

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Características de Rendimiento, Calidad y Fisiotécnicas de 46 Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

FRANCISCO GABRIEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Características de Rendimiento, Calidad y Fisiotécnicas de 46 Genotipos de
Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero

Por:
FRANCISCO GABRIEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Tesis
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

APROBADA:

Dr. Fernando Borrego Escalante
Asesor Principal

Dr. Alfonso López Benítez
Coasesor

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2012

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme la oportunidad de estar en este mundo tan maravilloso, por darme la oportunidad de haber culminado un objetivo más en mi vida y por brindarme una familia tan hermosa que siempre me apoya en todo momento.

A mi “alma mater” mi apreciada Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por haberme dado las herramientas necesarias para poder terminar mis estudios profesionales, por haberme dado grandes conocimientos dentro de sus aulas y sus campos experimentales, por eso y más siempre llevare con mucho orgullo el nombre mi “alma mater”

Al Dr. Fernando Borrego Escalante por haberme dado la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo en sus proyectos de investigación, por haberme dado su ayuda incondicional para la culminación de este trabajo de tesis, por haberme brindado sus conocimientos en clases y durante la realización de este proyecto de investigación, por ser una persona ejemplar en todo el ámbito de la palabra, con mucha admiración y respeto, de antemano muchas gracias.

Al M.C. Francisco Alfonzo Gordillo Melgoza por haberme brindado su amistad, por su apoyo en la toma de datos en campo y en laboratorio, por haberme compartido sus conocimientos adquiridos y por sus sabios consejos, mil gracias.

A los trabajadores de campo por haberme brindado su experiencia en las diferentes áreas de trabajo.

A mis maestros por haberme brindado los conocimientos necesarios para poder llegar a ser un profesionista.

A mis compañeros de generación CXIV por haberme brindado su amistad, por haber pasado buenos y malos momentos juntos durante nuestra estancia en la universidad, gracias a cada uno de ustedes.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Carmen Hernández Álvarez (+) por haberme dado la vida, por haberme brindado su amor incondicional, por todos los sacrificios y esfuerzos que hizo para que sus hijos siguieran adelante, por ser la persona a quien siempre confié en ella, a ti madre mía te dedico este trabajo con mucho amor y respeto, aunque ya no te encuentres con nosotros siempre estarás en mi corazón y en cada momento de mi vida.

Darío Martínez Martínez quien permanentemente me apoyo en todo momento con su espíritu alentador, quien me acompaño a lo largo de este camino, brindándome las fuerzas necesarias para terminar mis estudios profesionales

A mis hermanos:

Felipe, Jordán, Genaro, Efraín, por ser un ejemplo a seguir de hermanos mayores, por todos los sabios consejos que me ayudaron a llegar a esta etapa de mi vida, por apoyarme en todo momento y motivarme a seguir adelante, a mi hermana menor Alondra, por formar parte de mi inspiración para poder lograr mis metas planteadas, por haber compartido conmigo momentos de alegría y tristeza, a quien espero ser un buen ejemplo de hermano mayor.

A todos mis sobrinos:

Por ser una fuente de alegría en mi vida, por darme fuerzas e inspiración para poder terminar este trabajo de investigación, a quienes espero ser un tío ejemplar.

A mi primo:

Ángel por motivarme y apoyarme a lo largo de mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
ORIGEN É HISTORIA.....	5
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	6
MORFOLOGÍA DE LA PLANTA.....	6
Planta.....	6
Raíz.....	6
Tallo.....	7
Hojas.....	7
Flor.....	7
Fruto.....	7
REQUERIMIENTOS CLIMATOLÓGICOS.....	8
Temperatura.....	8
Luminosidad.....	8
Humedad relativa.....	9
MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	10

ASPECTOS FISIOLÓGICOS.....	11
Fotosíntesis.....	11
Transpiración.....	12
Conductancia estomática.....	13
Uso eficiente del agua.....	14
CALIDAD DEL TOMATE.....	15
Vitamina C y licopeno.....	15
Grados brix y pH.....	17
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TOMATE FRESCO.....	18
CONTENIDO DE LICOPENO.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Localización geográfica del área de estudio.....	19
Material genético.....	19
Siembra del material genético.....	21
Trasplante.....	21
Colocación de tutores.....	21
Podas.....	22
Riegos.....	22
Fertilización.....	22
Control de plagas y enfermedades.....	23
Cosecha.....	23
Variables evaluadas.....	24
TOMA DE DATOS.....	25
Fisiológicas.....	25
Fenológicas.....	25

Calidad del fruto.....	26
Rendimiento.....	29
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	29
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
Análisis de varianza de las variables fenológicas.....	32
Análisis de varianza de las variables de rendimiento.....	35
Análisis de varianza de las variables fisiológicas.....	39
Análisis de varianza de las variables agroclimáticas.....	44
Análisis de varianza de las variables de calidad.....	48
Análisis de componentes principales.....	52
CONCLUSIONES.....	63
RESUMEN.....	65
LITERATURA CITADA.....	67
APÉNDICE.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁG.
1. Material genético utilizado.....	19
2. Testigos.....	20
3. Solución nutritiva para 1000 litros de agua.....	22
4. Solución nutritiva para 1000 litros de agua para después del primer racimo floral hasta el final de la cosecha.....	23
5. Fuentes de fertilizantes foliares y dosis.....	23
6. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables fenológicas de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	33
7. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables de rendimiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	35
8. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables fisiológicas de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	41
9. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables agroclimáticas en 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	44
10. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables de calidad de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	48
11. Análisis de componentes principales (Eigenvalores) entre variables de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	52
12. Contribución relativa de cada variable en 10 componentes principales (Factor Loadings) de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	53

13.	Puntuación de cada genotipo al factor correspondiente (factor scores) en 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)....	55
A.I.	Análisis de varianza de las variables fenológicas.....	72
A.II.	Análisis de varianza de las variables agroclimáticas.....	72
A.III.	Análisis de varianza de las variables de rendimiento.....	73
A.IV.	Análisis de varianza de las variables fisiológicas.....	74
A.V.	Análisis de varianza de las variables de calidad.....	75
A.VI.	Prueba de Tukey para las variables fenológicas de los 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	76
A.VII.	Prueba de Tukey para las variables de rendimiento de los 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	77
A.VIII.	Prueba de Tukey de las variables agroclimáticas en 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	79
A.IX.	Prueba de Tukey de las variables fisiológicas de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	80
A.X.	Prueba de Tukey de las variables de calidad de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁG.
1. Resultados obtenidos para las variables fenológicas de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	34
2. Resultados obtenidos para los parámetros de PPF, RENDTHA, NC y NFPP de las variables de rendimiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	38
3. Resultados obtenidos para los parámetros de FOTO, TRANS y UEAF de las variables fisiológicas de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	43
4. Resultados obtenidos para los parámetros de TAIR y HR de las variables agroclimáticas en 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	47
5. Resultados obtenidos para los parámetros de VITC, LICOP y GBRIX de las variables de calidad de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en invernadero.....	51
6. Comportamiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con tres factores, factor 1 “ALTO RENDIMIENTO”, factor 2 “ALTO LICOPENO” y factor 3 “EFICIENCIA FISIOLÓGICA Y GRADOS BRIX”.....	57
7. Comportamiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con tres factores, factor 1 “ALTO RENDIMIENTO”, factor 2 “PESO PROMEDIO DEL FRUTO” y factor 3 “VITAMINA C”.....	58

8.	Comportamiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en cuanto a variables de rendimiento, licopeno y uso eficiente del agua fisiológica.....	59
9.	Comportamiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en cuanto a variables de rendimiento, días a primer corte y días en cosecha.....	60
10.	Comportamiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en cuanto a variables de rendimiento, fotosíntesis y uso eficiente del agua fisiológica.....	61
11.	Comportamiento de 46 genotipos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) en cuanto a variables de rendimiento, grados brix y licopeno.....	62

INTRODUCCIÓN

Uno de los cultivos principales de la industria hortícola de México es el tomate. Esta hortaliza es de importancia mundial, cuyas raíces se remontan a miles de años a Centroamérica y Sudamérica, donde fue cultivada por civilizaciones mesoamericanas y domesticada en México. México es una importante potencia exportadora de tomate a nivel mundial, siendo clasificado entre los principales países productores en los últimos diez años, alcanzando el segundo lugar en 2009 con un total de 1,116,300 toneladas exportadas. Aunque el área sembrada de tomates ha disminuido con el tiempo debido a limitaciones de expansión, la producción y los rendimientos se han incrementado dramáticamente en el transcurso de los últimos 20 años debido a mejoramientos tecnológicos y a la transición a producción en ambientes controlados (Alexander, 2012).

A nivel internacional los principales países productores de tomate son: China encontrándose en primer lugar con 47,116,084 toneladas, seguido de Estados Unidos con 12,858,700 toneladas y encontrándose en tercer lugar a India con 12,433,200 toneladas, México ocupa el décimo lugar con una producción de 2,997,640 toneladas, en cuanto a los principales países exportadores de tomate México se encuentra en primer lugar con 1,509,616 toneladas seguido de Países Bajos con 943,119 toneladas y encontrándose en tercer lugar España con 738,773 toneladas (FAOSTAT, 2010).

A nivel nacional, en el año de 2011 se reporta que la producción de tomate fue de 2,277,791 toneladas, la superficie sembrada de 56,025 has, la superficie cosechada de 40,003 has, la superficie siniestrada fue de 14,856 has, con un rendimiento promedio de 41.758 t ha⁻¹ los estados que sobresalen en cuanto a producción en toneladas son: Sinaloa (240,734), Zacatecas (163,576), Baja California (162,322), Jalisco (130,872), Michoacán (128,367), San Luis Potosí (106,642), Baja California Sur (86,455), México (73,066) y Morelos (65,982). Para la Región Lagunera la superficie sembrada fue de 1,296

has, la superficie cosechada 1,159 has, la superficie siniestrada 137 has, con una producción de 64,716 toneladas y un rendimiento promedio de 55.826 t ha⁻¹ superando en un 33.68 % a la media nacional (SIAP, 2011).

A nivel nacional el cultivo del tomate tiene una trascendencia social y económica muy importante, puesto que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentra relacionada directa o indirectamente con esta solanácea. Es una gran fuente de empleo, para un gran número de familias en el territorio nacional. Además, es la hortaliza más destacada en numerosos países, su popularidad aumenta constantemente cada año. México es el décimo mayor productor de tomate en el mundo, después de China, EE.UU., India, Turquía, Egipto, Italia, Irán, Brasil y España. El consumo nacional de tomates fluctúa en las 500,000 toneladas al año, dependiendo del nivel de las exportaciones y también es sensible a los precios que pueden conducir a cambios susceptibles en la demanda. Esta solanácea representa el 41 % del total de las exportaciones agrícolas, las cuales, el 22 % son exclusivamente tomates. En México, siguen aumentando los tomates de invernadero con un crecimiento anual en su producción total de 8 %. El rendimiento puede variar dependiendo de las condiciones e insumos de producción, Baja California y Sinaloa en general son los productores con más altos rendimientos de tomate fresco, alrededor de 45 ton/ha o más, en otras zonas de México, los productores tienen un menor rendimiento promedio de 20 a 30 ton/ha. En agricultura protegida los rendimientos varían significativamente entre los productores, nivel de tecnología utilizada, variedad y entidad, estos van desde 150 a 200 ton/ha (Gómez, 2012).

En México, el tomate es el cultivo que ocupa la mayor superficie en invernadero por lo que se requiere seleccionar el o los cultivares más convenientes para las condiciones y nivel tecnológico del invernadero, teniendo en mente el tipo de tomate deseado por el comprador (Grijalva *et al.*, 2009).

La producción de cultivos hortícolas en invernadero es un sistema que permite controlar y modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los

cultivos, con el propósito de alcanzar un crecimiento y desarrollo óptimo en épocas y condiciones que difícilmente se lograría a campo abierto. Por lo cual este sistema permite obtener productos de alta calidad y mejores rendimientos. El cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años, por la gran demanda de productos de calidad que exige el mercado de exportación y local, por lo cual en invernaderos se utilizan materiales de crecimiento determinado y especial para invernadero que permitan obtener producción durante periodos largos y principalmente de buena calidad (García, 2010).

Coahuila se encuentra en la zona semiárida de México donde la producción de cultivos hortícolas son afectados por diferentes factores tales como; precipitación pluvial, altas y bajas temperaturas é incluso heladas, escasez de suelos fértiles, radiaciones solares y la presencia de plagas y enfermedades, por tal motivo este trabajo de investigación tiene la finalidad de seleccionar materiales genéticos que puedan ser producidos bajo condiciones de invernadero, y a demás que cuenten con eficiencia fisiotécnica, tales como uso eficiente del agua y tolerantes a determinados factores ambientales adversos, parámetros que se verán reflejados en el rendimiento y en la producción de cada genotipo, por tal motivo se plantea lo siguiente:

OBJETIVOS

Seleccionar los mejores genotipos en base a su eficiencia fisiotécnica.

Seleccionar los mejores genotipos en base a variables de rendimiento, fenológicas y de calidad.

HIPÓTESIS

Existen diferencias entre genotipos en base a su rendimiento, calidad y eficiencia fisiotécnica.

Dentro de los genotipos en estudio se espera que al menos uno supere a los testigos.

PALABRAS CLAVE: Tomate, calidad, rendimiento, fisiotecnias, invernadero.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e historia

El origen del tomate, que no comprende más de 9 especies, se encuentra al noroeste de América del Sur, al sur de Colombia y al norte de Chile y desde el litoral del pacífico (incluidas las Islas Galápagos) a la cordillera de los andes, el antecesor del tomate *Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme*, fue domesticada en la región ocupada por México. El tomate no comenzó a consumirse hasta el siglo XVIII. Desde entonces ha experimentado un considerable desarrollo en todos los países del mundo (Philouze, 2002).

Zoppolo *et al.* (2008) menciona que a partir de 1800 comenzó a utilizarse en la alimentación ya que antes sólo se cultivaba como planta ornamental, existen una gran cantidad de variedades con diversidad de tipos de fruto: los hay redondos, achatados, grandes y pequeños, en racimos rojos o amarillos como es el caso del tomate tipo cherry.

México es considerado como su primer hogar porque aquí se domesticó. Hernán Cortés encontró tomates en los jardines del emperador Moctezuma, los europeos sintieron el suficiente aprecio por la fruta como para llevársela al otro lado del atlántico, aunque durante siglos mantuvieron sus reservas y lo utilizaron solo con fines decorativos. En esos tiempos la mayoría de las personas pensaba que comer un tomate provocaría la muerte instantánea, probablemente por su parecido con una planta verdaderamente venenosa, la belladona. Sin embargo, con el paso del tiempo hicieron a un lado sus temores y aprendieron a saborearlo, el tomate proviene de la palabra náhuatl “xictli”, que significa ombligo y de “tomatl”, que significa tomate, esto quiere decir tomate de ombligo (SIAP, 2012).

Clasificación Taxonómica

Esquinas-Alcázar y Nuez (1995) mencionan que Linneo en el año de 1754 reconoció 13 géneros de *Solanaceae*, 9 de los cuales eran nativos o ampliamente cultivados en Europa, dentro de ellos incluyó *Lycopersicon* dentro del género *Solanum*, denominando al tomate como *Solanum lycopersicum*.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. lycopersicum*

Nombre binomial: *Solanum lycopersicum* L.

Morfología de la planta

Planta

Nuño *et al.* (2007) menciona que el tomate es una planta perenne de porte arbustivo la cual es cultivada como anual, su desarrollo puede ser en forma rastrera, semierecta o erecta, existen 2 variedades de crecimiento, el limitado (determinadas) y el ilimitado (indeterminadas).

Raíz

El sistema radicular consta de una raíz principal y una gran cantidad de raíces adventicias, el 70 a 75 % del sistema radicular está concentrado en los primeros 30 cm; la raíz tiene la función principal de anclaje, absorción y transporte de agua y nutrientes hacia la planta por lo cual es importante mantener un sistema sano y abundante (García, 2010).

Tallo

El tallo es erguido durante los primeros estadios de desarrollo, pero pronto se tuerce a consecuencia del peso de la misma planta, puede llegar hasta los 2.5 m de altura, su superficie es angulosa, provista de pelos agudos y glándulas que desprenden un líquido de aroma muy característico. En sección presenta una epidermis provista de estomas, su corteza es formada por parénquima y tejido de sostén en forma de anillo continuo. (Rodríguez *et al.*, 1997).

Hojas

Las hojas están compuestas por un peciolo del cual salen hojas pequeñas que reciben el nombre de folíolos, un simposio es un sector del tallo compuesto por 3 hojas y un racimo floral en materiales de hábito indeterminados, las hojas son las responsables de realizar la fotosíntesis (García, 2010).

Flor

La flor es perfecta, consta de 5 o más sépalos, la corola tiene 5 pétalos de coloraciones amarillas y dispuestas de forma helicoidal a intervalos de 135°, el ovario puede ser bilocular o plurilocular, las flores están agrupadas en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente oscila de 3 a 10. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Nuño *et al.*, 2007).

Fruto

El fruto está formado por epidermis, pericarpio, tejido placentario y lóculos. La forma y el tamaño de los frutos va estar en función del tipo de variedad por lo que es muy importante considerar estos aspectos al momento de elegir la variedad a plantar (García, 2010).

Requerimientos Climatológicos

Temperatura

El tomate es una planta de estación cálida, la temperatura óptima para su desarrollo oscila entre 18 y 27 °C por esta razón la mayoría de los cultivos al aire libre se producen en climas templados. Las temperaturas por debajo de los 10 °C afecta negativamente la formación de la flor, mientras que las heladas nocturnas provocarán daños severos en el cultivo. Las temperaturas mayores a los 35 °C acompañado con baja humedad relativa provocarán aborto de flores, mientras que la viabilidad del polen será fuertemente reducida debido a la falta de humedad. La nutrición en equilibrio reduce la pérdida de racimos florales bajo condiciones de altas temperaturas (Harmen, 2006).

Vives (1984) menciona que en climas calurosos en combinación con humedad es propicio para las enfermedades, en cambio si el clima es caluroso y seco traerá como consecuencia la caída de los brotes. Las temperaturas entre 8 a 10 °C, cuando son muy repetidas durante la etapa de floración, provocan una disminución notable en el rendimiento.

Las temperaturas por arriba de los 30 °C afecta el desarrollo de los frutos, asimismo, la temperatura nocturna debe de ser fresca entre 15 a 22 °C ya que de lo contrario afectará en el cuajado del fruto. Las temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta y pueden provocar frutos deformes. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, ya que temperaturas por debajo de 10 °C y superiores a 30 °C originan tonalidades amarillentas, a temperaturas entre 10 °C y 12 °C la planta detiene su crecimiento (Hernán *et al.*, 2008).

Luminosidad

La luz solar es indispensable para el crecimiento de la planta ya que el crecimiento es producido por un proceso llamado fotosíntesis, en el cual ocurre

cuando la luz es absorbida por la clorofila (pigmento verde) en las partes verdes de la planta donde la mayor concentración está ubicada en las hojas. El tomate requiere de 8 a 16 horas luz, los días soleados y sin interferencia de nubes estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo. Las distancias de siembra pueden afectar el desarrollo de los primeros racimos florales por falta de luz, principalmente en variedades que tienden a producir mucha ramificación o crecimiento de chupones laterales; esto impedirá que la luz penetre hasta los primeros racimos florales afectando el cuaje y crecimiento de los frutos (Corpeño, 2004).

Harmen (2006) menciona que la cantidad de radiación determina la cantidad de azúcares producida en las hojas durante la fotosíntesis, las altas cantidades de azúcares la planta puede soportar mayor número de frutos y por ende el rendimiento puede ser más alto. La planta de tomate requiere como mínimo 6 horas diarias de luz directas del sol para poder florecer, si la intensidad de la radiación es demasiado alta puede provocar partiduras del fruto, golpes de sol y coloración irregular a la madurez.

Humedad relativa

La planta de tomate requiere una humedad relativa óptima que oscile entre 70 y 80 %, ya que los valores superiores al 80 % van a favorecer el desarrollo de enfermedades en el follaje (Pérez *et al.*, 2002).

A porcentajes mayores de 80 % de humedad relativa favorece la aparición de enfermedades en las partes aéreas de la planta, se agrietan los frutos y también se dificulta la fecundación por compactación del polen, los porcentajes bajos de humedad relativa provoca dificultades en la fijación del polen al estigma de la flor.

<http://www.jardinerialdigital.com/huerto/el-cultivo-del-tomate.php>.

Mejoramiento genético

Carrillo y Chávez (2010) Mencionan que los programas de mejoramiento genético en plantas de tomate manejan una base genética estrecha, por lo que se requiere conocer más a fondo la variación genética natural como fuente de genes para mejorar características tales como: productividad, adaptación a diferentes ambientes y resolver problemas de plagas y enfermedades.

La obtención de nuevos cultivares a través de la mejora genética convencional de plantas se basa en la selección por el fenotipo de los individuos de interés por alguna característica distintiva, entre los individuos de progenies segregantes de la hibridación. Pero a través de esta vía se toma un tiempo mínimo de 8 a 10 años y en ocasiones no garantiza la obtención de la mejora del cultivar. Por tal razón los mejoradores están interesados en nuevas tecnologías que ayuden a ser más eficiente este proceso (Álvarez, 2011).

Los programas de Fitomejoramiento se centran principalmente en la mejora de tolerancias a estrés biótico y adaptabilidad a diferentes ambientes con el fin de tener mayores rendimientos en sus cultivos. Las mejoras en los cultivos realizados desde el año 1950 junto con la llegada de insumos agrícolas baratos, tales como fertilizantes, plaguicidas y agua han permitido que la producción agrícola mantenga el ritmo de crecimiento de la población humana. Los Fitomejoradores, en particular los de las instituciones públicas tienen interés en la reducción de los impactos negativos de la agricultura, ecosistemas y en la creación de nuevos paradigmas agrícolas (Brummer *et al.*, 2011).

Majid y Dilip (2012) mencionan que la mayoría de las variedades comerciales de tomate se han ido desarrollando a través de una selección fenotípica y al mejoramiento tradicional. Sin embargo con la llegada de la tecnología de marcadores moleculares y la selección asistida por marcadores, la genética del tomate y de la investigación de mejoramiento ha entrado en una nueva era emocionante. Los marcadores moleculares han sido muy utilizados en el mapeo genético, así como también para la identificación y caracterización

de genes, Locus para caracteres cuantitativos se están utilizando para muchos rasgos de importancia agrícola en tomates como resistencia a enfermedades y tolerancia a estrés abiótico.

Aspectos Fisiológicos

Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso físico-químico por el cual las plantas, algas y las bacterias fotosintéticas utilizan la energía de la luz solar para sintetizar compuestos orgánicos, este proceso conlleva a la liberación de oxígeno molecular y la utilización de dióxido de carbono atmosférico para la síntesis de compuestos orgánicos, a este proceso se le llama fotosíntesis oxigénica. Sin embargo, algunos tipos de bacterias utilizan la energía de la luz para formar compuestos orgánicos pero no producen oxígeno. El proceso de fotosíntesis es fundamental para la vida sobre la tierra y tiene un profundo impacto sobre la atmósfera y el clima terrestre. Cada año los organismos con capacidad fotosintética convierten en carbohidratos más del 10 % del dióxido de carbono atmosférico (Pérez y Carril, 2009).

Carrasco (2009) menciona que la luz es uno de los factores más importantes que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Sin embargo, el aumento de la radiación ultravioleta-B debido a los actos realizados por el hombre, puede tener un impacto negativo en éstas, provocando una disminución de la fotosíntesis y de la producción de la biomasa.

