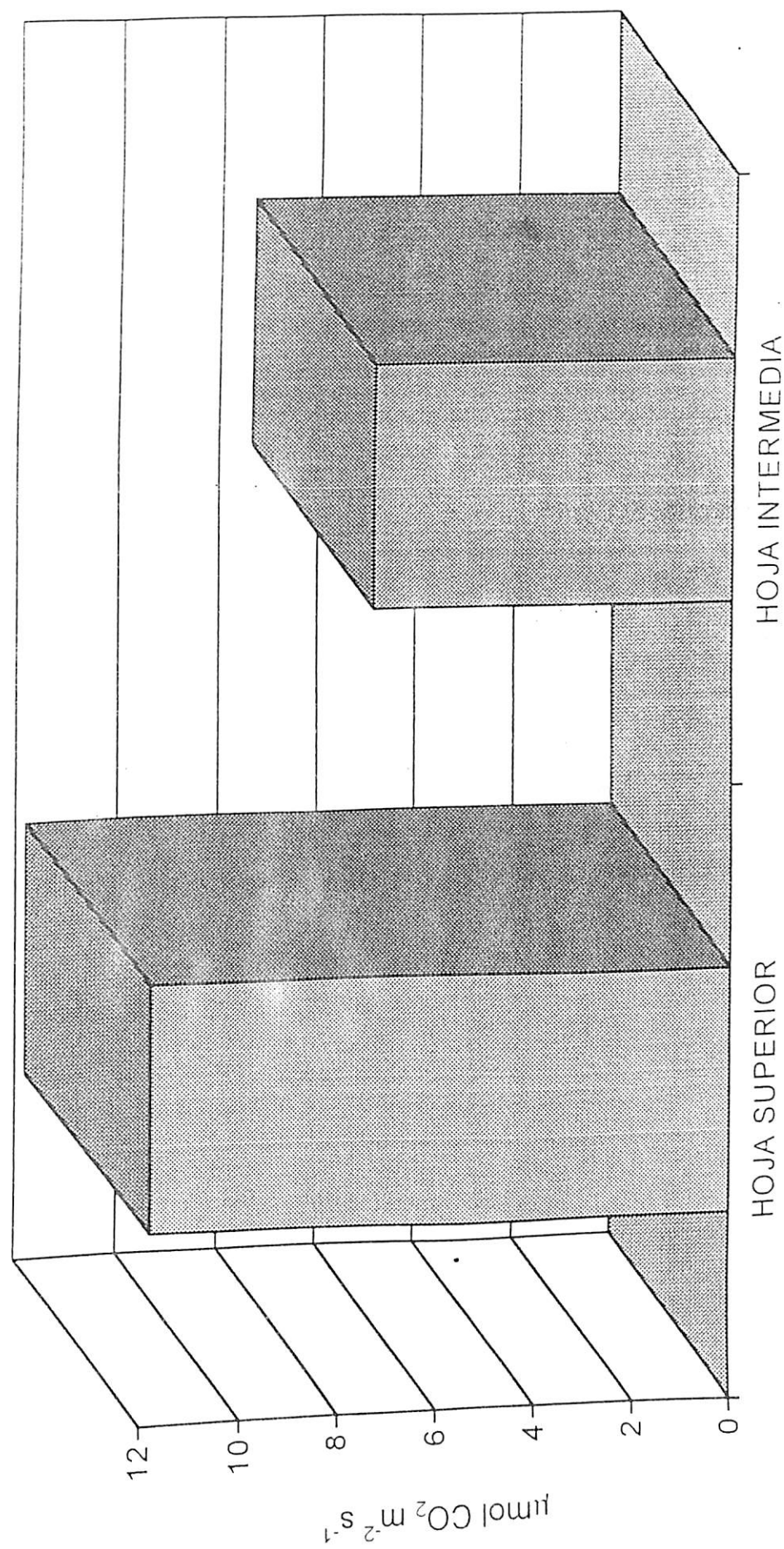
GRAFICA 9.14. FOTOSINTESIS ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) EN 3 HORAS DEL DIA, PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 2 POSICIONES DE HOJA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



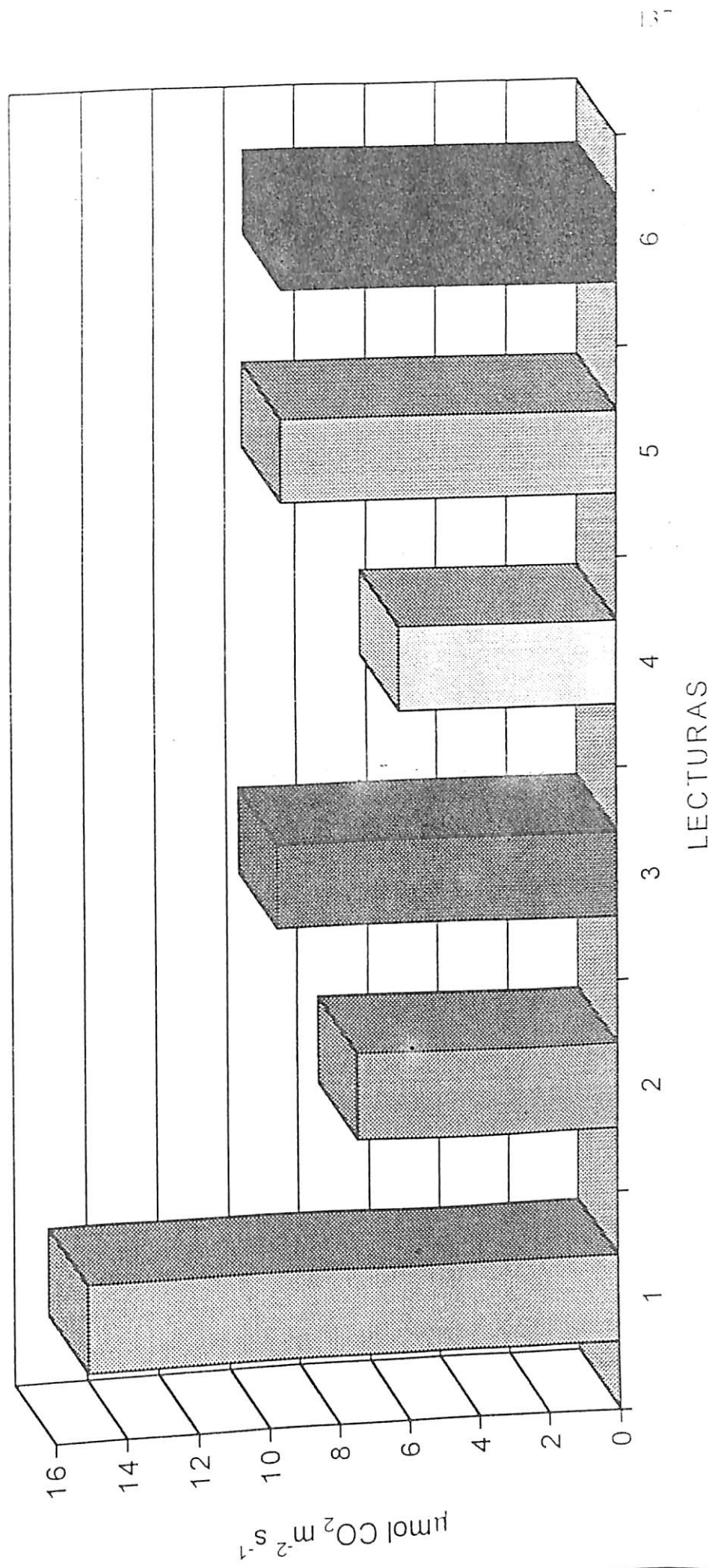
