

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Características que Determinan la Calidad en Diferentes Líneas de Especialidad
en Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Bajo Agricultura Protegida en la Región
del Altiplano Potosino.

Por:

SALOMÓN HERNÁNDEZ MONTEJO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2018.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Características que Determinan la Calidad en Diferentes Líneas de Especialidad
en Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Bajo Agricultura Protegida en la Región
del Altiplano Potosino.

Por:

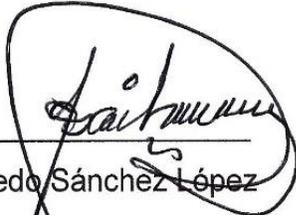
SALOMÓN HERNÁNDEZ MONTEJO

TESIS

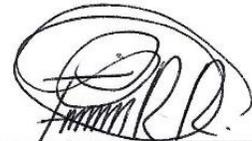
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.C. Alfredo Sánchez López
Asesor Principal


Dra. Diana Jasso Cantú
Coasesor


M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México



Noviembre de 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por brindarme la fuerza, la inspiración de seguir adelante. La dicha de existir y por darme una familia que me ha apoyado a lo largo de mi carrera y la oportunidad de lograr una meta más en mi vida.

A mi ALMA TERRA MATER: por haberme acogido durante estos cuatro años y medios de mi formación profesional. Por enseñarme el verdadero significado de la naturaleza. Gracias por darme las mejores experiencias en mi vida.

A M.C. Alfredo Sánchez López por brindarme la confianza y la oportunidad de trabajar en su proyecto de investigación, por compartirme sus conocimientos y experiencias con un gran investigador y ser humano que lo distingue. Gracias por enseñarme valores como la humildad, el respeto, la sinceridad y la responsabilidad.

A M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos por su colaboración y ayuda en la realización de este trabajo, por brindarme su apoyo moral y sus conocimientos como profesionalista.

A Dr. Diana Jasso Cantú por su colaboración y ayuda en la realización de este trabajo, por las observaciones como profesionalista impulsando a mejorar cada vez más mi formación profesional.

A mi **Salomón Hernández Montejo** por nunca darte por vencido y seguir adelante, cada vez que te caíste te levantaste con más ánimo y seguiste luchando, a pesar de las adversidades y obstáculos hoy has cumplido una meta más. Gracias.

A María Guadalupe Moreno Esquivel por atendernos con humildad y sencillez, por su paciencia, por tu contribución en este trabajo, nunca te olvidare, gracias.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Salomón Hernández Ramos

Bárbara Montejo Álvaro

Por ser dos personas excepcionales y únicas en mi vida. Por guiarme desde niño con buenos valores, por haberme dado la mejor herencia “la educación”, estoy consciente que jamás poder pagar todos sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí, en especial a ti Madre, por haberme regalado la vida, a ti Padre, por ser un gran ejemplo para mi desde la niñez. Son los mejores padres.

A MIS HERMANOS.

Eliasib Hernández Montejo

Hulda Hernández Montejo

Por su apoyo incondicional tanto económicamente como moral y por qué siempre estuvieron ahí presente en los momentos más difíciles. Por ser los mejores hermanos, he aprendido mucho de ustedes, por sus grandes enseñanzas y sus buenos ejemplos. Han sido un ejemplo de vida y de amor. “dejar de luchar es comenzar a morir”.

A mis Amigos

Por apoyarme en el transcurso de mi formación profesional y a todos los compañeros de la carrera o de otras carreras que compartieron tiempo conmigo haciéndome más competitivo.

.....MUCHAS GRACIAS A TODOS.....

