

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FITOMEJORAMIENTO



Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L) en Base a
Parámetros Fisiotécnicos y Calidad de Fruto

Por:

ELIEZER TOMAS REYES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Selección de Genotipos de Tomate (*Solanum lycopersicum* L) en Base a
Parámetros Fisiotécnicos y Calidad de Fruto

Por:

ELIEZER TOMAS REYES

TESIS

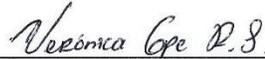
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Fernando Borrego Escalante
Asesor Principal Interno



M.C. Verónica G. Robles Salazar
Asesor Principal Externo



Dr. Alfonso López Benítez
Coasesor



Ing. María de Lourdes Hernández
Hernández
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero 2020

AGRADECIMIENTOS

Dios

Gracias por darme el privilegio de vivir y permitirme llegar a esta gran etapa tan importante de mi vida, gracias señor por darme la sabiduría y la habilidad de haber concluido mi carrera profesional.

A mi “Alma Terra Mater”, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) que me abrió las puertas y acobijo a lo largo de mi carrera brindándome las herramientas y conocimientos que me forjaron como profesional, de la cual me siento orgulloso por ser un egresado más de esta gran institución.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante, por haber confiado en mí, por su dedicación, paciencia, orientación y apoyo en la realización de este proyecto en el cual sin ningún inconveniente me permitió involucrarme, por compartir sus conocimientos y sobre todo por brindarme su confianza.

A la M.C. Verónica Guadalupe Robes Salazar, por apoyarme no solamente en el trabajo de tesis en el cual forma parte como coasesora de tesis, si no por brindarme su amistad, dedicación, por su orientación y apoyo que recibí de su parte para llevar a cabo este trabajo de tesis.

A mis maestros, que me brindaron los conocimientos dentro y fuera de la universidad, por la paciencia, los consejos y experiencias compartidas.

A mis compañeros de la Generación CXXVIII, de la carrera de ingeniero agrónomo en producción por haber compartido buenas y malas experiencias, dentro y fuera de las aulas, les deseo que tengan mucho éxito en su vida profesional.

DEDICATORIAS

A Mis Padres

Anastanisleo Tomas Pascual y Eulalia Reyes Mendoza.

Gracias a ellos que me dieron la vida, por su inmenso amor y cariño, gracias por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas. Por sus sabios consejos y sacrificios ya que sin todo esto no hubiese sido posible la culminación de mi formación académica. Gracias por estar siempre pendiente de mí y nunca dejar de orientarme hacia el camino del bien. Que Diosito me los bendiga los quiero mucho.

A mis hermanos

José Luis, Susana y Micaela

Quienes con su confianza, cariño y apoyo sin escatimar esfuerzo alguno me han convertido en una persona de provecho, gracias por compartir conmigo tristezas y alegrías, éxitos y fracasos por todos los detalles que me han brindado durante mi vida como estudiante por esto y más les doy gracias hermanos y les dedico este logro en mi vida. Siempre estaré agradecido con ustedes hermanitos los quiero mucho Dios los Bendiga.

A toda mi Familia.

Dedico esta meta alcanzada a mis tíos, tías y primos que de alguna forma u otra me apoyaron en la realización de este sueño que hoy es hecho realidad. Gracias por aconsejarme, levantarme el ánimo en los momentos difíciles y por apoyarme cuando más lo necesite mil gracias por familia Tomas pascual y Reyes Mendoza.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN.....	8
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
Hipótesis.....	9
REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
Origen del cultivo del Tomate	10
Clasificación taxonómica del Tomate.	10
Clasificación taxonómica (Foolad, 2007)	11
Requerimientos del cultivo.....	11
Temperatura	11
Fotosíntesis	12
Respiración.....	12
Transpiración.....	13
Fotorespiración.....	14
PARÁMETROS FISIOTECNICOS.	14
Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)	15
Tasa de Crecimiento Relativo (TCR).....	15
Tasa de Asimilación Neta (TAN)	15
Razón de Área Foliar (RAF)	15
Índice de Área Foliar (IAF).....	15
Índice de Cosecha IC	15
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.....	16
Vitamina C.....	16

Licopeno	17
Grados brix y Sólidos Solubles.....	17
pH.....	18
Sabor.....	18
Numero de lóculos.....	18
Color.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Localización y conducción de la investigación.....	19
Material Genético.	19
ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.....	20
Siembra del material genético.	20
Preparación del Terreno.....	20
Trasplante.....	20
Tutorado	21
Podas	21
Riegos	21
Densidad	21
Fertilización	21
Muestreos de campo:	22
Variables evaluadas	22
Rendimiento	22
Peso seco.....	22
Area foliar	22
Cosecha	22
Toma de datos.....	23

Tamaño	23
Color de fruto.....	24
Potencial de Iones Hidrógeno (pH).....	24
Grados Brix (°Brix).....	24
Vitamina C.....	25
Análisis Estadístico.....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES.....	59
LITERATURA CITADA.....	60

Índice de Tablas.

Tabla1. Material genético utilizado, establecidos en campo abierto.	19
Tabla 2. Material genético utilizado como testigos comerciales establecido en campo abierto	19
Tabla 3. Tamaño de tomate bola.	23
Tabla 4. Tamaño de tomate alargado.	23
Tabla 5. Carta colorimétrica.	24

Índice de Cuadros.

Cuadro 1 Análisis de varianza (cuadrados medios) de Parámetros fisiotécnicos de ocho genotipos de tomate.....	29
Cuadro 2. Agrupación estadística de parámetros fisiotécnicos en ocho genotipos de tomate	31
Cuadro 3 Análisis de varianza (cuadrados medios) para cuatro variables de calidad en 8 genotipos de tomate.....	34
Cuadro 4 Agrupación estadística de ocho genotipos de tomate para cuatro variables de calidad.....	35
Cuadro 5 Análisis de varianza (cuadrados medios) para cuatro variables de rendimiento en ocho genotipos de	36
Cuadro 6 Agrupación estadística de ocho genotipos de tomate para cuatro variables de rendimiento	37
Cuadro 7 Análisis de varianza (cuadrados medios) en ocho genotipos de tomate para las variables de biomasa.....	38

Cuadro 8 Comparación de medias de ocho genotipos de tomates para las variables de biomasa	40
Cuadro 9 Análisis de varianza (cuadrados medios) para cuatro variables de rendimiento en ocho genotipos de tomate	42
Cuadro 10 Agrupación estadística de ocho genotipos de tomate.	43
Cuadro 11 Correlación para variables de biomasa para ocho genotipos de tomate ..	44

Índice de Figuras.

Figura 1.Índice de Cosecha en Fresco para 8 genotipos.....	46
Figura 2.Índice de Eficiencia de Área Foliar para 8 genotipos.	47
Figura 3.Índice de Cosecha para 8 genotipos.....	48
Figura 4.Contenido de Vitamina C de 8 genotipos.....	49
Figura 5.Contenido de Licopeno de 8 genotipos.....	50
Figura 6.Peso Fresco de Hojas en tres muestreos.	51
Figura 7.Peso Fresco de Tallos en tres muestreos.....	52
Figura 8.Peso Seco de Hojas en tres muestreos.	53
Figura 9.Peso Seco de Tallos en tres muestreos.....	54

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de seleccionar los mejores genotipos en cuanto a su índice de cosecha, así como también en base a su calidad del fruto. El experimento se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra ubicada al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila a 25°22' Latitud N; 101°00' Longitud W, Con una altitud de 1742 msnm, en el ciclo primavera/verano 2018 bajo condiciones de campo abierto. Se utilizaron 8 genotipos de los cuales, 4 son híbridos comerciales: Río Grande, Floradade, Montecarlo, y Cid. El resto (4) materiales genéticos del programa de Fitomejoramiento de la UAAAN los cuales son: G1 (F3), G2(R1), G4(Y533) y G7(Y4). Las variables que se evaluaron fueron caracteres de Rendimiento: DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro Ecuatorial), PESO (Peso Promedio del Fruto) RTO (Rendimiento toneladas por hectárea). Las variables para evaluar calidad de fruto fueron: pH (Potencial de iones Hidrógeno), °BRIX (Grados Brix), VITC (Vitamina C), LICOP (Licopeno), COL (Color). Se eliminó una planta cada 28 días en las que se determinó el peso fresco y seco de los diferentes órganos. Igual se estimaron medidas indirectas del crecimiento, las variables estudiadas para los parámetros fisiotécnicos fueron área foliar (AF), tasa absoluta de crecimiento (TAC), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN), índice de área foliar (IAF), relación de área foliar (RAF) Tasa de Crecimiento Relativo Foliar (TCRF). Para analizar y poder interpretar los datos se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.0. y para las figuras, el programa estadístico STATISTICA versión 10. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con prueba de Tukey para las medias. El genotipo que mostro una mayor superioridad en rendimiento y parámetros fisiotécnicos fue el genotipo 2 (R1)

Palabras clave. Tomate, *Solanum lycopersicum* L. Calidad, Rendimiento, Parámetros fisiotécnicos, Biomasa.

INTRODUCCIÓN

El Tomate *Solanum lycopersicum*, es originario de América del Sur, específicamente de la región andina (Perú, Bolivia y Ecuador) (IICA, 2004). Aunque la zona de domesticación fue el sur de México y el norte de Guatemala, donde existe el mayor grado varietal de la planta.

La producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en campo abierto se realiza en una gran diversidad de climas que son una gran limitación por los constantes cambios que afectan el periodo de cosecha. En México, el tomate es la hortaliza que más valor aporta a la producción agropecuaria, asimismo, es uno de los productos agrícolas que genera más divisas.

Durante el año 2015 se reportó que en el país se sembró una superficie 50,373.33 ha, de las cuales 147.50 ha fueron perdidas a causa de siniestro, dando así una superficie cosechada de 50,225.83 has, con un rendimiento promedio de 69.08 t ha⁻¹. De los principales estados productores de tomate Sinaloa es el mayor productor, con una producción de 14,610.57 t; seguido por Michoacán, con 6,135.85 t, Zacatecas con 3,028.92 t, San Luis Potosí 2,846.72 t y Jalisco 2,554.66 t, la producción de tomate en campo abierto fue de 35,175.20 ha (SIAP, 2017).

La producción nacional de tomates se ha incrementado durante los últimos años, incentivada principalmente por exportaciones al mercado estadounidense (aunque también se envía el producto a otros destinos), de 2 millones de toneladas en 1993 a un poco más de 4 millones de toneladas en 2017 (CEDRESA, 2018).

El análisis del crecimiento permite obtener un estimado del incremento o decrecimiento de la eficiencia fotosintética durante el ciclo de vida de la planta. Además, se puede efectuar medidas bajo condiciones naturales como el incremento del crecimiento mediante la determinación del peso seco de la planta (Steward, 1969).

A través del análisis de crecimiento, puede darse una explicación holística e integradora de cómo crece la planta y cómo funcionan sus procesos fisiológicos, a medida que se dan algunos cambios estructurales y bioquímicos específicos, utilizando métodos cuantitativos para describir e interpretar los cambios en tamaño, peso, volumen, área y contenidos de componentes de la planta, que ocurren de acuerdo con los patrones de división y diferenciación celular y que tienen relación con el ambiente, ya sea bajo condiciones naturales o controladas (HUNT, R.; CAUSTON, D.; SHIPLEY, B.; ASKEW, 2002)

Objetivo general

- Seleccionar los mejores genotipos de tomate en base a su fenología, rendimiento y calidad del fruto, en condiciones de campo abierto.

Objetivos específicos

- Determinar los genotipos más eficientes en el rendimiento, por su producción en relación a la biomasa producida
- Determinar características relacionadas con rendimiento del cultivo.

Hipótesis

- Al menos un genotipo superará a los testigos comerciales, en rendimiento, contenido nutricional y parámetros fisiotécnicos.
- La acumulación de la biomasa es diferente por lo menos en uno de los genotipos de tomate.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del cultivo del Tomate

El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas, el origen del genero *Lycopersicum* que se reporta en la región andina lo que hoy se conoce como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, donde se presenta la mayor variabilidad genética y abundancia de materiales silvestres (Rodríguez, R. R., 2001).

Existe una gran variabilidad genética en el cultivo del tomate en América del Sur, esto se debe a que hay por lo menos 7 especies silvestres de *Solanum* que se encuentran ubicadas en el continente Americano (Warnock, 1991).

Clasificación taxonómica del Tomate.

El Tomate pertenece a la familia Solanaceae. Esta familia es una de las que más diversificación ha experimentado dentro del orden Solanales. Se estima que el número de especies de esta familia está en el rango de 9,000- 10,000 especies, y en el caso particular del género *Solanum* al que pertenece el Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en aproximadamente 2,000 especies. Entre éstas se incluyen muchas de gran interés agronómico como la papa, el tabaco, el pimiento, la berenjena y la petunia (Knapp, 2002).

Clasificación taxonómica (Foolad, 2007)

Reino: Plantae

Subreino: Spermatophyta

Clase: Magnoliospsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Suborden: Solanineae

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Lycopersicum*

Requerimientos del cultivo

Temperatura: La óptima oscila durante el día entre 23°C y durante la noche entre 13-17°C.

Humedad: Oscila entre 60 y 80%.

Luminosidad: 0.85 Mega Joules por m² óptimos para la floración y cuajado.

Suelo: pH de 6.2 a 6.8

Temperatura

La temperatura es otro factor determinante del medio ambiente que influye en todo el desarrollo de la planta, por lo tanto, es muy importante la información de la temperatura óptima en cada etapa de desarrollo de planta. Los rangos de temperatura del suelo deben de ser de 12 a 16°C con una mínima y una máxima de 10 a 30°C, y

una temperatura ambiente para su desarrollo de 21 a 24°C, siendo su temperatura optima de 22°C y con una temperatura menor de 15°C y mayores que pueden disminuir o detener su crecimiento (P. J. S. Hernández, 2000).

Fotosíntesis

La fotosíntesis es uno de los más importantes procesos físico-químico por el cual las plantas, algas y bacterias fotosintetizan la energía de la luz solar para poder sintetizar los compuestos orgánicos, este proceso lleva al proceso de la liberación de oxígeno molecular y a la utilización de dióxido de carbono atmosférico para la síntesis de compuestos orgánicos. El proceso de la fotosíntesis es fundamental para la vida en la tierra y que tiene un profundo impacto sobre la atmósfera y en el clima terrestre (Pérez, 2009)

Es uno de los procesos más importantes que integran el proceso metabólico de la planta, ya que maximiza el uso de la luz disponible y reduce los efectos que puedan perjudicar a la planta por el exceso de la luz solar, además optimiza el uso de los recursos limitantes de carbono y nitrógeno; las fitohormonas particularmente las citoquininas, el desarrollo en las hojas, y la distribución del nitrógeno en las plantas, que proveen la base dominante de la fotosíntesis (M. R. Hernández, 2001).

Respiración

La respiración de las plantas permite a las células producir energía para que puedan realizar sus funciones vitales, como crecer, reproducirse, transportar nutrientes, etc. La respiración consume los carbohidratos formados durante la fotosíntesis y se eliminan en CO₂, con este proceso se obtiene la energía para desarrollar sus funciones.

Transpiración

La transpiración se define como la salida de vapor de agua, que se efectúa a través de las membranas de las células superficiales de las plantas, y especialmente por las estomas. En cambio, en las plantas, aunque la pérdida de agua en una planta, también es en forma de vapor de agua; ésta pérdida tiene lugar mayoritariamente en las hojas y concretamente en las estomas. Otras rutas posibles pueden ser la cutícula que recubre toda la epidermis y las lenticelas de los tallos, pero son minoritarias (Salisbury, F. & Ross, 1994).