GRAFICA 9.15. FOTOSINTESIS ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) PROMEDIO DE 6 LECTURAS Y DOS POSICIONES DE HOJA, EN LA INTERACCION HORAS DEL DIA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



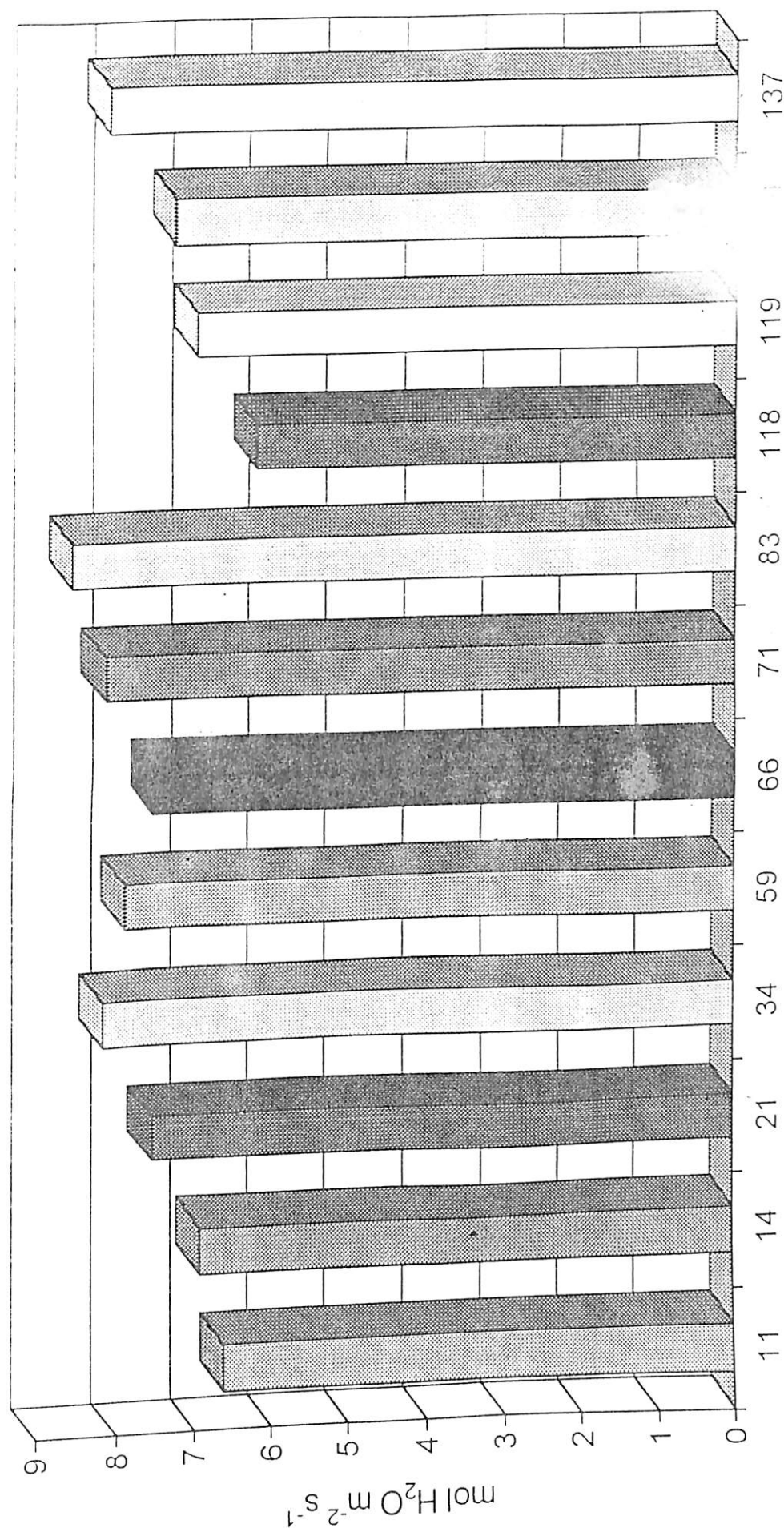
GRAFICA 9.16. FOTOSINTESIS ($\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) EN 2 POSICIONES DE HOJA, PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