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento de rendimiento y calidad de fruto de 4 Líneas de especialidad de Hábito Indeterminado bajo Agricultura protegida y un sistema de poda a dos tallos. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de malla sombra en el rancho “El Trébol” de la Empresa Agrícola “San Javier” en el municipio de Villa de Arista San Luis Potosí, bajo esta modalidad. Las Líneas utilizadas fueron **CLHT-0027**, **CLHT-0028**, **CLHT-0029** y el **Hibrido CAIMAN F1[®]** (testigo comercial), Se utilizó un diseño de completamente al azar con 4 Repeticiones. Los resultados obtenidos para la variable altura de planta mostro diferencia significativa entre los Genotipos: altura inicio a floración, altura a bifurcación y altura final del tallo principal sobresaliendo la Línea **CLHT-0029**, en relación de altura final del tallo principal y el secundario con número de racimos, se encontró alta significancia al ($p \leq 0.01$) para ambas variables favoreciendo a la Línea **CLHT-0028**. El comportamiento de las Líneas **CLHT** para el rendimiento en el periodo uno, donde no manifestó diferencia significativa, en cambio durante el segundo periodo si sobresaliendo la Línea **CLHT-0029** y para el rendimiento total no se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) presentando similitud entre los Genotipos. En cuanto a calidad de fruto la línea **CLHT-0028** destaca en diámetro polar y ecuatorial de igual forma para el peso con pedúnculo y sin pedúnculo, para la variable grosor del mesocarpio (8.25 mm) se encontró diferencia significativa en la Línea **CLHT-0029**. Para la variable lóculos (7.75) se encontró diferencias con mayor número de este Carácter en la Línea **CLHT-0028**. Para las propiedades físico-químicas se evaluaron en dos estados de madures (Firmeza, pH, °Brix y Licopeno) encontrándose diferencias significativas en la línea **CLHT-0029**. Por lo antes, analizado se concluye que la Línea **CLHT-0028** supero al Hibrido CAIMAN F1[®] (testigo comercial) asumiendo que la estabilidad en peso del fruto con pedúnculo (237.3 g), peso sin pedúnculo (232.8g), diámetro polar, diámetro ecuatorial, y para las propiedades físico-química fue más dominantes en la Línea **CLHT-0027**.

Palabras clave: (*Solanum lycopersicum* L.), Indeterminado, Especialidad, Calidad, Líneas, Hibrido, Rendimiento.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Líneas utilizadas en el experimento.....21

Cuadro 2. Tabla de fertilización de acuerdo al número de racimos.....25

Cuadro 3. Tabla de micro elementos aplicados en la fertilización.....25

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de tomate.....	12
Figura 2. Grado de madures del tomate.....	18
Figura 3. Ubicación Municipio de Villa de Arista, San Luis Potosí.....	22
Figura 4. Comparación de medias para la variable altura de la planta por periodo.....	37
Figura 5. Comparación de medias para la variable de altura de planta al inicio de floración.....	38
Figura 6. Comparación de medias para la variable de altura de cuello de la planta a bifurcación.....	39
Figura 7. Comparación de medias para la variable Altura tercer racimo de los diferentes genotipo.....	40
Figura 8. Comparación de medias de la variable altura final tallo primario-secundario.....	41
Figura 9. Comparación de medias de las variables altura final del tallo primario con el número de racimos del tallo primario.....	42
Figura 10. Comparación de medias de las variables altura final del tallo secundario con el número de racimos del tallo secundario.....	43
Figura 11. Comparación de medias para la variable rendimiento por periodos en ton/ha.....	44
Figura 12. Comparación de medias para la variable de rendimiento total en ton/ha.....	45
Figura 13. Comparación de medias para la variable rendimiento por periodos en ton/ha.....	46
Figura14. Comparación de medias para las variables diámetro polar – ecuatorial en mm.....	47
Figura 15. Comparación de medias para las variables pesos del fruto con pedúnculo – peso sin pedúnculo.....	48
Figura 16. Comparación de medias para la variable de diámetro del pedúnculo.....	49

Figura 17. Comparación de medias para la variable del grosor del mesocarpio.....	50
Figura 18. Comparación de medias para la variable firmeza con color 2 y 3.....	52
Figura 19. Comparación de medias para la variable lóculos entre los genotipos.....	53
Figura 20. Comparación de medias para la variable de Sólidos solubles totales de acuerdo a color 2 y 3.....	54
Figura 21. Comparación de medias para la variable pH de acuerdo a color 2 y 3.....	55
Figura 22. Comparación de medias para la variable licopeno de acuerdo a color 2 y 3.....	56
Figura 23. Correlación entre Peso con Pedúnculo y Peso sin Pedúnculo.....	57
Figura 24. Correlación entre Diámetro de Pedúnculo con peso con Pedúnculo y Peso sin pedúnculo para un rango limitado.....	58
Figura 25. Correlación entre Grosor del Mesocarpio y firmeza.....	58
Figura 26. Correlación entre Firmeza y Sólidos Solubles Totales (°Brix).....	59
Figura 27. Correlación entre Numero de Lóculos y Diámetro Ecuatorial.....	60