Las especies hortícolas como son el tomate, el pepino y el pimiento, entre otras son plantas que los fisiólogos llaman C3, llevan a cabo eficientemente la fotosíntesis en los rangos de temperatura entre los 20 y 32 °C, mientras que las temperaturas nocturnas óptimas para los procesos metabólicos que ocurren durante la noche (que definen el área foliar, la formación de los órganos florales, el amarre del fruto y la acumulación de

materia seca) se ubican en los rangos de 17 y 22 °C. La fotosíntesis de las plantas C3 es poco eficiente con alta radiación, normalmente funciona muy bien con solo la mitad de lo que recibe el territorio mexicano en un mediodía típico de los meses de marzo a octubre, los cuales alcanzan valores de 1,800 a 2,000 μmol de fotones por m^2 por segundo. La manera económica de volver más eficiente la fotosíntesis en niveles altos de radiación es elevar la concentración de CO_2 alrededor de las hojas activas de la planta (Benavides, 2011).

Transpiración

Lallana y Lallana (2003) mencionan que la transpiración es la evaporación de agua desde un tejido vivo hacia el exterior, tal fenómeno puede tener lugar en cualquier parte de la planta que esté expuesta al aire, pero son las hojas los órganos que lo realizan con mayor intensidad, las vías de transpiración en la planta son: transpiración estomática, transpiración lenticelar y transpiración cuticular. La transpiración presenta una periodicidad diurna relacionada con las condiciones meteorológicas. En general es baja durante la noche pero aumenta rápidamente después del amanecer hasta un máximo al final de la mañana o principios de la tarde y posteriormente disminuye gradualmente hasta la noche. La transpiración de una planta o parte de ella puede variar de un momento a otro, debido a efectos de los factores ambientales que modifican condiciones fisiológicas necesarias de la planta, estos factores pueden ser: radiación solar, humedad relativa, temperatura, disponibilidad de agua en el suelo y viento.

Las plantas bajo condiciones de calor enfrentan un dilema ya que por un lado necesitan abrir los estomas para absorber CO_2 y convertirlo en azúcar mediante la fotosíntesis, a su vez no quiere perder tanta agua por la transpiración. Si la pérdida de agua es más rápida que su suministro a través de la raíz, llega un momento en que la planta cierra parcialmente o totalmente sus estomas, baja la fotosíntesis y mejora su condición hídrica, la planta decide sus prioridades: es más importante sobrevivir que producir. La transpiración es un

proceso muy importante en las plantas, les permite enfriarse y no quemarse por el calor del sol. Además, le permite a la planta mover agua y nutrientes desde la raíz hacia arriba. La transpiración de vapor de agua por el follaje depende en dos factores principales: la capacidad del aire en absorber vapor y la resistencia a la difusión (Guy, 2010).

Jolliet y Bailey (1992) mencionan que estudios recientes han demostrado que en los cultivos de tomate bajo condiciones de invernadero, los niveles altos de humedad relativa y los bajos niveles de luz solar, disminuye la transpiración y provoca pérdidas de rendimiento, estos efectos adversos pueden evitarse controlando adecuadamente el clima dentro del invernadero.

Conductancia estomática

La conductancia estomática, es una variable muy importante para evaluar el estado hídrico de la planta, el balance de energía y las relaciones fotosintéticas. Además se ha comprobado la estrecha relación que existe en muchos cultivos entre el cierre estomático y la falta de agua en el suelo, haciendo de la conductancia estomática por sí misma un indicador del estrés hídrico mucho más preciso que los parámetros utilizados habitualmente. Los valores de conductancia se obtienen con la ayuda de porómetros, empleando diferentes técnicas.

<http://www.lab-ferrer.com/sensores/instrumentaci%C3%B3n-y-sensores/porometro-conductancia-estomatica.html>.

La apertura y cierre estomático varía con un ritmo circadiano (día/noche). La luz normalmente induce, a través de una elevación del potencial hídrico, la apertura estomática, esto ocurre cuando disminuye la concentración de CO₂ en la célula guardián como resultado de la fotosíntesis; al aumentar la concentración de CO₂ se cierran los estomas, inclusive en presencia de luz. Un aumento de la concentración de ácido abscísico (ABA) en condiciones de estrés hídrico, produce el cierre de los estomas y una disminución de la transpiración (Hernández, 2001).

La regulación de la conductancia estomática desempeña un papel crucial no sólo en la transpiración sino también en la fotosíntesis foliar ya que el equilibrio entre la pérdida de agua y la obtención de CO₂ es de vital importancia para las plantas, este es un proceso muy complejo que depende de múltiples factores como: los ambientes, la radiación incidente, el déficit de presión de vapor de la atmósfera o la temperatura de la hoja. El potencial hídrico de las hojas también es un importante regulador de la conductancia estomática (Chacón *et al.*, 2010).

Uso eficiente del agua

Fernández y Camacho (2005) mencionan que el agua es un factor de producción esencial en la agricultura. La producción hortícola en el entorno de la sostenibilidad de los sistemas agrarios está altamente comprometida con el uso racional de un recurso tan escaso como el agua. Se entiende por eficiencia en el uso del agua la relación existente entre la biomasa presente en un determinado momento en un cultivo por unidad de agua utilizada por éste.

Según Sánchez y Aguirreolea (2008), cuando el suministro de agua es limitado, es importante considerar la eficiencia en el uso del agua, en términos de materia seca producida por unidad de agua utilizada en la evapotranspiración, la eficiencia en el uso del agua es un parámetro de producción, y un objetivo importante de la investigación en esta área, consiste en alcanzar una elevada eficiencia en el uso del agua manteniendo, al mismo tiempo una elevada productividad.

Por lo general, un kilo de tomates cultivados en el campo necesita 100 litros de agua. Sin embargo, si se plantan en un sustrato de lana mineral, sólo se necesitan 10 litros de agua por cada kilogramo de tomates, y además, el proceso de crecimiento se administra de forma más sencilla. En muchos países como México, Holanda y Canadá, el sustrato de lana mineral se usa mucho en la agricultura. Sin embargo, en países con una historia agrícola más reciente, como muchos países africanos y asiáticos, no se usa mucho. Teniendo en

cuenta que cada vez hay más consideración en el uso eficiente del agua y en los resultados óptimos de producción, estos países muestran cada vez más interés por el sustrato de lana mineral. La creciente escasez de agua de alta calidad está llevando a los agricultores de todo el mundo a usar el agua de forma más eficiente, una condición necesaria para obtener buenos resultados en el crecimiento.

http://www.fiagro.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2437%3Acultivar-tomates-con-un-90-menos-de-agua-&catid=58&Itemid=37.

El uso eficiente del agua es a menudo considerada un factor importante de rendimiento bajo estrés e incluso un componente de los cultivos en la resistencia a la sequía. La bioquímica de la fotosíntesis no se puede mejorar genéticamente, una mayor eficiencia de transpiración genotípica y el uso eficiente del agua dependen principalmente de las características de las plantas que reducen la transpiración y el uso del agua de los cultivos, procesos que son de crucial importancia para la producción de la planta (Blum, 2009).

Calidad del tomate

Vitamina C y licopeno

El color rojo característico del tomate se debe a la presencia de licopeno, un pigmento (carotenoide) que abunda en el tomate maduro. Dicho pigmento, al igual que la vitamina C, es un antioxidante, y protege contra varios tipos de cáncer. Ambas sustancias, junto con las vitaminas A y E, actúan de forma beneficiosa sobre nuestro sistema inmunológico y protegen al organismo gracias a la reducción del efecto nocivo de los radicales libres.

Numerosos estudios científicos han comprobado que el licopeno tiene propiedades antioxidantes. Quien consume habitualmente 10 o más tomas semanales de alimentos ricos en licopeno: sandía, salsa de tomate, uva rosada, pomelo rosado, zanahoria, reduce el riesgo de ciertos tipos de cáncer, sobre

todo el de próstata, y también de páncreas, pulmón y colon. Lo que ocurre es que la mayor concentración se da en el tomate. Con 200 gramos de tomate al día se cubren el 80% de las necesidades diarias de vitamina C.

<http://www.enplenitud.com/el-licopeno-arma-anti-cancer-del-tomate.html>.

Hernández *et al.* (2012) menciona que la calidad del fruto de tomate es afectado por variaciones genotípicas, condiciones climáticas, y el sistema de producción empleado.

El licopeno responsable del color rojo en los tomates, ha atraído la atención debido a sus propiedades biológicas y fisicoquímicas en la prevención de enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, entre otras. Los antioxidantes incluyendo el licopeno interactúan con las especies reactivas al oxígeno, pudiendo disminuir el efecto dañino y jugar un papel significativo en la prevención de dichas enfermedades (Waliszewski y Blasco, 2010).

Los carotenoides son colorantes de origen natural y se clasifican en dos grandes grupos, los carotenos y las xantofilas. Dentro de los carotenos se encuentra el licopeno, es un pigmento vegetal, soluble en grasas (Arándiga y Díaz, 2008).

Según un estudio realizado en Finlandia, el riesgo general de sufrir infartos se redujo alrededor de 55 % en los individuos con niveles más altos de licopeno, un compuesto que está presente también, aunque en menores cantidades, en sandía, pomelo, papaya y mango.

La dieta con tomates reduce el riesgo de infartos según el estudio Finandés involucró a mil tres hombres que formaban parte de una investigación más amplia que analizaba los factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Los científicos no encontraron una vinculación entre los niveles de esas sustancias y los infartos, pero sí observaron que los hombres con los niveles más altos de licopeno en sus cuerpos tenían 55 % menos

probabilidades de sufrir un infarto que los hombres con los niveles más bajos. Se encontró una disminución de 59 % en las probabilidades de sufrir el tipo de infarto llamado isquémico, la forma más común causada por un coágulo sanguíneo. En términos generales, entre los mil treinta y un hombres del estudio hubo 67 infartos, de los cuales 50 fueron isquémicos. Hubo 25 infartos entre los 285 hombres que tenían los niveles más bajos de licopeno y hubo 11 infartos entre los individuos con más concentración del antioxidante.

http://www.amhpac.org/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1375:la-dieta-con-tomates-reduce-el-riesgo-de-infarto&catid=20:noticias-semanal.

Grados Brix y pH

La calidad del tomate depende fundamentalmente de su aroma, su consistencia y su sabor. El color en el tomate es una característica de calidad extremadamente importante, ya que determina la madurez y vida poscosecha, el color del fruto maduro debe ser rojo intenso y uniforme. El contenido de sólidos totales y sólidos solubles, ambos índices informan sobre la cantidad de sólidos del fruto de tomate y están correlacionados. La mayor parte de las variedades contiene entre 4.5 y 5.5 °Brix. El pH informa sobre la acidez del tomate. El pH del zumo se sitúa normalmente entre 4.2 y 4.4, siendo muy raro que se superen estos valores (Ciruelos *et al.*, 2008).

Casierra y Aguilar (2008) evaluaron cambios en la calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), dependientes de los diferentes estados de madurez en cosecha. Seleccionaron frutos de acuerdo con su porcentaje de coloración de verde y roja. Evaluaron 3 diferentes híbridos de tomate: Sofía, Marimba y Bravona. Los parámetros de respuesta fueron: firmeza, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, índice de madurez y pérdida de peso. Los resultados que obtuvieron mostraron que la pérdida de peso, la acidez titulable y la firmeza disminuyen al ser cosechados los frutos en estados más tardíos de maduración, mientras que los sólidos solubles totales y el índice de madurez se

incrementan únicamente cuando los frutos se cosecharon en estados más tardíos de maduración. Ellos mencionan que los valores de pH variaron muy poco respecto al tiempo de cosecha de los frutos y que el comportamiento poscosecha de los híbridos evaluados fue muy diferente para todas las variables dependientes. En base a sus resultados ellos concluyeron que el mejor estado de madurez para cosechar los híbridos Bravona y Marimba fue cuando los frutos alcanzaron una coloración 75 % verde y 25 % rojo; los frutos de Sofía pueden ser colectados con 50 % verde y 50 % rojo, con el fin de mantener sus características organolépticas y una mejor calidad.

Composición química del tomate fresco

Sánchez (2011) Contenido en 100 gramos.

Agua	93.7 g
Energía	21 Kcal
Grasa	0.33 g
Proteína	0.85 g
Carbohidratos	4.64 g
Fibra	1.10 g
Vitamina C	19 mg
Vitamina E	0.38 mg
Potasio	223 mg
Fósforo	24 mg
Magnesio	11 mg
Calcio	5 mg
Niacina	0.628 mg

Contenido de licopeno

Fuente	<i>mg/ 100g</i>
Tomate – fresco	0.72 – 20
Tomate – jugo	5.00 – 11.60
Tomate – salsa	6.20
Tomate – sopa	7.99
Salsa cátsup	9.90 – 13.44
Salsa para pizza	12.71

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0036-36342010000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del área de estudio

El presente trabajo se realizó en el invernadero No. 6 durante el ciclo primavera – verano de 2012, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, la cual se encuentra ubicada al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila; con una latitud de 25° 25' N; y una longitud de 101° 00' W, cuenta con una altitud de 1600 msnm, el clima es templado semiseco con pocas lluvias en verano é invierno. La temperatura promedio anual es de 17 °C y una precipitación anual de 300 a 350 mm (INEGI, 2008).

Material Genético

El material genético utilizado para este experimento fueron 40 genotipos provenientes del programa de mejoramiento fisiotécnico de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) del área de Fisiotécnica de la UAAAN., se compararon con 6 testigos comerciales provenientes de diferentes empresas semilleras, sumando un total de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) como se ilustra en el Cuadro 1 y 2.

Cuadro 1. Material genético utilizado

Genotipo	Genealogía	Habito	Tipo
1	(Y41) x (45xTQ)	Indeterminado	Saladette
2	(Y533) x (45xTQ)	Semi-indeterminado	Saladette
3	(Y4xQ3) x (Y4)	Indeterminado	Saladette
4	(Y4xQ3) x (L1)	Semi-indeterminado	Bola
5	(B2)	Indeterminado	Bola
6	(Y533)	Determinado	Saladette
7	(45xTQ) x (CBxTQ)	Indeterminado	Saladette
8	(45x47) x (11x12x47)	Indeterminado	Bola
9	(11x12x47) x (Q3xR1)	Semi-indeterminado	Bola
10	(Y4xQ3) x (45x47)	Semi-indeterminado	Bola
11	(Q3) x (45x47)	Semi-indeterminado	Bola

Continuación del Cuadro 1.			
12	(K3) x (11x12x47)	Indeterminado	Bola
13	(Q3) x (11x12x47)	Semi-indeterminado	Bola
14	(K3) x (L1)	Semi-indeterminado	Bola
15	(K3) x (Y4xQ3)	Semi-indeterminado	Bola
16	(Y4xQ3) x (11x12x47)	Indeterminado	Bola
17	(Q3)	Determinado	Bola
18	(L1)	Indeterminado	Bola
19	(R1)	Determinado	Bola
20	(45x47)	Indeterminado	Bola
21	(D1)	Indeterminado	Bola
22	(Y4)	Determinado	Saladette
23	(Y41) x (Y4xR1)	Determinado	Saladette
24	(45x47) x (S1xL1)	Semi-indeterminado	Bola
25	(Q3) x (L1)	Determinado	Bola
26	(S1xL1)	Determinado	Bola
27	(11x12x47)	Indeterminado	Bola
28	(D1) x (Y4xQ3)	Semi-indeterminado	Bola
29	(K3)	Indeterminado	Bola
30	(CBXTQ)	Indeterminado	Saladette
31	(45xTQ)	Indeterminado	Saladette
32	(Y4xQ3)	Indeterminado	Saladette
33	(Y41)	Determinado	Saladette
34	(Y4xR1)	Indeterminado	Saladette
35	(S1xL1)	Indeterminado	Bola
36	(F3)	Indeterminado	Bola
37	(K3) x (Q3xR1)	Semi-indeterminado	Bola
38	(S1xL1)	Indeterminado	Bola
39	(K3) x (S1xL1)	Semi-indeterminado	Bola
40	(Q3xR1)	Determinado	Bola

Cuadro 2. Testigos

Genotipo	Genealogía
I	Palomo F1
II	Pegaso F1
III	Toro F1
IV	Torero F1
V	Palacio F1
VI	Pony Express F1

Siembra del material genético

La siembra de los diferentes genotipos se realizó el 11 de Febrero de 2012, en charolas de unicel con 50 cavidades cada una, a las cuales se les aplicó sustrato tipo peat moss previamente preparado y posteriormente se sembraron 25 semillas de cada genotipo debidamente tratadas con fungicida Captán, la siembra se realizó a una profundidad ligera, posteriormente se aplicó un riego ligero con Biozyme Ts a dosis de 0.1 g por litro de agua para acelerar la germinación de la semilla.

Después de la siembra se procedió a colocar las charolas dentro del invernadero No. 6 y ahí se mantuvieron bajo condiciones ambientales controladas cubriéndolas con una malla antiáfidos, posteriormente se le aplicó los riegos necesarios conforme a sus necesidades hídricas.

Trasplante

El trasplante se realizó el día Miércoles 18 de Abril de 2012 en bolsas de polietileno color negro de forma manual, previamente se hicieron los hoyos donde se colocaría cada plántula a una profundidad aproximada de 10 cm, la distancia entre planta y planta fue de 33 cm y entre cama y cama de 1.60 m a doble hilera, teniendo una densidad de plantación de 37, 537 plantas por hectárea, después del trasplante se aplicó una cubierta plástica color blanco, esto con la finalidad de tener mayor radiación fotosintética que llega en las plantas.

Colocación de tutores

Esta actividad se realizó el día 08 de Mayo de 2012 a los 20 días después del trasplante, la cual consistió en la colocación de hilos de plástico (rafia) en la planta y sostenerlas de las estructuras metálicas del invernadero, la finalidad de esta actividad fue guiar el crecimiento de la planta y sostener el peso de la misma, evitando que los frutos y tallo estén en contacto con el suelo.

Podas

Las podas se realizaron de forma manual a un solo tallo para los genotipos de hábito indeterminado, para los genotipos de hábito determinado se podó únicamente la parte de abajo del primer racimo floral, esta actividad se realizó cada 3 a 5 días después del trasplante hasta la finalización del ciclo del cultivo, así como también se realizó podas de hojas viejas y enfermas, estas actividades se realizaron con un cúter desinfectando el material con alcohol por cada incisión realizada en la planta.

Riegos

Los riegos se realizaron de forma automática a través de riego por goteo, el sistema de riego se programó con el “timer” para que regara cada 2 horas durante un tiempo de 5 minutos, los tiempos fueron variando conforme a las necesidades hídricas del cultivo y las condiciones climáticas externas en el invernadero.

Fertilización

Los fertilizantes se aplicaron mediante el sistema de riego por goteo (fertirriego), se pesaron las dosis para cada uno de los macronutrientes y micronutrientes, la dosis utilizada durante el ciclo del cultivo se muestra en los Cuadros 3, 4 y 5. Las aplicaciones fueron variando durante el ciclo del cultivo de acuerdo a las necesidades nutricionales de la planta.

Cuadro 3. Solución nutritiva para 1000 litros de agua.

Trasplante al primer Racimo Floral

Macronutrientes	Micronutrientes
Nitrato de calcio: 700 grs.	Sulfato ferroso : 5.5 grs.
Sulfato de magnesio: 250 grs.	Sulfato de manganeso; 4.75 grs.
12-61-00 (Fosfato de amonio): 96 grs.	Sulfato de boro: 5.8 grs.
13-2-44 (Fosfato de potasio): 315 grs.	Sulfato de cobre: 11 grs.
	Sulfato de zinc: 5.18 grs.

Cuadro 4. Solución nutritiva para 1000 litros de agua para después del primer racimo floral hasta el final de la cosecha.

Primer Racimo Floral a Cosecha

Macronutrientes	Micronutrientes
Nitrato de calcio: 800 grs.	Sulfato ferroso : 7.7 grs.
Sulfato de magnesio: 340 grs.	Sulfato de manganeso; 6.75 grs.
12-61-00 (Fosfato de amonio): 98 grs.	Sulfato de boro: 7.5 grs.
13-2-44 (Fosfato de potasio): 370 grs.	Sulfato de cobre: 13.5 grs.
	Sulfato de zinc: 8.18 grs.

Cuadro 5. Fuentes de fertilizantes foliares y dosis

Fertilizante	Nombre comercial	Dosis	Intervalos de aplicación
Magnesio	MAGNIFER	65 ml	Cada 10 días
Fosforo	PHOSFOMIX	65 ml	Cada 10 días
Potasio	POTAMIX	54 ml	Cada 10 días
Nitrógeno	NITROMIX	32.5 ml	Cada 25 días
Zinc	POLIQUEL ZINC	54 ml	Cada 15 días
Calcio	CALCIO ATON	50 ml	Cada 15 días

Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se realizaron aplicaciones de los siguientes agroquímicos; Captán 50 plus para el control preventivo de tizón temprano (*Alternaria solani*) a una dosis de 2 ml por litro, Endosulfán para el control del gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*) a dosis de 1ml por litro, Penetrex con la finalidad de tener una mayor estabilidad de las mezclas aplicadas a una dosis de 1 ml por litro.

Cosecha

Esta actividad se realizó durante los meses de Agosto a Septiembre de 2012, antes de la cosecha se habían seleccionado 3 plantas por genotipo de manera al azar, las cuales tuvieran competencia completa, la cosecha se realizó de forma manual desprendiendo el fruto del pedúnculo de la planta, los frutos colectados a la hora de la cosecha tenían un color de pinto a rojo,

posteriormente se colocaban en bolsas de papel, las cuales se identificaban con el número de genotipo, número de repetición y fecha de corte, posteriormente se pesaron y contaron los frutos por genotipo y repetición, anotando los datos en el cuaderno de campo.

Variables evaluadas

Agroclimáticas: Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF, en $\mu\text{ mol fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Concentración de CO_2 en el Ambiente (CO_2 , en ppm), Temperatura del Ambiente (TAIR, en $^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa (HR, en %).

Calidad del Fruto: Potencial de Iones de Hidrogeno (pH), Grados Brix (GBRIX), Porcentaje de Vitamina C (VITC), Color del Fruto (COLOR) y Licopeno (LICOP).

Fenológicas: Días a Primer Corte (DPC), Días a Último Corte (DUC) y Días en Cosecha (DC).

Fisiológicas: Fotosíntesis (FOTO, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Conductancia Estomatal (CE, cm s^{-1}), Resistencia Estomatal (RE, s cm^{-1}), CO_2 intercelular (CINT, ppm), Transpiración (TRANS, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Temperatura de la Hoja (THOJA, $^{\circ}\text{C}$) y Conductancia (COND, $\text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$). El uso eficiente del agua fisiológico se obtuvo del coeficiente de $(\text{FOTO}/\text{TRANS}) \times 2.444$, en $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ por $10 \text{ L}^{-1} \text{ H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Rendimiento: Número de Cortes (NC), Número de Frutos por Planta (NFPP), Peso Total del Fruto por Planta (PTFPP), Peso Promedio del Fruto (PPF), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE) y el Rendimiento en Toneladas por Hectárea (RENDTHA).