DIA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



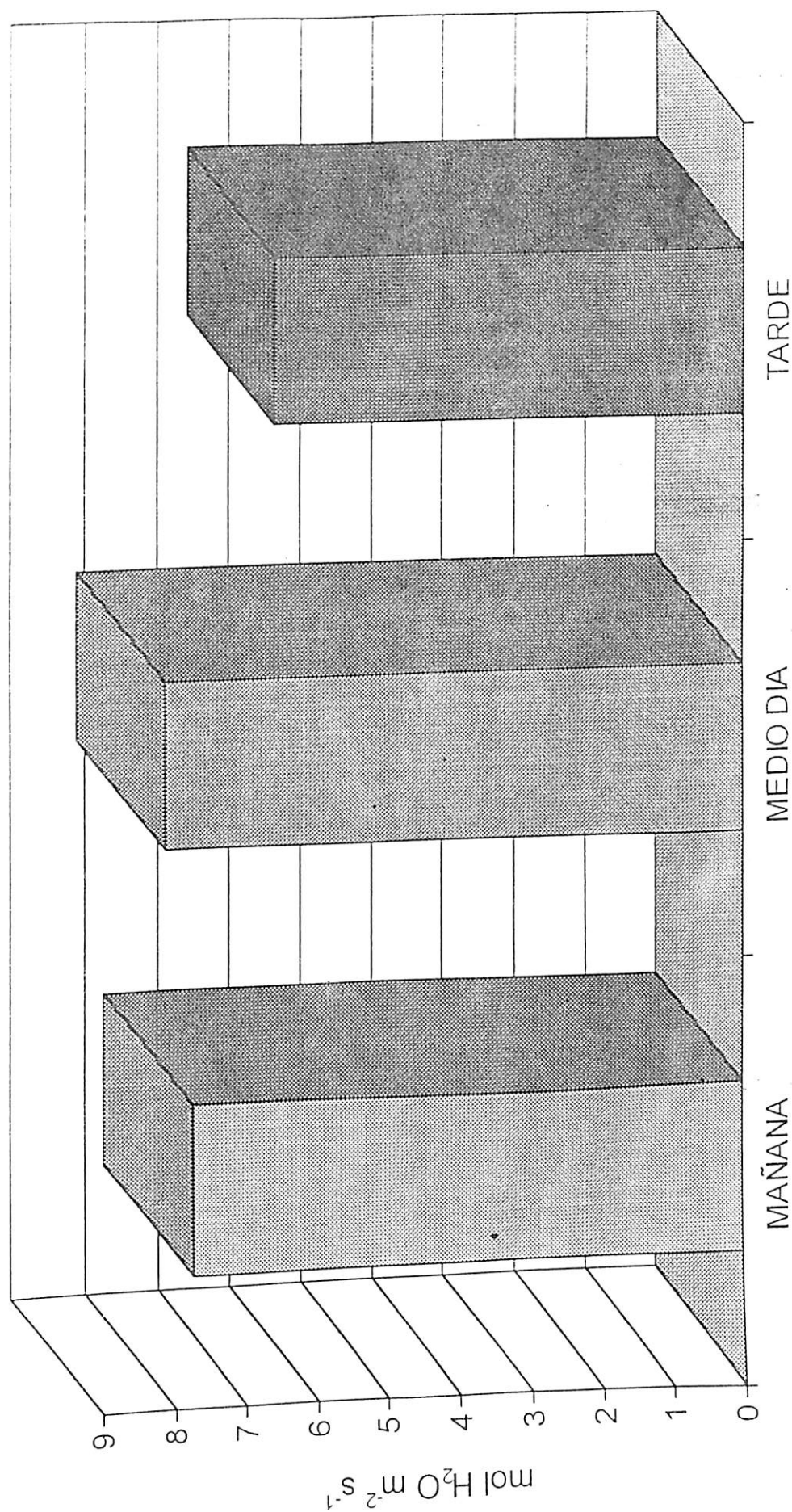
GRAFICA 9.17. FOTOSINTESIS ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) EN 6 LECTURAS, PROMEDIO DE 3 HORAS DEL DIA, 2 POSICIONES DE HOJA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



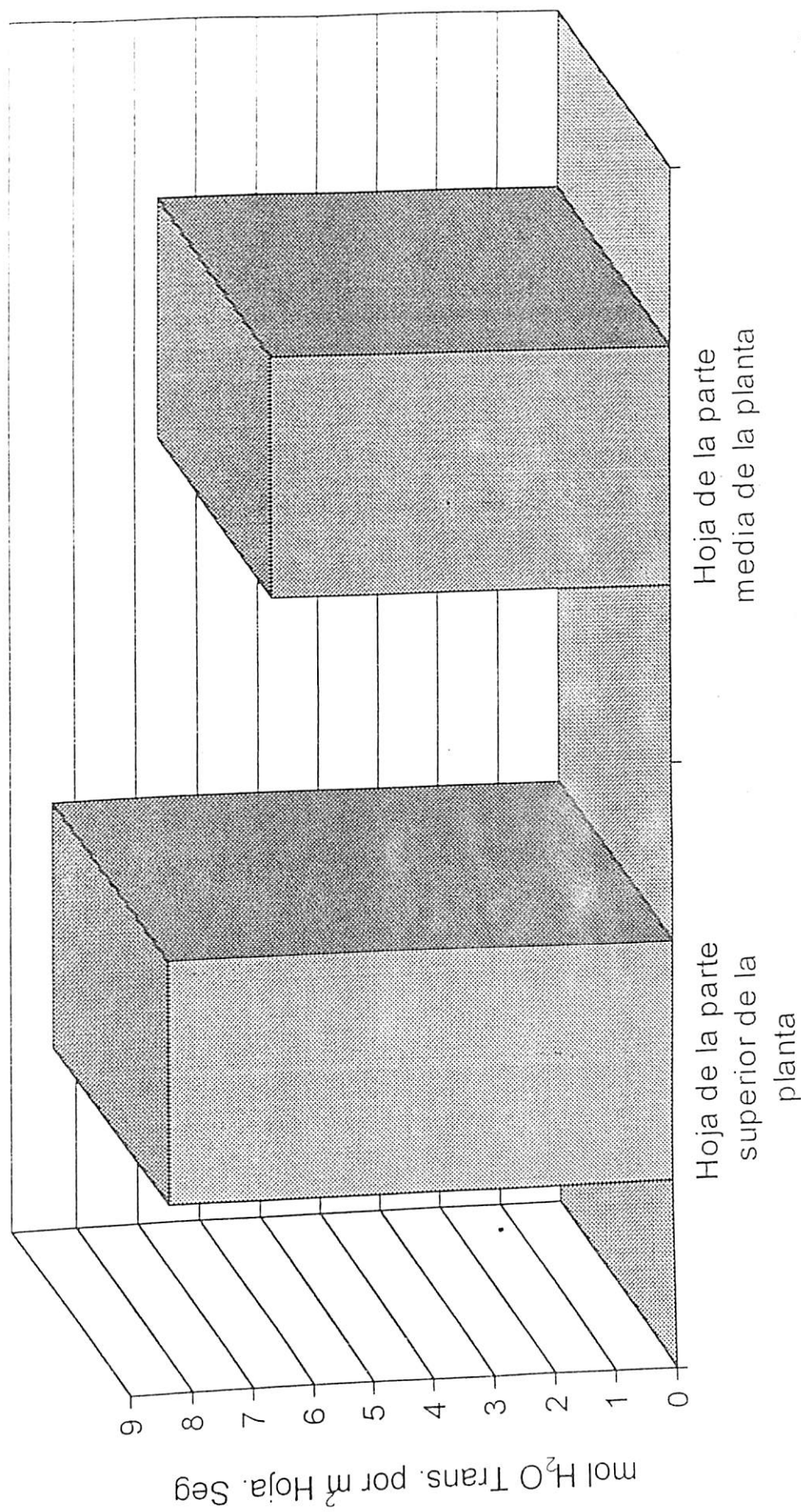