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIAS	iv
RESUMEN	v
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
I.INTRODUCCION	1
Justificación	2
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis	3
II.REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen e Importancia del Tomate.....	4
2.2 Importancia del Tomate en México y el Mundo.....	4
2.3 Uso de la Agricultura Protegida	5
2.4.1 Invernadero.....	6
2.4.2 Malla Sombra.....	8
2.4.3. Macro Túnel	9
2.4.4. Micro Túnel	9
2.5. Nutrición Hidropónica en Tomate.....	10
2.6 Fruto del Tomate.....	11
2.7 Atributos de Calidad del Tomate.....	12
2.8 Composición Química del Tomate	13
2.9 Maduración del Fruto	13
2.9.1 Respiración Climatérica	14
2.10 Especificaciones Sensoriales	14
2.11 Calidad Físico-Química del Tomate.....	15
2.11.1. Color	15
2.11.2. Grado de Madurez del Tomate	15
2.11.3. Firmeza	16

2.11.4. Lóculos	17
2.11.5. Sólidos Solubles Totales (°Brix).....	17
2.11.6. pH	18
2.11.6. Licopeno	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Lugar del experimento	19
3.2 Características de la región	20
3.2.1 Clima.....	20
3.2.2 Orografía.....	20
3.2.3 Clasificación y uso de suelo.....	20
3.3. Actividad económica	20
3.3.1. Agricultura.....	20
3.4. Material Genético. (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) (Tipo Bola)	21
3.5. Siembra	21
3.6. Trasplante.....	22
3.7. Manejo del Cultivo	22
3.8. Fertilización.....	22
3.9. Materiales de campo.....	22
3.10. Materiales de Laboratorio	23
3.11. Variables Evaluadas	23
3.11.1. Variables Agronómicas	24
Altura de la Planta en Diferentes etapas de Desarrollo	25
3.11.2. Variables de Rendimiento.....	25
3.11.3. Variables de Calidad.....	27
3.12. Diseño Experimental.....	31
3.13. Análisis de Varianza	32
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Altura de la Planta en Diferentes etapas de Desarrollo	33
4.2. Altura de la Planta al Inicio de Floración.....	34
4.3. Altura al Inicio de la Bifurcación	35
4.4. Altura de la Planta al Tercer Racimo	36
4.5. Altura Final del Tallo Primario contra el Tallo Secundario	37

4.6. Altura Final del Tallo Principal con Número de Racimos	38
4.7. Altura Final del Tallo Secundario con Número de Racimos.....	39
4.8. Rendimiento por Periodos (1 y2) en Toneladas por Hectárea	40
4.9. Rendimiento Total en Toneladas por Hectárea	41
4.10. Rendimiento por Periodos (1 y 2) y Rendimiento Total.....	42
4.11. Diámetro Polar y Ecuatorial del Fruto	43
4.12. Peso del Fruto Con Pedúnculo- Sin Pedúnculo.....	44
4.13. Diámetro del Pedúnculo.....	45
4.14. Grosor del Mesocarpio.....	46
4.15. Firmeza en kg/cm2 en colores 2.....	47
4.16. Firmeza en kg/cm2 en colores 3.....	47
4.17. Numero de Lóculos por Tomate.....	48
4.18. Contenido de Solidos Solubles Totales en color 2.....	49
4.19. Contenido de Sólidos Solubles Totales en color 3.....	50
4.20. pH en Color 2.....	50
4.21. pH en Color 3.....	51
4.22. Licopeno en Color 2.....	51
4.23. Licopeno en Color 3.....	52
V. ANALISIS DE CORRELACION	53
VI.CONCLUSIONES.....	57
VII.BIBLIOGRAFIA.....	58
VIII. APÉNDICE.....	66

I.INTRODUCCION

La disponibilidad de nuevos tipos y variedades, nuevos métodos de cultivo y la creciente demanda de hortalizas de Especialidad, han incentivado la producción mundial de tomate rojo y otros colores. El volumen cosechado a nivel mundial, el consumo total y per cápita, registran tendencia al alza durante la década reciente. El tomate es la hortaliza más importante del mundo aportando volúmenes de 177 millones de toneladas lo que significó que la producción fue casi un 30% mayor que diez años antes (FAO, 2016).