Toma de datos

Fisiológicas:

Las variables fisiológicas evaluadas fueron las siguientes; conductancia estomatal, fotosíntesis, resistencia estomatal, temperatura de la hoja, transpiración, y uso eficiente del agua, las cuales fueron medidas con el fotosintetómetro portátil Li-6200 la cual es un aparato desarrollado por LI-COR Inc., Nebraska, U.S.A., el cual mide el intercambio de CO₂ de las hojas con la atmósfera, en un intervalo de 10 a 20 segundos por lectura, la tasa fotosintética neta se calcula usando esta tasa de cambios y otros factores tales como área de la hoja, volumen de la cámara, volumen del sistema, temperatura, presión atmosférica, intensidad luminosa y humedad relativa, así como la concentración de CO₂ en el área circundante de la hoja, la realización de esta actividad se llevó a cabo aproximadamente al mediodía en la etapa fenológica de fructificación y consistió en seleccionar una repetición de cada genotipo la cual tuviera competencia completa, posteriormente se escogió una hoja de la parte media de la planta para la toma de datos.

Fenológicas:

Las variables fenológicas evaluadas fueron días a primer corte, días a último corte y días en cosecha; para determinar los días a primer corte se realizó un conteo de días a partir de la fecha del trasplante y la fecha de la primera cosecha de cada uno de los genotipos en estudio, esta actividad se realizó con la finalidad de determinar los genotipos más precoces; para determinar los días a último corte se realizó un conteo de días a partir de la fecha de trasplante a la última fecha de cosecha, esto para conocer los genotipos más tardíos; para los días en cosecha se calculó contando los días desde el inicio del primer corte hasta el último corte realizado para posteriormente poder calcular el número de días en producción y determinar el número de cortes realizados por genotipo.

Calidad del fruto:

Las variables de calidad fueron evaluadas en el laboratorio de Fisiotecnia dentro del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN., las cuales son las siguientes; pH, grados brix, color del fruto, porcentaje de vitamina C y licopeno, esta actividad se realizo después del sexto corte, se seleccionaron 3 frutos por cada genotipo los cuales fueron homogéneos entre ellos, los frutos seleccionados se dejaron madurar hasta que tuvieran un color de rojo intenso para posteriormente empezar con las pruebas de laboratorio.

Procedimiento utilizado para pruebas de calidad

- 1.- Se registró cada uno de los tres frutos (genotipo, repetición y número).
- 2.- cada uno de los frutos (3) de cada uno de los genotipos se colocó en un vaso de precipitado y se le asignó un número, cada genotipo tenía tres vasos y cada uno de ellos representaba a una repetición, se tenían en total tres repeticiones por material.
- 3.- Se tomó el color de cada uno de los frutos con una tabla que contiene diferentes escalas de coloración y se registraron los datos en el libro de campo, posteriormente se picaron y molieron cada uno de los tomates en sus respectivos vasos.
- 4.- Con el refractómetro portátil (ATAGO 01018) se determino Grados Brix para cada uno de los materiales.
- 5.- Con un aparato portátil (potenciómetro) modelo HANNA HI9811-5 se determinó el pH.

Determinación de Vitamina C.

6.- De los frutos ya molidos contenidos en los vasos de precipitado, se tomó una muestra de 20 gramos de cada tratamiento.

7.- Se le agregaron 10 mililitros de ácido clorhídrico al 2 %.

8.- Se colocaron los vasos en el agitador Vortex por un tiempo de 20 minutos.

9.- Una vez agitada la muestra, se filtró el contenido en matraces Erlenmeyer agregándole 100 ml de agua destilada.

10.- Del contenido de los matraces se tomaron 10 mililitros y se procedió a titular con el reactivo de Thielman, hasta obtener una coloración rosa permanente, anotando los mililitros consumidos del reactivo, los cuales posteriormente fueron utilizados para la determinación del contenido de Vitamina C en cada genotipo.

La ecuación utilizada para la determinación de Vitamina C es la siguiente de acuerdo a (Chechetkin *et al.*, 1984)

$$\text{Mg/100g de Vitamina C} = (a \cdot 0.088 \cdot VT \cdot 100) / (VA \cdot P)$$

En donde:

a = ml gastados de Reactivo de Thielman

0.088 = mg de ácido ascórbico equivalente a 1ml de Reactivo de Thielman

VT = Volumen Total en ml del filtrado de vitamina C en HCL

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada

P = Peso de la muestra (20g)

Estos análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Fisiotécnica dentro del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN, en el mes de Julio de 2012.

Determinación de Licopeno

Procedimiento:

1.- Se muele el tomate para hacer un extracto del tejido que se mezcla con una solución acuosa (buffer fosfato) en una porción 1:1, asumiendo que 1 g de tejido corresponde a 1 ml de tejido. De esta mezcla, se vierten 2 ml en tubos de ensaye.

2.- Se añade a los tubos el disolvente orgánico compuesto por la mezcla de hexano-acetona en una porción 1:2 y se agita fuertemente para que los pigmentos se separen de las membranas y se disuelvan.

3.- Se colocan los tubos en la centrifuga y se centrifugan a 5000 rpm durante 5 minutos para la separación de la fase acuosa.

Medidas de absorbancia

Licopeno. Tomar 1 ml de la fase acuosa con una pipeta Pasteur y colocarla en una celdilla, agregar 2 ml de acetona. Medir en el espectrofotómetro a 502 nm. Con el valor obtenido se obtiene la concentración de licopeno mg/g de tejido; por cada 320 unidades de absorbancia a 502 nm, la equivalencia es de 1 mg/ml de licopeno en solución.

Con la siguiente ecuación se determinó el licopeno, de acuerdo con la Metodología del ICTA de la UAAAN.

$$(W2*5/320)*1000$$

En donde:

W2= Valor de la lectura de espectrofotómetro a 502 nm

5= Son los mililitros totales para la determinación

320= Constante para la lectura de 1 mg de licopeno

1000= Constante para convertir licopeno a unidades mg/100 g ó ng/g

Rendimiento:

Las variables de rendimiento fueron; número de frutos por planta, peso total del fruto, peso promedio del fruto, número de cortes, diámetro polar y diámetro ecuatorial, para calcular el rendimiento final de cada genotipo se obtuvo al finalizar el último corte de los genotipos, esto se calculó sumando el peso total de cada corte realizado y el resultado obtenido se dividió entre el número de frutos totales de cada genotipo y así obtener el peso promedio de los frutos por genotipo, posteriormente los datos obtenidos se convirtieron en toneladas por hectárea, se multiplicó el rendimiento por genotipo por la densidad de población, Para el tamaño de fruto se realizó con una tabla que contiene diferentes categorías de tamaño, para medir el diámetro polar y ecuatorial se utilizó un vernier, anotando las medidas en el cuaderno de campo.

Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos y la realización de los análisis estadísticos se realizó con el programa estadístico "Statistical Analysis System" versión 9.0 el cual permitió realizar los análisis de varianza y la comparación de medias para cada variable en estudio.

Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó para este experimento fue el de bloques completos al azar con 3 repeticiones y 46 tratamientos (genotipos) el cual presenta el siguiente modelo estadístico.

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

i = Genotipos

j = Repeticiones

Donde;

Y_{ij} = Valor observado de i -ésimo genotipo en la j -ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloques o repeticiones.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental en la unidad del j -ésimo genotipo en la j -ésima repetición.

Análisis de componentes principales (ACP)

Con la finalidad de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos, se realizó un análisis de componentes principales con la ayuda del programa estadístico "STATISTICA 6.0", la cual es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión. Es decir ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible.

Fases de un análisis de componentes principales

Análisis de la matriz de correlaciones

Un análisis de componentes principales tiene sentido si existen altas correlaciones entre las variables, ya que esto es indicativo de que existe

información redundante y, por tanto, pocos factores explicarán gran parte de la variabilidad total.

Selección de los factores

La elección de los factores se realiza de tal forma que el primero recoja la mayor proporción posible de la variabilidad original; el segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida por el primero, y así sucesivamente. Del total de factores se elegirán aquéllos que recojan el porcentaje de variabilidad que se considere suficiente. A éstos se les denominará componentes principales.

Análisis de la matriz factorial

Una vez seleccionados los componentes principales, se representan en forma de matriz. Cada elemento de ésta representa los coeficientes factoriales de las variables (las correlaciones entre las variables y los componentes principales). La matriz tendrá tantas columnas como componentes principales y tantas filas como variables.

Interpretación de los factores

Para que un factor sea fácilmente interpretable debe tener las siguientes características, que son difíciles de conseguir:

- Los coeficientes factoriales deben ser próximos a 1.
- Una variable debe tener coeficientes elevados sólo con un factor.
- No deben existir factores con coeficientes similares.

Cálculo de las puntuaciones factoriales

Son las puntuaciones que tienen los componentes principales para cada caso, que nos permitirán su representación gráfica.

Se calculan mediante la expresión: $X_{ij} = a_{i1} \cdot Z_{1j} + \dots + a_{ik} \cdot Z_{kj} = \sum_{s=1}^k a_{is} \cdot Z_{sj}$

Los **a** son los coeficientes y los **Z** son los valores estandarizados que tienen las variables en cada uno de los sujetos de la muestra (Vega, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados en este trabajo de investigación, en este capítulo se dan a conocer todos los resultados obtenidos y así mismo la discusión de los resultados de las diferentes variables evaluadas, permitiendo identificar los genotipos con mejores y peores características agronómicas.

Análisis de varianza de las variables fenológicas

En el Cuadro número 6 se presentan los cuadrados medios de las variables fenológicas, donde se puede observar que existieron diferencias significativas ($p < 0.01$) para la fuente de variación genotipos para la variable días a primer corte (DPC), esto indica que los materiales evaluados no se comportaron de manera similar desde el punto de vista estadístico para esta variable. Para la fuente de variación repetición en días a primer corte (DPC) existieron diferencias significativas ($p < 0.05$). Para las variables días a último corte (DUC) y días en cosecha (DC) no hubo diferencias estadísticas; esto debido a la gran diversidad genética de los materiales en estudio, la radiación dentro del invernadero ya que los genotipos estaban ubicados en diferentes

partes y por lo tanto los materiales no recibieron la misma intensidad de luz, la fertilización no fue uniforme por lo que se tuvo problemas de taponamiento en los goteros, los factores antes mencionados ocasionan problemas en los parámetros en estudio, resultados similares a Mendoza (2010).

Cuadro 6. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables fenológicas de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

FV	GL	DPC	DUC	DC
GEN	45	127.97**	68.83	206.79
REP	2	735.14*	106.64	350.02
EE	90	72.83	72.07	137.16
CV (%)		10.81	6.16	19.55
MAX		95.67	143.00	76.67
MED		78.94	137.83	59.89
MIN		65.00	125.00	39.00

FV (Fuente de Variación), GL (Grados de libertad), DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Ultimo Corte), DC (Días en Cosecha), GEN (Genotipo), REP (Repetición), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX (Máximo), MED (Media), MIN (Mínimo), * Significativo ($p < 0.05$) y ** Altamente Significativo ($p < 0.01$).

En la Figura 1 se muestran cada una de las medias obtenidas en las variables fenológicas.

Al realizar la prueba de Tukey para la variable días a primer corte (DPC), los genotipos más precoces fueron; (D1) x (Y4xQ3) con 65 días, (45xTQ) x (CBxTQ) y (45x47) x (S1xL1) con 69 días, pertenecientes del área de fisiotecnia y los híbridos comerciales Pony Express F1, Palacio F1 con 71 y 73 días a primer corte. Los genotipos más tardíos fueron; (Y4xQ3) x (L1) con 95 días,

(Y4) y Torero F1 con 91 días respectivamente, el inicio de la cosecha definirá la entrada del producto al mercado por lo que el productor está interesado en materiales precoces.

Para la variable días en cosecha (DC), los mejores genotipos fueron; (D1) x (Y4xQ3) con 76 días, (45xTQ) x (CBxTQ) con 73 días, (45x47) x (S1xL1) y (Y4xQ3) x (Y4) con 72 y 70 días respectivamente. Los genotipos con menores días en cosecha fueron; (11x12x47) con 39 días, (Y4xQ3) x (L1) con 45 días y (Y4) con 46 días en cosecha, la duración del ciclo del cultivo del tomate está determinada por la variedad y las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo (Jaramillo *et al.*, 2006).

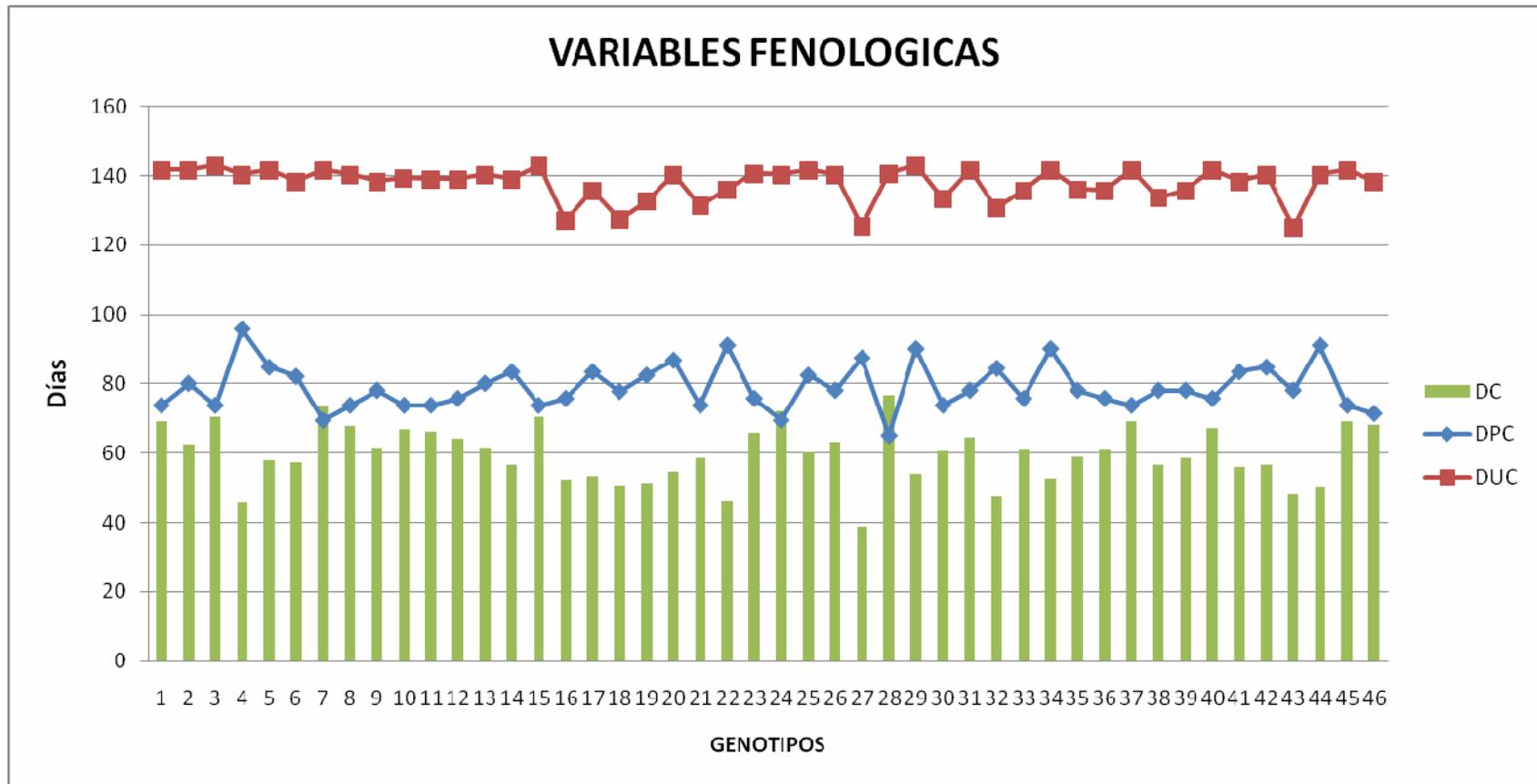


Figura 1. Resultados obtenidos para las variables fenológicas en 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

Análisis de varianza de las variables de rendimiento

En el Cuadro número 7 se muestra los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANVA) para las variables cuantitativas de rendimiento, donde se puede observar que en la fuente de variación genotipos existen diferencias significativas ($p < 0.01$) para todas las variables evaluadas, esto indica que los materiales evaluados se comportaron de manera diferente, esto debido a las diferencias que existen entre los genotipos en estudio. Resultados similares a Montesinos (2001).

Para la fuente de variación de repeticiones no presentó diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas, esto debido a que los materiales genéticos se comportaron de manera similar entre repeticiones.

Cuadro 7. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables de rendimiento de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

FV	GL	NC	DP	DE	NFPP	PTFPP	PPF	RENDTHA
GEN	45	15.93**	2.53**	1.90**	260.64**	758040.25**	2372.77**	1068.09**
REP	2	7.84	0.01	0.26	65.93	383794.11	61.19	540.78
EE	90	5.79	0.09	0.13	44.97	398783.23	326.89	561.89
CV (%)		25.23	5.34	5.97	27.29	33.08	21.29	33.08
MAX		14.00	9.00	7.53	54.67	3101.3	152.77	116.41
MED		9.54	5.84	5.94	24.57	1908.96	84.89	71.66
MIN		6.00	4.37	4.30	12.00	790.0	33.99	29.65

FV (Fuente de Variación), GL (Grados de libertad), NC (Número de cortes), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro ecuatorial), NFPP (Número de Frutos por Planta), PTFPP (Peso Total del Fruto por Planta), PPF (Peso Promedio del Fruto), RENDTHA (Rendimiento en Toneladas por Hectárea), GEN (Genotipo), REP (Repetición), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX (Máximo), MED (Media), MIN (Mínimo), * Significativo ($p < 0.05$) y ** Altamente Significativo ($p < 0.01$).

En la Figura 2 se presentan los parámetros de PPF, RENDTHA, NC y NFPP de las medias obtenidas en las variables cuantitativas de rendimiento.

Al realizar la prueba de Tukey para la variable número de cortes (NC) los genotipos más sobresalientes fueron; (45xTQ) x (CBxTQ) con 14 cortes, (K3) x (Q3xR1), (Y41) x (45xTQ), y Pony Express F1 con 13 cortes, el genotipo con menor número de cortes fue el (Y4xQ3) con 6 cortes, (Pérez *et al.*, 2002) menciona que el número de cortes dependerá del manejo dado al cultivo, de las condiciones climáticas y de su hábito de crecimiento. Sin embargo, pueden realizarse en promedio de 7 a 8 cortes en las variedades de crecimiento determinado, y de 13 a 15 cortes en las indeterminadas.

Para la variable diámetro polar (DP) los valores más altos fueron para los genotipos: (Y4xR1) con 9.0, (CBxTQ) con 8.1 y (Y4xQ3) con 8.0, los valores más bajos fue para los genotipos: (Y41) con 4.36 y (Y4xQ3) x (45x47) con 4.7. Para la variable diámetro ecuatorial (DE) el genotipo con valor más alto fue el (Y4xQ3) con 7.53 y (S1xL1) con 7.26 y el valor más bajo fue Toro F1 con 4.3. Según SAGARPA (2010) existen tres categorías de frutos de tomate: extra, primera y segunda. Por su parte, la norma comunitaria distingue cuatro tipos: Redondos lisos, asurcados, oblongos o largados y finalmente cherry.

Para la variable número de frutos por planta (NFPP) el genotipo más sobresaliente fue el (Y41) x (45xTQ) con 54 frutos seguido del (45x47) x (11x12x47) con 43 frutos y el de valor más bajo fue el (Y4xQ3) con 12 frutos. Para la variable peso total del fruto por planta (PTFPP) el genotipo que obtuvo la media más alta fue (K3) x (Q3xR1) con 3101.3 g seguido de (Y41) x (45xTQ) con 2833.3 g y el más bajo fue (L1) con 790 g. Para la variable peso promedio del fruto (PPF) el genotipo que obtuvo el valor más alto fue (S1xL1) con 152.77 g seguido de (K3) con 138.94 g y el que obtuvo el valor más bajo fue (Y41) con 33.99 g. Estas variables dependen de diferentes factores tales como la fertilización, podas, hábito de crecimiento, densidad, polinización, etc., Jaramillo (2006) menciona que lo ideal en una planta de tomate es dejar por racimo, de 6 a 8 frutos dependiendo del vigor de la planta.

En cuanto a la variable de rendimiento en toneladas por hectárea (RENDTHA) los materiales genéticos que obtuvieron la mayor media en rendimiento fueron; (K3) x (Q3xR1) con 116.41, (Y41) x (45xTQ) con 106.35 y (K3) x (Y4xQ3) con 103.71 y los de menor media en rendimiento fueron; (L1) con 29.65, Toro F1 con 37.91 y (Y41) x (Y4xR1) con 43.99. El rendimiento de los genotipos en estudio son inferiores a los normales que alcanza un invernadero de media tecnología, según Gómez (2012) los rendimientos en agricultura protegida son de 150 a 200 toneladas por hectárea y estos varían significativamente entre los productores, nivel de tecnología, variedad y entidad.

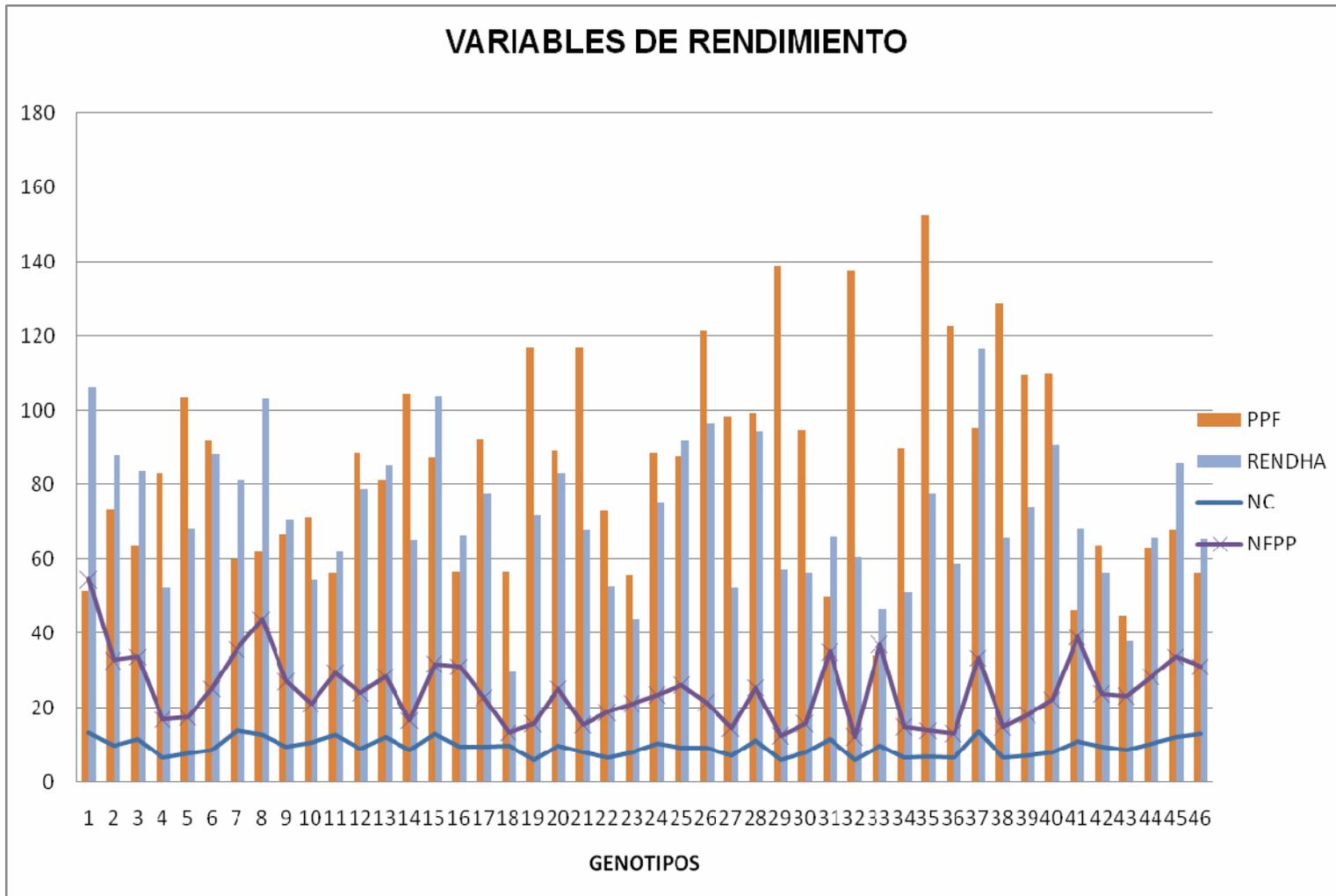


Figura 2. Resultados obtenidos para los parámetros de PPF, RENDTHA, NC y NFPP de las variables de rendimiento en 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

Análisis de varianza de las variables fisiológicas

En el Cuadro número 8 se muestra los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANVA) para las variables fisiológicas, donde se puede observar que en la fuente de variación genotipo existen diferencias significativas ($p < 0.01$) para las variables temperatura de la hoja (THOJA), fotosíntesis (FOTO), conductancia (COND), resistencia estomatal (RE), conductancia estomatal (CE), transpiración (TRANS) y uso eficiente del agua fisiológica (UEAF); para la variable CO_2 intercelular solo existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre genotipos.