GRAFICA 9.18. TRANSPIRACION ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DIA Y 2 POSICIONES DE HOJA, EN 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



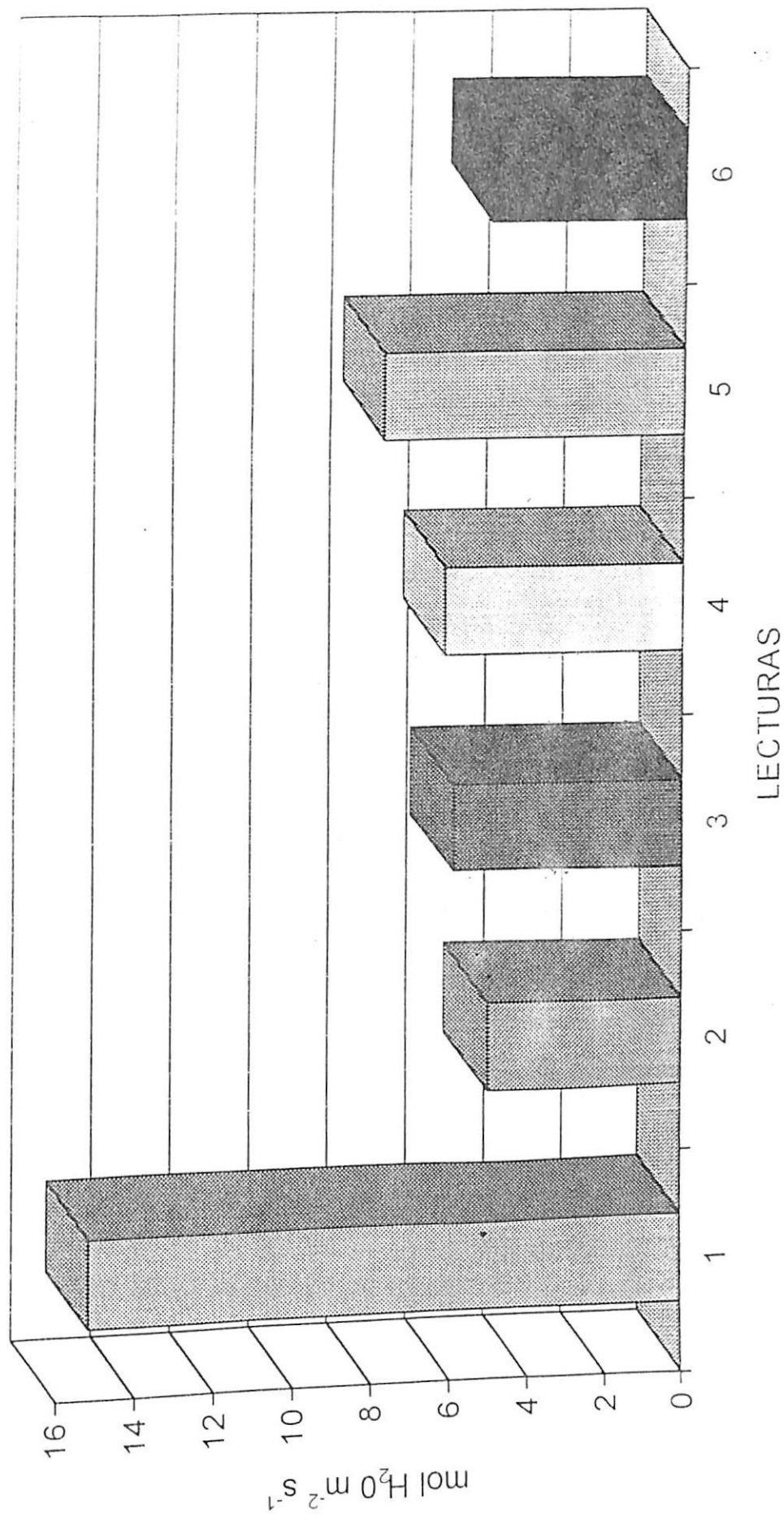
GRAFICA 9.19. TRANSPIRACION ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) EN 3 HORAS DEL DIA, PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 2 POSICIONES DE HOJA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