La transpiración requiere que el potencial hídrico de la atmósfera sea menor que el de la planta. Como consecuencia de la pérdida de agua desde las células del mesófilo a la atmósfera, se produce un déficit hídrico en las células más externas del mesófilo. Este déficit hídrico se propaga sucesivamente hasta llegar a la altura de los conductos del xilema, lo que permite que el flujo de agua a través de la planta sea un proceso pasivo. Es decir, que el agua se mueve como una respuesta a fuerzas físicas, hacia regiones de potencial hídrico bajo o de baja energía libre. En otras palabras, no se requiere de una bomba operada por energía metabólica movida por la hidrólisis de ATP, que empuje el agua de un sitio a otro (Hernández Gil, 2007).

La transpiración presenta una periodicidad diurna relacionada con las condiciones meteorológicas. En general es baja durante la noche, aumenta con rapidez después del amanecer hasta un máximo al final de la mañana o principios de la tarde y luego disminuye gradualmente hasta la noche (Taiz, L. y Zeiger, 2006). La transpiración de una planta o una hoja puede variar de un momento a otro, debido a efectos de los factores ambientales que modifican condiciones fisiológicas intrínsecas del vegetal (pH, potencial agua, etc.)

Fotorespiración

Es el proceso mediante el cual las plantas iluminadas que consumen oxígeno y desprenden CO₂, como mecanismo de protección del aparato fotosintético frente a la fotooxidación. La fotorespiración se incrementa conforme aumenta la temperatura ambiente, lo cual sucede cuando los días son totalmente claros y días soleados, a una mayor temperatura más tasa de fotorespiración llegando a la tasa de la fotosíntesis.

El CO₂ es la principal fuente de carbono para la producción vegetal, ya que a partir de él las plantas pueden producir los carbohidratos que son necesarios para su crecimiento. La fotorespiración es el principal proceso limitante de la fotosíntesis, lo que favorece la acumulación de biomasa para todos los tejidos vegetales que la planta necesita. Algunos estudios que se han llevado a cabo bajo condiciones de invernadero y de campo abierto, han mostrado que con altas concentraciones de CO₂, aumenta la fotosíntesis y la producción de biomasa de las plantas (Ramirez G., 2004).

PARÁMETROS FISIOTECNICOS.

Según (Beadle, 1988), para calcular los parámetros fisiotécnicos se requiere primordialmente de dos variables, el peso seco y el área foliar de la planta. Con estas variables se pueden calcular índices del crecimiento como la tasa de crecimiento relativo (TCR), que se define como el incremento que ocurre en un período de tiempo por cada gramo de biomasa. También permite calcular la tasa absoluta de crecimiento (TAC). Otro índice de eficiencia es la tasa de asimilación neta (TAN), que cuantifica la ganancia neta de productos asimilados por unidad de área foliar y de tiempo, por lo que se le considera como un estimador de la tasa fotosintética.

Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)

(Hunt, 1990) menciona que la tasa absoluta de crecimiento (TAC), se define como el incremento del material vegetal por unidad de tiempo, y se expresa en g día^{-1} .

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

(Hunt, 1990) menciona que la tasa de crecimiento relativo (TCR), que se define como el incremento del material vegetal por unidad de biomasa y por unidad de tiempo, se expresa en $\text{g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y representa la eficiencia de la planta como productora de nuevo material.

Tasa de Asimilación Neta (TAN)

(Hunt, 1990) menciona que la tasa de asimilación neta (TAN), que se define como el incremento del material vegetal por unidad del sistema asimilativo y por unidad de tiempo, que se expresa en $\text{g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, este índice es una medida del balance entre la actividad fotosintética y la respiratoria de la planta.

Razón de Área Foliar (RAF)

(Beadle, 1988) menciona que la relación de área foliar expresa el área foliar existente por unidad de biomasa en un momento dado. Se obtiene como el cociente entre el área foliar (AF) y la biomasa total (B).

Índice de Área Foliar (IAF)

(Muslera, 1991) el Índice de Área Foliar representa el área fotosintética útil, en cada etapa de crecimiento. El valor óptimo de IAF depende de la distribución de las partes aéreas de cada especie. (Kohashi, 1990) menciona que el área foliar está influenciada por las condiciones ambientales como la temperatura, humedad del suelo, nutrimentos, entre otros factores.

Índice de Cosecha IC

(Beadle, 1988) el índice de cosecha es el cociente entre el rendimiento económico por planta y la biomasa total producida por la misma planta y representa la proporción de la biomasa total que es canalizada al rendimiento económico, o sea la eficiencia de la repartición de biomasa a rendimiento económico.

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

Vitamina C.

El ácido L-ascórbico(AA) o Vitamina C es una lactona provista de un grupo endiol (Peñas M, 2007). El ácido ascórbico es una sustancia cristalina hidrosoluble, blanca, estable en forma seca, que se oxida con facilidad en solución, en especial cuando se expone al calor. La oxidación puede acelerarse por la presencia de cobre o hierro y un pH alcalino. El ácido ascórbico es un derivado hexosa y se clasifica como un carbohidrato relacionado estrechamente con los monosacáridos (Mahan L., 1995). El ácido ascórbico es imprescindible para la vida y el desarrollo del organismo, ya que aumenta la absorción intestinal de hierro y es necesaria para la correcta osificación de dientes y huesos y para la integridad de las delicadas paredes de los vasos capilares. Interviene en la cicatrización de las heridas y aumenta la resistencia del organismo ante las agresiones que provocan en las infecciones (Cuéllar N., Augusto C., Díaz M., Durán E., Durán F., Gurrero K., 2008).

El ácido ascórbico se absorbe con facilidad en el intestino delgado y pasa a la sangre por un mecanismo activo y probablemente también por difusión. La absorción promedio es del 90% en ingestiones entre 20 y 120 mg; sin embargo, con ingestiones muy altas, como 12 g, que se auto prescriben con frecuencia, solo se absorbe el 16%. La necesidad de esta vitamina es de 40 mg al día. Cuando nos falta vitamina C nos sentimos cansados, irritables y con dolores en las articulaciones (Cuéllar N., Augusto C., Díaz M., Durán E., Durán F., Gurrero K., 2008).

El ácido ascórbico se encuentra ampliamente en frutas cítricas, vegetales de hojas crudas y tomates. Las fresas, el melón, la col y los pimientos verdes son fuentes adecuadas, donde la guayaba predomina (Mahan L., 1995).

Licopeno

El licopeno es un carotenoide que se encuentra presente en pigmentos y se encuentra en el plasma de los tejidos, caracterizado por una estructura simétrica y acíclico que está constituido únicamente por átomos de carbono e hidrogeno, que contienen 11 dobles enlaces conjugados y 2 enlaces no conjugados. El licopeno se puede encontrar en un número limitado de alimentos, como principalmente en el tomate y los derivados son los aportes como los podemos encontrar en las dietas sino que también son muy buenas fuentes con este elemento, que también en otros frutos los podemos encontrar como en: papaya, guayaba rosa, cereza y la sandía. Estudios han demostrado una relación inversa entre el consumo de alimentos que contienen licopeno con la contribución en la reducción del riesgo de la aparición de cáncer esofágico, gástrico y de próstata, así como en el cáncer de páncreas, cáncer de mama, cáncer de colon, cavidad oral y de cuello uterino (Moritz, Bettina, 2006).

Grados brix y Sólidos Solubles.

Los grados Brix (símbolo °Brix) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Es una forma indirecta de determinar los sólidos solubles, principalmente glúcidos, estos grados brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro. La escala brix es un refinamiento de las tablas de la escala Balling, desarrollada por el químico alemán Karl Balling (Equipos y Laboratorio de Colombia, 2015)

La calidad óptima para que el tomate se consuma en fresco con sus condiciones ideales, se deben dejar los frutos que se maduren naturalmente en la planta para que obtenga todas sus características nutricionales, adecuada y naturalmente (Karder et al., 2000). Los sólidos solubles son importantes para definir la calidad de los frutos maduros de tomate, por lo tanto, estos deben contener más sólidos solubles cuando se destinan a la industrialización que los tomates para consumo en fresco (Gózales, Julio César Hidalgo, 1998)

pH

El pH indica la cantidad de acidez en el tomate. El zumo se sitúa normalmente entre 4.2 y 4.4, siendo muy raro que se superen estos valores (Ciruelos, C. A., De la Torre. C., 2008). (Gragera, J., 2009) estudió los valores de pH entre 4.3 y 4.5, observando que estuvieron algo por encima de lo que sería deseable en el cultivar. Esto podría atribuirse a la que la recolección realizó posteriormente óptimo de madurez.

Sabor

Según (Castellanos, 2009) un valor superior a 4,5 °Brix corresponde a frutos de buen sabor, mientras que menos de 4,0 °Brix se relaciona con una calidad no aceptable. Según (Bautista, 2016), una manera que probablemente para establecer el sabor lo más sencillo sea evaluar solo los °Brix, a partir de esto, se puede establecer que para garantizar que unas tomas sea considerado de sabor dulce debe tener un porcentaje de sólidos solubles igual o mayor a 8,0 ° Brix.

Numero de lóculos

El fruto en variedades cultivadas pluriocular o de dos lóculos, siendo la más frecuente de 5 a 9 lóculos, en estos se presentan numerosas semillas pequeñas, aplanadas amarillento-grisáceas, velludas, embebidas en una masa gelatinosa formada por el tejido parenquimático que llevan las cavidades del fruto maduro (Nuño Moreno et al, 2007)

Color

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto, una apreciación que depende de cómo nuestros ojos detectan esta luz y de cómo nuestro cerebro la procesa (Yam, K.L., 2004). En frutos y vegetales, el cambio de color es causado por la degradación de la clorofila y el descubrimiento o síntesis de pigmentos carotenoides en los cloroplastos y cromoplastos, y los pigmentos fenólicos: antocianinas, flavonoles y pro antocianidinas (Lancaster, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y conducción de la investigación.

El presente experimento se llevó a cabo en el lote experimental (bajío) ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se encuentra orientada al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila de Zaragoza, a 25°22', latitud Norte; 101°00', longitud W, con una altitud de 1742 msnm. Que cuenta con una temperatura media de 16.8°C, el clima es seco, semiárido y muy extremoso, que tienen lluvias en verano, con una precipitación anual que es de 320 a 450 mm. El experimento se realizó en el ciclo primavera-verano del año 2018.

Material Genético.

Tabla1. Material genético utilizado, establecidos en campo abierto.

Genotipo	Genealogía	Habito de crecimiento	Tipo
1	F3	Indeterminado	Bola
2	R1	Determinado	Bola
4	Y533	Determinado	Saladette
7	Y4	Indeterminado	Saladette

Tabla 1. Material genético utilizado como testigos comerciales establecido en campo abierto

Genotipo	Genealogía	Habito de crecimiento	Tipo
12	Rio grande	Determinado	Saladette
13	Floradade	Determinado	Bola
14	Montecarlo	Indeterminado	Bola
15	El Cid	Indeterminado	Saladette

ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Siembra del material genético.

La siembra se realizó el día 13 de abril del 2018, utilizando charolas de 200 cavidades, que previamente se desinfectaron con agua y cloro, después se llenaron con sustrato peat-moss; se humedecieron y posteriormente se sembraron 100 semillas de cada material excepto las cruzas, puesto que se contaba con poca semilla. En seguida se aplicó Biozyme ts 1g L^{-1} de agua para acelerar la germinación de la semilla. Las charolas se colocaron una sobre otra, se envolvieron con un plástico negro, con la finalidad de que las semillas tuvieran las condiciones necesarias para su óptima germinación, se dejaron en la bodega por 3 días y al tercer día se trasladaron al semillero para que se diera el desarrollo.

Preparación del Terreno.

Esta actividad se hizo con maquinaria y manualmente en campo abierto, y consistió en remover el terreno con tractor, (barbecho, rastra, bordeadora) azadones, talaches y palas; de manera que el suelo quedara suelto y sin terrones; posteriormente se hizo el levantamiento de bordos.

Campo abierto. Se levantaron 7 bordos, con una longitud de 55 m de largo y con una distancia entre bordos de 1.60 m.

Trasplante

El trasplante se llevó a cabo el día 06 de junio del 2018, se realizó de forma manual, utilizando una estaca de madera, haciendo una perforación en el suelo con un aproximado de 10 cm de profundidad, en campo abierto, en bordos de 55 m de largo y una distancia entre ellos de 1.60 m, se plantaron a una hilera a una distancia de 40 cm entre planta y planta.

Tutorado

A todos los materiales genéticos se les puso un soporte en forma lateral con hilos de plástico (rafia) y tubos metálicos, a una distancia de 2 m entre ellos, para ayudar a las plantas a sostener su peso, se colocaron aproximadamente 5 hilos la distancia entre hilos fue de 25 cm, esto se empezó a realizar a un mes de trasplante.

Podas

La primera poda se realizó a un mes del trasplante, posteriormente se realizaron una vez por semana. Las podas se efectuaban según el tipo de hábito de crecimiento de los materiales, los materiales indeterminados se llevaban a un tallo mientras que los de hábito determinado se llevaban a dos tallos.

Riegos

La aplicación de los riegos en el semillero se realizaba de forma manual para no dañar las plántulas. Los riegos en campo fueron a por medio de riego por goteo, programados cada tercer día con una duración de 1 hora. Posteriormente los riegos se estimaban dependiendo de la cantidad de humedad que contenía el suelo.

Densidad

Las densidades por hectárea fueron de 31,250 pts ha⁻¹ puesto que las plantas se colocaron a una distancia entre plantas de 40 cm dejando a dos tallos por planta y la distancia entre camas fue 1.60m.

Fertilización

La dosis de fertilización que se empleó en campo fue la siguiente 450-450- 225-100 (NO₃)Ca), la cual se hizo en dos partes, la primera fue una fertilización de fondo días antes del trasplante aplicando la mitad de nitrógeno, todo el fósforo, potasio y calcio; la segunda parte de nitrógeno se aplicó a un mes de trasplante.

Los fertilizantes granulados utilizados fueron los siguientes:

Sulfato de Amonio (20.5-00-00)

Fosfato Diamónico (18-46-00)

Sulfato de Potasio (00-00-50)

Nitrato de Calcio (soluble) (15.5-00-00- 19.9 Ca)

Muestreos de campo:

Se realizaron muestreos cada 28 días tomando una planta que mostrara competencia completa de cada genotipo.

Variables evaluadas

Rendimiento

Número de cortes, numero de frutos por planta, peso total del fruto por planta, peso promedio de fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial y el rendimiento proyectado en toneladas por hectárea.

Peso seco

Peso seco de hojas y tallos.

Area foliar

Area total de hojas en metros cuadrados por cada genotipo

Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual, se seleccionó una planta con competencia completa y esto fue igual para los tres ambientes. Los frutos se colocaron en bolsas de papel, previamente identificadas con un número correspondiente al genotipo y repetición para después llevarse al laboratorio de Fisiotecnia.

Toma de datos

- 1) Se eligieron tres frutos de cada genotipo y se registró cada uno (genotipo y repetición).
- 2) Se tomó el color y tamaño (tabla 1 y 2) de cada uno de los frutos y se registraron los datos en libreta de campo, posteriormente se picaron y molieron cada uno de los tomates en sus respectivos vasos.
- 3) 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 genético.

Tamaño

El tamaño de los tomates se determina con base en su diámetro ecuatorial, utilizando la norma NMX-FF-009 (Norma mexicana de diámetro de frutas, 1982). Los tomates en sus dos tipos (bola y alargado) se calibran de acuerdo con lo indicado en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Tamaño de tomate bola.

Tamaño	Diámetro mínimo (1)		Diámetro máximo (2)	
	Mm	In	Mm	in
Chico	54	(2 1/8)	58	(2 9/32)
Mediano	57	(2 1/4)	64	(2 17/32)
Grande	63	(2 1/2)	71	(2 25/32)
Extra grande	70	(2 3/4)	En adelante	

Tabla 4. Tamaño de tomate alargado.