Para la fuente de variación repetición, existen diferencias significativas ($p < 0.01$) para las variables de conductancia (COND), resistencia estomatal (RE), conductancia estomatal (CE), transpiración (TRANS) y uso eficiente del agua fisiológica (UEAF), y diferencias significativas ($p < 0.05$) para la variable de CO_2 intercelular, las demás variables que son temperatura de la hoja (THOJA) y fotosíntesis (FOTO) no presentaron diferencias entre las repeticiones. Esto debido a la hora de la toma de los datos ya que se empezó a tomar los datos alrededor de las 11:00 am y a medida que transcurría el día aumentaba la temperatura así como también la radiación era mayor. Resultados similares a los de Espinoza (2009).

En la Figura 3 se muestra los parámetros de FOTO, TRANS y UEAF de las medias obtenidas de las variables fisiológicas.

Al realizar la prueba de Tukey se encontró diferencias en los agrupamientos de las variables en estudio. Para la variable temperatura de la hoja (THOJA) los genotipos que mejor se comportaron fueron híbridos comerciales: Pony Express F1 con 39.78, Palomo F1 con 38.90 y Toro F1 con 38.22, los genotipos más bajos son: (Y4xQ3) con 30.34, (Y41) con 30.66 y (K3) x (11x12x47) con 30.92. Para la variable fotosíntesis (FOTO) los genotipos con mayor media fueron: (45xTQ) x (CBxTQ) con 6.76, (K3) x (Q3xR1) con 6.27 y (45x47) con 6.26 y los de menor media son: (S1xL1) con 1.22, (11x12x47) x (Q3xR1) con 1.27 y (Y41) x (Y4xR1) con 1.52. Los parámetros antes mencionados son de suma importancia para

obtener buenos rendimientos ya que el genotipo (K3) x (Q3xR1) fue uno de los que sobresalió en cuanto a rendimiento y en fotosíntesis pero también va depender de la eficiencia en la planta para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis.

Para la variable conductancia (COND) los genotipos que mejor se comportaron fueron: (Q3) x (45x47) con 0.154, (Q3) x (11x12x47) con 0.149 y (Y4xQ3) x (45x47) con 0.144 y los de menor importancia son: (Y41) x (Y4xR1) con 0.02, (45x47) x (11x12x47) con 0.03 y (Y533) x (45xTQ) con 0.03. En la variable CO₂ intercelular los genotipos más sobresalientes son: (Y41) x (Y4xR1) con 459.83, (Q3) x (45x47) con 443.33 y (Y41) con 432.97 y los de menor importancia son: (Y533) x (45xTQ) con 245.77, Pony Express F1 con 252.20 y Palacio F1 con 253. En cuanto a la variable resistencia estomatal (RE) los genotipos con mejor comportamiento son: (Y41) x (Y4xR1) con 22.05, (45x47) x (11x12x47) con 14.93 y (Y533) x (45xTQ) con 11.08 y los genotipos con menor respuesta son: (Q3) x (45x47) con 2.14, (Q3) x (11x12x47) con 2.22 y (Y4xQ3) x (45x47) con 2.29. Para la variable conductancia estomatal (CE) los genotipos con valores más altos son: (Q3) x (45x47) con 0.47, (Q3) x (11x12x47) con 0.45 y (Y4xQ3) x (45x47) con 0.44 y los valores más bajos lo obtuvieron los genotipos: (Y41) x (Y4xR1) con 0.07, (45x47) x (11x12x47) con 0.09 y (Y533) x (45xTQ) con 0.11.

Cuadro 8. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables fisiológicas de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

FV	GL	THOJA	FOTO	COND	CINT	RE	CE	TRANS	UEAF
GEN	45	16.60**	6.43**	0.0026**	7792.64*	36.09**	0.03**	7.69 **	1.62**
REP	2	0.019	0.24	0.0127**	23087.03*	59.25**	0.12**	26.07**	5.02**
EE	90	0.12	0.29	0.000045	5157.62	6.61	0.00042	0.08	0.47
CV (%)		1.05	12.76	7.26	22.95	56.89	7.26	5.74	32.14
MAX		39.79	6.77	0.15	459.83	22.05	0.48	7.89	4.82
MED		33.49	4.19	0.09	312.98	4.52	0.29	5.17	2.12
MIN		30.35	1.23	0.02	245.77	2.14	0.07	1.35	0.83

FV (Fuente de Variación), GL (Grados de libertad), THOJA (Temperatura de la Hoja), FOTO (Fotosíntesis), COND (Conductancia), CINT (CO₂ Intercelular), RE (Resistencia Estomática), CE (Conductancia Estomática), TRANS (Transpiración), UEAF (Uso Eficiente del Agua Fisiológica), GEN (Genotipo), REP (Repetición), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX (Máximo), MED (Media), MIN (Mínimo), * Significativo (p < 0.05) y ** Altamente Significativo (p < 0.01).

En la variable transpiración (TRANS) los genotipos que obtuvieron las medias más altas son: (S1xL1) con 7.88, (Q3) x (45x47) con 7.42 y Toro F1 con 7.36 y las medias más bajas lo obtuvieron los genotipos: (Y41) x (Y4xR1) con 1.35, (45x47) x (11x12x47) con 1.66 y (Y533) x (45xTQ) con 2.17. En cuanto a la variable uso eficiente del agua fisiológica (UEAF) los genotipos con mejor respuesta son: (45x47) x (11x12x47) con 4.81, (Y41) x (Y4xR1) con 3.86 y (45xTQ) x (CBxTQ) con 3.39 y los genotipos con menor respuesta son: (S1xL1) con 0.83, (11x12x47) x (Q3xR1) con 1.04 y (L1) con 1.34. Las variables antes mencionadas son de vital importancia para las regiones donde el agua es escasa, lo cual en este trabajo de investigación se busca seleccionar los genotipos con las mejores características y una de ellas es el uso eficiente del agua, el genotipo (45xTQ) x (CBxTQ) fue uno de los de mayor media en cuanto a fotosíntesis y uso eficiente del agua, por lo que se podría decir que es uno de los mejores genotipos a pesar de que no se encontró entre los de mayor rendimiento. León (*et al.*, 2005) realizó un estudio sobre el uso eficiente del agua en el cultivo del tomate protegido utilizando diferentes variedades; Lignon, FL-5 y HA-3108, y encontró que en condiciones protegidas el consumo de agua o evapotranspiración del cultivo (*Etc*) se reduce significativamente, que es factible la programación de riego con los coeficientes únicos del cultivo (*Kc*) obtenidos experimentalmente y la evapotranspiración de referencia (*Eto*) estimada por el método de cubeta clase "A" y que un déficit hídrico moderado en las fases no críticas del cultivo no afectó la producción. Con reducción de las dosis de riego en un 25 % en la fase de desarrollo vegetativo y 50 % en la de cosecha se pueden obtener rendimientos aceptables.

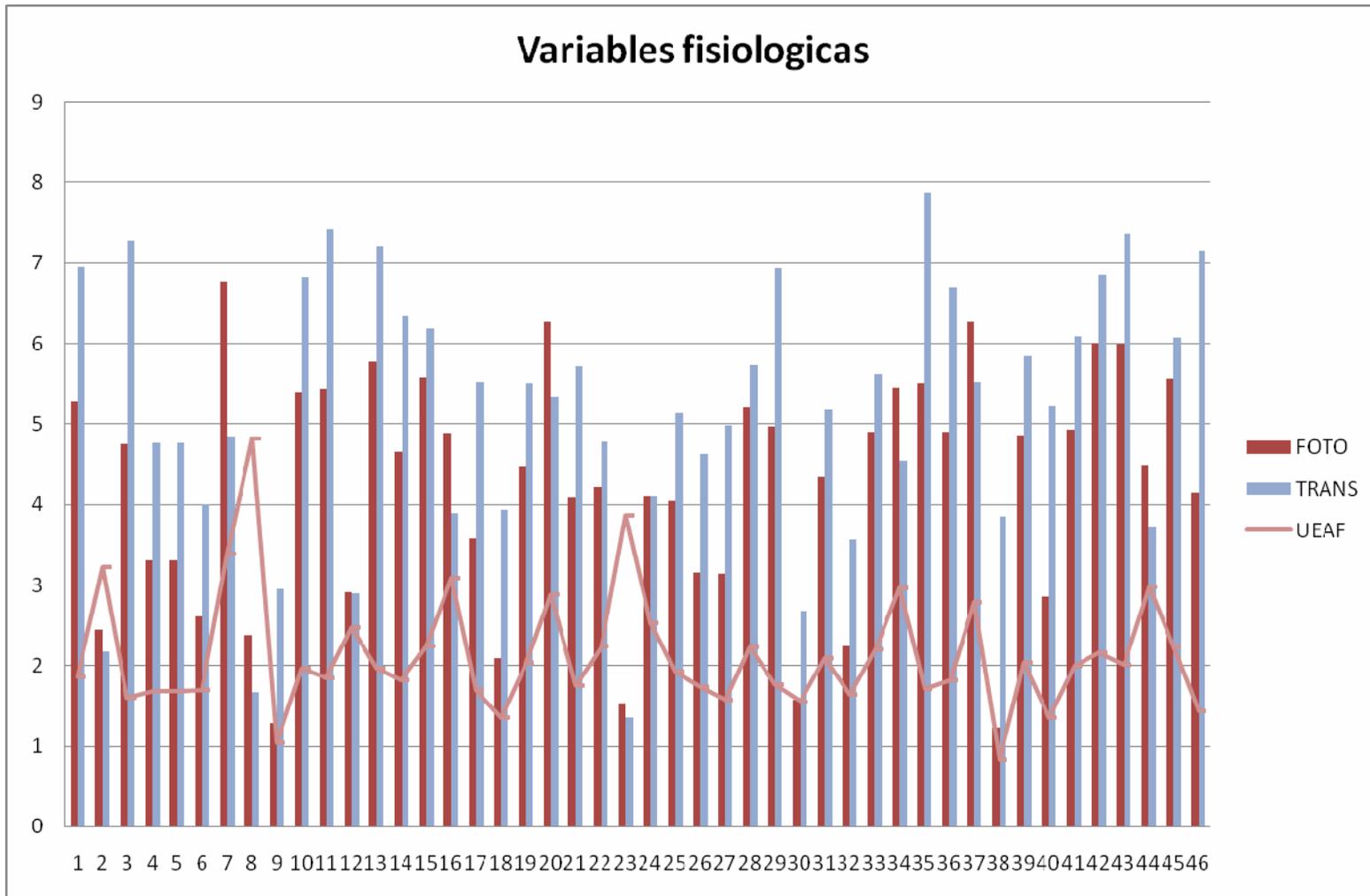


Figura 3. Resultados obtenidos para los parámetros de FOTO, TRANS y UEAF de las variables fisiológicas en 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

Análisis de varianza de las variables agroclimáticas

En base a los resultados obtenidos en el análisis de varianza para las variables agroclimáticas en el Cuadro número 9 se presentan los cuadrados medios, donde se puede observar que en la fuente de variación genotipo, existen diferencias significativas ($p < 0.01$) para todas las variables en estudio para los parámetros densidad de flujo de fotones fotosintéticos (DFFF), temperatura del ambiente (TAIR), concentración de dióxido de carbono en el ambiente (CO_2) y humedad relativa (HR), esto nos indica que los parámetros antes mencionados se comportaron de diferente manera para cada genotipo en cada microambiente, ya que conforme transcurría el día aumentaba la temperatura dentro del invernadero. Resultados similares a Hernández (2010) que encontró las mismas diferencias bajo condiciones de invernadero.

Con respecto a la fuente de variación repetición obtuvimos diferencias significativas ($p < 0.01$) para todos los parámetros en estudio, comportándose de manera diferente entre las repeticiones.

Cuadro 9. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables agroclimáticas en 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

FV	GL	DFFF	TAIR	CO_2	HR
GEN	45	52.54**	2.89**	6132.81**	66.09**
REP	2	85.13**	0.48**	12387.53**	208.69**
EE	90	0.59	0.0043	49.38	0.65
CV (%)		0.09	0.22	1.66	5.93
MAX		903.67	32.67	569.10	24.25
MED		896.71	30.35	423.09	13.59
MIN		885.10	28.83	367.63	5.30

FV (Fuente de Variación), GL (Grados de libertad), DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Ambiente), CO_2 (Concentración de Dióxido de Carbono en el Ambiente), HR (Humedad Relativa), GEN (Genotipo), REP (Repetición), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX (Máximo), MED (Media), MIN (Mínimo), * Significativo ($p < 0.05$) y ** Altamente Significativo ($p < 0.01$).

En la Figura 4 se muestra los parámetros de TAIR y HR de las medias obtenidas de las variables agroclimáticas.

Al realizar la prueba de Tukey para la variable densidad de flujo de fotones fotosintéticos (DFFF), los genotipos que mejor se comportaron fueron: (Y533) x (45xTQ) con 903.6667, (45x47) x (11x12x47) con 901.6667 y (Y41) x (Y4xR1) con 901.3333, mientras que los genotipos más bajos fueron para: Pony Express F1 con 8085.100, Palacio F1 con 885.4333 y Toro F1 con 886.7333, estos últimos son híbridos comerciales (testigos). Pérez y Carril (2009) mencionan que en los estudios sobre fotosíntesis, teniendo en cuenta los efectos primarios de la luz son fotoquímicos, el efecto de las radiaciones de diferente longitud de onda sólo es comparable cuando se hace en términos de número de fotones recibidos, pero no cuando se hace en términos de energía.

Para el parámetro temperatura del ambiente (TAIR) los genotipos que presentaron mayor temperatura fueron: (Y41) x (45xTQ) con 32.67, (Y533) x (45xTQ) con 32.49 y (Y4xQ3) x (Y4) con 32.27, y los genotipos que presentaron menor temperatura del ambiente son: (Y41) con 28.83, (Y4xQ3) con 28.86 y (11x12x47) con 28.87. En cuanto a la concentración de dióxido de carbono en el ambiente (CO₂) los genotipos que tuvieron mayor concentración de CO₂ fueron: (45xTQ) x (CBxTQ) con 569.10, (Q3) x (45x47) con 543.60 y (Y41) con 536.46, y los genotipos con menor concentración de CO₂ fueron: Pony Express F1 con 367.63, (Q3) x (L1) con 373.40 y (Y4xQ3) x (Y4) con 373.70. La temperatura no solamente puede afectar los procesos metabólicos y la absorción neta de CO₂ sino que las temperaturas extremas pueden inducir daños y aun la muerte de las plantas.

<http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s06.htm>

Para la variable humedad relativa (HR) los genotipos que obtuvieron los mayores porcentajes de humedad relativa fueron: Palacio F1 con 24.25, (D1) con 23.46 y (D1) x (Y4xQ3) con 22.12, y los genotipos de menor porcentaje de humedad fueron: (Y41) x (Y4xR1) con 5.30, (Y533) x (45xTQ) con 5.84 y (45x47) x (11x12x47) con 5.89. Las condiciones óptimas de humedad relativa van a favorecer la polinización lo cual se verá reflejado en el rendimiento, en el invernadero donde se llevo a cabo esta investigación no fueron controladas del todo las temperaturas ya que se tuvo problemas con el sistema de pared húmeda.

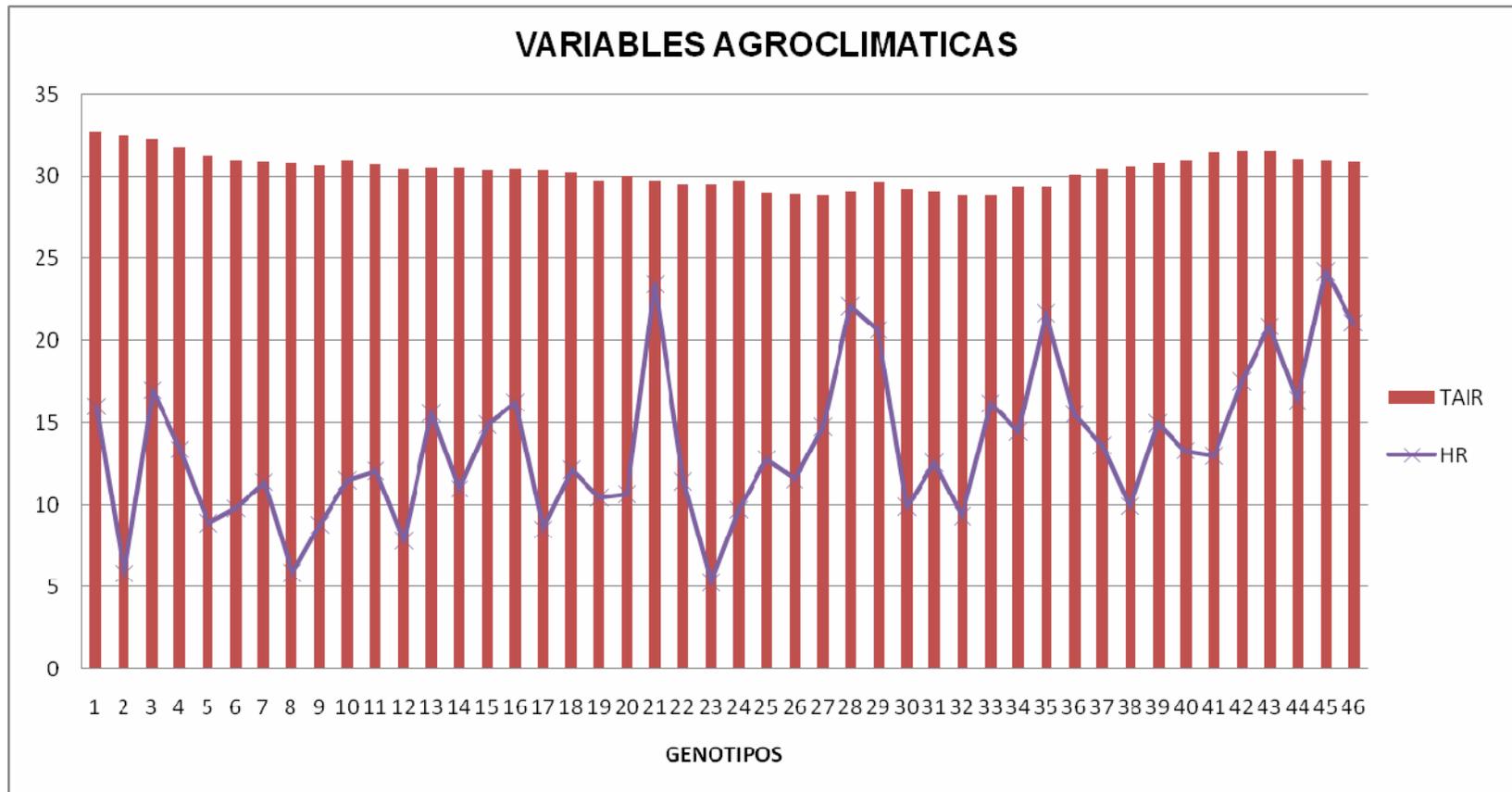


Figura 4. Resultados obtenidos para los parámetros de TAIR y HR de las variables agroclimáticas en 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

Análisis de varianza de las variables de calidad

En el Cuadro número 10 se observa los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANVA) para las variables de calidad, donde se puede observar que en la fuente de variación genotipos existen diferencias significativas ($p < 0.01$) para todos los parámetros en estudio, resultados similares a Valdez (2010) que encontró las mismas diferencias bajo condiciones de invernadero, para el factor de variación repetición solo existió diferencias significativas ($p < 0.01$) para el parámetro potencial de iones hidrogeno (pH), mientras que los demás parámetros se comportaron de forma similar entre las repeticiones. Las características de calidad son de suma importancia para el mercado de exportación por lo que existen características que definen si el producto es apto para exportación o para mercado nacional.

Cuadro 10. Análisis de varianza (Cuadrados medios) para variables de calidad de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

FV	GL	PH	GBRIX	COLOR	VITC	LICOP
GEN	45	0.046**	0.91**	1.175**	33.61**	36.04**
REP	2	0.20**	0.000072	0.11	10.52	25.84
EE	90	0.01	0.16	0.20	6.79	13.39
CV (%)		2.17	8.75	21.99	12.82	59.02
MAX		4.97	5.90	3.00	28.49	13.17
MED		4.79	4.61	2.06	20.33	6.20
MIN		4.20	3.13	1.00	12.24	0.50

FV (Fuente de Variación), GL (Grados de libertad), PH (Potencial de Iones Hidrógeno), GBRIX (Grados Brix), COLOR (Color del Fruto), VITC (Vitamina C), LICOP (Licopeno), GEN (Genotipo), REP (Repetición), EE (Error Experimental), CV (Coeficiente de Variación en %), MAX (Máximo), MED (Media), MIN (Mínimo), * Significativo ($p < 0.05$) y ** Altamente Significativo ($p < 0.01$).

En la Figura 5 se muestra los parámetros de VITC, LICOP y GBRIX de las medias obtenidas de las variables de calidad.

Al realizar la prueba de Tukey para la variable potencial de iones hidrogeno (pH), los genotipos con mayor valor de la media fueron: (D1) con 4.96, (Y41) con 4.93 y (K3) x (Q3xR1) con 4.93 y los genotipos con menor pH fueron: (Y533) con 4.20, Toro F1 con 4.60 y Torero F1 con un pH de 4.60. Para el parámetro grados brix (GBRIX) los genotipos que obtuvieron los valores más altos fueron: (K3) con 5.90, (45x47) x (S1xL1) con 5.53 y (Y41) con 5.40 y los genotipos más bajos fueron: (S1xL1) con 3.13, (F3) con 3.46 y (S1xL1) con 3.80. Estos parámetros son de interés industrial y pueden ser afectados por las condiciones agroclimáticas y la calidad del agua de riego, dentro de los genotipos en estudio se encuentran algunos que están por encima de los rangos aceptables ya que según Ciruelos (*et al.*, 2008) en la mayoría de las variedades de tomate contienen de 4.5 a 5.5 grados brix y de 4.2 a 4.4 en lo que respecta a el pH.