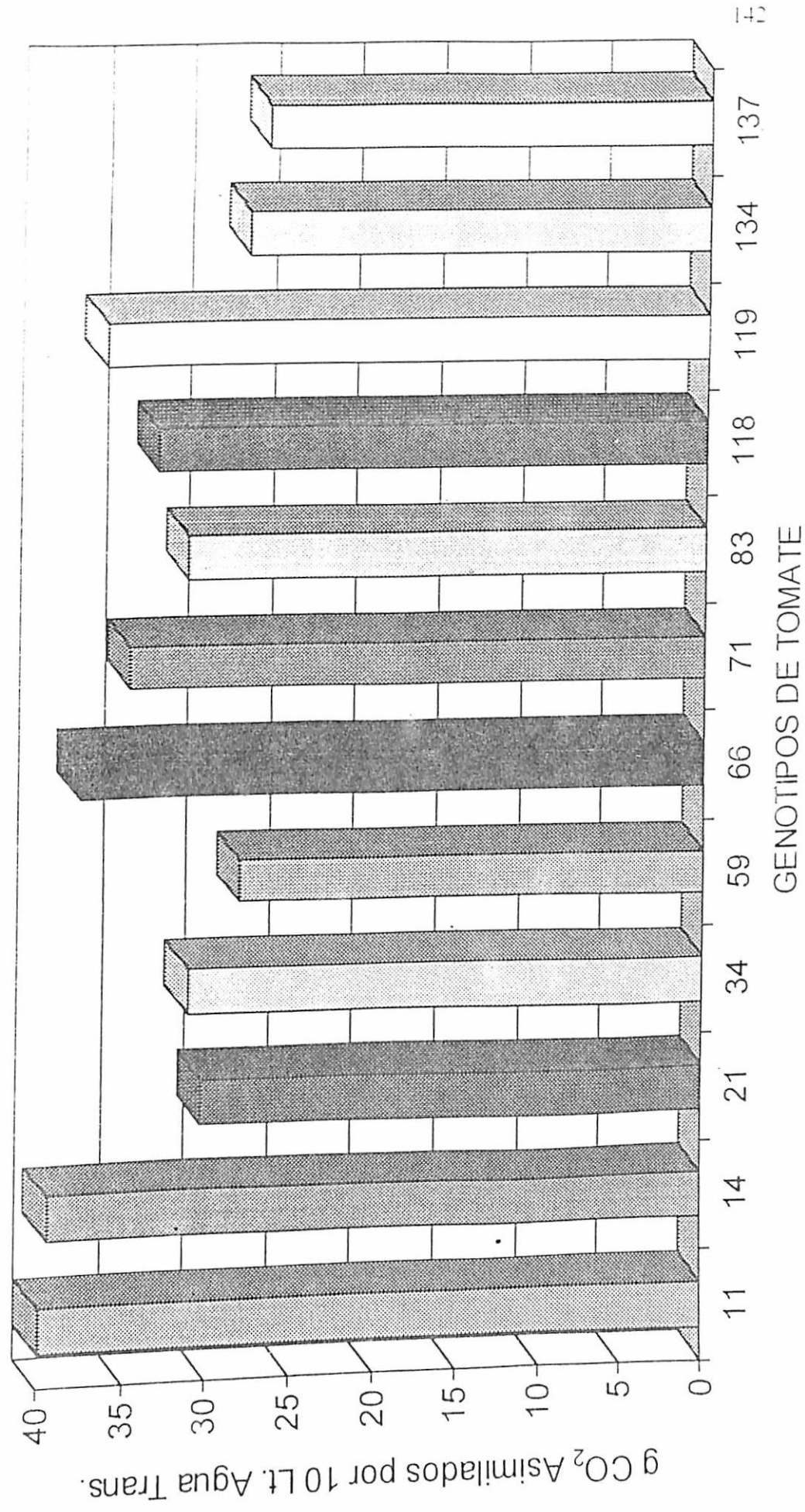
GRAFICA 9.20. TRANSPIRACION ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) EN 2 POSICIONES DE HOJA, PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DIA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



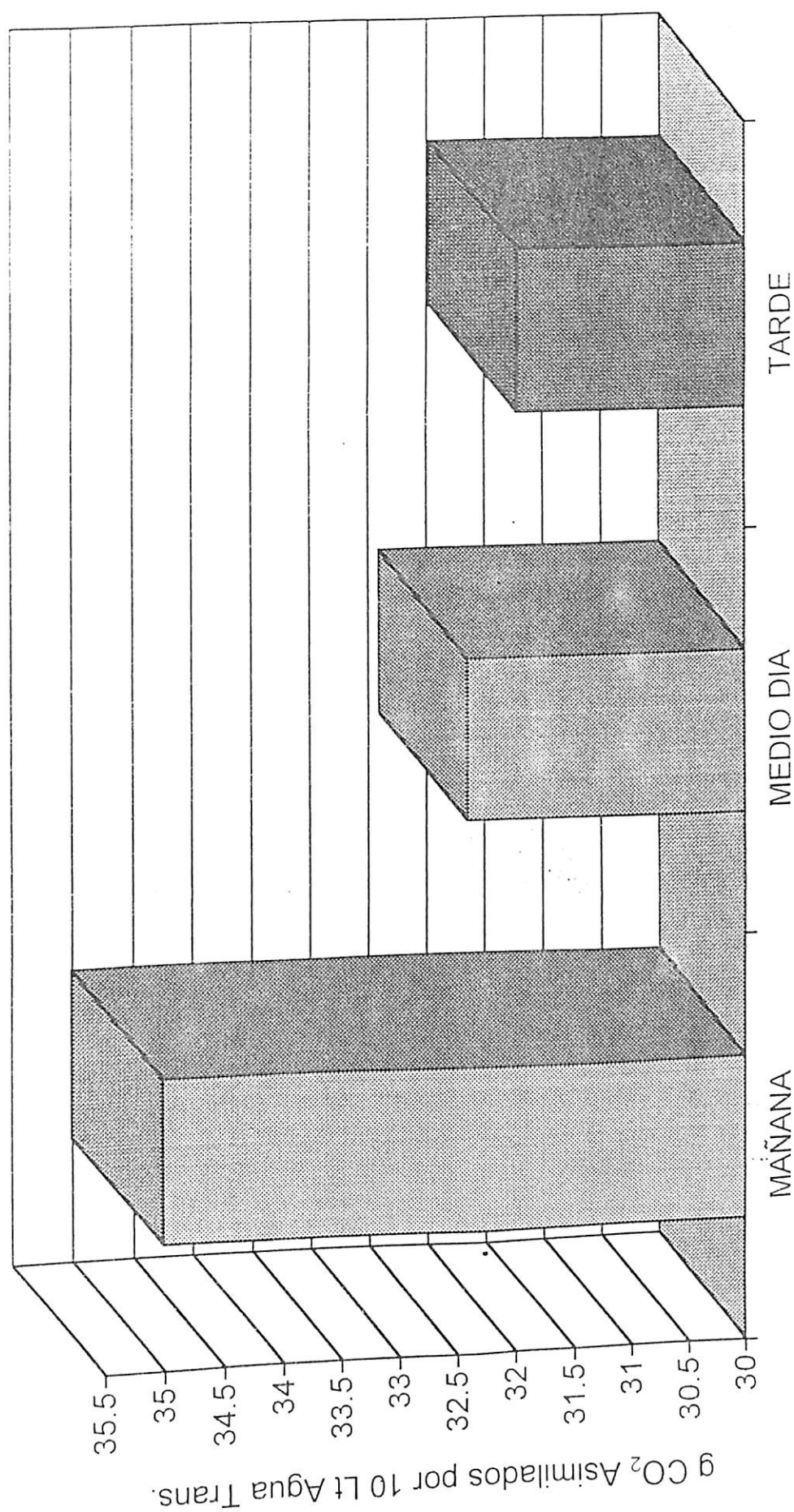