Tamaño	Diámetro mínimo (1)		Diámetro máximo (2)	
	Mm	In	Mm	in
Chico	38	(1 1/2)	52	(2 1/16)
Mediano	51	2	60	(2 3/8)
Grande	59	(2 5/16)	71	(2 3/16)
Extra grande	70	(2 3/4)	En adelante	

Color de fruto.

Los frutos fueron clasificados en cuanto a su color en base a la carta colorimétrica.

Tabla 5. Carta colorimétrica.

Tomato1	
Tomato2	
Tomato3	
Tomato4	
OrangeRed1	
OrangeRed2	
OrangeRed3	
OrangeRed4	
Red1	
Red2	
Red3	
Red4	

Potencial de Iones Hidrógeno (pH).

Se determinó el pH con el potenciómetro (CONDUCTRONIC Modelo 10).

Grados Brix (°Brix).

Se determinaron los grados Brix para cada uno de los materiales con Refractómetro portátil (ATAGO 01018).

Vitamina C.

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

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

3.- Se colocaron los vasos en un agitador Vortex por un tiempo de 15 minutos.

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

5.- Del contenido de los matraces se tomaron 10 mL 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. (Sanchez A. D, 2015). La ecuación utilizada para la determinación de Vitamina C es la siguiente, de acuerdo a Chechetkin *et. al.*, (1984):

$$\text{mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ de Vitamina C} = (a \cdot 0.088 \cdot VT \cdot 100) / (VA \cdot P)$$

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 (20 g)

Determinación de Licopeno.

Para estimar esta variable se realizó de manera indirecta de acuerdo a (Mendoza.G.A., 2010), mediante una correlación entre las variables que intervienen en la determinación de licopeno (pH, Color, Grados Brix, Vitamina C), la correlación con estas variables fue 75% para campo abierto.

La ecuación utilizada para campo abierto fue:

Campo:

$$(-75.4289 + 1.1628(\text{color}) + 15.4784(\text{pH}) + 2.6986(\text{Grados Brix}) - 0.2451(\text{Vit. C}))$$

Análisis Estadístico.

El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.0. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar.

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

Donde:

Y_{ij} = observación de i-ésimo genotipo en su j-ésima repetición.

μ = efecto de la media general.

α_i = Efecto de los tratamientos.

β_j = efecto de los bloques.

ε_{ij} = Efecto del error experimental.

Para la comparación se utilizó la Prueba de Tukey el procedimiento consistió en el cálculo de un valor crítico mediante la ecuación y su aplicación a diferencias entre todos los pares de medias.

$$w = q_{\alpha}(p, f_e) S_{\bar{y}}$$

Donde q_{α} se obtiene de la tabla

$p = t$ es el número de tratamientos

f_e = corresponde a los grados de libertad del error

$S_{\bar{y}}$ = es la raíz cuadrada de la varianza del error combinada.

Para la representación de las gráficas y figuras se utilizó el programa Statistica versión 10. Las formulas fueron las siguientes.

-Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC)

$$\frac{PS_2 - PS_1}{t_2 - t_1} = g \text{ día}^{-1}$$

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

$$= \frac{\ln PS_2 - \ln PS_1}{t_2 - t_1} = g \text{ g}^{-1} \text{ día}^{-1}$$

- Tasa de Crecimiento Relativo Foliar (TCRF)

$$= \frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{t_2 - t_1} = \text{cm}^2 \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$$

- Relación de Área Foliar (RAF)

$$= \frac{\frac{AF_1}{PS_1} + \frac{AF_2}{PS_2}}{2} = \text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

- Índice de Área Foliar (IAF)

$$= \frac{\frac{AF_1}{A_{\text{terr}_1}} + \frac{AF_2}{A_{\text{terr}_2}}}{2} \quad \text{cm}^2 \text{ foliar planta cm}^{-2} \text{ terreno}$$

- Tasa de Asimilación Neta (TAN)

$$= \frac{PS_2 - PS_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{AF_2 - AF_1} \quad \text{mg cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$$

Donde:

PS₁ y PS₂ = Se refiere a los pesos secos de la planta en muestreos (t).

AF₁ y AF₂ = Son los valores de área foliar de la planta, en muestreos (t).

t₁ y t₂ = Días transcurridos entre muestreos sucesivos.

A_{terr1} y A_{terr2} = Es el área de terreno que ocupa la planta en muestreos sucesivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1. Para las variables TAC, TCR, TCF y IAF hubo significancia para las fuentes de variación Genotipo. La variable RAF no mostro significancia. Lo anterior refleja la influencia que presentan los factores ambientales, a lo largo del ciclo del cultivo, con el potencial genético de los genotipos (Li, 1985). (Cockshull, K. E.; Ho, 1995) indicaron que el crecimiento del cultivo a densidades altas no solo produce más frutos, sino también más asimilados por unidad de superficie, como resultados de tener un IAF más alto que intercepta más porcentaje de la radiación solar incidente. El IAF expresa el rendimiento de los cultivos por unidad de área foliar y por unidad de área de suelo ocupada por el cultivo (Gómez, C., C. Buitrago, 1999), La TCR es un parámetro proporciona una integración conveniente del desarrollo combinado de varias partes de la planta (Hunt, 1982).

Cuadro 1 Análisis de varianza (cuadrados medios) de Parámetros fisiotécnicos de ocho genotipos de tomate

FV	GL	TAC g día ⁻¹	TCR g ⁻¹ día ⁻¹	TCF	TCRF cm ⁻² día ⁻¹	RAF cm ² g ⁻¹	IAF cm ²
Gen	7	0.32 *	0.000021 *	3266.89 *	0.000021	136.51	2.25 *
Rep	2	0.30 *	0.000036 *	3681.28	0.000037 *	319.14	2.56
Error	14	0.09	0.0000085	1471.85	0.000013	205.00	1.01
CV(%)		31.59	8.69	39.59	11.48	14.86	39.48
Media [†]		0.99	0.033	96.89	0.032	96.33	2.54

**Nivel de probabilidad de 0.01, *Nivel de probabilidad de 0.05, FV= Fuente de variación, Gen= genotipos, GL= Grados de libertad, TAC= Tasa Absoluta de Crecimiento
TCR=Tasa de crecimiento relativo, TCF= Tasa de Cosecha Foliar, TCRF= Tasa de Crecimiento Relativo Foliar, RAF=Relación Área Foliar, IAF=Índice de Área Foliar.

En la continuación del cuadro 1. Para la variable TANT fue altamente significativo, para la variable ICF en la fuente de variación genotipo fue significativo. Las variables PFF, ICTANT, y IEAFF no mostraron significancia. Con podas se puede lograr un aumento de la TAN para un IAF dado o bien aumentar el IAF sin disminución de la TAN, situaciones que pueden conducir a un incremento del rendimiento por unidad de superficie (Gardner, 1990).

Cuadro 1 (Continuación). Análisis de varianza (cuadrados medios) de Parámetros fisiotécnicos de ocho genotipos de tomate

FV	GL	TAN			PFF	ICTANT	ICF	IEAFF
		mg cm ⁻²	TANT					
Gen	7	1.471	728014716	**	1458898.74	73.00	252.14	* 175.82
Rep	2	1.009 *	234357598		1657615.17	61.40	28.78	29.86
Error	14	1.851	148799280		710280.88	38.44	77.66	86.80
CV(%)		12.73	54.35		45.30	56.62	12.57	38.41
Media†		0.00033	22440.28		1860.083	10.95	70.06	24.25

**Nivel de probabilidad de 0.01, *Nivel de probabilidad de 0.05, FV= Fuente de variación, Gen= genotipos, GL= Grados de libertad, TAN=Tasa de Asimilación, TANT Neta, Tasa de Asimilación Neta Total, PFF=Peso Fresco del Fruto, ICTANT=Índice de Cosecha Tasa de Asimilación Neta Total, Índice de Cosecha Foliar, Índice estimada de Área Foliar en Fresco.

En el cuadro 2. Las variables TCR, TCF, TCRF, RAF y IAF estadísticamente no hubo diferencias, para la variable TAC los genotipos tuvieron un comportamiento diferente, teniendo la mayor TAC el genotipo 2 (R1) con 1.71 a diferencia de los demás genotipos. Puede observarse, que no hay concordancia con lo reportado por (Jarma, 1999) donde la TRC inicialmente presentó valores altos que fueron disminuyendo conforme avanzó el ciclo de vida del cultivo. (Hunt, 1982) indica que algunos valores altos del IAF pueden ocurrir cuando el follaje del cultivo no cubre toda la superficie del suelo.

Cuadro 2. Agrupación estadística de parámetros fisiotécnicos en ocho genotipos de tomate

Genotipo	TAC g día ⁻¹	TCR g ⁻¹ día ⁻¹	TCF	TCRF cm ⁻² día ⁻¹	RAF cm ² g ⁻¹	IAF cm ²
1	0.93 ab	0.037 a	86.10 a	0.034 a	90.50 a	2.26 a
2	1.71 a	0.034 a	172.05 a	0.033 a	99.78 a	4.52 a
4	0.74 b	0.034 a	78.37 a	0.033 a	104.88 a	2.06 a
7	0.73 b	0.036 a	75.77 a	0.034 a	105.05 a	1.99 a
12	0.81 b	0.030 a	76.51 a	0.028 a	86.93 a	2.01 a
13	1.15 ab	0.031 a	110.61 a	0.029 a	91.41 a	2.91 a
14	1.02 ab	0.033 a	100.18 a	0.033 a	98.41 a	2.63 a
15	0.79 b	0.030 a	75.60 a	0.028 a	93.72 a	1.99 a
Media	0.99	0.033	96.89	0.032	96.33	2.54

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes; TAC= Tasa Absoluta de Crecimiento TCR=Tasa de crecimiento relativo, TCF= Tasa de Cosecha Foliar, TCRF= Tasa de Crecimiento Relativo Foliar, RAF=Relación Área Foliar, IAF=Índice de Área Foliar.

En la continuación del cuadro 2. Las variables TAN, PFF, ICTANT y IEAFF están en el mismo grupo, para la variable TANT estadísticamente mostro diferencias obteniendo el mayor TANT el genotipo 2 (R1) con 58776 a diferencia del genotipo 7 (Y4) que fue el menor con 12160. En la variable ICF estadísticamente hubo diferencias siendo el mejor el genotipo 15 (Cid) con 81.467, el genotipo 7 (Y4) con 59.073 siendo el que mostró menor diferencias de acuerdo con Charles-Edwards et al. (1986) se deben a la pérdida de peso de materia seca como consecuencia de la senescencia y caída de hojas.

Cuadro 2 (continuación). Agrupación estadística de parámetros fisiotécnicos en ocho genotipos de tomate

Genotipo	TAN mg cm ⁻² día ⁻¹	TANT	PFF	ICTANT	ICF	IEAFF
1	0.00038 a	20027 b	1566.7 a	8.002 a	66.546 ab	21.075 a
2	0.00034 a	58776 a	2853.3 a	4.676 a	77.492 ab	21.037 a
4	0.00032 a	13153 b	1108.3 a	9.574 a	54.935 ab	15.566 a
7	0.00033 a	12160 b	855.0 a	8.429 a	59.073 b	14.246 a
12	0.00034 a	15562 b	1787.3 a	19.906 a	74.292 ab	36.451 a
13	0.00032 a	27367 ab	2666.7 a	10.597 a	72.484 ab	29.007 a
14	0.00033 a	20250 b	2176.7 a	9.782 a	74.228 ab	26.093 a
15	0.00030 a	12228 b	1866.7 a	16.636 a	81.467 a	30.533 a
Media	0.00033	22440.28	1860.083	10.95	70.06	24.25

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes; TAN=Tasa de Asimilación Neta, TANT, Tasa de Asimilación Neta Total, PFF=Peso Fresco del Fruto, ICTANT=Índice de Cosecha Tasa de Asimilación Neta Total, Índice de Cosecha Foliar, Índice estimada de Área Foliar en Fresco.

En el cuadro 3. En la variable °BRIX (Grados Brix) fue altamente significativo, Los resultados obtenidos 3.612 ° Brix no cumplen con lo citado por (Diez, 1999) quien afirma que, en tomate destinado para proceso y consumo en fresco, el contenido de los sólidos solubles se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° Bríx. Para la variable color no hay significancia. En cuanto a las variables de calidad VITC (Vitamina C). Los resultados son diferentes con (Gutiérrez, 2006), quienes encontraron promedios de 21.8 y 22.78, los cuales son diferentes al resultado obtenido en este estudio, ya que está por debajo de estos valores, 12.939. pH (Potencial de Hidrogeno) se encontró significancia entre los materiales genéticos, lo que muestra un mayor valor característico del fruto. En la fuente de variación repetición no se encontraron diferencias significativas, indicándonos con esto que las repeticiones, en este caso los frutos evaluados son similares entre sí. Con respecto a la variable del potencial de iones de Hidrogeno (pH), los resultados obtenidos en este trabajo, fueron estadísticamente similares con los reportados por (Gutiérrez, 2006), donde encontraron promedios de 4.59 y 4.69 respectivamente.

Cuadro 3 Análisis de varianza (cuadrados medios) para cuatro variables de calidad en 8 genotipos de tomate

FV	GL	°Bx	pH (%)	VitC (mg/100g)	Color
Gen	7	0.988 **	0.076 *	28.458 *	0.708
Rep	2	0.273	0.071	9.666	0.125
Error	14	0.144	0.026	7.733	1.029
CV(%)		10.512	3.472	21.49	42.727
Media [†]		3.612	4.687	12.939	2.375

**Nivel de probabilidad de 0.01, *Nivel de probabilidad de 0.05, FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, °Bx= Grados Brix pH= Potencial Iones Hidrogeno. VitC= Vitamina C, Rep= Repeticiones, Gen= Genotipos, CV= Coeficiente de Variación, [†]=Valores reales.

En el cuadro 4. Se puede observar que las variables pH, vitamina C y color están agrupadas en el mismo grupo, sin embargo, para Vitamina C destaca el genotipo fue el 2 (R1), con 18.13, 3 unidades mayor que el genotipo que obtuvo el segundo lugar, que fue el genotipo 13, con 15.15 unidades; las diferencias no se detectaron debido al rigor de la prueba de Tukey, con otra prueba (DMS, o Duncan) sí se hubieran detectado estadísticamente las diferencias La calidad del fruto depende de la época de cosecha; el contenido de vitamina C disminuyen cuando el jitomate se corta en la etapa verde maduro y su maduración ocurre durante el transporte y almacenamiento; por el contrario, los frutos que maduran en la planta, presentan un mejor sabor (Villareal R., 1982). Para la variable °Brix estadísticamente si hubo diferencias, el mayor contenido de °Brix lo obtuvo el testigo 14 (Montecarlo) con 4.66 seguido del genotipo 12 (Rio Grande) con 4.00 y el genotipo que mostro menor contenido fue el genotipo 15 (Cid) con 2.86.

Cuadro 4 Agrupación estadística de ocho genotipos de tomate para cuatro variables de calidad

Genotipo	°Bx		pH (%)		Vit C (mg/100g)		Color	
1	3.13	bc	4.700	a	14.99	a	2.000	a
2	3.66	a-c	4.733	a	18.13	a	2.000	a
4	3.13	bc	4.800	a	15.02	a	1.666	a
7	3.66	a-c	4.533	a	13.38	a	2.666	a
12	4.00	ab	4.833	a	13.04	a	3.000	a
13	3.76	a-c	4.733	a	15.15	a	2.333	a
14	4.66	a	4.366	a	13.67	a	2.333	a
15	2.86	c	4.800	a	12.77	a	3.000	a
Media	3.612		4.687				2.375	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes; pH= Potencial Iones Hidrógeno, °Bx= Grados Brix, VitC= Vitamina C.