Para el parámetro vitamina C (VITC) los genotipos que obtuvieron la mayor concentración fueron: (Y4xQ3) x (45x47) con 28.491, (Q3) x (L1) con 25.194 y (B2) con 24.804, y los de menor concentración de vitamina C fueron: (Y4) con 12.238, (R1) con 12.367 y Torero F1 con 13.929. Este parámetro es de suma importancia para la salud humana ya que con el consumo diario de un tomate podemos satisfacer las necesidades diarias de vitamina C, y además es benéfico a nuestro organismo para prevenir algunas enfermedades. Por lo tanto se puede afirmar que el contenido de esta vitamina en algunos de nuestros genotipos esta en un rango aceptable ya que un tomate con un peso promedio de 120 g contiene aproximadamente 23 mg de vitamina C. http://www.agros.com.mx/tomato_nutritional_value.aspx.

Para la variable color del fruto (COLOR) los genotipos más sobresalientes fueron: (Y41) con 3.00, (Y533) x (45xTQ) con 3.00 y (Q3) x (45x47) con 3.00, y los genotipos más bajos fueron: (S1xL1) con 1.00, Toro F1 con 1.00 y Torero F1 con 1.00. En cuanto a la variable licopeno (LICOP) los genotipos que presentaron mayor contenido de licopeno fueron: (B2) con 13.172, (D1) con 13.141 y el híbrido comercial Pegaso F1 con 11.979, los genotipos que obtuvieron menor contenido de licopeno fueron: (Y4xQ3) x (Y4) con 0.50, (45xTQ) x (CBxTQ) con 0.51 y (Y533) x (45xTQ) con 0.59. La maduración de los tomates está acompañada por factores como el sabor, textura, color y aroma. Los tomates han recibido una especial atención por el contenido de licopenos ya que ayuda en la prevención de diferentes tipos de cáncer. Arias mencionado por Candelas (*et al.*, 2005) reporta que en variedades comunes de tomate, la concentración de licopeno es de 3 a 12.2 mg/100 g de fruta madura, por lo se puede decir que algunos de nuestros materiales genéticos superaron lo antes mencionado teniendo un buen potencial de antioxidantes.

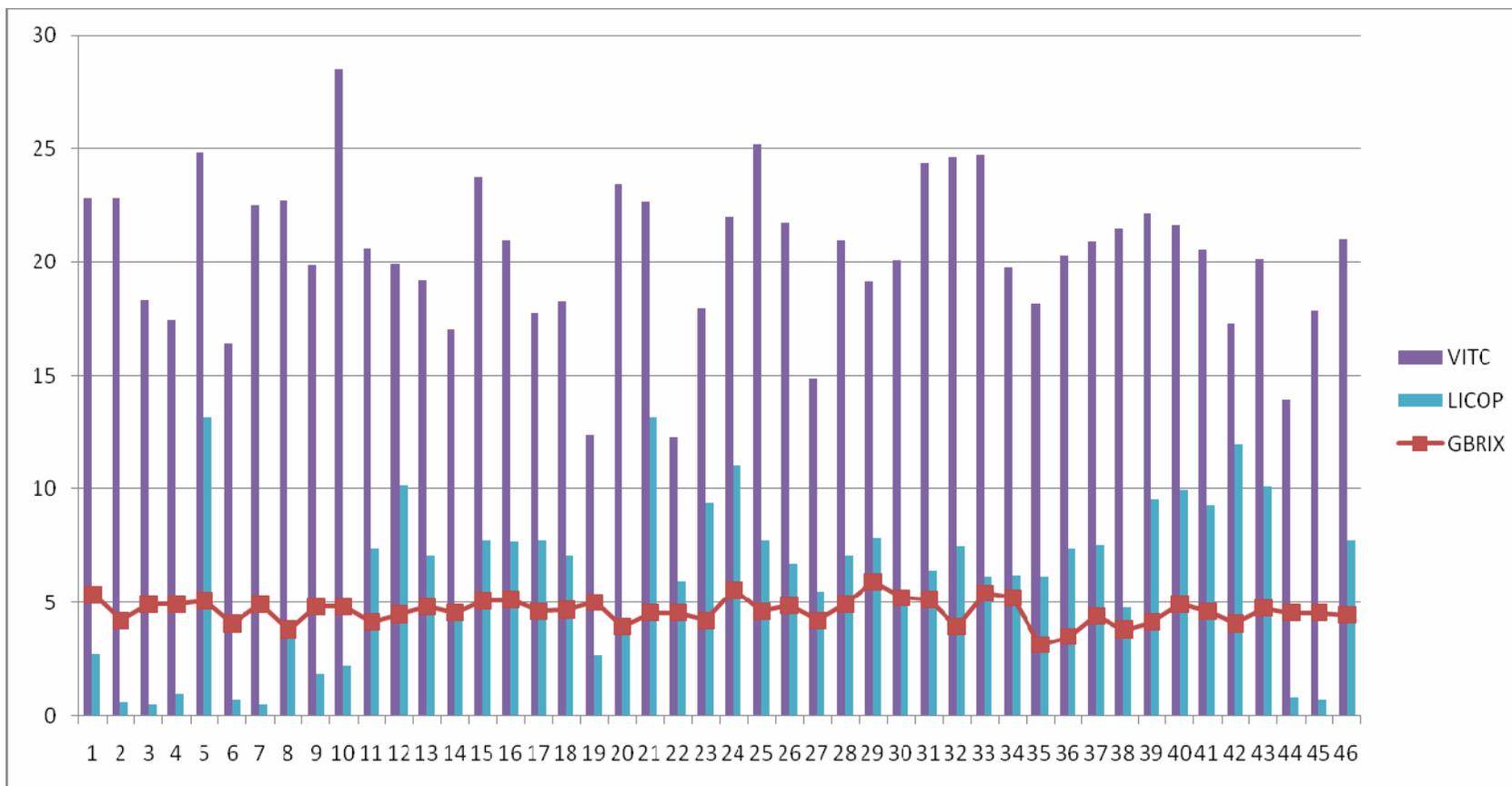


Figura 5. Resultados obtenidos para los parámetros de VITC, LICOP y GBRIX de las variables de calidad en 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de componentes). El ACP construye combinaciones lineales de las variables originales, llamadas componentes principales, las cuales son no correlacionadas tomadas dos a dos (Vega, 2011).

En el Cuadro 11 se presentan los valores característicos (Eigenvalores) y el porcentaje de la varianza total que explica cada factor, se encontraron 10 valores los cuales explican el 91.01 % de la varianza total.

Cuadro 11. Análisis de componentes principales (Eigenvalores) entre variables de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.

Valor	Valor Característico	% Varianza total	Valor característico acumulado	% Varianza acumulada
1	5.157685	22.42472	5.15769	22.42472
2	4.321055	18.78719	9.47874	41.21191
3	2.714135	11.80059	12.19287	53.01250
4	2.363989	10.27822	14.55686	63.29072
5	1.626416	7.07137	16.18328	70.36209
6	1.357001	5.90001	17.54028	76.26209
7	1.019724	4.43358	18.56001	80.69568
8	0.964751	4.19457	19.52476	84.89025
9	0.713695	3.10302	20.23845	87.99327
10	0.695401	3.02348	20.93385	91.01675

En el Cuadro 12. Se muestra la relación de las variables y su contribución relativa (Factor Loadings) de cada componente arrojados por el programa estadístico "Statistica" sintetizando la dimensión de los datos en 10 componentes principales de los cuales se describirán 6 de ellos que son los más representativos de la tabla, que en seguida se mencionan.

Cuadro 12. Contribución relativa de cada variable en 10 componentes principales (Factor Loadings) de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Factor 10
DPC	-0.243447	-0.014525	-0.155008	-0.005249	-0.083112	-0.880678	-0.033816	0.005613	0.109991	-0.184154
DUC	0.463971	0.073383	0.124458	0.089087	0.005321	0.060917	-0.078182	-0.038204	0.820911	0.020157
DC	0.459174	0.053754	0.193759	0.055523	0.068455	0.727963	-0.018493	-0.026453	0.387076	0.156508
THOJA	-0.017757	0.131824	0.108917	-0.914720	-0.066764	0.066813	0.031721	-0.016626	-0.005372	-0.229697
FOTO	0.161729	0.767667	0.277834	-0.251002	0.125286	-0.085920	-0.062922	-0.318358	0.122908	0.068230
COND	-0.004460	0.968441	-0.001500	0.128485	0.034281	0.050265	0.094307	0.064519	0.047177	0.038893
CINT	-0.380656	-0.041002	0.084897	0.684434	-0.113834	0.317393	0.200071	0.019121	0.255498	-0.101072
RE	-0.083537	-0.825804	0.109098	0.083960	0.010972	0.119819	0.099353	-0.395060	0.186294	-0.050865
CE	-0.003341	0.968357	0.002611	0.125489	0.030367	0.051026	0.095061	0.065743	0.049081	0.039221
TRANS	-0.023828	0.931481	0.008591	-0.297965	-0.002373	0.084989	0.087659	0.032583	0.036342	-0.067740
UEAF	0.161724	-0.424950	0.356460	0.048364	0.144507	-0.081411	-0.004045	-0.693149	0.235925	0.119632
NC	0.499168	0.164788	0.664041	-0.014139	0.059568	0.407839	0.037778	-0.070012	0.028165	0.062269
DP	-0.027876	-0.135642	-0.117967	-0.045026	0.001015	-0.019418	-0.964747	0.005545	0.047424	-0.032820
DE	0.263570	-0.101347	-0.861218	0.047518	0.143991	-0.007753	-0.007695	0.016835	-0.151732	0.115389
NFPP	0.518178	-0.000531	0.751329	-0.044353	0.024709	0.194220	0.095272	-0.034155	0.075747	0.117536
PTFPP	0.952549	0.020504	-0.055765	-0.035369	-0.029141	0.172429	0.013593	-0.033389	0.134795	0.048759
PPF	0.131660	0.083880	-0.946842	-0.022293	-0.041434	-0.084913	-0.097948	0.019316	0.014195	-0.031512
RENDTHA	0.952546	0.020538	-0.055803	-0.035378	-0.029132	0.172404	0.013602	-0.033404	0.134797	0.048750
PH	-0.069151	0.042453	-0.056208	-0.021929	0.840992	0.089456	-0.111789	0.010125	0.034365	0.216174
GBRIX	-0.010444	0.112618	0.319998	0.168548	0.341255	-0.158194	-0.010298	0.630467	0.317439	0.183953
COLOR	0.221681	0.089373	0.210282	0.514452	0.670737	-0.001834	0.114786	0.065840	-0.053801	-0.253129
VITC	0.156552	0.083356	0.033988	0.177338	0.149049	0.310510	0.051709	0.010009	0.034286	0.841883
LICOP	-0.305712	0.054776	-0.344801	-0.248180	0.596617	0.202037	0.166156	-0.062885	0.016723	0.215441
Expl.Var	3.282433	4.318764	3.245983	1.905683	1.747926	1.896580	1.095417	1.165226	1.187199	1.088641
Prp.Totl	0.142714	0.187772	0.141130	0.082856	0.075997	0.082460	0.047627	0.050662	0.051617	0.047332

Para el análisis de componentes principales se puede observar que en el factor uno tiene la mayor contribución positiva las variables PTFPP y RENDTHA, explicando el 22.42 por ciento de la varianza acumulada, denominando a este componente como “CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON ALTO RENDIMIENTO” en donde el rendimiento total está relacionado con las variables antes mencionadas. En el componente principal tres la variable que sobresalió fue para NFPP y contribuyendo de una manera inversa las variables PPF y DE, explicando un 53.01 por ciento de la varianza acumulada, a este componente se le denominó como “CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON EL PESO PROMEDIO DEL FRUTO” en donde el peso del fruto está estrechamente relacionado con el número de frutos y la forma del fruto.

Para el componente principal cinco la variable que mayor contribución obtuvo es para pH seguido de COLOR y LICOPENO, explicando un 70.36 por ciento de la varianza acumulada, a este componente se le llamo “CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON ALTO LICOPENO”. En el componente principal seis la variable que obtuvo mayor correlación positiva fue DC y la variable que contribuyó con una correlación negativa fue para DPC, explicando un 76.26 por ciento de la varianza acumulada, denominamos a este componente como “CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON PRECOCIDAD” donde las variables antes mencionadas se relacionan con los días en cosecha y por consiguiente se verá reflejado en el rendimiento final. Para el componente principal ocho las variables que tienen una correlación positiva es para GBRIX y de manera inversa son las variables UEAF seguido de RE y FOTO, explicando un 84.89 por ciento de la varianza acumulada, a este componente se le nombró “CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON EFICIENCIA FISIOLÓGICA Y GRADOS BRIX”. En el componente principal diez la variable que sobresalió con una correlación positiva fue para VITC seguido de pH, explicando un 91.01 por ciento de la varianza acumulada, a este componente se le nombro como “CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON VITAMINA C”.

Cuadro 13. Puntuación de cada genotipo al factor correspondiente (factor scores) en 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

Genotipo	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Factor 10
(Y41) x (45xTQ)	1.54277	0.90923	1.72295	-0.00413	-0.13693	0.24003	0.34337	1.08003	0.24222	0.68516
(Y533) x (45xTQ)	1.46701	-1.84945	0.74184	0.45925	0.31404	-0.72340	-0.77871	-0.59797	-0.43297	0.01880
(Y4xQ3) x (Y4)	0.57553	1.16223	0.85855	-0.11048	-1.91706	0.62004	-0.54784	0.84911	0.73259	-0.30780
(Y4xQ3) x (L1)	-0.66785	0.02619	0.16440	0.87753	-1.03832	-2.37148	0.85834	0.83961	0.91641	-0.36970
(B2)	-0.69744	-0.13165	-1.28935	-0.04313	0.21249	-0.36064	0.16121	0.78077	1.52063	2.04199
(Y533)	0.70741	-0.42875	-0.14155	1.05729	-3.74568	-0.08153	-0.13595	0.41137	-0.11378	-1.06556
(45xTQ) x (CBxTQ)	0.43224	0.34953	1.59444	1.05500	-0.73459	1.10207	-1.26428	-0.89773	0.56227	0.04452
(45x47) x (11x12x47)	1.83578	-2.42466	0.79538	-0.11823	-0.37054	-0.05160	0.79681	-2.28532	-0.36606	1.21863
(11x12x47) x (Q3xR1)	0.31349	-1.45173	0.20800	0.87778	-0.24661	0.50430	0.41281	2.05052	-0.43613	-0.91299
(Y4xQ3) x (45x47)	-1.02030	1.48826	0.53143	1.20288	-1.14361	0.51266	0.51329	-0.28727	0.36516	2.38465
(Q3) x (45x47)	-0.71420	1.86196	0.48932	1.92021	-0.33974	1.67868	0.45176	-1.13843	-0.17179	-1.16950
(K3) x (11x12x47)	0.24073	-1.13707	-0.26602	0.86296	0.93348	0.56832	0.97761	-0.01966	0.10576	-0.74592
(Q3) x (11x12x47)	0.81747	1.61161	0.26119	1.07558	0.14457	-0.19159	0.83851	-0.37001	0.03598	-0.95177
(K3) x (L1)	-0.04671	0.77194	-0.64471	0.34907	0.14617	-0.52519	0.12516	-0.17610	0.20393	-1.05299
(K3) x (Y4xQ3)	1.53215	0.73472	0.00118	0.52301	0.95122	0.59838	0.17950	0.11327	0.47333	0.04875
(Y4xQ3) x (11x12x47)	0.29093	-0.71277	0.79280	-0.47637	1.24201	-0.86904	0.60288	-0.14236	-2.28884	1.04478
(Q3)	0.44581	0.14121	-0.33435	0.41503	0.35627	-0.49195	0.82241	0.36087	-0.63496	-1.06857
(L1)	-1.84998	-0.77138	0.42220	0.03720	-0.29172	0.47625	0.61681	1.07624	-1.80066	-0.03009
(R1)	0.11043	0.09964	-0.87456	-0.06063	-0.26892	-0.89745	-0.26401	0.40098	-0.25646	-1.55972
(45x47)	1.00913	0.41980	-0.07208	-0.00755	0.14468	-1.63555	0.56879	-1.74915	-0.32888	0.86053
(D1)	-0.26502	0.47557	-1.14383	0.01816	2.00783	0.74739	-0.14595	-0.14085	-1.32738	0.00913
(Y4)	-0.70624	-0.03630	0.23739	0.29110	1.19785	-1.51404	-1.51929	-0.32520	-0.23664	-2.14568
(Y41) x (Y4xR1)	-2.25743	-2.85906	0.29837	0.84883	0.46938	1.45162	1.10942	-2.54928	2.43412	-0.91808
(45x47) x (S1xL1)	0.29880	-0.71078	-0.50188	-0.45917	0.82188	0.80653	0.55637	0.92881	0.77459	1.02875
(Q3) x (L1)	1.04969	-0.01522	-0.42397	-0.04339	0.32989	-0.79029	0.82290	0.28297	0.17912	1.27686
(S1xL1)	1.29366	-0.23385	-1.22577	0.55975	0.32618	-0.04022	0.41729	0.83610	0.19216	0.20363
(11x12x47)	-0.62429	0.19990	-0.30847	0.82332	0.27100	-1.32322	0.72622	-0.16952	-2.48973	-1.17951
(D1) x (Y4xQ3)	1.14752	0.66822	-0.31027	0.28379	0.72758	1.40818	0.16911	0.11970	0.09110	-0.30145
(K3)	-0.38166	0.75026	-1.16299	-0.55273	1.42110	-1.88611	0.90947	1.24083	2.17035	-0.25150
(CBxTQ)	-0.86644	-1.49356	-0.06914	0.33511	0.40977	0.91918	-2.49598	1.73186	-0.51901	-0.03548
(45xTQ)	-0.24508	0.28986	1.36893	0.53970	0.45272	-0.00531	-0.97049	0.60068	0.35755	1.21349

Continuación del Cuadro 13.

(Y4xQ3)	-0.43896	-0.52494	-1.79574	1.03440	-0.42539	-0.46043	-2.02278	-0.37575	-1.65924	1.54718
(Y41)	-1.33119	0.75733	1.73656	1.72398	0.80168	0.22769	1.22828	0.42439	-0.11880	0.90204
(Y4xR1)	-1.17048	0.35372	0.02076	0.65936	0.14136	-1.64946	-3.44484	-0.63527	1.50767	0.85793
(S1xL1)	-0.03525	1.06780	-2.06033	-1.56214	-1.07315	0.79639	0.37815	-1.64434	-0.07057	-0.86510
(F3)	-0.67819	0.92507	-1.58538	-0.55091	-0.72144	0.78561	-0.35013	-1.41842	-0.48077	0.13435
(K3) x (Q3xR1)	2.04473	0.26170	-0.18072	-0.96547	0.68204	0.48842	-1.38445	-0.93560	0.01204	0.33214
(S1xL1)	-0.50282	-1.06894	-1.80489	-0.29326	-1.43062	1.07926	0.13083	0.90224	-0.59962	0.20088
(K3) x (S1xL1)	-0.23567	0.35070	-1.11803	-0.96624	-0.79623	0.04531	0.56382	-0.63942	-0.06375	1.26227
(Q3xR1)	0.20926	-0.43018	-1.20433	-0.70595	0.16796	1.03496	0.65662	1.47360	1.43395	0.09802
Palomo F1	-0.37022	-0.18608	1.34028	-1.95395	0.67676	-0.18511	0.29079	0.36311	0.24915	-0.14211
Pegaso F1	-0.90997	0.75993	0.35803	-1.60469	0.98040	-0.25684	-0.48773	-1.06495	0.55695	-0.77942
Toro F1	-2.00113	0.67499	1.38742	-2.23791	-0.92049	-0.27351	0.94170	-0.10892	-1.50083	1.01328
Torero F1	0.03309	-1.05134	1.14678	-1.63138	-1.52789	-1.83242	0.46901	-0.15916	0.89448	-0.83946
Palacio F1	1.01695	0.24630	0.96937	-1.21327	-0.36265	0.56917	-0.99490	0.11970	0.11321	-1.10553
Pony Express F1	-0.39806	0.16002	1.07078	-2.26931	0.48180	1.75594	-0.83189	0.84395	-0.22785	-0.62981

En la Figura 7 se observa la gráfica tridimensional mostrando tres factores, en el eje de las Z esta el factor “CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS CON ALTO RENDIMIENTO”, en el eje de las Y tenemos el factor “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON PESO PROMEDIO DEL FRUTO” y en el eje de las X el factor “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON VITAMINA C” donde se muestran los genotipos que sobresalieron en cuanto a estos factores los cuales son: (45x47) x (11x12x47), (Y41) x (45xTQ) y K3 (Q3xR1).

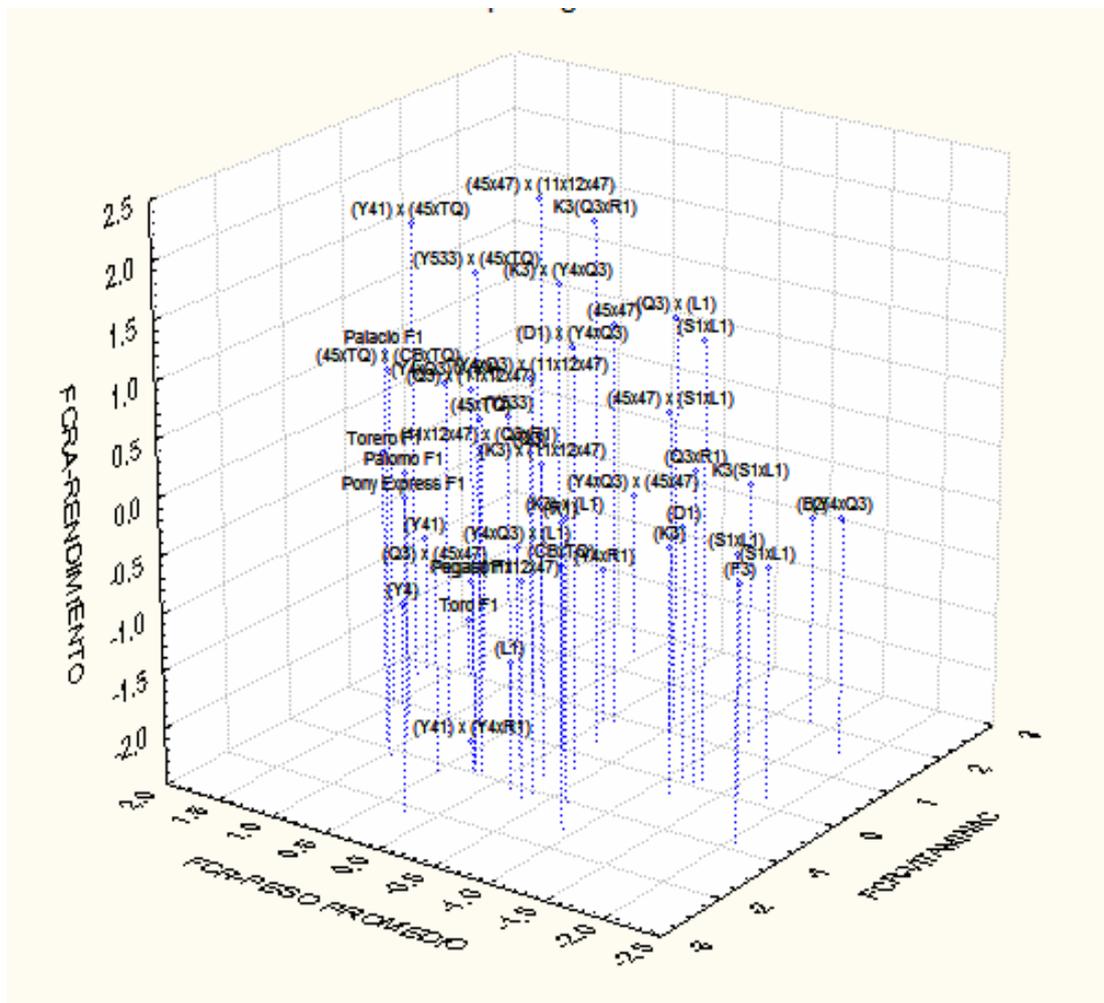


Figura 7. Comportamiento de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con tres factores, factor 1 “ALTO RENDIMIENTO”, factor 2 “PESO PROMEDIO DEL FRUTO” y factor 3 “VITAMINA C”.