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de tomate rojo en México creció a una tasa promedio anual de 3.3 por ciento entre 2005 y 2015, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 3.1 millones de toneladas.

México es el principal proveedor nivel internacional de tomate en sus diferentes especialidades con una participación del en mercado internacional de 25.11% del valor de las exportaciones mundiales. (SIAP, 2016)

La producción de tomate está altamente concentrada; en cinco entidades se produjo el 56.3 por ciento del total nacional en 2016: Sinaloa (27.6 por ciento), San Luis Potosí (9.2 por ciento), Michoacán (7.0 por ciento), Baja California (6.7 por ciento), y Zacatecas (5.7 por ciento). También destacan Jalisco (4.7 por ciento), Baja California Sur (4.0 por ciento) y Sonora (3.8 por ciento). (FIRA, 2017).

En México se cultivan diferentes variedades de tomate, como el tomate rojo saladette y bola de exportación, cherry, roma, industrial, silvestre, tomate verde y tipo criollo o acostillado (SIAP, 2010).

En el contexto agroindustrial, la última década ha sido un periodo expansivo para el sector exportador del tomate fresco, sin embargo, las reglas de mercado y técnicas de producción se desarrollan constantemente, por lo que resulta importante adaptarse a estas condiciones (González et al., 2000). Bajo el

concepto de “calidad” se engloban un gran número de parámetros que en conjunto determinan que un fruto sea apto para el consumo; comúnmente, se admiten los siguientes: sabor, color, aroma, calibre, firmeza, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable, (Casas et al., 1997). De los diversos parámetros de calidad de los productos hortícola comestibles, el consumidor (quien es el destinatario final de los mismos), valora algunos de ellos antes de realizar la compra (color, forma, tamaño, consistencia, estado de madurez, presentación, por lo que se agrupan como “parámetros de calidad externa”. Posteriormente, otras propiedades son apreciadas por el comprador (aroma, sabor y textura) y se denominan “parámetros de calidad interna”. Sin embargo, los efectos sanitarios y nutritivos (que son parámetros de calidad interna), solo son estimados mediante métodos físicos y químicos a través de la determinación de la composición química del fruto (González *et al.*, 2000).

Justificación

El desconocimiento por el consumidor y el mercado nacional de estos productos es muy bajo por desconocer sus atributos de calidad en los tomates de especialidad, por ser diferentes al tomate bola y saladette ya que por su forma, color y sabor son características poco conocidas no siendo así para los mercados de EE. UU, Canadá y Japón entre otros, donde se tiene un alto potencial a futuro.

Objetivo General

Evaluar 4 genotipos de Especialidad Hábito Indeterminado bajo un sistema Semi-hidropónico con manejo de poda a dos tallos.

Objetivos Específicos

Evaluar rendimiento y calidad de fruto al utilizar Genotipos de Hábito Indeterminado.

Determinar el efecto y comportamiento en Genotipos de Hábito Indeterminado al manejar un sistema de poda a dos tallos.

Hipótesis

Alguna de las líneas **CLHT** de Especialidad de Habito Indeterminado supera el rendimiento y calidad al Híbrido **CAIMAN F1**[®] (testigo comercial) bajo el sistema a dos tallos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e Importancia del Tomate

El origen del género *Solanum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile Perú y Bolivia (Peralta y Spooner, 2007) La planta fue llevada por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente. El centro de domesticación del tomate se considera que fue México, porque existe mayor similitud entre los cultivares europeos y los silvestres de México que con los de la zona andina (Medina *et al*, 2016). El tomate fue introducido en Europa en el siglo XVI. Al principio, se cultivaba solo como planta de adorno. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano. Actualmente el tomate se cultiva en todo México y casi en la totalidad de países en el mundo.