En el Cuadro 5 todas las variables PPF, DMPLR, DMEC y Tamaño fueron altamente significativas esto se debe a la variabilidad genética (tipo saladette y tipo bola) que hay entre los genotipos. El tamaño y peso del fruto se encuentran determinados en su aspecto genético y estos caracteres son heredables; sin embargo, pueden modificarse por condiciones ecológicas (temperatura, agua, suelo) y las labores culturales en el cultivo (fertilización, podas, raleo de frutos, riegos, etc) (Bernabé A., 1999).

Cuadro 5 Análisis de varianza (cuadrados medios) para cuatro variables de rendimiento en ocho genotipos de tomate

FV	GL	PPF (g)	DMPLR (cm)	DMEC (cm)	Tamaño
Gen	7	8140.613 **	334.46 **	156.62 **	2.61 **
Rep	2	247.041	8.22	6.96	0.29
Error	14	1092.041	15.77	34.88	0.43
CV(%)		21.987	6.47	9.05	32.28
Media†		150.291	61.32	65.26	2.04

FV= Fuente de Variación, Rep= Repeticiones, Gen= Genotipos, CV= Coeficiente de variación GL= Grados de Libertad, PPF= Peso promedio de frutos, DMPLR= Diámetro polar DMEC= Diámetro ecuatorial.

En el cuadro 6. Las variables PPF, DMPLR, DMEC y Tamaño los genotipos obtuvieron diferente comportamiento. Para la variable DMEC el genotipo 7 (Y4) obtuvo el mayor diámetro con 76.66 mm a diferencia del genotipo 12 (Río Grande) que fue el de menor diámetro con 57.06 mm. Los diámetros ecuatorial y polar determinan el tamaño de los frutos de tomate, y en la actualidad el diámetro ecuatorial es un indicador de calidad para comercializar esta hortaliza (Urrieta et al, 2012).

Cuadro 6 Agrupación estadística de ocho genotipos de tomate para cuatro variables de rendimiento

Genotipo	PPF		DMPLR (mm)		DMEC (mm)		Tamaño	
1	153.67	a-c	65.40	ab	58.33	bc	2.00	ab
2	198.33	a	73.03	a	66.26	a-c	3.33	a
4	168.33	ab	63.33	ab	75.13	ab	2.33	ab
7	151.67	a-c	58.86	bc	76.66	a	1.33	b
12	62.33	c	43.53	d	57.06	c	1.00	b
13	152.33	a-c	63.26	ab	61.10	a-c	2.00	ab
14	223.00	a	73.74	a	63.71	a-c	3.33	a
15	92.67	bc	49.40	cd	63.83	a-c	1.00	b
Media	150.291		61.32		65.26		2.04	

Medias con la misma letra no son significativamente PPF= Peso promedio de frutos, DMPLR= Diámetro polar DMEC= Diámetro ecuatorial.

En el cuadro 7. Para la variable PST (Peso Seco de Tallo) fue altamente significativa para las fuentes de variación: Muestreo, Genotipo, Muestreo*Genotipo. Para las variables PFH (Peso Fresco de Hoja), PFT (Peso Fresco de Tallo) y PSH (Peso Seco de Hoja) se encontraron altamente significativos para la fuente de variación muestreo, lo cual se esperaba ya que se hicieron los muestreos en diferentes etapas fenológicas de la planta. Estas mostraron altas significancias por el significado que estas tienen desde el punto de vista de crecimiento de la planta, ya que representan medidas directas del crecimiento (Salisbury, F. & Ross, 1994). (Heuvelink, 1995) estudió la partición de la materia seca del cultivo de tomate a través de un modelo de simulación que representaba la relación entre la materia seca reproductiva con la vegetativa. La partición de la materia seca es importante para demostrar la eficiencia de la planta en distribuir sus asimilados producto de la fotosíntesis, y que ha de manifestarse al final en la productividad del cultivo (Dogliotti, 2002).

Cuadro 7 Análisis de varianza (cuadrados medios) en ocho genotipos de tomate para las variables de biomasa

FV	G.L.	PFH	PFT	PSH	PST
Mues	2	486224.43 **	1075510.68 **	8496.77 **	12120.57 **
Rep(Mues)	6	55741.00 **	88600.88 **	1066.78 **	536.80 **
Gen	7	6153.09	40543.42	302.00	503.43 **
Mues*Gen	14	2339.46	17960.41	196.70	275.01 **
Error	42	8689.09	23233.42	157.59	115.19
CV(%)		52.66	60.43	52.20	42.42
MEDIA†		176.98	252.22	24.048	25.29

**Nivel de probabilidad de 0.01, *Nivel de probabilidad de 0.05, FV= Fuente de variación, Mues= muestreos, Gen= genotipos, GL= Grados de libertad, PFH= peso fresco de hojas, PFT= peso fresco de tallos, PSH= peso seco de hojas, PST= peso seco de tallos, Mues= muestreos, Gen= genotipos, Amb= Ambientes, Rep= Repeticiones, Gen= Genotipos, CV= Coeficiente de variación.

En la continuación del cuadro 7. Las variables AF (Área Foliar) y PFF (Peso Fresco de Fruto) fueron altamente significativos. El área foliar depende del número de hojas, de su velocidad de crecimiento y de su tamaño final (Barraza, 2000). La magnitud del área foliar y su persistencia fue mayor a través del tiempo. Según (Hunt, 1982) cuando hay un mayor aprovechamiento de la radiación solar, se manifestó un mayor crecimiento general de las plantas, mayor acumulación de materia seca y mayor rendimiento total.

Cuadro 7 (Continuación). Análisis de varianza (cuadrados medios) en ocho genotipos de tomate para las variables área foliar y peso fresco del fruto

FV	G.L.	AF	PFF
Mues	2	412224620.9 **	34.29 **
Rep(Mues)	6	52803339.5 **	1.07 *
Gen	7	14456746.6	1.01 *
Mues*Gen	14	9456958.8	0.75 *
Error	42	7862073	0.34
CV		53.09	60.02
MEDIA†		5281.27	0.97

**Nivel de probabilidad de 0.01, *Nivel de probabilidad de 0.05, FV= Fuente de Variación, Mues= Muestreos, Gen= Genotipos, GL= Grados de Libertad, AF= Área Foliar, PFF= Peso Fresco de Fruto, Mues= Muestreos, Gen= Genotipos, Rep= Repeticiones, Gen= Genotipos, CV= Coeficiente de Variación.

En el cuadro 8. Los genotipos mostraron tener un comportamiento similar para las variables PFH, PFT Y PSH por lo cual se encuentran en el mismo grupo, para la variable PST los genotipos mostraron un comportamiento diferente, teniendo el mayor PST el genotipo 2 (R1) con 38.92g a comparación del testigo 14 (Montecarlo) con 19.58g esto se debe a que tanto los pesos secos de las diferentes fracciones y su totalidad, como el número de órganos, reflejan, a nivel fisiológico, los cambios bioquímicos que se manifiestan, como un aumento irreversible en el tamaño de los organismos (Barraza, Fernando V.; Fischer, Gerhard; Cardona, 2004).

Cuadro 8 Comparación de medias de ocho genotipos de tomates para las variables de biomasa

Genotipo	PFH	PFT	PSH	PST
1	161.78 a	256.22 a	19.83 a	25.35 ab
2	203.78 a	336.67 a	34.68 a	38.92 a
4	166.44 a	201.67 a	19.03 a	17.71 b
7	142.33 a	191.00 a	17.09 a	16.90 b
12	173.89 a	252.22 a	21.82 a	26.28 ab
13	223.78 a	351.89 a	28.31 a	31.94 ab
14	183.67 a	265.22 a	25.05 a	19.58 b
15	160.22 a	162.89 a	26.54 a	25.67 ab
MEDIA	176.98	252.22	24.048	25.29

Medias con la misma letra no son significativamente PFH= peso fresco de hojas, PFT= peso fresco de tallos,

PSH= peso seco de hojas, PST= peso seco de tallos.

En la continuación del cuadro 8. Los genotipos mostraron un comportamiento diferente en la variable PFF. El genotipo 2 y 13 fueron los que obtuvieron un mayor peso fresco de frutos con 1.49 y 1.39 g, respectivamente, a comparación con el genotipo 7 con 0.28 g (menor peso de fruto en fresco). Esto se debe a que el genotipo 2 y 13 son tipo bola y contienen más agua que el saladette. En la variable AF estadísticamente no hubo diferencias, las plantas con mayor área foliar y ambiente favorable, son capaces de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente (Jarma, 1999).

Cuadro 8 (Continuación). Comparación de medias de ocho genotipos de tomates para las variables área foliar y peso fresco del fruto

GENOTIPO	AF	PFF
1	4339 a	0.83 ab
2	7632 a	1.49 a
4	4252 a	0.56 ab
7	3757 a	0.28 b
12	4746 a	0.94 ab
13	6182 a	1.39 a
14	5513 a	1.19 ab
15	5829 a	1.10 ab
MEDIA	5281.27	0.97

Medias con la misma letra no son significativamente AF= área foliar, PFF=peso fresco del fruto.

En el cuadro 9. Las variables Peso fue altamente significativo, a diferencia de la fuente de variación de RNDTHA fue significativo en el genotipo según (Holle, 1982) se traduce en un efecto competitivo entre las plantas sembradas por luz, agua, nutrimentos y espacio físico, tanto sobre la superficie como debajo, para las variable IC, IEHOJ, LICOP no mostraron significancia.

Cuadro 9 Análisis de varianza (cuadrados medios) para cuatro variables de rendimiento en ocho genotipos de tomate

FV	G.L.	RNDTHA	PESO	IC	IEHOJ	LICOP
Rep	2	701.97	183.50	0.0028	0.0021	0.296
Gen	7	761.82 *	5388.18 **	0.0045	0.0039	5.767
Error	42	264.42	501.16	0.0029	0.0022	3.84
CV(%)		28.60	15.24	9.80	6.639	26.83
MEDIA†		56.85	146.87	0.55	0.72	7.30

**Nivel de probabilidad de 0.01, *Nivel de probabilidad de 0.05, FV= Fuente de Variación, Gen= Genotipos, GL= Grados de Libertad, RNDTHA= Rendimiento, Peso, IC= Índice de Cosecha IEHOJ= Índice Estimado de Hoja, LICOP= Licopeno., Rep.= Repeticiones.

En el cuadro 10. El genotipo 2 fue el que obtuvo mayor rendimiento con 78.75 a comparación con el genotipo 7 con 30.05 que obtuvo menor rendimiento, para la variable Peso los genotipos 2, 4 y 14 obtuvieron mayor peso a diferencia del genotipo 7 quien mostro el menor peso. En las variables IC, IEHOJ y LICOP estadísticamente no hubo diferencias. Otra consideración importante es que las variables se refieren a estructuras de la planta con crecimiento de tipo indeterminado, que dependen de la acción de un meristemo con potencial de continuar en división celular (Salisbury, F. & Ross, 1994), de igual manera corresponden a genotipos con un crecimiento determinado, o sea, que alcanzan un cierto tamaño y luego senecen y mueren, como es el caso de las hojas y frutos, esto hace una diferencia entre ambos componentes, que ayuda a caracterizarlos como los componentes que explican el crecimiento y el rendimiento, respectivamente. Según lo anterior, comentan (Holle, 1982), que, para una planta hortícola con frutos como el tomate, una alta densidad de población en el cultivo provocará un menor número de frutos por planta, así como el tamaño del fruto será menor.

Cuadro 10 Agrupación estadística de ocho genotipos de tomate.

Genotipo	RNDTHA	PESO	IC	IEHOJ	LICOP
1	53.13 ab	147.00 ab	0.564 a	0.76 a	7.15 a
2	78.75 a	198.33 a	0.544 a	0.73 a	8.89 a
4	39.43 ab	168.33 a	0.551 a	0.72 a	7.88 a
7	30.05 b	76.33 c	0.490 a	0.66 a	4.45 a
12	55.85 ab	155.00 ab	0.575 a	0.74 a	8.80 a
13	62.50 ab	152.33 ab	0.520 a	0.69 a	6.99 a
14	68.02 ab	185.00 a	0.532 a	0.68 a	7.29 a
15	67.08 ab	92.67 bc	0.621 a	0.76 a	6.96 a

Medias con la misma letra no son significativamente, RNDTHA= Rendimiento, IC= Índice de Cosecha IEHOJ= Índice Estimado de Hoja, LICOP= Licopeno.

En el cuadro 11 se muestra una correlación entre las variables pH y licopeno de 0.87. En relación a las propiedades hay tener en cuenta que todos los factores físicos y químicos capaces de degradar otros carotenoides afectan también al licopeno. Entre estos factores están las temperaturas elevadas, la exposición a la luz y valores de pH extremos (Scita, 1992), para la variable Rendimiento está influenciado por el TAC (Tasa Absoluta de Crecimiento) con una correlación de 0.73.

Cuadro 11 Correlación para variables de biomasa para ocho genotipos de tomate

VARIABLE	Promedio	DesvEstd	RNDTHA	PESO	BRIX	pH	Vit C	LICOP
RNDTHA	56.85	15.94	1.00	0.54	0.23	0.05	-0.08	0.21
PESO	146.88	42.38	0.54	1.00	0.43	-0.03	-0.22	0.20
BRIX	3.61	0.57	0.23	0.43	1.00	-0.66	0.41	-0.30
pH	4.69	0.16	0.05	-0.03	-0.66	1.00	-0.54	0.87
Vit C	12.94	3.08	-0.08	-0.22	0.41	-0.54	1.00	-0.46
LICOP	6.81	2.19	0.21	0.20	-0.30	0.87	-0.46	1.00
IC	0.55	0.04	0.40	-0.05	-0.49	0.58	-0.13	0.50
IEHOJ	0.72	0.04	0.37	0.11	-0.59	0.71	-0.31	0.69
TAN(x1000)	0.34	0.02	-0.04	0.26	0.06	-0.09	0.20	0.17
TAC	0.99	0.33	0.73	0.63	0.23	-0.02	-0.41	0.16
TCR	0.03	0.00	-0.38	0.05	-0.07	-0.44	-0.07	-0.43
TCF	96.90	33.00	0.68	0.63	0.23	-0.04	-0.47	0.13
TCRF	0.03	0.00	-0.35	0.09	0.01	-0.52	-0.09	-0.52
RAF	96.34	6.75	-0.41	-0.07	-0.04	-0.38	-0.40	-0.58
IAF	2.55	0.87	0.68	0.63	0.23	-0.04	-0.47	0.13

En la continuación del cuadro 11 se observan las correlaciones entre las variable IC y IEHOJ con 0.88, para las variables TAC y ICF hubo una correlación de 0.99, las variables TCR y TCRF se observan una correlación de 0.99 y para la variable IAF está influenciado con la variable TAC con una correlación de 0.99. Un trabajo de investigación realizado en nopal, (Murillo A., 1996) encontró que el peso seco, el índice de crecimiento del cultivo, la tasa de crecimiento relativo del cultivo, la tasa de crecimiento relativo e índice de área foliar presentaron correlaciones altas y positivas con la TAN en los análisis individuales por genotipos.