En la Figura 8 se observa la gráfica tridimensional mostrando variables de rendimiento, licopeno y uso eficiente del agua fisiológica, en el eje de las Z se encuentra la variable RENDTHA, en el eje de las Y se encuentra la variable LICOPENO y en el eje de las X la variable UEAF, donde los mejores genotipos en cuanto a estas tres variables son: K3 (Q3xR1), k3 (Y4xQ3) y (45x47) x (11x12x47).

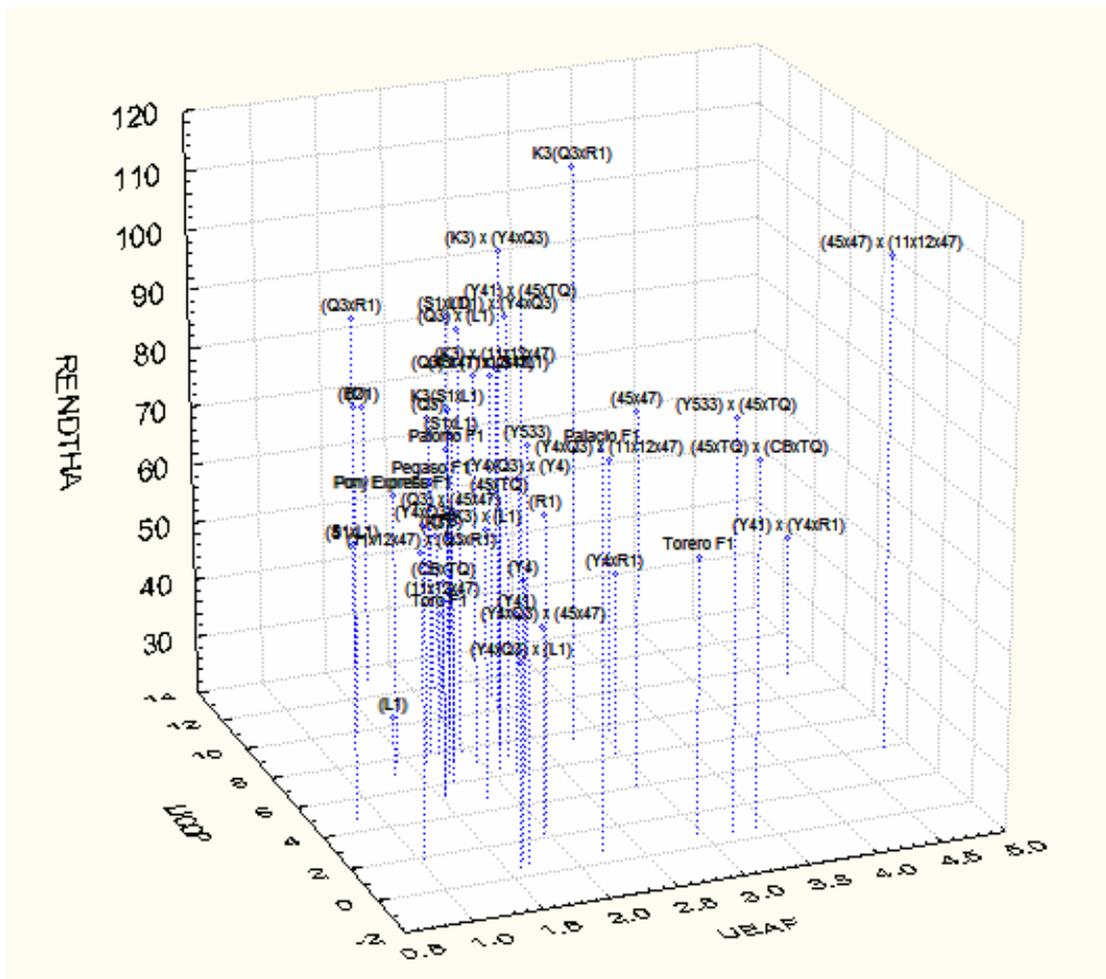


Figura 8. Comportamiento de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cuanto a variables de rendimiento, licopeno y uso eficiente del agua fisiológica.

En la Figura 9 se observa la gráfica tridimensional mostrando variables de rendimiento, días a primer corte y días en cosecha, en el eje de las Z observamos la variable RENDTHA, en el eje de las Y observamos la variable DPC y en el eje de las X observamos la variable DC, los mejores genotipos en cuanto a estas variables son: K3 (Q3xR1) y D1x (Y4xQ3).

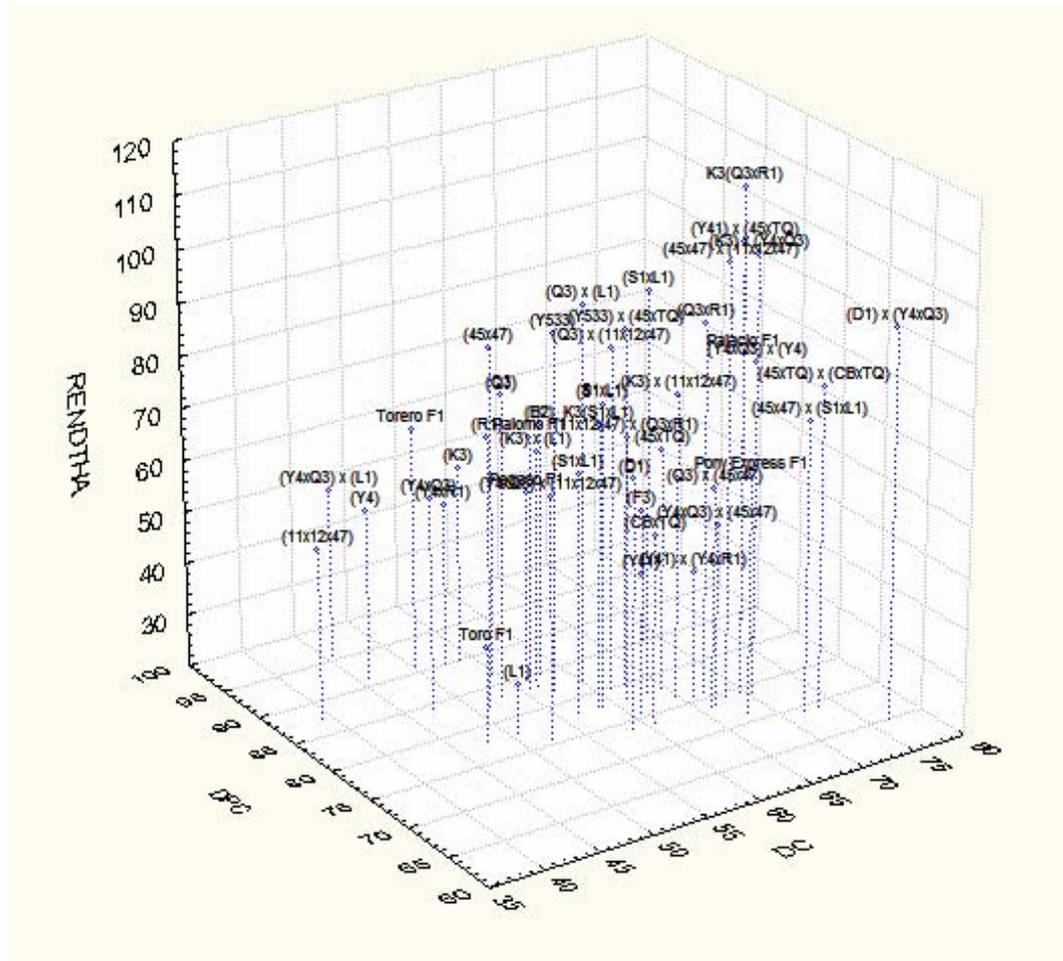


Figura 9. Comportamiento de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cuanto a variables de rendimiento, días a primer corte y días en cosecha.

En la Figura 10 se observa la gráfica tridimensional mostrando variables de rendimiento, fotosíntesis y uso eficiente del agua fisiológica, en el eje de las Z se encuentra la variable RENDTHA, en el eje de las Y se encuentra la variable FOTOSÍNTESIS y en el eje de las X la variable UEAUF, donde el mejor genotipo en cuanto a estas tres variables es: K3 (Q3xR1) y (45x47) x (11x12x47).

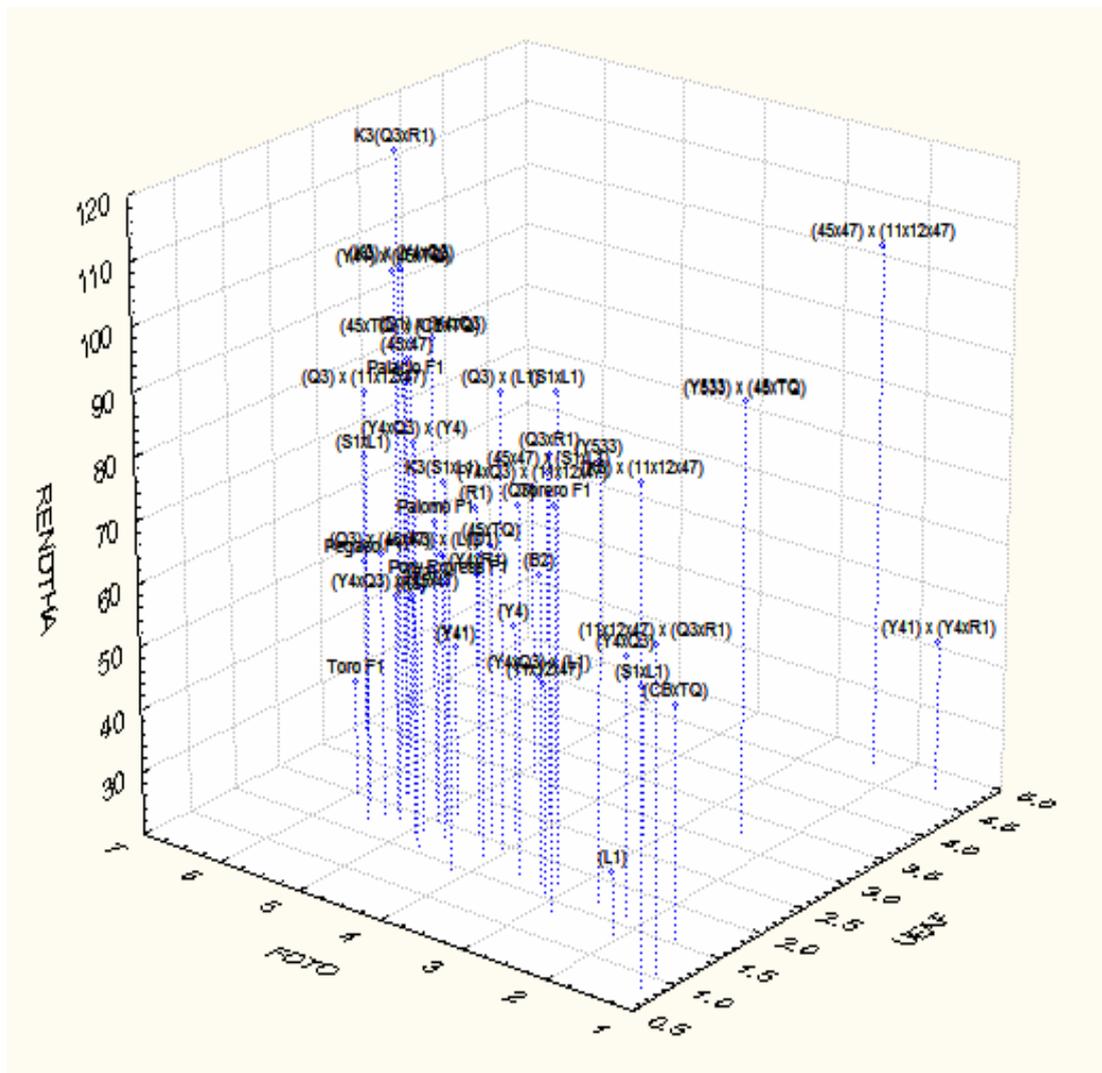


Figura 10. Comportamiento de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cuanto a variables de rendimiento, fotosíntesis y uso eficiente del agua fisiológica.

En la Figura 11 se observa la gráfica tridimensional mostrando variables de rendimiento, fotosíntesis y uso eficiente del agua fisiológica, en el eje de las Z se observa la variable RENDTHA, en el eje de las Y observamos la variable GRADOS BRIX y en el eje de las X la variable LICOPENO, donde los mejores genotipos en cuanto a estas tres variables son: K3 (Q3xR1), k3 (Y4xQ3) y (Y41) x (45xTQ).

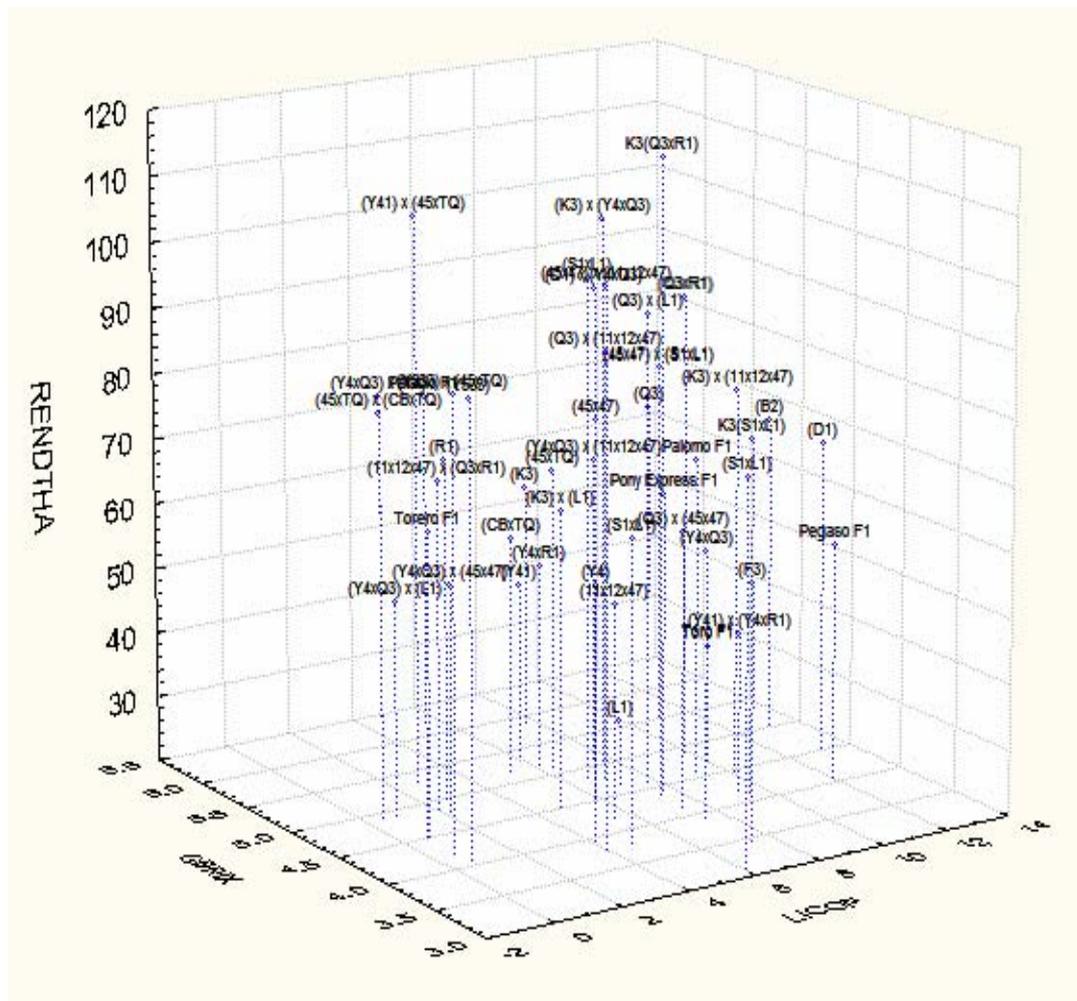


Figura 11. Comportamiento de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cuanto a variables de rendimiento, grados brix y licopeno.

CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos en el análisis de varianza se puede concluir que existen diferencias altamente significativas para el factor genotipo, en cuanto a una variable fenológica, en el parámetro DPC se encontró diferencias altamente significativas siendo los genotipos más precoces: (D1) x (Y4xQ3) y (45xTQ) x (CBxTQ). Para los parámetros DUC y DC no hubo diferencias estadísticamente.

En cuanto a las variables de rendimiento se encontró diferencias altamente significativas para los parámetros NC, DP, DE, NFPP, PPF Y RENDTHA, para NC los genotipos sobresalientes son: (45xTQ) x (CBxTQ) y (K3) x (Q3xR1), para DP los mejores genotipos son: (Y4xR1) y (CBxTQ), para DE los mejores son: (Y4xQ3) y (S1xL1), en NFPP los más sobresalientes son: (Y41) x (45xTQ) y (45x47) x (11x12x47), para PTFPP los mejores genotipos son: (K3) x (Q3xR1) y (Y41) x (45xTQ), para PPF los genotipos sobresalientes son: (S1xL1) y (K3), en RENDTHA los mejores genotipos son: (K3) x (Q3xR1) y (Y41) x (45xTQ).

Para las variables fisiológicas se encontró diferencias altamente significativas para los parámetros THOJA, FOTO, COND, RE, CE, TRANS Y UEAF, para THOJA los mejores genotipos son: Pony express F1 y palomo F1, para FOTO los mejores genotipos son (45xTQ) x (CBxTQ) y (K3) x (Q3xR1), para COND los genotipos sobresalientes son: (Q3) x (45x47) y (Q3) x (11x12x47), para RE los genotipos sobresalientes son: (Y41) x (Y4xR1) y (45x47) x (11x12x47), para TRANS los genotipos sobresalientes son: (S1 x L1) y (Q3) x (45x47), para UEAF los mejores genotipos son: (45x47) x (11x12x47) y (Y41) x (Y4xR1).

En cuanto a las variables agroclimáticas se encontraron diferencias altamente significativas para todos los parámetros en estudio.

Para las variables de calidad se encontraron diferencias altamente significativas para los parámetros PH, GBRIX, COLOR, VITC Y LICOP, para PH los genotipos más sobresalientes son: (D1) y (Y41), en GBRIX los mejores genotipos son: (K3) y (45x47) x (S1xL1), para COLOR los genotipos

sobresalientes son: (Y41) y (Y533) x (45xTQ), en VITC los mejores genotipos son: (Y4xQ3) x (45x47) y (Q3) x(L1), para LICOP los mejores genotipos son: (B2) y (D1).

Al realizar el análisis de componentes principales podemos concluir para el factor uno que las variables con mayor contribución fueron PTFPP y RENDTHA llamándose como “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON ALTO LICOPENO”. Para el factor 3 las variables que más influyeron fueron NFPP, PPF y DE llamándose como “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON EL PESO PROMEDIO DEL FRUTO”. Para el factor cinco las variables que tuvieron mayor correlación fueron pH seguido de COLOR y VITC llamándose como “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON ALTO LICOPENO”. En el factor 6 las variables que mayor contribución obtuvieron fueron DC y DPC llamándose como “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON PRECOCIDAD”. Para el factor ocho las variables que más influyeron fueron GBRIX, UEAF, RE y FOTO llamándose como “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON EFICIENCIA FISIOLOGICA Y GRADOS BRIX”. En el factor diez las variables que mayor contribución obtuvieron fueron VITC seguido de pH llamándose como “CARACTERISTICAS RELACIONADAS CON VITAMINA C”.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de seleccionar los mejores genotipos en cuanto a su rendimiento así como también evaluarlos en base a sus funciones fisiotécnicas y en calidad del fruto. El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” situada a una latitud de 25° 25' N; y una longitud de 101° 00' W, y con altitud de 1600 msnm. Dentro del ciclo primavera-verano 2012, evaluando 46 diferentes genotipos de los cuales 40 son del programa de mejoramiento fisiotécnico de tomate, pertenecientes al área de fisiotécnica de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” y los 6 restantes son híbridos comerciales.

El diseño experimental utilizado en el presente trabajo fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones y 46 tratamientos (genotipos). Durante el establecimiento del experimento se realizaron las prácticas agronómicas correspondientes al cultivo las cuales fueron: siembra, fertilización, trasplante, riego, poda, tutorado, control de plagas y enfermedades, cosecha, así como también pruebas de laboratorio durante los meses de febrero a septiembre de 2012.

Las variables que se evaluaron en el presente trabajo de investigación fueron: fenológicas; días a primer corte, días a último corte y días en cosecha. Las variables de rendimiento fueron; número de cortes, diámetro polar, diámetro ecuatorial, número de frutos por planta, peso total del fruto por planta, peso promedio del fruto y rendimiento. Las variables fisiológicas fueron; fotosíntesis, temperatura de la hoja, conductancia, CO₂ Intercelular, resistencia estomatal, conductancia estomatal, transpiración y uso eficiente del agua fisiológica. Las variables agroclimáticas fueron: densidad de flujo de fotones fotosintéticos, temperatura del ambiente, concentración de CO₂ en el ambiente y humedad relativa. Las variables de calidad fueron; potencial de iones de hidrogeno, grados brix, color del fruto, contenido de vitamina C y licopeno.

Para poder interpretar los datos se utilizó el programa estadístico “statistical analysis system” (SAS) versión 9.0 el cual nos permitió realizar los análisis de varianza para todas las variables en estudio. También se utilizó el programa estadístico “statistica” para hacer un análisis de componentes principales reduciendo la dimensionalidad de los datos perdiendo la menor cantidad de información posible.

En las variables en estudio se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de variación de genotipos para la variable días a primer corte (DUC). Teniendo al genotipo (D1) x (Y4XQ3) con 65 días de precocidad.

Para las variables de rendimiento se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de variación de genotipos para todos los parámetros en estudio. Teniendo el más alto rendimiento promedio de 116.41 toneladas por hectárea el genotipo (K3) x (Q3Xr1).

Dentro de las variables fisiológicas se encontraron diferencias altamente significativas para la fuente de variación genotipos para la mayoría de los parámetros en estudio a excepción de CO₂ intercelular (CINT) que obtuvo diferencia significativa. Siendo el genotipo (45x47) x (11x12x47) el de mayor media en cuanto a uso eficiente del agua fisiológica (UEAF) y en cuanto a fotosíntesis (FOTO) el genotipo que obtuvo la media más alta fue (45xTQ)x (CBxTQ).

Para las variables agroclimáticas se encontraron diferencias altamente significativas para la fuente de variación genotipos para todos los parámetros en estudio.

Se obtuvo diferencias altamente significativas en las variables de calidad para la fuente de variación de genotipos en todos los parámetros en estudio. El genotipo con la media más alta en cuanto a vitamina C (VITC) fue el (Y4xQ3) x (45x47) y para licopeno (LICOP) fue el (B2).