GRAFICA 9.21. TRANSPIRACION ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) EN 6 LECTURAS DE EVALUACION, PROMEDIO DE 3 HORAS DEL DIA, 2 POSICIONES DE HOJA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



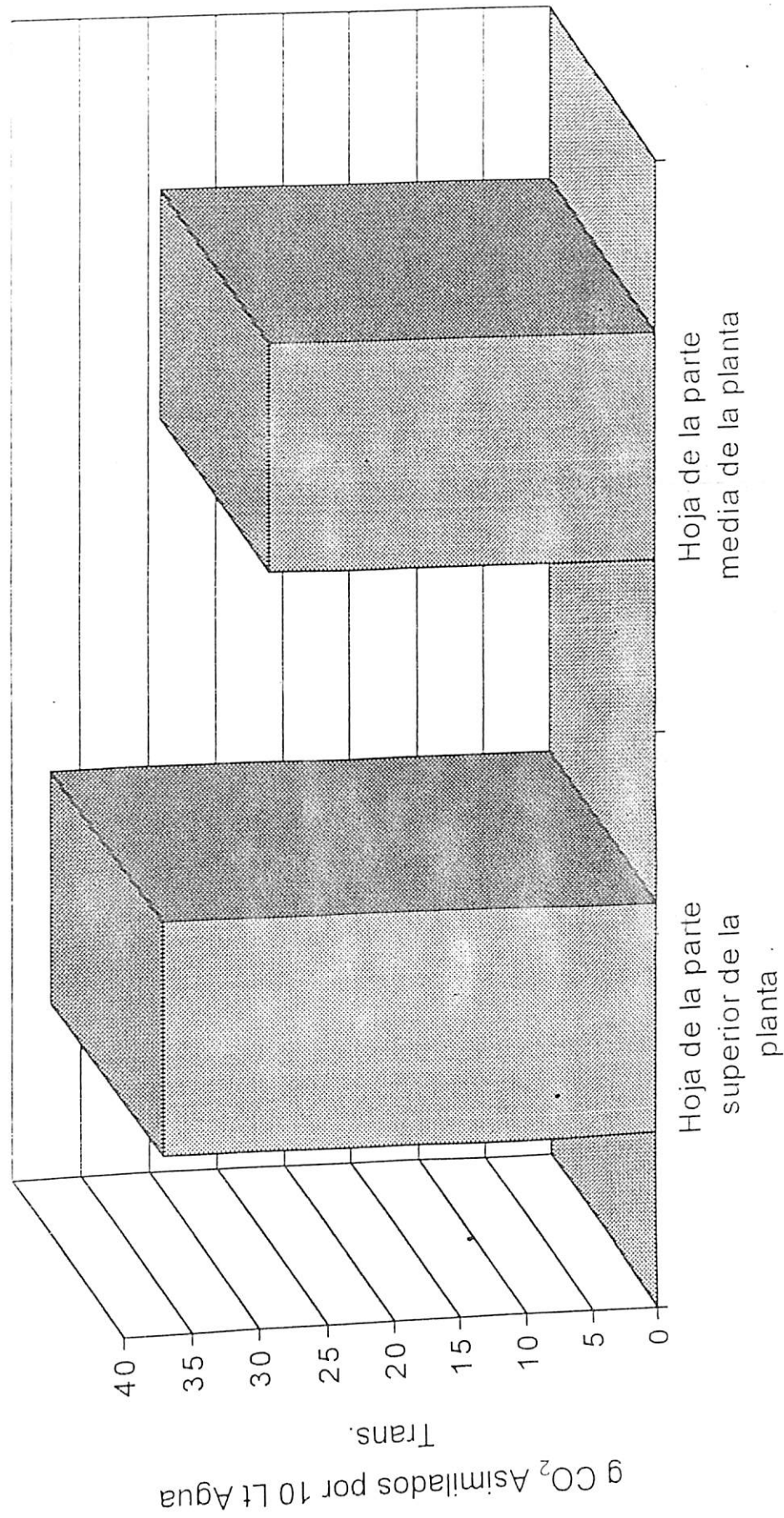
Gráfica 9.22. USO EFICIENTE DE AGUA (g CO₂/10 L H₂O) PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DÍA Y 2 POSICIONES