Cuadro 11 (Continuación). Correlación para variables de biomasa para ocho genotipos de tomate

VARIABLE	IC	IEHOJ	TAN(x1000)	TAC	TCR	TCF	TCRF	RAF	IAF
RNDTHA	0.40	0.37	-0.04	0.73	-0.38	0.68	-0.35	-0.41	0.68
PESO	-0.05	0.11	0.26	0.63	0.05	0.63	0.09	-0.07	0.63
BRIX	-0.49	-0.59	0.06	0.23	-0.07	0.23	0.01	-0.04	0.23
pH	0.58	0.71	-0.09	-0.02	-0.44	-0.04	-0.52	-0.38	-0.04
Vit C	-0.13	-0.31	0.20	-0.41	-0.07	-0.47	-0.09	-0.40	-0.47
LICOP	0.50	0.69	0.17	0.16	-0.43	0.13	-0.52	-0.58	0.13
IC	1.00	0.88	-0.12	-0.15	-0.53	-0.20	-0.58	-0.51	-0.20
IEHOJ	0.88	1.00	0.25	0.06	-0.23	0.00	-0.33	-0.54	0.00
TAN(x1000)	-0.12	0.25	1.00	0.16	0.59	0.10	0.48	-0.35	0.10
TAC	-0.15	0.06	0.16	1.00	0.11	0.99	0.15	-0.01	0.99
TCR	-0.53	-0.23	0.59	0.11	1.00	0.15	0.99	0.52	0.15
TCF	-0.20	0.00	0.10	0.99	0.15	1.00	0.19	0.11	1.00
TCRF	-0.58	-0.33	0.48	0.15	0.99	0.19	1.00	0.63	0.19
RAF	-0.51	-0.54	-0.35	-0.01	0.52	0.11	0.63	1.00	0.11
IAF	-0.20	0.00	0.10	0.99	0.15	1.00	0.19	0.11	1.00

En la Figura 1, se presentan las tendencias de los ocho genotipos, para la ICF (Índice de Cosecha en Fresco), siendo el mejor genotipo 15 (Cid) seguido del genotipo 2 (R2), las variedades 12 (Río Grande) y 14 (Montecarlo) mostraron el mismo nivel de ICF. De las variedades en estudio, el genotipo 7 (Y4) mostró menor comportamiento.

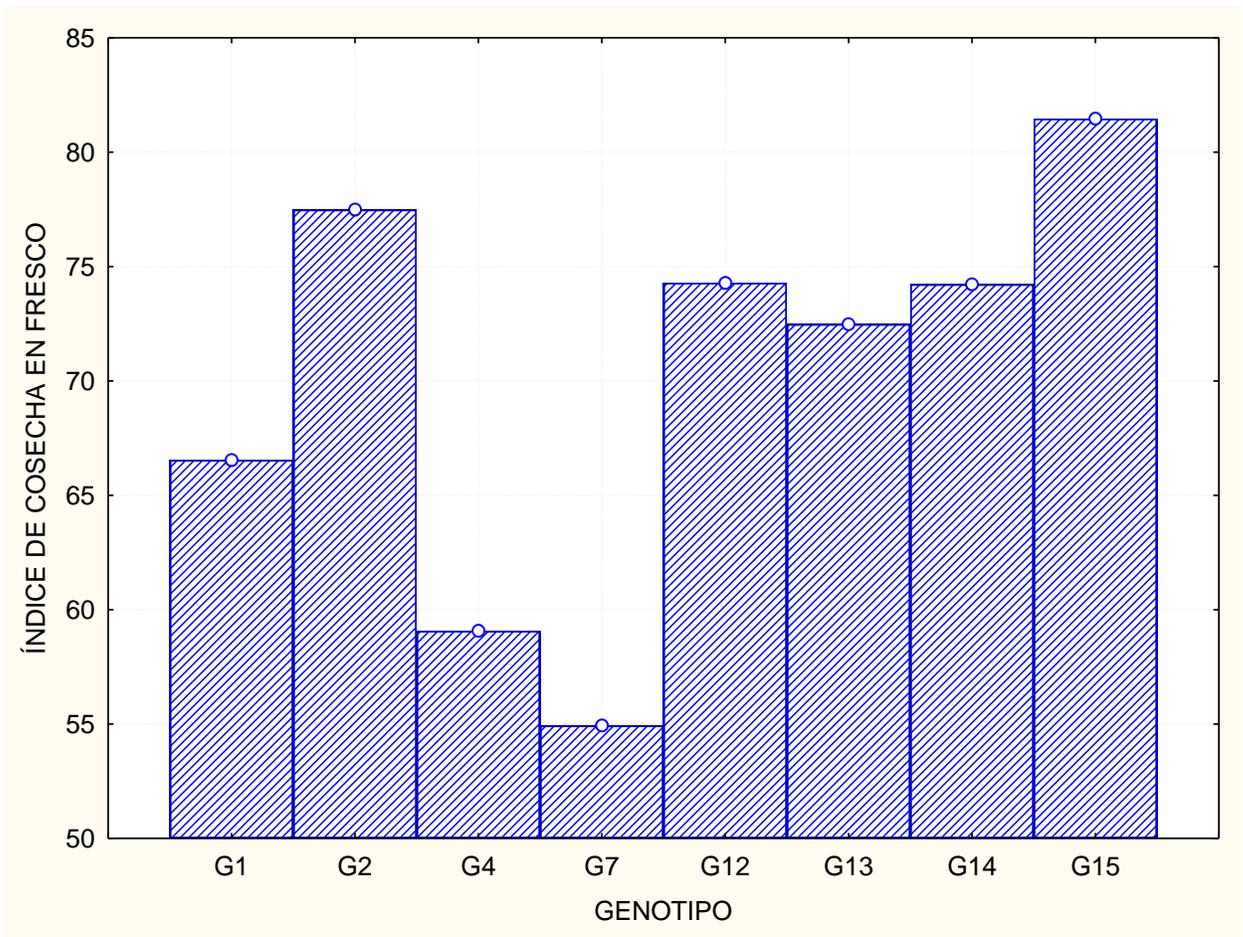


figura 1. Índice de Cosecha en Fresco para 8 genotipos.

En la Figura 2, se presentan las tendencias de los ocho genotipos de tomate, para la IEAFF (Índice Eficiencia Área Foliar Fresco), siendo el mejor genotipo 12 el (Río grande) seguido del genotipo 15 (Cid), los genotipos 1 (F3) y 2(R1) mostraron el mismo nivel de IEAFF, pero fue un poco bajo que los testigos. De las variedades en estudio, el genotipo 7 (Y4) mostro menor comportamiento.

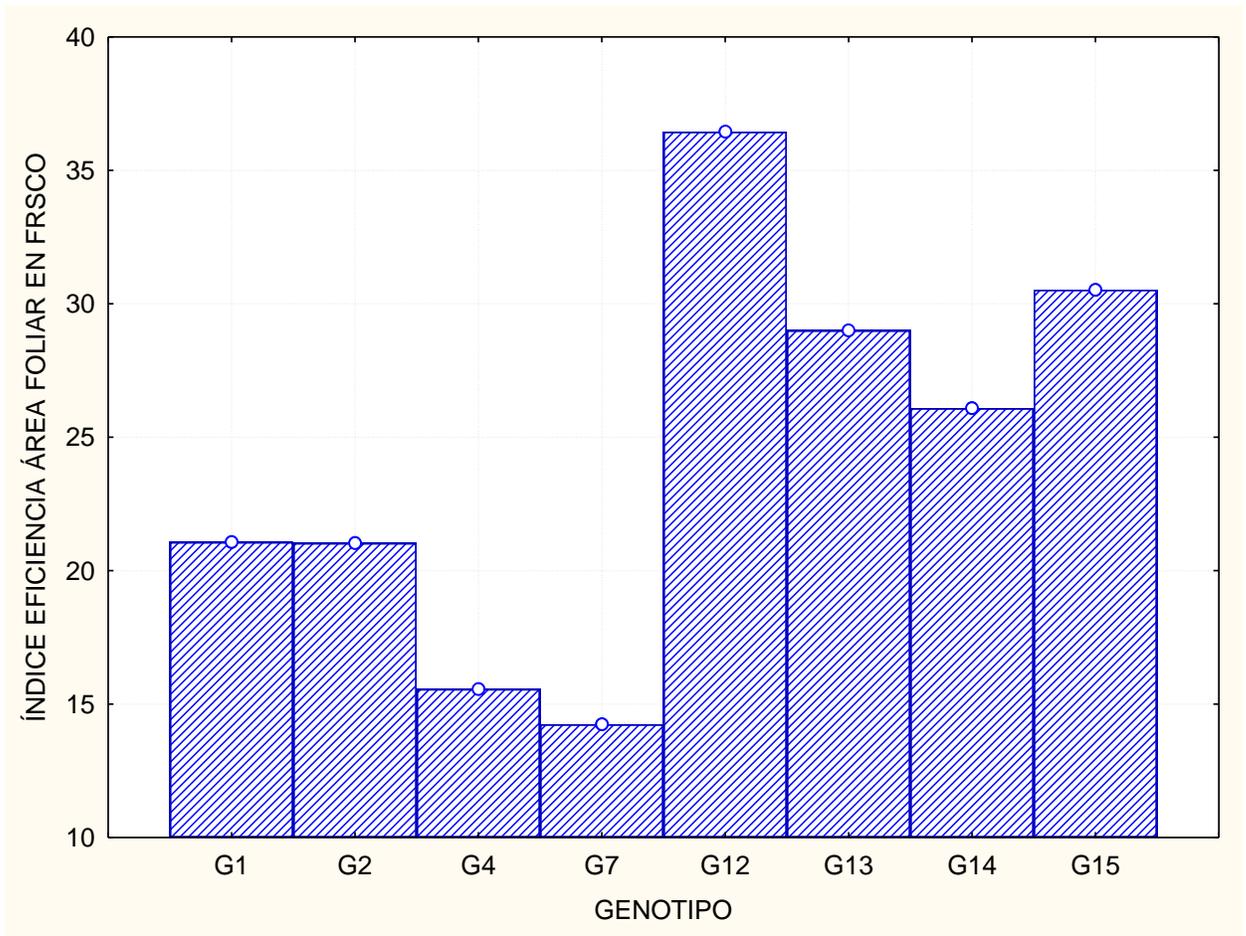


Figura 2. Índice de Eficiencia de Área Foliar para 8 genotipos.

En la Figura 3, se presentan las tendencias de los ocho genotipos de tomate, para la IC (Índice de Cosecha), siendo el 7 (Y4) el mejor genotipo seguido del genotipo 4 (Y533) y las variedades como testigos 12 (Río Grande) y 15 (Cid) que mostraron el mismo nivel de IC. El genotipo 2 (R1) mostro menor comportamiento a diferencia de las demás.

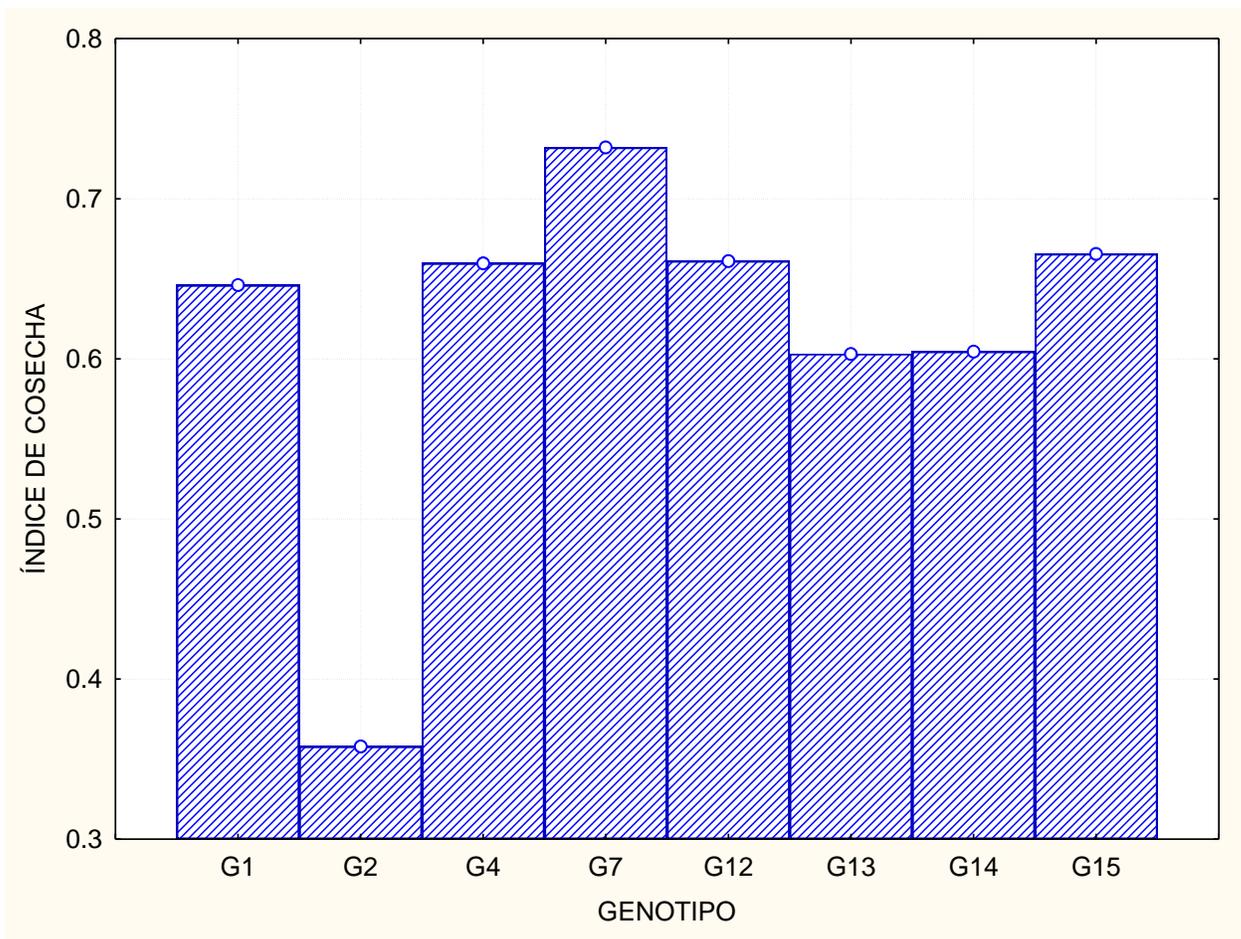


Figura 3. Índice de Cosecha para 8 genotipos.

En la Figura 4, se presentan las tendencias de los ocho genotipos de tomate, para Vitamina C siendo el genotipo2 (R1) el mejor genotipo seguido del genotipo 13 (Floradade) y los genotipos 1(F3) y 4 (Y533) mostraron el mismo nivel de Vitamina C. El genotipo 15 (Cid) mostro menor comportamiento a diferencia de las demás.