LITERATURA CITADA

- Alexander, L. M. 2012. Trayectoria de Tomates Mexicanos. Revista Productores de Hortalizas. p. 52. México.
- Álvarez, G. M. 2011. La Selección Asistida por Marcadores («Marker-assisted selection») en el Mejoramiento Genético del Tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Cultivos Tropicales. 32:46-58.
- Arándiga, M. G., y S. Díaz. S. 2008. Estudio del Licopeno del Tomate Como Colorante Natural desde la Perspectiva Analítica e Industrial. Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Cataluña. pp. 1-6. España.
- Benavides, M. A. 2011. La Importancia de la Temperatura en la Productividad de Hortalizas en Invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 2 p. Mexico.
- Blum, A. 2009. Effective use of water (EUW) and not Water-Use Efficiency (WUE) is the target of crop yield Improvement under drought stress. Field Crops Research. 122:119-123.
- Brummer, E. C., W. T. Barber., S. M. Collier., T. S. Cox., R. Johnson., S. C. Murray., R. T. Olsen., R. C. Pratt., and A. M. Thro. 2011. Plant Breeding for Harmony Between Agriculture and the Environment. Frontier in Ecology and the Environment. 9:561:568.
- Candelas, C. M.G., M.G.J. Alanís G., M. Bautista. J., F. Del Rio. O., y C. García. D. 2005. Contenido de Licopeno en Jugo de Tomate Secado por Aspersión. Revista Mexicana de Ingeniería Química. México. 4:299-307.
- Carrasco, R. L. 2009. Efecto de la Radiación Ultravioleta-B en Plantas. Idesia. Chile3. 27:59-76.
- Carrillo, R. J. C., y J. L. Chávez. S. 2010. Caracterización Agromorfológica de Muestras de Tomate de Oaxaca. Revista Fitotecnia Mexicana. México. 33:1-6.
- Casierra, P. F., y O. E. Aguilar. A. 2008. Calidad de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cosechados en Diferentes Estados de Madurez. Agronomía Colombiana. Colombia. 26:300-3007.
- Chacón, V. J. L., J. Martínez. G., y E. García. R. 2010. Comportamiento Estomático de Diferentes Variedades de Vid, Cultivadas en Castilla-La Mancha. Instituto de la Vid y el Vino Castilla-la Mancha. España. pp. 1-16.

- Chechetkin, A.V., V. I. Voronianski and G. G. Pokusy. 1984. Prácticas de bioquímica del ganado y aves de corral. Editorial Mir. Moscú. 55 p.
- Ciruelos, C. A., de la Torre. C., y C. González. R. 2008. Parámetros de Calidad en el Tomate para Industria. pp. 157-169.
- Corpeño, B. 2004. Manual del Cultivo de Tomate. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. 5 p. El Salvador.
- Espinoza, C. A. Y. 2009. Evaluación y Selección de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Base a Variables Fisiotécnicas (Agroclimáticas, Fenológicas, Fisiológicas y de Rendimiento). UAAAN. Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, México.
- Esquinas-Alcázar, J. y Nuez. F. 1995. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate. En: Nuez. V. F., Rodríguez R. A., Tello J., Cuartero. J., y Segura. B. (Eds). El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 20-21. Madrid España.
- FAOSTAT. 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fernández, R. E. J., y F. Camacho. F. 2005. Eficiencia en el Uso del Agua. Universidad de Almería. pp. 86-89. España.
- García, L. A. 2010. Prácticas Culturales en el Cultivo del Tomate en Suelo Bajo Invernadero. En: 6o Simposio nacional de Horticultura. Producción de Tomate en el Norte de México. Benavides. M. A., V. Robledo. T., Ramírez H., y A. Sandoval. R. (comps.) Saltillo, Coahuila, Septiembre de 2010. Memorias. pp. 1-9. Mexico.
- Gómez, B. J.G. 2012. El tomate, un Éxito Hortícola del País. Revista Agricultura Moderna. pp. 04-05. México.
- Guy, B. 2010. Boletín del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Condiciones Protegidas. Manejo de Cultivos en Invernadero con Altas Temperaturas. pp. 2-6. Costa Rica.
- Grijalva, C. R. L., F. Robles. C., y R. Macías D. 2009. Híbridos de Tomate para la Producción en Invernadero en el Noroeste de Sonora. Fundación Produce Sonora, A.C. INIFAP. 3 p. México.
- Harmen, T. H. 2006. Guía de Manejo: Nutrición Vegetal de Especialidad Tomate. SQM S.A. pp. 13-14.
- Hernán, M. M., V. Escalona. C., P. Alvarado. V., C. Urbina. Z., y A. Martin. B. 2009. Manual del Cultivo de Tomate. Nodo Hortícola. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. pp. 13-14.

- Hernández, C. S., V. M. Ordaz C., P. Sánchez. G., M. T. Beryl. C., y L. Borges. G. 2012. Calidad de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Producido en Hidroponía con Diferentes Granulometrías de Tezontle. *Agrociencia*. 46:243-254.
- Hernández, G. R. 2001. Fotosíntesis. Libro Botánica Online. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Hernández, M. R. 2010. Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por su Rendimiento y Eficiencia Fisiotécnica bajo Condiciones de Hidroponía en Invernadero. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- INEGI. 2008. Instituto Nacional De Estadística y Geografía. México.
- Jaramillo, M. J., V. P. Rodríguez., M. Guzmán. A., y M. A. Zapata. 2006. El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero. Boletín Técnico 21. CORPOICA. 10 p. Colombia.
- Joliet, O., and B. J. Bailey. 1992. The Effect of Climate on Tomato Transpiration in Greenhouses: Measurements and Models Comparison. *Agricultural and Forest Meteorology*. 58:43-62.
- Lallana, V. H., y M. C. Lallana. 2003. Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. pp. 32-35. Argentina.
- León, M., R. Cun., Y. Chaterlán., y R. Rodríguez. 2005. Uso Eficiente del Agua en el Cultivo del Tomate Protegido. Resultados Obtenidos en Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 14:9-13.
- Majid, R. F. and Dilip. R. P. 2012. Marker-Assisted in Tomato Breeding. *Plant Sciences*. 31:93-123.
- Mendoza, G. A. 2010. Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por su Rendimiento y Eficiencia Fisiotécnica, Bajo Diferentes Ambientes. UAAAN Tesis de Maestría. Saltillo, Coahuila, México.
- Montesinos, C. A. 2001. Fotosíntesis y Otros Parámetros Fisiotécnicos en 15 Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Condiciones de Invernadero. UAAAN. Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, México.
- Nuño, M. R., J. F. Ponce. M., C. Hernández. Z., y G. M. Machain. S. 2007. Manual de Producción de Tomate Rojo Bajo Condiciones de Invernadero para el Valle de Mexicali, Baja California. Fundación Produce. 3 p. México.
- Pérez, E., y U. Carril. 2009. Fotosíntesis: Aspectos Básicos. *Reduca*. Universidad Complutense de Madrid. pp. 1-2. España.

- Pérez, J., G. Hurtado., V. Aparicio., Q. Argueta., y M. A. Larín. 2002. Guía Técnica del Cultivo de Tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador. pp. 12-16. El Salvador.
- Philouze, J. 2002. El Tomate y su Mejora Genética. En: Tecnología de las Hortalizas. Y. Tirilly y C. M. Bourgeois (coords). Zaragoza España. Editorial Acribia, S.A. Primera edición. pp. 113-132.
- Rodríguez, R. R., J. M. Tabares. R., y J. A. Medina. S. 1997. Cultivo Moderno del Tomate. 2a edición, Editorial Mundi-prensa. pp. 15-23. Madrid, España
- SAGARPA, 2010. Monografía de Cultivos. Jitomate. 6 p. México.
- Sánchez, D. M., y J. Aguirreolea. 2008. Absorción de Agua por la Raíz y Transporte por el Xilema. Balance Hídrico de la Planta. En: Fundamentos de Fisiología Vegetal. Azcón. B. J., y Talón. M. (eds). Segunda edición. 75 p. España.
- Sánchez, G. P. 2011. Manejo de Soluciones Nutritivas para Incrementar el Contenido de Licopeno. Congreso Internacional del Tomate. 27-29, julio de 2011. 3 p. Querétaro, México.
- SIAP. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México. Consultada el 23/09/12.
- SIAP, 2012. ¿De Dónde Viene mi Comida? La Agricultura, Ganadería y Pesca en México y el Mundo. Primera edición. pp. 71 -76. México D.F.
- Valdez, H. M. A. 2010. Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por su Rendimiento y Calidad de Fruto Bajo Condiciones de Hidroponía en Invernadero. UAAAN. Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, México.
- Vega, V. J.C. 2011. Introducción al Análisis Multivariado. Universidad de Puerto Rico. 4 p. Puerto Rico.
- Vives, M. E. 1984. Cultivo del Tomate. Editorial Sintet S.A. Barcelona, España. pp. 33-35.
- Waliszewski, N. K., y G. Blasco. 2010. Propiedades Nutraceuticas del Licopeno. Salud Pública de México. 52:254-265.
- Zoppolo, R., S. Faroppa., B. Bellenda., y M. García. 2008. Alimentos en la Huerta: Guía para la Producción y Consumo Saludable. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Editorial Hemisferio Sur S.R.L. pp. 59-118. Montevideo, Uruguay.

(<http://www.jardineriadigital.com/huerto/el-cultivo-del-tomate.php>. Consultada el 14/09/2012).

(<http://www.lab-ferrer.com/sensores/instrumentaci%C3%B3n-y-sensores/porometro-conductancia-estomatica.html>. Consultada el 19/09/2012).

(http://www.fiagro.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2437%3Acultivar-tomates-con-un-90-menos-de-agua-&catid=58&Itemid=37. Consultada el 20/09/2012).

(<http://www.enplenitud.com/el-licopeno-arma-anti-cancer-del-tomate.html>. Consultada el 21/09/2012).

http://www.amhpac.org/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1375:la-dieta-con-tomates-reduce-el-riesgo-de-infarto&catid=20:noticias-semanal Consultada el 20/10/2012.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0036-36342010000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Consultada el 20/10/2012.

APÉNDICE

Cuadro A. I. análisis de varianza de las variables fenológicas.

Variabes	FV	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
DPC	Genotipo	45	5758.87	127.97	1.76	0.0119*
	Repetición	2	1470.28	735.14	10.09	0.0001**
	Error	90	6554.39	72.83		
	Total	137	13783.54			
DUC	Genotipo	45	3097.17	68.83	0.95	0.5591
	Repetición	2	213.28	106.64	1.48	0.2332
	Error	90	6486.72	72.07		
	Total	137	9797.17			
DC	Genotipo	45	9305.37	206.79	1.51	0.0501
	Repetición	2	700.04	350.02	2.55	0.0836
	Error	90	12343.96	137.16		
	Total	137	22349.37			

Cuadro A. II. Análisis de varianza de las variables agroclimáticas.

Variabes	FV	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
DFFF	Genotipo	45	2364.35	52.54	89.29	<.0001**
	Repetición	2	170.26	85.13	144.67	<.0001**
	Error	90	52.96	0.59		
	Total	137	2587.57			
TAIR	Genotipo	45	130.31	2.89	669.84	<.0001**
	Repetición	2	0.96	0.48	110.51	<.0001**
	Error	90	0.39	0.0043		
	Total	137	131.66			
CO2	Genotipo	45	275976.26	6132.81	124.21	<.0001**
	Repetición	2	24775.06	12387.53	250.89	<.0001**
	Error	90	4443.75	49.38		
	Total	137	305195.07			
HR	Genotipo	45	2974.002	66.09	101.88	<.0001**
	Repetición	2	417.37	208.69	321.71	<.0001**
	Error	90	58.38	0.65		
	Total	137	3449.75			

Cuadro A. III. Análisis de varianza de las variables de rendimiento.

Variabes	FV	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
NC	Genotipo	45	716.91	15.93	2.75	<.0001**
	Repetición	2	15.69	7.84	1.35	0.2634
	Error	90	521.64	5.79		
	Total	137	1254.24			
DP	Genotipo	45	113.80	2.53	26.01	<.0001**
	Repetición	2	0.03	0.01	0.15	0.8643
	Error	90	8.75	0.09		
	Total	137	122.58			
DE	Genotipo	45	85.72	1.90	15.15	<.0001**
	Repetición	2	0.52	0.26	2.08	0.1314
	Error	90	11.32	0.13		
	Total	137	97.56			
NFPP	Genotipo	45	11728.58	260.64	5.80	<.0001**
	Repetición	2	131.87	65.93	1.47	0.2363
	Error	90	4047.46	44.97		
	Total	137	15907.91			
PTFPP	Genotipo	45	34111811.07	758040.25	1.90	0.0050**
	Repetición	2	767588.22	383794.11	0.96	0.3859
	Error	90	35890490.45	398783.23		
	Total	137	70769889.74			
PPF	Genotipo	45	106774.44	2372.77	7.26	<.0001**
	Repetición	2	122.39	61.19	0.19	0.8296
	Error	90	29419.87	326.89		
	Total	137	136316.70			
RENDTHA	Genotipo	45	48064.44	1068.09	1.90	0.0050**
	Repetición	2	1081.55	540.78	0.96	0.3859
	Error	90	50570.65	561.89		
	Total	137	99716.64			

Cuadro A. IV. Análisis de varianza de las variables fisiológicas.

Variabes	FV	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
THOJA	Genotipo	45	747.19	16.60	133.50	<.0001**
	Repetición	2	0.04	0.019	0.16	0.8519
	Error	90	11.19	0.12		
	Total	137	758.44			
FOTO	Genotipo	45	289.30	6.43	22.46	<.0001**
	Repetición	2	0.48	0.24	0.84	0.4361
	Error	90	25.76	0.29		
	Total	137	315.54			
COND	Genotipo	45	0.12	0.0026	58.21	<.0001**
	Repetición	2	0.025	0.0127	278.94	<.0001**
	Error	90	0.0041	0.000045		
	Total	137	0.15			
CINT	Genotipo	45	350668.58	7792.64	1.51	0.0492*
	Repetición	2	46174.06	23087.03	4.48	0.0140*
	Error	90	464185.66	5157.62		
	Total	137	861028.31			
RE	Genotipo	45	1624.07	36.09	5.46	<.0001**
	Repetición	2	118.49	59.25	8.97	0.0003**
	Error	90	594.68	6.61		
	Total	137	2337.25			
CE	Genotipo	45	1.11	0.03	58.28	<.0001**
	Repetición	2	0.24	0.12	279.68	<.0001**
	Error	90	0.04	0.00042		
	Total	137	1.39			
TRANS	Genotipo	45	346.43	7.69	87.44	<.0001**
	Repetición	2	52.13	26.07	296.07	<.0001**
	Error	90	7.92	0.08		
	Total	137	406.49			
UEAF	Genotipo	45	72.88	1.62	3.48	<.0001**
	Repetición	2	10.03	5.02	10.79	<.0001**
	Error	90	41.86	0.47		
	Total	137	124.78			

Cuadro A. V. Análisis de varianza de las variables de calidad.

Variablen	FV	GL	SC	CM	F-valor	Pr>F
PH	Genotipo	45	2.06	0.046	4.23	<.0001**
	Repetición	2	0.41	0.20	18.94	<.0001**
	Error	90	0.97	0.01		
	Total	137	3.44			
GBRIX	Genotipo	45	40.75	0.91	5.56	<.0001**
	Repetición	2	0.00014	0.000072	0.00	0.9996
	Error	90	14.65	0.16		
	Total	137	55.40			
COLOR	Genotipo	45	52.87	1.175	5.74	<.0001**
	Repetición	2	0.23	0.113	0.57	0.5698
	Error	90	18.43	0.20		
	Total	137	71.54			
VITC	Genotipo	45	1512.29	33.61	4.95	<.0001**
	Repetición	2	21.04	10.52	1.55	0.2178
	Error	90	610.66	6.79		
	Total	137	2143.99			
LICOP	Genotipo	45	1621.95	36.04	2.69	<.0001**
	Repetición	2	51.67	25.84	1.93	0.1512
	Error	90	1205.04	13.39		
	Total	137	2878.67			

Cuadro A. VI. Prueba de Tukey para las variables fenológicas de los 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

Genotipo	Genealogía	DPC	DUC	DC
1	(Y41) x (45xTQ)	73.667 AB	141.667 A	69.000 A
2	(Y533) x (45xTQ)	80.000 AB	141.667 A	62.667 A
3	(Y4xQ3) x (Y4)	73.667 AB	143.000 A	70.333 A
4	(Y4xQ3) x (L1)	95.667 A	140.333 A	45.667 A
5	(B2)	84.667 AB	141.667 A	58.000 A
6	(Y533)	82.000 AB	138.333 A	57.333 A
7	(45xTQ) x (CBxTQ)	69.333 AB	141.667 A	73.333 A
8	(45x47) x (11x12x47)	73.667 AB	140.333 A	67.667 A
9	(11x12x47) x (Q3xR1)	78.000 AB	138.333 A	61.333 A
10	(Y4xQ3) x (45x47)	73.667 AB	139.333 A	66.667 A
11	(Q3) x (45x47)	73.667 AB	139.000 A	66.333 A
12	(K3) x (11x12x47)	75.667 AB	139.000 A	64.333 A
13	(Q3) x (11x12x47)	80.000 AB	140.333 A	61.333 A
14	(K3) x (L1)	83.333 AB	139.000 A	56.667 A
15	(K3) x (Y4xQ3)	73.667 AB	143.000 A	70.333 A
16	(Y4xQ3) x (11x12x47)	75.667 AB	127.000 A	52.333 A
17	(Q3)	83.333 AB	135.667 A	53.333 A
18	(L1)	77.667 AB	127.333 A	50.667 A
19	(R1)	82.333 AB	132.667 A	51.333 A
20	(45x47)	86.667 AB	140.333 A	54.667 A
21	(D1)	73.667 AB	131.333 A	58.667 A
22	(Y4)	91.000 AB	136.000 A	46.000 A
23	(Y41) x (Y4xR1)	75.667 AB	140.667 A	66.000 A
24	(45x47) x (S1xL1)	69.333 AB	140.333 A	72.000 A
25	(Q3) x (L1)	82.333 AB	141.667 A	60.333 A
26	(S1xL1)	78.000 AB	140.333 A	63.333 A
27	(11x12x47)	87.333 AB	125.333 A	39.000 A
28	(D1) x (Y4xQ3)	65.000 B	140.667 A	76.667 A
29	(K3)	90.000 AB	143.000 A	54.000 A
30	(CBxTQ)	73.667 AB	133.333 A	60.667 A
31	(45xTQ)	78.000 AB	141.667 A	64.667 A
32	(Y4xQ3)	84.333 AB	130.667 A	47.333 A
33	(Y41)	75.667 AB	135.667 A	61.000 A
34	(Y4xR1)	90.000 AB	141.667 A	52.667 A
35	(S1xL1)	78.000 AB	136.000 A	59.000 A
36	(F3)	75.667 AB	135.667 A	61.000 A
37	(K3) x (Q3xR1)	73.667 AB	141.667 A	69.000 A
38	(S1xL1)	78.000 AB	133.667 A	56.667 A
39	(K3) x (S1xL1)	78.000 AB	135.667 A	58.667 A
40	(Q3xR1)	75.667 AB	141.667 A	67.000 A
41	Palomo F1	83.333 AB	138.333 A	56.000 A
42	Pegaso F1	84.667 AB	140.333 A	56.667 A
43	Toro F1	78.000 AB	125.000 A	48.000 A
44	Torero F1	91.000 AB	140.333 A	50.333 A
45	Palacio F1	73.667 AB	141.667 A	69.000 A
46	Pony Express F1	71.333 AB	138.333 A	68.000 A

Cuadro A. VII. Prueba de Tukey para las variables cuantitativas de rendimiento de los 46 genotipos de tomate. (*Solanum lycopersicum* L.)

Genotipo	Genealogía	NC	DP	DE	NFPP	PTFPP	PPF	RENDTHA
1	(Y41) x (45xTQ)	13.333 A	5.3000 K-P	4.8000 N-P	54.667 A	2833.3 AB	51.34 H-J	106.35 AB
2	(Y533) x (45xTQ)	10.000 A	6.5333 D-F	5.6000 G-O	32.667 A-G	2348.7 AB	73.35 C-J	88.16 AB
3	(Y4xQ3) x (Y4)	11.667 A	6.0667 E-M	5.1667 K-P	33.667 A-G	2226.3 AB	63.87 D-J	83.57 AB
4	(Y4xQ3) x (L1)	6.667 A	5.0000 N-P	5.3000 I-P	16.667 C-G	1399.3 AB	83.04 B-J	52.53 AB
5	(B2)	7.667 A	6.1333 E-K	6.9000 A-E	17.333 C-G	1817.3 AB	103.43 A-I	68.22 AB
6	(Y533)	8.667 A	6.4000 D-I	5.5000 H-O	25.000 B-G	2354.0 AB	91.98 B-J	88.36 AB
7	(45xTQ) x (CBxTQ)	14.000 A	6.5667 D-F	5.0667 L-P	35.667 A-E	2164.0 AB	59.79 F-J	81.23 AB
8	(45x47) x (11x12x47)	12.667 A	5.2333 K-P	6.0667 C-M	43.667 AB	2752.0 AB	62.06 E-J	103.30 AB
9	(11x12x47) x (Q3xR1)	9.667 A	5.5333 F-O	6.3333 B-K	27.000 B-G	1876.7 AB	66.64 D-J	70.44 AB
10	(Y4xQ3) x (45x47)	10.667 A	4.7000 O-P	5.2000 J-P	21.000 C-G	1452.0 AB	71.31 C-J	54.50 AB
11	(Q3) x (45x47)	12.667 A	5.2333 K-P	5.6667 F-O	29.333 B-G	1650.0 AB	56.47 G-J	61.94 AB
12	(K3) x (11x12x47)	9.000 A	5.1000 K-P	5.7000 F-O	24.000 B-G	2103.0 AB	88.53 B-J	78.94 AB
13	(Q3) x (11x12x47)	12.333 A	5.1000 K-P	5.8000 E-O	28.333 B-G	2278.0 AB	81.19 B-J	85.51 AB
14	(K3) x (L1)	8.667 A	5.6000 F-O	6.4333 A-I	16.333 D-G	1734.7 AB	104.37 A-I	65.11 AB
15	(K3) x (Y4xQ3)	13.000 A	5.7333 F-O	6.4333 A-I	31.667 B-G	2763.0 AB	87.58 B-J	103.71 AB
16	(Y4xQ3) x (11x12x47)	9.667 A	5.2000 K-P	6.7333 A-G	31.000 B-G	1768.3 AB	56.75 F-J	66.38 AB
17	(Q3)	9.667 A	5.3333 J-P	6.2667 B-K	22.667 B-G	2068.0 AB	92.26 B-J	77.63 AB
18	(L1)	10.000 A	5.1333 K-P	5.9000 D-N	13.333 E-G	790.0 B	56.55 G-J	29.65B
19	(R1)	6.000 A	6.0667 E-M	6.8000 A-F	15.667 D-G	1912.7 AB	116.95 A-G	71.80 AB
20	(45x47)	10.000 A	5.1000 K-P	6.3333 B-K	25.000 B-G	2215.3 AB	89.21 B-J	83.16 AB
21	(D1)	8.000 A	6.1000 E-L	6.7000 A-G	15.333 D-G	1806.7 AB	117.15 A-F	67.82 AB
22	(Y4)	6.667 A	7.2667 B-D	5.6333 F-O	18.667 C-G	1402.3 AB	72.88 C-J	52.64 AB
23	(Y41) x (Y4xR1)	8.000 A	5.4000 H-P	5.1667 K-P	21.000 C-G	1172.0 AB	55.81 H-J	43.99 AB
24	(45x47) x (S1xL1)	10.333 A	5.3667 I-P	7.1333 A-C	23.333 B-G	2009.0 AB	88.67 B-J	75.41 AB
25	(Q3) x (L1)	9.333 A	5.2000 K-P	6.3667 A-J	26.000 B-G	2446.7 AB	87.64 B-J	91.84 AB
26	(S1xL1)	9.333 A	5.5667 F-O	7.0667 A-D	21.333 B-G	2572.7 AB	121.72 A-E	96.57 AB
27	(11x12x47)	7.333 A	5.0667 L-P	5.9000 D-N	14.333 E-G	1400.0 AB	98.41 A-I	52.55 AB
28	(D1) x (Y4xQ3)	11.333 A	5.3333 J-P	6.1667 B-L	25.333 B-G	2509.7 AB	99.40 A-I	94.21 AB

Continuación del Cuadro A. VII.