DE HOJA, EN 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M). EN INVERNADERO.



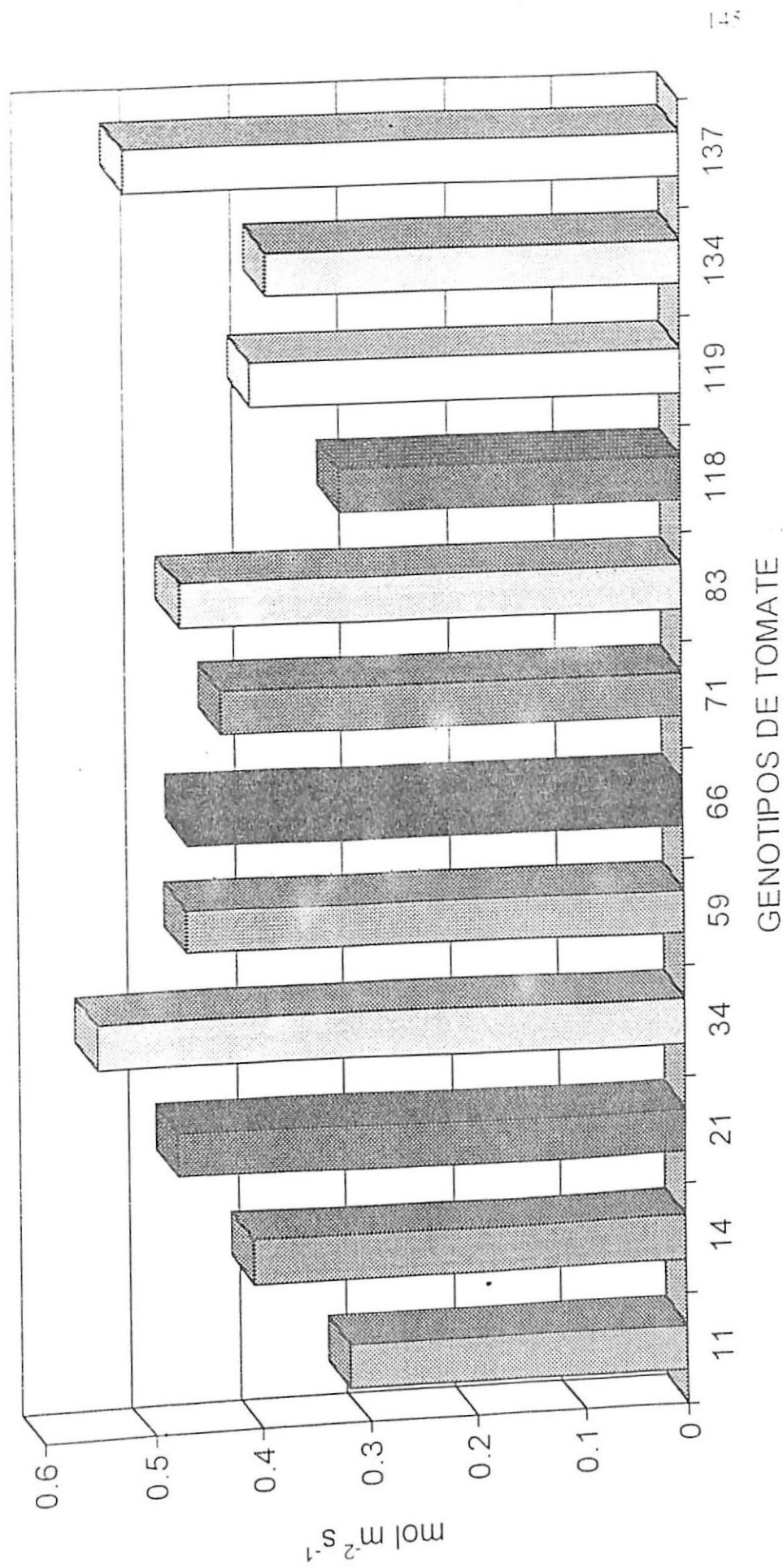
Gráfica 9.23. USO EFICIENTE DE AGUA ($\text{g CO}_2/10 \text{ L H}_2\text{O}$) EN 3 HORAS DEL DÍA. PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 2 POSICIONES DE HOJA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVIERNADEIRO.