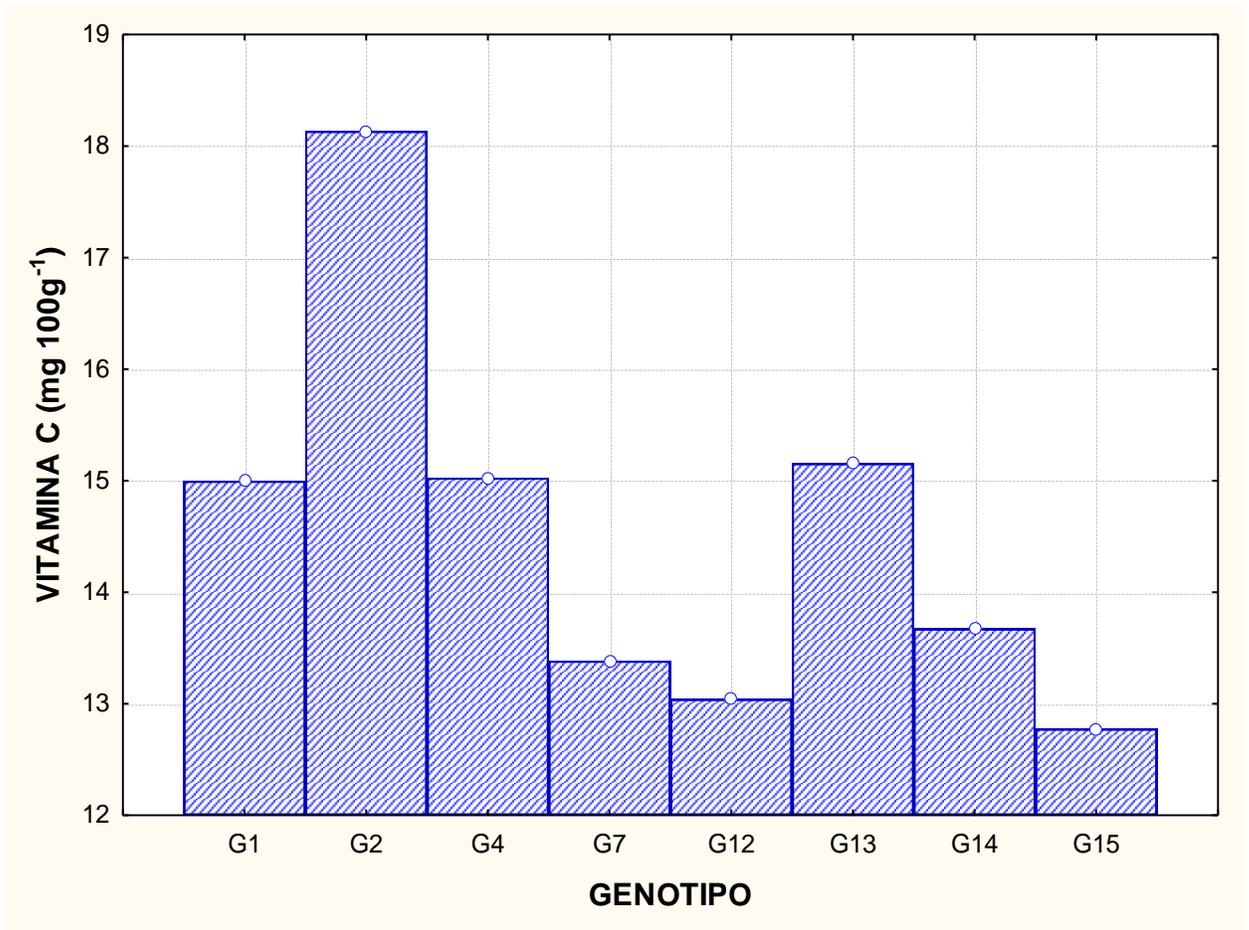


figura 4. Contenido de Vitamina C de 8 genotipos.

En la Figura 5, se presentan las tendencias de los ocho genotipos de tomate, para Licopeno siendo el testigo 12 (Río Grande) el mejor genotipo seguido del genotipo 2 (R1) y las variedades como testigos 13 (Floradade) y 15 (Cid) que mostraron el mismo nivel de Licopeno. El genotipo 14 (Montecarlo) mostro menor comportamiento a diferencia de las demás.

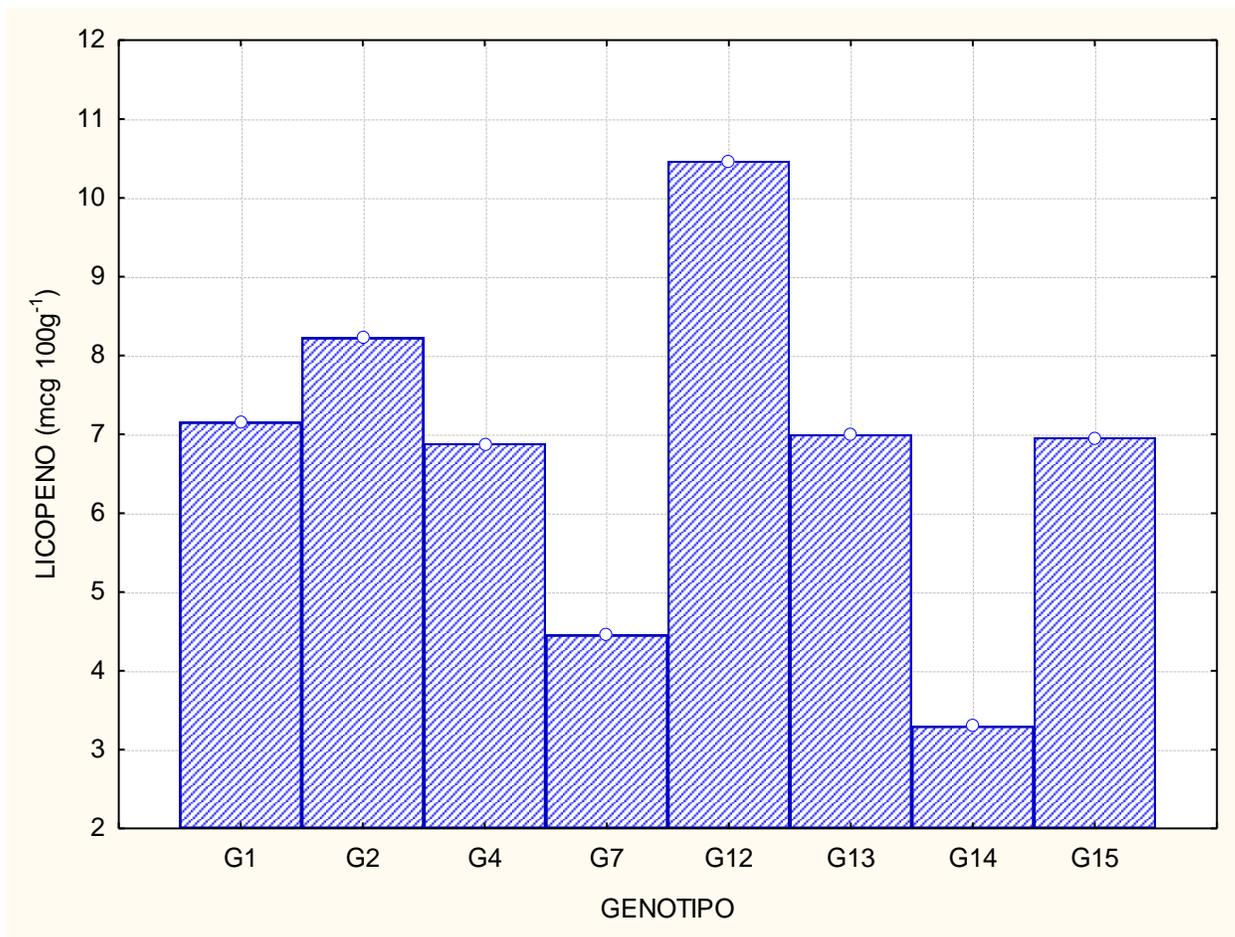


figura 5. Contenido de Licopeno de 8 genotipos.

En la Figura 6, se presentan las tendencias de los ocho genotipos, para PFH mejor variedad fue 13 (Floradade) en el tercer muestreo, seguido de los genotipos 2 y 14 con un nivel de significancia A, según Tukey al 0,05. De los genotipos en estudio, 15, 7 y 12 mostraron un pronunciado decremento causado por la senescencia de las hojas inferiores estimulando esta la caída y al parecer el crecimiento de más tallos y hojas para el siguiente muestro.

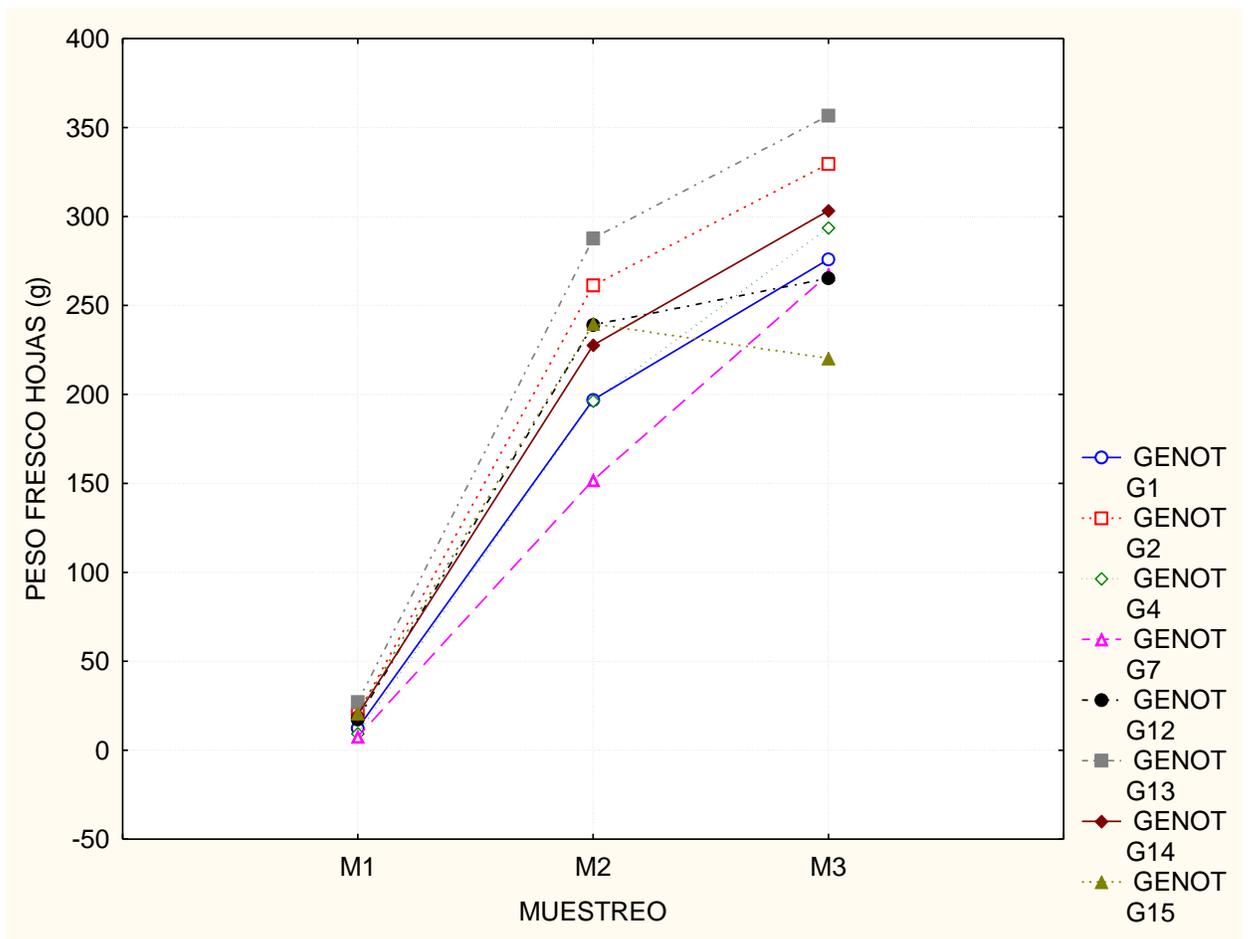


Figura 6. Peso Fresco de Hojas en tres muestreos.

En la Figura 7, se presentan las tendencias de los ocho genotipos, para PFT, siendo mejor la variedad 2 (R1) en el tercer muestreo, seguido del genotipo 13 (Floradade). De los genotipos en estudio, el 15 (Cid) mostro un pronunciado decremento en el tercer muestreo.

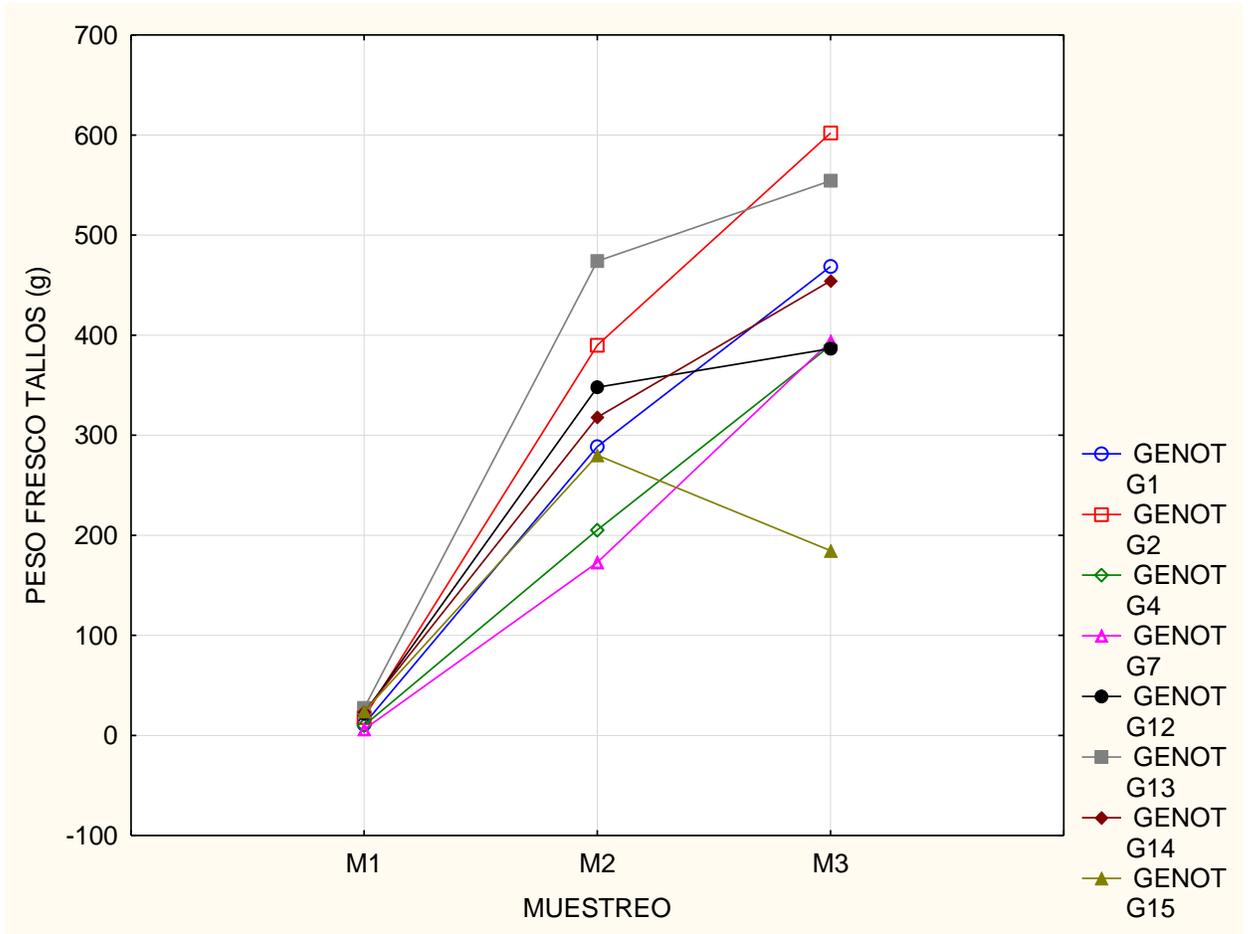


figura 7. Peso Fresco de Tallos en tres muestreos.

En la Figura 8, se presentan las tendencias de los ocho genotipos, para PSH, siendo mejor el genotipo 2 (R1) en el tercer muestreo, seguido del genotipo 13 (Floradade). Los genotipos que mostraron un pronunciado decremento en el tercer muestreo fueron el 4,7,12 y 15.