29	(K3)	6.000 A	5.1333 K-P	6.5667 A-H	12.333 G	1527.0 AB	138.94 AB	57.32 AB
30	(CBXTQ)	8.000 A	8.1000 AB	5.7333 E-O	15.667 D-G	1499.3 AB	94.70 A-I	56.28 AB
31	(45xTQ)	11.667 A	6.4667 D-G	4.7667 N-P	35.000 A-F	1760.7 AB	49.83 H-J	66.09 AB
32	(Y4xQ3)	6.000 A	8.0000 A-C	7.5333 A	12.000 G	1611.3 AB	137.53 AB	60.48 AB
33	(Y41)	10.000 A	4.3667 P	4.6333 OP	37.000 A-D	1242.0 AB	33.99 J	46.62 AB
34	(Y4xR1)	6.667 A	9.0000 A	5.7000 F-O	14.667 D-G	1356.0 AB	89.87 B-J	50.90 AB
35	(S1xL1)	7.000 A	5.5333 F-O	6.8000 A-F	13.667 E-G	2073.3 AB	152.77 A	77.83 AB
36	(F3)	6.667 A	6.0333 E-N	6.9000 A-E	13.000 F-G	1562.0 AB	122.68 A-D	58.63 AB
37	(K3) x (Q3xR1)	13.667 A	7.0333 C-E	6.6667 A-H	33.333 A-G	3101.3 A	95.46 A-I	116.41 A
38	(S1xL1)	6.667 A	6.0000 E-N	7.2667 AB	14.667 D-G	1752.7 AB	129.04 A-C	65.79 AB
39	(K3) x (S1xL1)	7.333 A	5.4333 G-O	6.4667 A-I	18.000 C-G	1975.3 AB	109.74 A-H	74.15 AB
40	(Q3xR1)	8.000 A	5.6333 F-O	6.4333 A-I	22.000 B-G	2414.7 AB	109.92 A-H	90.64 AB
41	Palomo F1	11.000 A	5.8667 F-N	4.8333 N-P	39.000 A-C	1815.3 AB	46.22 IJ	68.14 AB
42	Pegaso F1	9.667 A	6.3667 D-J	5.2000 J-P	23.667 B-G	1498.0 AB	63.61 D-J	56.23 AB
43	Toro F1	8.667 A	5.0333 M-P	4.3000 P	23.000 B-G	1010.0 AB	44.76 IJ	37.91 AB
44	Torero F1	10.333 A	5.4667 G-O	5.0667 L-P	28.333 B-G	1753.3 AB	63.04 D-J	65.81 AB
45	Palacio F1	12.333 A	6.4333 D-H	5.5000 H-O	33.667 A-G	2288.0 AB	68.00 D-J	85.88 AB
46	Pony Express F1	13.000 A	6.5667 D-F	4.9000 M-P	31.000 B-G	1746.0 AB	56.42 H-J	65.54 AB

Cuadro A. VIII. Prueba de Tukey de las variables agroclimáticas de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Genotipo	Genealogía	DFFF	TAIR	CO ₂	HR
1	(Y41) x (45xTQ)	899.6000 B-H	32.67000 A	421.767 I-P	16.0033 D-G
2	(Y533) x (45xTQ)	903.6667 A	32.49000 AB	398.800 P-X	5.8487 U
3	(Y4xQ3) x (Y4)	897.5333 F-K	32.27667 B	373.700 ZA'	16.9933 DE
4	(Y4xQ3) x (L1)	898.2333 E-J	31.77333 C	429.533 G-M	13.4000 G-K
5	(B2)	899.8667 B-F	31.24667 E	492.800 C	8.9193 P-S
6	(Y533)	899.6333 B-H	30.91000 F	454.467 D-F	9.7983 O-S
7	(45xTQ) x (CBxTQ)	899.7333 B-G	30.82333 FG	569.100 A	11.4177 K-Q
8	(45x47) x (11x12x47)	901.6667 AB	30.77333 FG	466.567 DE	5.8963 TU
9	(11x12x47) x (Q3xR1)	899.8333 B-F	30.66000 GH	435.067 F-K	8.8157 Q-S
10	(Y4xQ3) x (45x47)	897.9000 E-K	30.87667 FG	461.767 DE	11.5333 K-P
11	(Q3) x (45x47)	897.9333 E-K	30.68333 GH	543.600 B	12.1100 J-O
12	(K3) x (11x12x47)	899.3333 B-I	30.40000 IJ	474.000 CD	7.8543 S-U
13	(Q3) x (11x12x47)	896.4333 J-M	30.47000 HI	426.333 H-N	15.6267 D-H
14	(K3) x (L1)	897.7000 E-K	30.46667 HI	405.833 N-U	10.9920 K-R
15	(K3) x (Y4xQ3)	896.9000 I-L	30.33333 IJ	444.833 E-I	14.9300 D-I
16	(Y4xQ3) x (11x12x47)	894.4667 L-O	30.40000 IJ	401.833 O-V	16.2800 D-F
17	(Q3)	898.2333 D-J	30.34000 IJ	417.633 J-Q	8.5457 R-T
18	(L1)	897.3333 F-K	30.21667 JK	413.433 J-S	12.1600 J-O
19	(R1)	898.6667 D-J	29.68667 MN	422.333 I-O	10.4567 M-S
20	(45x47)	899.0000 C-I	29.99333 L	415.167 J-Q	10.6880 L-R
21	(D1)	893.1333 NO	29.73667 M	375.367 X-A'	23.4600 AB
22	(Y4)	897.2333 G-K	29.51333 NO	419.700 J-Q	11.4687 K-Q
23	(Y41) x (Y4xR1)	901.3333 A-C	29.50667 NO	404.267 N-U	5.3037 U
24	(45x47) x (S1xL1)	899.8000 B-F	29.70333 MN	406.767 M-U	9.7410 O-S
25	(Q3) x (L1)	899.0667 C-I	29.00333 R-T	373.400 ZA'	12.8167 I-M
26	(S1xL1)	898.7000 D-J	28.95333 R-T	392.967 R-Z	11.5880 K-P
27	(11x12x47)	899.2333 B-I	28.87333 ST	392.000 R-Z	14.7900 E-J
28	(D1) x (Y4xQ3)	894.4667 L-O	29.08000 Q-S	377.500 W-A'	22.1233 A-C
29	(K3)	893.9667 M-O	29.63333 MN	374.400 Y-A'	20.6633 C
30	(CBXTQ)	899.2667 B-I	29.23667 PQ	400.233 O-W	9.9207 N-S
31	(45xTQ)	898.8667 C-J	29.10333 QR	411.167 L-T	12.6033 I-N
32	(Y4xQ3)	900.9000 B-D	28.86333 ST	392.267 R-Z	9.3357 P-S
33	(Y41)	898.2333 E-J	28.83000 T	536.467 B	16.1767 D-F
34	(Y4xR1)	900.1667 B-E	29.37667 OP	435.800 F-J	14.4900 E-J
35	(S1xL1)	895.4000 K-N	29.37000 OP	411.667 K-T	21.7033 A-C
36	(F3)	896.4333 J-M	30.04000 KL	379.400 V-A'	15.5433 D-H
37	(K3) x (Q3xR1)	897.0333 I-K	30.41000 IJ	397.700 Q-Y	13.6400 F-K
38	(S1xL1)	897.1000 H-K	30.52000 HI	430.933 G-L	9.9317 N-S
39	(K3) x (S1xL1)	893.9000 M-O	30.78333 FG	390.167 S-A'	14.9700 D-I
40	(Q3xR1)	893.3333 NO	30.93667 F	445.867 E-H	13.3233 G-L
41	Palomo F1	891.9667 O	31.50000 D	452.267 D-G	12.9933 H-M
42	Pegaso F1	889.2000 P	31.51667 D	388.233 T-A'	17.5267 D
43	Toro F1	886.7333 PQ	31.51333 D	389.067 T-A'	20.8933 BC
44	Torero F1	888.8667 P	30.96333 F	460.967 DE	16.3900 DE
45	Palacio F1	885.4333 Q	30.91000 F	387.333 U-A'	24.2500 A
46	Pony Express F1	885.1000 Q	30.82667 FG	367.633 A'	21.0833 BC

Cuadro A. IX. Prueba de Tukey de las variables fisiológicas de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Genotipo	Genealogía	THOJA	FOTO	COND	CINT	RE	CE	TRANS	UEAF
1	(Y41) x (45xTQ)	33.5300 H-K	5.2813 A-F	0.131533 B-E	322.40 A	2.516 CD	0.40433 A-D	6.9467 A-E	1.8616 B-E
2	(Y533) x (45xTQ)	32.6700 I-Q	2.4483 L-P	0.038400 R-T	245.77A	11.082 BC	0.11813 S-U	2.1757 WX	3.2216 A-D
3	(Y4xQ3) x (Y4)	33.6533 G-I	4.7473 B-H	0.137833 A-D	287.27 A	2.374 D	0.42313 A-C	7.2833 A-C	1.5982 B-E
4	(Y4xQ3) x (L1)	31.8400 O-U	3.3047 G-O	0.096500 H-L	342.60 A	3.504 CD	0.29580 G-K	4.7617 L-Q	1.6738 B-E
5	(B2)	31.5467 Q-U	3.3047 G-O	0.096500 H-L	342.60 A	3.504 CD	0.29580 G-K	4.7617 L-Q	1.6738 B-E
6	(Y533)	31.7700 O-U	2.6093 K-P	0.077700 K-O	361.00 A	4.386 CD	0.23750 J-O	4.0073 O-S	1.6884 B-E
7	(45xTQ) x (CBxTQ)	33.0800 I-N	6.7687 A	0.088067 J-N	399.70 A	3.809 CD	0.26910 I-N	4.8490 K-P	3.3902 A-C
8	(45x47) x (11x12x47)	31.9100 N-T	2.3710 M-P	0.030433 ST	257.23 A	14.930 AB	0.09307 TU	1.6615 X	4.8163 A
9	(11x12x47) x (Q3xR1)	32.4600 J-R	1.2783 P	0.053567 P-R	361.33 A	6.239 CD	0.16363 P-S	2.9517 T-W	1.0400 DE
10	(Y4xQ3) x (45x47)	30.9367 T-V	5.4013 A-E	0.144767 A-C	365.93 A	2.298 D	0.44237 AB	6.8260 B-F	1.9669 B-E
11	(Q3) x (45x47)	31.3500 R-V	5.4407 A-E	0.154533 A	443.33 A	2.149 D	0.47187 A	7.4290 AB	1.8384 B-E
12	(K3) x (11x12x47)	30.9267 T-V	2.9130 I-P	0.057133 O-R	357.00 A	6.068 CD	0.17443 O-S	2.8993 U-W	2.4645 B-E
13	(Q3) x (11x12x47)	31.9467 M-T	5.7763 A-E	0.149100 AB	330.83 A	2.222 D	0.45500 A	7.2163 A-C	1.9654 B-E
14	(K3) x (L1)	33.0967 I-M	4.6540 B-I	0.115867 D-H	305.10 A	2.920 CD	0.35360 D-G	6.3477 C-H	1.8195 B-E
15	(K3) x (Y4xQ3)	33.0967 I-M	5.5920 A-E	0.116533 D-H	329.90 A	2.866 CD	0.35547 C-G	6.1823 D-I	2.2373 B-E
16	(Y4xQ3) x (11x12x47)	33.8300 E-I	4.8957 B-H	0.069500 N-Q	256.43 A	4.751 CD	0.21217 N-R	3.8857 P-U	3.0838 A-E
17	(Q3)	32.9000 I-O	3.5810 F-N	0.099433 G-K	318.73 A	3.513 CD	0.30330 F-I	5.5150 H-N	1.6975 B-E
18	(L1)	32.7900 I-P	2.0917 N-P	0.072800 M-Q	331.37 A	4.739 CD	0.22203 M-Q	3.9313 P-T	1.3448 C-E
19	(R1)	33.8167 E-I	4.4683 C-J	0.094133 H-M	306.63 A	3.606 CD	0.28657 G-M	5.5037 H-N	2.0335 B-E
20	(45x47)	33.7533 F-I	6.2667 AB	0.091767 I-N	269.40 A	3.630 CD	0.27963 H-N	5.3450 I-N	2.8843 A-E
21	(D1)	33.6033 G-J	4.0880 E-M	0.111733 E-I	286.90 A	2.949 CD	0.34020 D-H	5.7253 G-L	1.7486 B-E
22	(Y4)	33.1600 I-L	4.2183 D-L	0.085600 J-N	302.33 A	3.961 CD	0.26040 I-N	4.7757 L-Q	2.2305 B-E
23	(Y41) x (Y4xR1)	31.6500 P-U	1.5290 OP	0.024200 T	459.83 A	22.054 A	0.07360 U	1.3525 X	3.8631 AB
24	(45x47) x (S1xL1)	32.3800 K-S	4.1053 E-M	0.075567 L-P	284.33 A	4.485 CD	0.23007 K-P	4.0927 O-S	2.5215 B-E
25	(Q3) x (L1)	32.7533 I-P	4.0407 E-M	0.095033 H-M	274.77 A	3.473 CD	0.28857 G-M	5.1330 J-N	1.9261 B-E
26	(S1xL1)	31.4567 R-V	3.1570 H-O	0.092500 I-M	305.63 A	3.727 CD	0.28097 H-N	4.6340 M-R	1.7295 B-E
27	(11x12x47)	31.6133 P-U	3.1467 H-O	0.101933 G-J	311.43 A	3.320 CD	0.30947 E-I	4.9857 K-O	1.5696 C-E
28	(D1) x (Y4xQ3)	32.2933 L-S	5.2027 A-F	0.120400 D-G	280.00 A	2.749 CD	0.36570 C-F	5.7293 G-L	2.2258 B-E
29	(K3)	34.9633 E	4.9747 B-G	0.120967 D-G	274.77 A	2.763 CD	0.36820 C-F	6.9380 A-E	1.7614 B-E
30	(CBXTQ)	31.9033 N-T	1.5723 OP	0.050300 Q-S	314.87 A	6.852 B-D	0.15293 R-T	2.6790 VW	1.5488 C-E

Continuación del Cuadro A. IX.

31	(45xTQ)	31.2767 S-V	4.3477 C-K	0.106067 F-J	312.90 A	3.158 CD	0.32227 E-I	5.1760 J-N	2.0886 B-E
32	(Y4xQ3)	30.3467 V	2.2373 N-P	0.074500 L-P	311.97 A	4.740 CD	0.22623 L-P	3.5670 S-V	1.6327 B-E
33	(Y41)	30.6633 UV	4.9043 B-H	0.124633 C-F	432.97 A	2.693 CD	0.37833 B-E	5.6223 H-M	2.1912 B-E
34	(Y4xR1)	30.9900 T-V	5.4530 A-E	0.096833 H-L	312.93 A	3.461 CD	0.29450 G-L	4.5540 N-S	2.9577 A-E
35	(S1xL1)	38.2167 BC	5.4983 A-E	0.111233 E-I	288.43 A	2.986 CD	0.33827 D-H	7.8860 A	1.7058 B-E
36	(F3)	34.5067 E-H	4.9037 B-H	0.115267 D-H	276.57 A	2.900 CD	0.35127 D-G	6.7110 B-G	1.8085 B-E
37	(K3) x (Q3xR1)	34.6667 E-H	6.2703 AB	0.091667 I-N	253.30 A	3.587 CD	0.27970 H-N	5.5193 H-N	2.7818 A-E
38	(S1xL1)	34.7800 E-G	1.2270 P	0.060833 O-R	355.80 A	5.503 CD	0.18573 O-S	3.8450 Q-U	0.8319 E
39	(K3) x (S1xL1)	34.3767 E-H	4.8593 B-H	0.100600 G-J	278.90 A	3.268 CD	0.30733 F-I	5.8400 F-K	2.0332 B-E
40	(Q3xR1)	34.8933 EF	2.8513 J-P	0.085700 J-N	350.30 A	3.856 CD	0.26197 I-N	5.2240 I-N	1.3556 C-E
41	Palomo F1	38.9000 AB	4.9257 B-H	0.077700 K-O	298.93 A	4.289 CD	0.23797 J-O	6.0853 E-J	1.9959 B-E
42	Pegaso F1	36.7033 D	6.0107 A-C	0.104733 F-J	258.07 A	3.152 CD	0.32077 E-I	6.8613 B-E	2.1573 B-E
43	Toro F1	38.2200 BC	5.9947 A-D	0.104700 F-J	256.17 A	3.150 CD	0.32070 E-I	7.3677 AB	2.0116 B-E
44	Torero F1	37.7500 B-D	4.4967 B-I	0.051367 Q-S	275.17 A	6.457 B-D	0.15703 Q-T	3.7147 R-U	2.9742 A-E
45	Palacio F1	37.5733 CD	5.5630 A-E	0.091400 I-N	253.00 A	3.580 CD	0.27950 H-N	6.0747 E-J	2.2354 B-E
46	Pony Express F1	39.7867 A	4.1533 E-M	0.091033 I-N	252.20 A	3.612 CD	0.27827 H-N	7.1600 A-D	1.4300 C-E

Cuadro A. X. Prueba de Tukey de las variables de calidad de 46 genotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Genotipo	Genealogía	PH	GBRIX	COLOR	VITC	LICOP
1	(Y41) x (45xTQ)	4.90000 AB	5.3333 A-C	2.0000 A-C	22.801 A-D	2.714 AB
2	(Y533) x (45xTQ)	4.80000 AB	4.2000 B-G	3.0000 A	22.813 A-D	0.594 B
3	(Y4xQ3) x (Y4)	4.60000 B	4.9333 A-E	1.3333 BC	18.344 B-G	0.500 B
4	(Y4xQ3) x (L1)	4.70000 AB	4.9333 A-E	2.0000 A-C	17.434 B-G	0.943 AB
5	(B2)	4.86667 AB	5.0667 A-E	1.3333 BC	24.804 A-C	13.172 A
6	(Y533)	4.20000 C	4.0667 C-G	1.3333 BC	16.456 C-G	0.682 B
7	(45xTQ) x (CBxTQ)	4.70000 AB	4.9333 A-E	2.3333 A-C	22.513 A-E	0.510 B
8	(45x47) x (11x12x47)	4.76667 AB	3.8000 E-G	1.6667 A-C	22.736 A-D	3.969 AB
9	(11x12x47) x (Q3xR1)	4.76667 AB	4.8000 A-F	2.6667 AB	19.844 A-G	1.870 AB
10	(Y4xQ3) x (45x47)	4.83333 AB	4.8000 A-F	1.6667 A-C	28.491 A	2.229 AB
11	(Q3) x (45x47)	4.83333 AB	4.1333 C-G	3.0000 A	20.611 A-G	7.385 AB
12	(K3) x (11x12x47)	4.80000 AB	4.4667 B-G	3.0000 A	19.882 A-G	10.135 AB
13	(Q3) x (11x12x47)	4.66667 AB	4.8000 A-F	3.0000 A	19.216 B-G	7.021 AB
14	(K3) x (L1)	4.80000 AB	4.5333 B-F	2.3333 A-C	17.051 B-G	4.823 AB
15	(K3) x (Y4xQ3)	4.83333 AB	5.0667 A-E	3.0000 A	23.710 A-C	7.760 AB
16	(Y4xQ3) x (11x12x47)	4.86667 AB	5.1333 A-E	2.3333 A-C	20.962 A-F	7.688 AB
17	(Q3)	4.73333 AB	4.6000 A-F	2.6667 AB	17.738 B-G	7.760 AB
18	(L1)	4.76667 AB	4.6667 A-F	1.6667 A-C	18.283 B-G	7.089 AB
19	(R1)	4.76667 AB	5.0000 A-E	1.6667 A-C	12.367 FG	2.646 AB
20	(45x47)	4.83333 AB	3.9333 D-G	2.3333 A-C	23.405 A-D	4.063 AB
21	(D1)	4.96667 A	4.5333 B-F	3.0000 A	22.639 A-E	13.141 A
22	(Y4)	4.90000 AB	4.5333 B-F	2.6667 AB	12.238 G	5.906 AB
23	(Y41) x (Y4xR1)	4.83333 AB	4.2000 B-G	2.0000 A-C	17.939 B-G	9.385 AB
24	(45x47) x (S1xL1)	4.80000 AB	5.5333 AB	2.0000 A-C	22.000 A-E	11.042 AB
25	(Q3) x (L1)	4.83333 AB	4.6000 A-F	2.3333 A-C	25.194 AB	7.734 AB
26	(S1xL1)	4.83333 AB	4.8667 A-E	2.3333 A-C	21.693 A-E	6.682 AB
27	(11x12x47)	4.83333 AB	4.2000 B-G	2.3333 A-C	14.884 D-G	5.474 AB
28	(D1) x (Y4xQ3)	4.83333 AB	4.9333 A-E	2.6667 AB	20.944 A-G	7.099 AB
29	(K3)	4.90000 AB	5.9000 A	2.6667 AB	19.143 B-G	7.823 AB
30	(CBxTQ)	4.90000 AB	5.2000 A-D	2.0000 A-C	20.049 A-G	5.266 AB
31	(45xTQ)	4.90000 AB	5.1333 A-E	2.3333 A-C	24.367 A-C	6.391 AB
32	(Y4xQ3)	4.80000 AB	3.9333 D-G	1.6667 A-C	24.611 A-C	7.479 AB
33	(Y41)	4.93333 AB	5.4000 A-C	3.0000 A	24.747 A-C	6.135 AB
34	(Y4xR1)	4.83333 AB	5.2000 A-D	1.6667 A-C	19.757 B-G	6.182 AB
35	(S1xL1)	4.76667 AB	3.1333 G	1.0000 C	18.125 B-G	6.125 AB
36	(F3)	4.76667 AB	3.4667 FG	1.3333 BC	20.291 A-G	7.391 AB
37	(K3) x (Q3xR1)	4.93333 AB	4.4000 B-G	1.6667 A-C	20.882 A-G	7.542 AB
38	(S1xL1)	4.76667 AB	3.8000 E-G	1.0000 C	21.435 A-E	4.760 AB
39	(K3) x (S1xL1)	4.73333 AB	4.1333 C-G	1.0000 C	22.169 A-E	9.552 AB
40	(Q3xR1)	4.86667 AB	4.9333 A-E	1.6667 A-C	21.589 A-E	9.974 AB
41	Palomo F1	4.86667 AB	4.6000 A-F	2.0000 A-C	20.563 A-G	9.292 AB
42	Pegaso F1	4.86667 AB	4.0667 C-G	2.0000 A-C	17.266 B-G	11.979 AB
43	Toro F1	4.60000 B	4.7333 A-F	1.0000 C	20.152 A-G	10.083 AB
44	Torero F1	4.60000 B	4.5333 B-F	1.0000 C	13.929 E-G	0.792 B
45	Palacio F1	4.76667 AB	4.5333 B-F	2.0000 A-C	17.864 B-G	0.708 B
46	Pony Express F1	4.86667 AB	4.4333 B-G	2.0000 A-C	21.026 A-F	7.719 AB