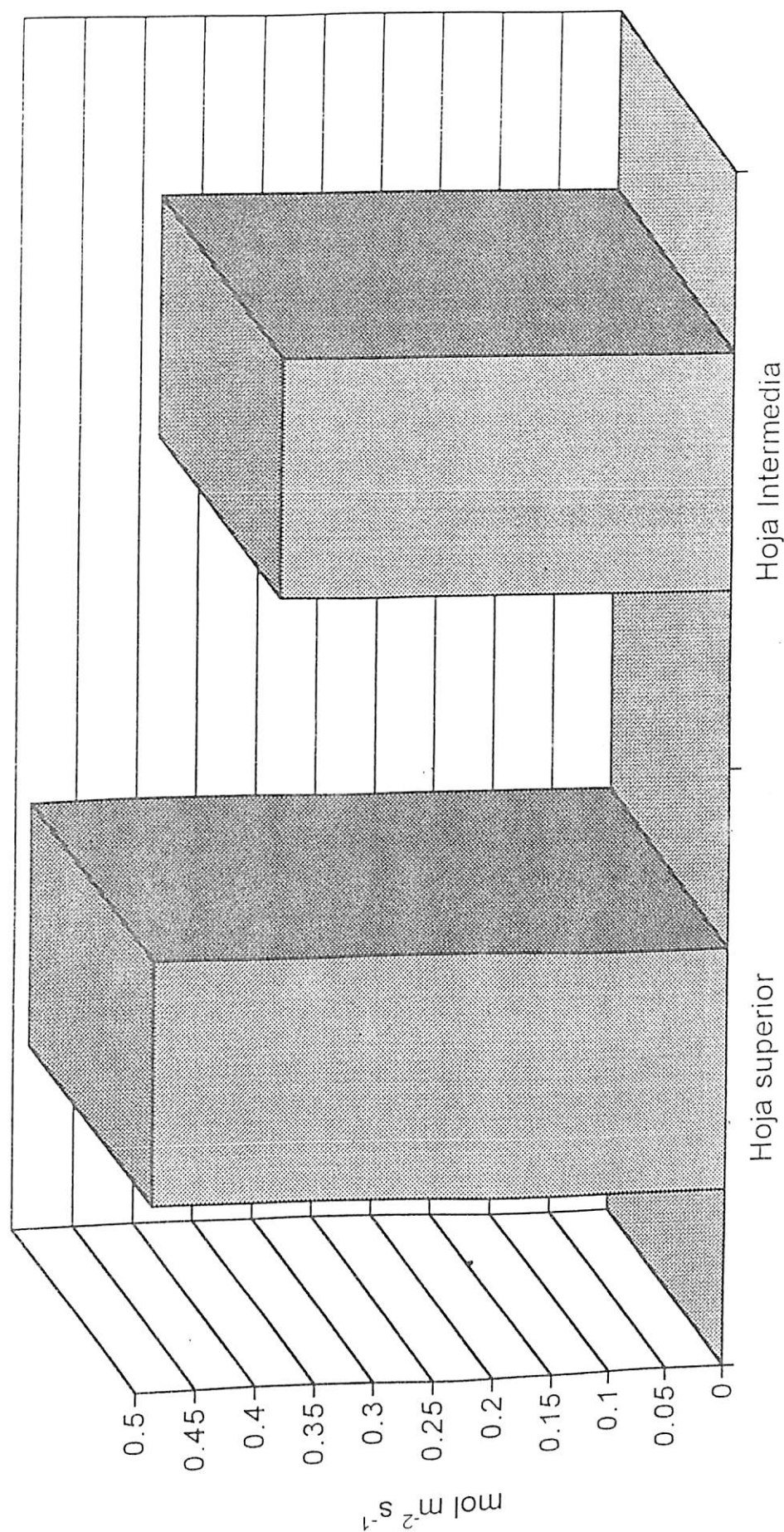
Gráfica 9.24. USO EFICIENTE DE AGUA (g CO₂/10 L H₂O) EN 2 POSICIONES DE HOJA. PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DÍA Y 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



GRAFICA 9.25. CONDUCTANCIA ESTOMATICA ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) EN GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO, PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DIA Y DOS POSICIONES DE HOJA.



GRAFICA 9.26. CONDUCTANCIA ESTOMATICA ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) EN DOS POSICIONES DE HOJA, PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DIA Y12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO.



GRAFICA 9.27. FOTOSINTESIS ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) EN 12 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* M.), EN INVERNADERO, PROMEDIO DE 6 LECTURAS, 3 HORAS DEL DIA Y DOS POSICIONES DE HOJA.