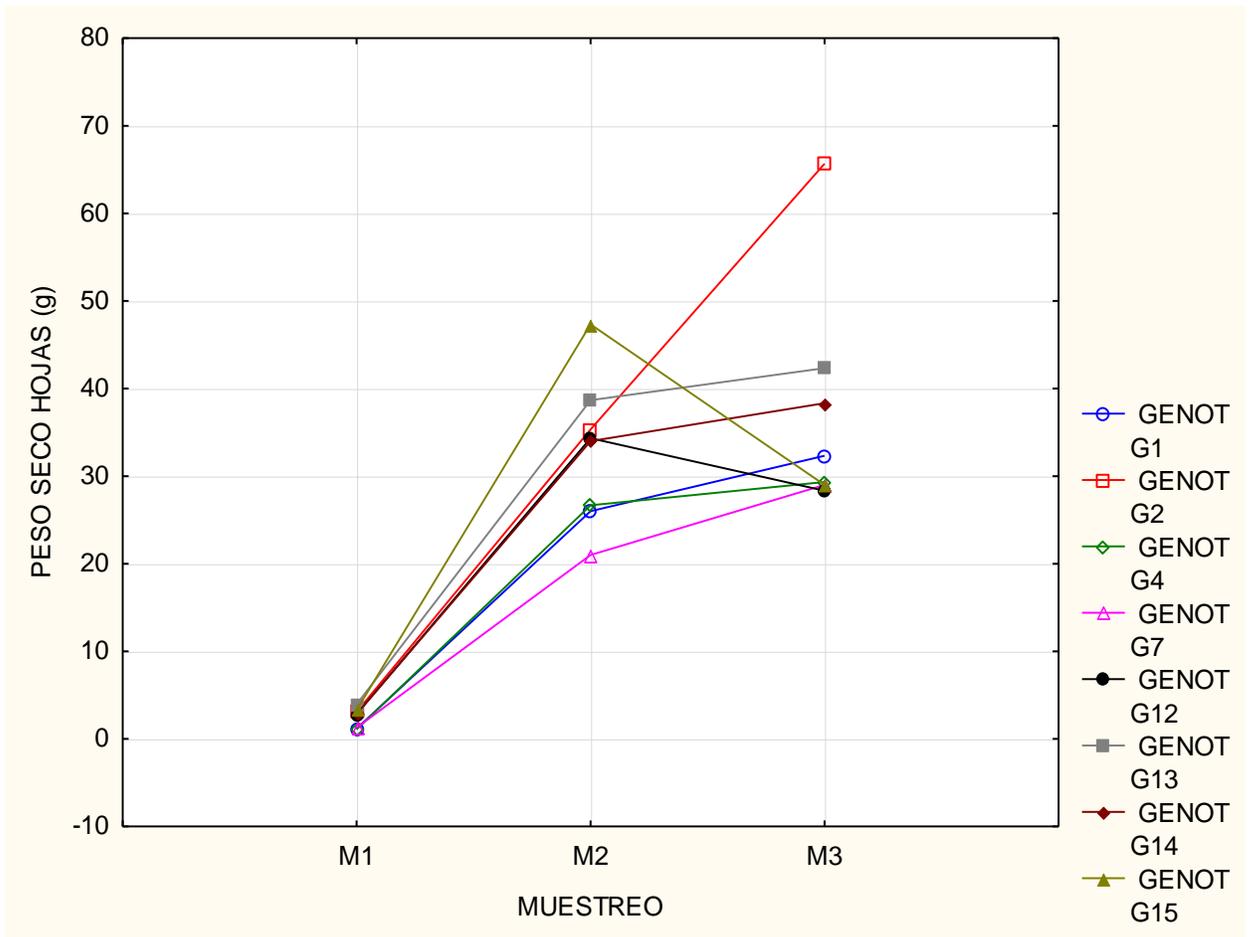


figura 8. Peso Seco de Hojas en tres muestreos.

En la Figura 9, se presentan las tendencias de los ocho genotipos, para PST, siendo mejor la variedad 2 (R1) en el tercer muestreo, seguido del genotipo 13 (Floradade). Las variedades en estudio, el 4 Y 7 mostraron un decremento en el tercer muestreo.

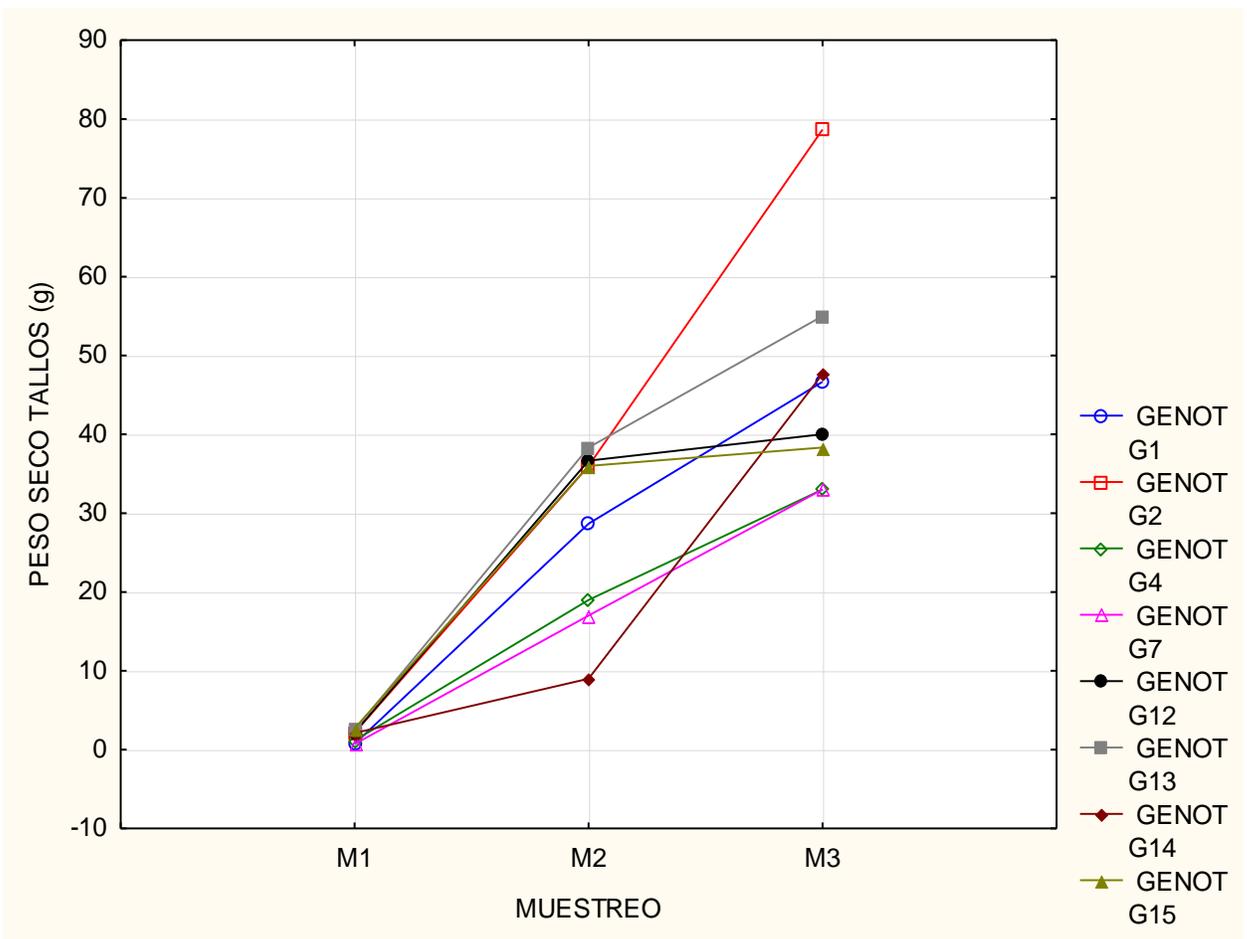
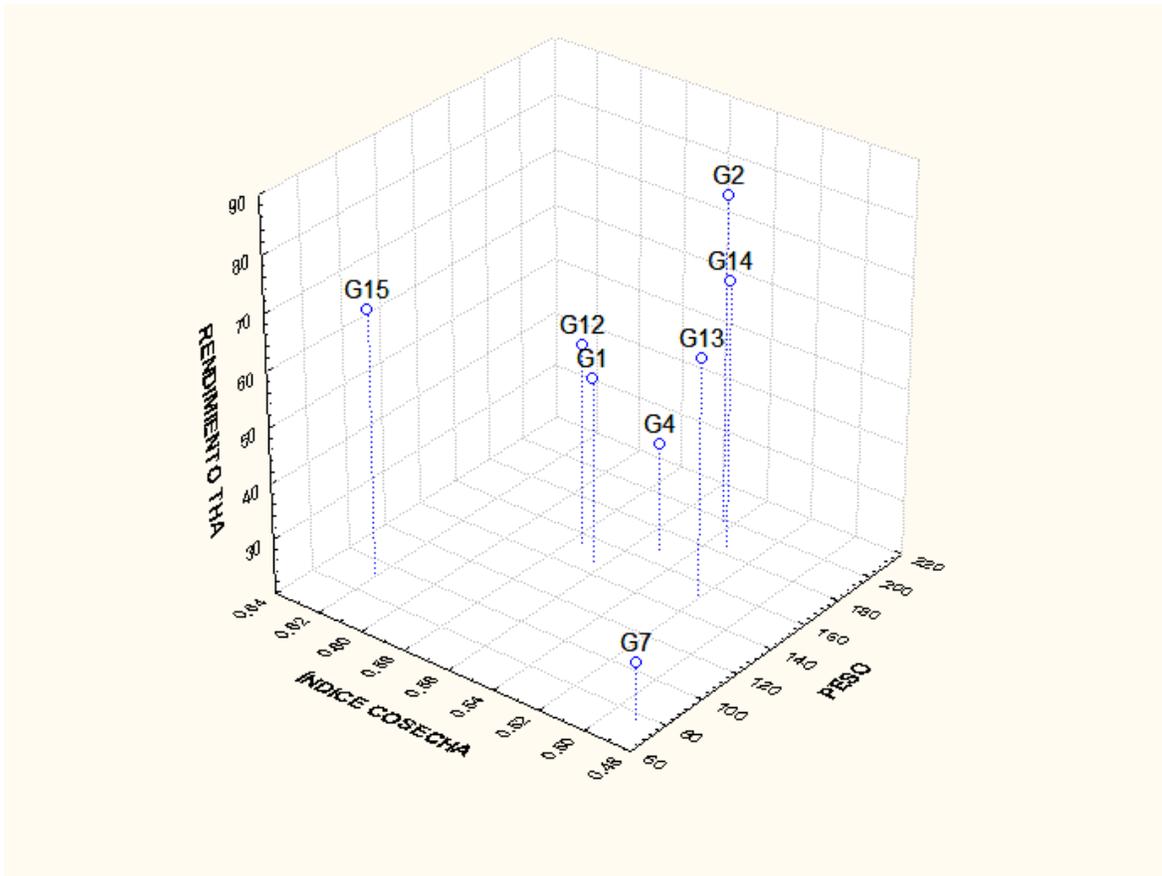
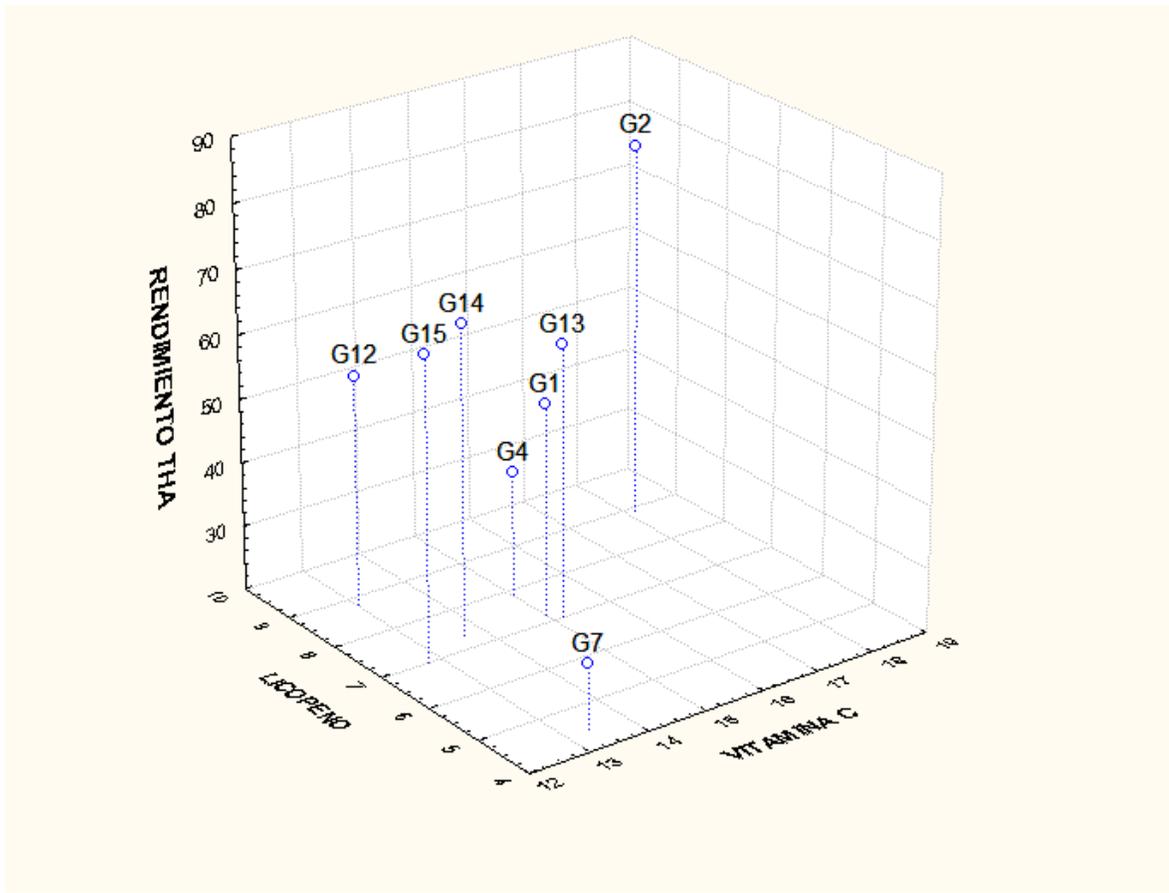


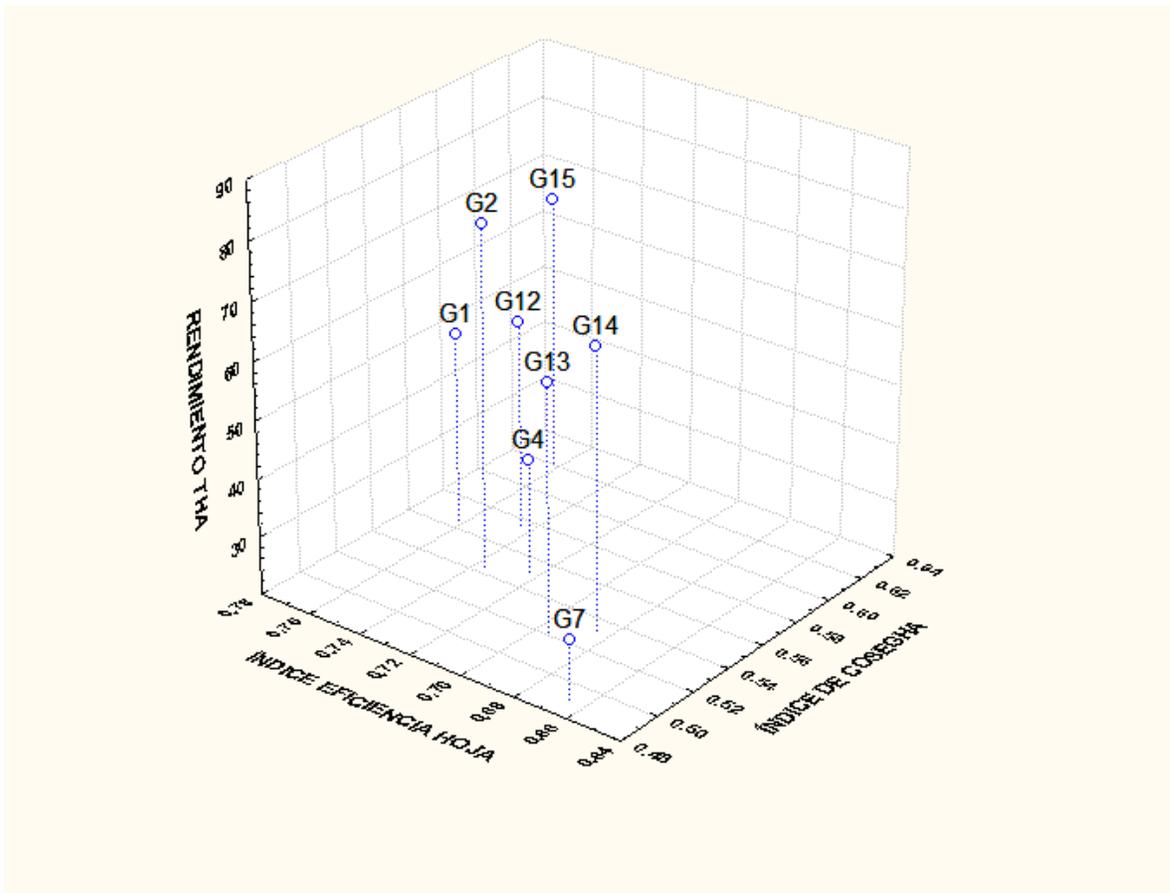
figura 9.Peso Seco de Tallos en tres muestreos.



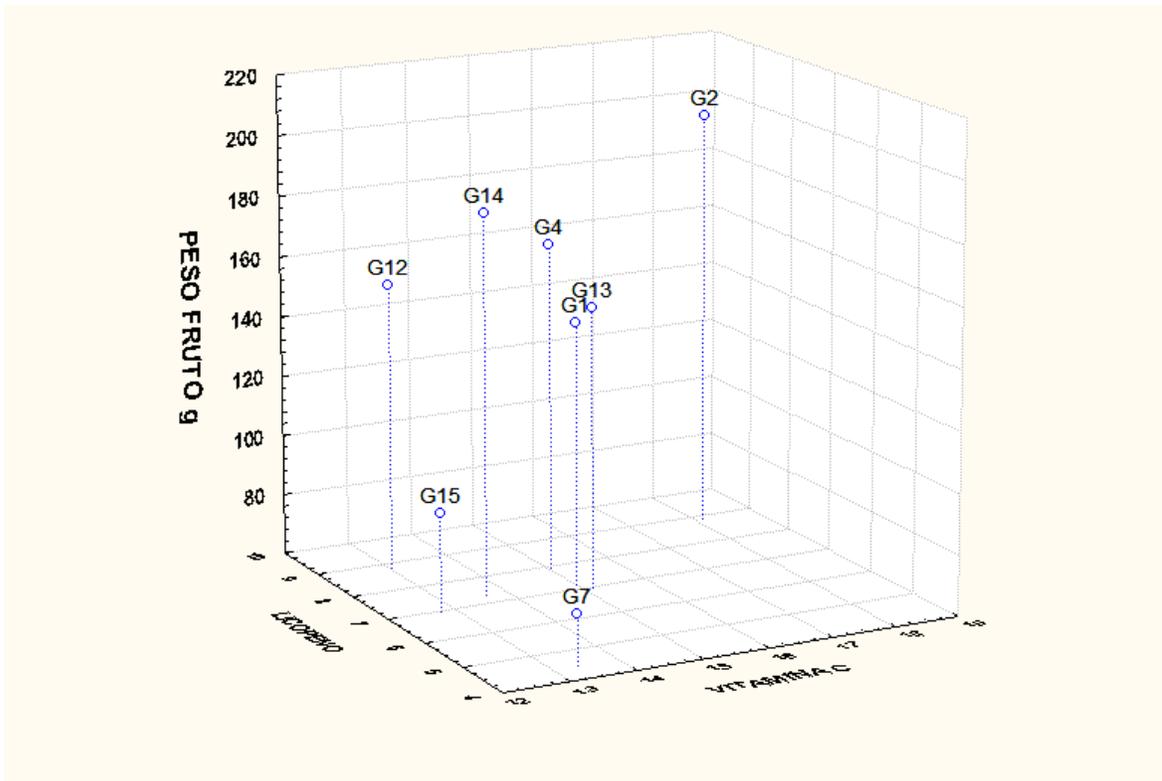
En la figura 10 se muestra los resultados obtenidos para las variables rendimiento, índice de cosecha y peso. El genotipo que obtuvo un mejor rendimiento fue el 2 (R1) seguido de los genotipos 14 (Montecarlo) y 15 (Cid). En índice de cosecha, el genotipo 7 (Y4) obtuvo menor rendimiento.



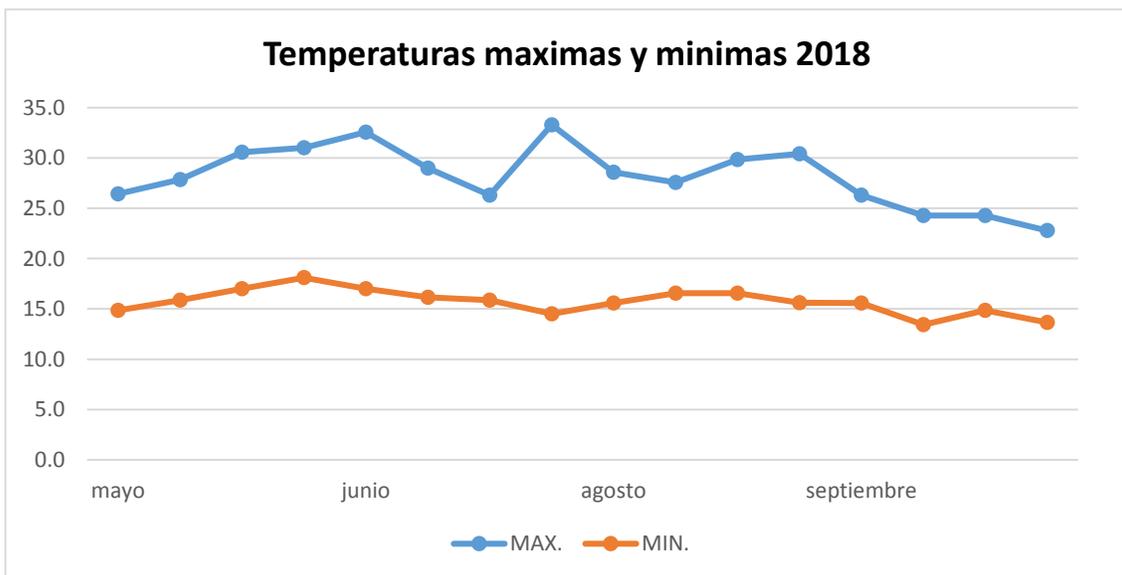
En la figura 11 nos muestra los resultados obtenidos para las variables rendimiento, licopeno y vitamina C. El genotipo que obtuvo un mejor contenido de vitamina C fue el 2. Para licopeno el genotipo con un alto valor fue el 12. Y el que obtuvo un menor rendimiento fue el 7.



En la figura 12 nos muestra los resultados obtenidos para las variables rendimiento, índice de eficiencia de hoja e índice de cosecha. El genotipo que obtuvo un mejor rendimiento fue el 15 seguido del genotipo 2 y 12, el que obtuvo un menor rendimiento fue el genotipo 7.



En la figura 13 nos muestra los resultados obtenidos para la variable peso de fruto, Licopeno y Vitamina C. El genotipo que obtuvo un mejor contenido de vitamina C fue el 2. Para licopeno el genotipo con un alto valor fue el 14. Y el que obtuvo menor peso de fruto fue el 7.



CONCLUSIONES

El genotipo 2 mostró una superioridad mayor, a diferencia de los demás genotipos en la variable rendimiento, peso, tamaño, vitamina C, color, licopeno, peso seco de la hoja, peso fresco y seco del tallo, área foliar.

El genotipo 15 mostró un alto índice de cosecha, índice estimado de la hoja e índice de cosecha en fresco.

La tasa absoluta de crecimiento (TAC) influyo en el rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Barraza, Fernando V.; Fischer, Gerhard; Cardona, C. E. (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Agronomía Colombiana*, 22, n, 81–90.
- Barraza, F. V. (2000). *Crecimiento del Chile Manzano (Capsicum pubescens R. y P.) en cuatro soluciones nutritivas bajo invernadero*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Bautista, B. et al. (2016). Color y estado de madurez del fruto de Tomate de cáscara. *Agronomía Mesoamericana*, 27, no 1, 115–130.
- Beadle, C. L. (1988). *Análisis del Crecimiento Vegetal*. (S. P. L. y J. M. S. Coombs, J.D.O. Hall, Ed.), *Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad*. Colegio de Postgraduados, Chapingo. Edo. de México, México.
- Bernabé A., A. y J. S. V. (1999). *Evaluación del rendimiento, calidad y precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (Lycopersicum esculentum Mili) en invernadero en Chapingo*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Castellanos, J. Z. (2009). Manual de producción de tomate en invernadero. *Intagri, S. C.*
- CEDRESA. (2018). Producción de tomate. CEDRESA. Retrieved from <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/86Tomate.pdf>
- Ciruelos, C. A., De la Torre. C., G. R. (2008). *Parámetros Para Calidad De Tomate Para Industria*.
- Cockshull, K. E.; Ho, L. C. 1995. (1995). Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. *Journal Horticultural Science* 70, 395–407.
- Cuéllar N., Augusto C., Díaz M., Durán E., Durán F., Gurrero K., D. J. (2008). *Ciencia Tecnología e Industria de Alimentos*. (1era Edición, Ed.), *Grupo Latino*. Colombia.
- Diez, J. M. (1999). *Tipos de varietales. En el cultivo del tomate*. Mundi-Prensa. Mexico.

- Dogliotti, S. (2002). Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Curso de Fisiología de Los Cultivos*.
- Equipos y Laboratorio de Colombia. (2015). Equipos y Laboratorio de Colombia. Retrieved from http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=1303
- Foolad, M. R. (2007). Genome mapping and molecular breeding of tomato. *International Journal of Plant Genomics*, (1), 52.
- Gardner, et al. (1990). *Physiology of Crop Plants* (p. 327). Iowa, EUA.
- Gómez, C., C. Buitrago, M. C. y B. H. (1999). Ecofisiología de papa (*Solanum tuberosum*) utilizada para consumo fresco y para la industria. *Revista COMALFI*, 42–55.
- Gózales, Julio César Hidalgo, et al. (1998). Efecto de la condición nutrimental de las plantas y de la composición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad en Tomate. *TERRA*, 16, no 2.
- Gragera, J., et al. (2009). Evaluación de parámetros productivos y de calidad en cultivares de Tomate de industria con alto contenido en licopeno en Extremadura. *Actas de Horticultura*, 54, 256–257.
- Gutiérrez, J. (2006). *Evaluación de Genotipos Sobresalientes de Tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en Base a parámetros Fisiotécnicos, Bajo Condiciones de Suelo Acolchado y Bajas Temperaturas*. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández Gil, R. (2007). Traspiración. Retrieved from <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/relahid>
- Hernández, M. R. (2001). *Fotosíntesis*. Universidad de los Andes, Merida, Venezuela.
- Hernández, P. J. S. (2000). *Las Sustancias Húmicas en el Tomate*. U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Heuvelink, E. (1995). Growth, Development and Yield of a Tomato Crop. *Periodic*

- Destructive Measurements in a Greenhouse. Scientia Horticulturae*, p. 61, 77–99.
- Holle, M. y A. M. (1982). Manual enseñanza práctica de producción de hortalizas. *Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura. Serie Libros y Materiales Educativos*.
- HUNT, R.; CAUSTON, D.; SHIPLEY, B.; ASKEW, P. (2002). A Modern Tool for classical plant growth analysis. *Annals of Botany*, 485–488.
- Hunt, R. (1990). Basic Growth Analysis. In *Unwinn Hyman*. London.
- Hunt, R. 1982. (1982). *Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis*. Londres: Edward Arnold Publishers Ltd.
- IICA. (2004). *Uso de túneles en la producción hortícola de Nicaragua. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. Managua, Nicaragua.
- Jarma, A. . C. B. y S. G. (1999). Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente. *Revista COMALFI*, 26(1-3), 62-73.
- Knapp, S. (2002). Tobacco to tomatoes: a phylogenetic perspective on fruit diversity in the Solanaceae. *Journal of Experimental Botany*, 2001–2022.
- Kohashi, J. S. 1990. (1990). *Aspectos de la Morfología y Fisiología del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) y su Relación con el Rendimiento*. Centro de Botánica. Texcoco, Edo. de México, México.
- Lancaster, J. . et al. (1997). Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables., 122:594-598.
- Li, P. . (1985). *Potato physiology*. Academic Press.Inc. Harcourt Brace Jovanovich.
- Mahan L. (1995). *Krause Nutrición y dietoterapia. Mcgraw-HillInteramericana* (8th ed.). Madrid, España.
- Mendoza.G.A. (2010). *Selección de genotipos de tomate (solanum lycopersicum l.) por su rendimiento y eficiencia fisiotécnica, bajo diferentes ambientes*. Buenavista,

Saltillo, Coahuila.

Moritz, Bettina, and V. L. C. T. (2006). La biodisponibilidad del licopeno. *Rev. Nutr*, 19.2.

Murillo A., B. (1996). *Parámetros fisiotécnicos de eficiencia y productividad de nopal verdura (Opuntia spp) bajo condiciones de producción intensiva*. UAAAN, Saltillo, Coah. México.

Muslera, P. E. y R. G. C. (1991). Praderas y Forrajes, producción y aprovechamiento. In *Ediciones Mundi-prensa*. Madrid, España.

Nuño Moreno et al. (2007). *Manual de producción de Tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el Valle de Mexicali*. Fundacion Produce. Mexicali, Baja California.

Peñas M. (2007). *Estudio del efecto de la temperatura de cocción en la calidad nutricional y la textura en un producto de V gama esterilizado a partir de judía verde (Phaseolous vulgaris var. Perona)*. Universidad politécnica de Cataluña, Barcelona-España.

Pérez, E. y U. C. (2009). Fotosíntesis. In *Aspectos Básicos* (pp. 1–2). España.

Ramirez G., J. A. (2004). Incremento de las concentraciones de CO₂ y su efecto sobre la bioquímica y fisiología fotosintética de /Coffea arabica/. *Cenicafé*, 1.

Rodríguez, R. R., J. M. T. R. & J. A. M. J. (2001). Cultivo Moderno del Tomate. In *Mundi-Prensa* (p. 255). Madrid, España.

Salisbury, F. & Ross, C. (1994). *Fisiología vegetal*. Universidad Iberoamérica., México D.F.

Sanchez A. D. (2015). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 6 Núm. 4).

Scita, G. (1992). Stability of b-carotene under different laboratory conditions. *Methods in Enzymology*, 213: 175-185.

SIAP. (2017). *Producción agrícola*. Retrieved from

<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

- Steward, F. . (1969). Growth and organization in plants. In *Mass* (p. 564). EEUU, AddisonWesley.
- Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal. Servicio De Comunicacion Y Publicaciones*. Universidad Jaume.
- Urrieta et al. (2012). Variables de producción y calidad de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 18: 371-381.
- Villareal R., R. (1982). Tomates. In *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. (p. 184). San José de Costa Rica.
- Warnock, S. J. 1991. (1991). *Natural Habits of Licopersicon species*. (Hort. & Science, Eds.).
- Yam, K.L., and S. P. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *J. Food Eng*, 61:137-142.