Los mexicas o aztecas lo conocían como *xīctomatl*, fruto con ombligo. Los aztecas y otros pueblos de Mesoamérica utilizaban la fruta en su cocina. La fecha exacta de la domesticación es desconocida: se estima en 500 años antes de Cristo ya estaba siendo cultivado en el sur de México y probablemente otras áreas de Mesoamérica (Largo, 2013)

2.2 Importancia del Tomate en México y el Mundo

Producción mundial De acuerdo con la información disponible, la superficie cosechada de tomate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.4 por ciento entre 2003 y 2013, para ubicarse en 4.69 millones de hectáreas. En tanto, en el mismo período los rendimientos promedio crecieron a un ritmo mayor, de 1.8 por ciento anual, al ubicarse en 35.0 toneladas por hectárea (SIAP 2016).

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de tomate rojo en México creció a una tasa promedio anual de 3.3 por ciento entre 2005 y 2015, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 3.1 millones de toneladas. Entre 2012 y 2015 se observó

una mayor proporción de la superficie establecida de este cultivo con tecnologías de agricultura protegida (malla sombra e invernaderos), en promedio del 25 por ciento de la superficie total, por lo cual durante ese período la producción promedio se ubicó en 2.88 millones de toneladas, es decir, un volumen 36 por ciento mayor que durante los cuatro años previos (SIAP, 2016)

La superficie total destinada al cultivo de tomate rojo registra una tendencia decreciente durante la última década, período en el cual disminuyó a una tasa promedio anual de 3.8 por ciento. En 1980, año a partir del cual se tienen registros, se sembraron 85,500 hectáreas, en 2000 se sembró un área de 75,900 hectáreas y en 2015 se sembraron 50,596 hectáreas (FIRA, 2017)

Por tecnología de cultivo, el comportamiento de la superficie destinada a esta hortaliza es diferente. La superficie sembrada a cielo abierto se redujo a una tasa promedio anual de 6.7 por ciento entre 2005 y 2015, al pasar de 73,960 a 36,848 hectáreas. La disminución de la superficie cultivada en esta modalidad de cultivo ha sido mayor en algunas entidades como Sinaloa, Baja California y Jalisco (FIRA, 2017).

Por otra parte, la superficie establecida con agricultura protegida (malla sombra e invernadero) pasó de 395 a 13,747 hectáreas en el período mencionado, es decir, creció a una tasa promedio anual de 42.6 por ciento. (SAGARPA 2016) El cultivo en agricultura protegida se concentra en Sinaloa, Baja California y Jalisco, aunque también ha adquirido mayor importancia en otras entidades como Colima, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (SAGARPA 2016).

2.3 Uso de la Agricultura Protegida

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio ambiente impone al desarrollo de las plantas cultivadas. Así, mediante el empleo de diversas estructuras y técnicas se reducen al mínimo algunas de las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales. A través de varios años, pero sobre

todo en las últimas décadas, se han desarrollado varios tipos de estructuras para la protección de las plantas que plantean diferentes alternativas para recrear condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región (Pacheco y Bastida, 2011).

La agricultura protegida (malla sombra e invernadero) pasó de 395 a 13,747 hectáreas del 2005 al 2015, es decir, creció a una tasa promedio anual de 42.6 por ciento (SAGARPA, 2016). La producción de tomate está altamente concentrada; en el 2015 cinco entidades se produjeron el 54.1 por ciento del total nacional: Sinaloa 27.4%, Michoacán 7.2 %, San Luis Potosí 7.2 %, Baja California 7.1 %, y Jalisco 5.2%. También destacan Zacatecas 4.7%, Sonora 4.4% y Baja California Sur 4%.(FIRA 2017).

2.4 Estructuras Implementadas en Agricultura Protegida

2.4.1 Invernadero

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas. De las estructuras empleadas para proteger cultivos, esto permite modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales. Los tipos de invernaderos varían mucho de acuerdo a sus estructuras, así como de los materiales para la cubierta, los sistemas de instalación, así como los niveles técnicos, a nivel de montaje, acondicionamiento, servicio técnico y mantenimiento (Bastida y Ramírez., 2008).

De acuerdo a la Norma Mexicana para el diseño de estructuras para invernaderos (NMX-E-255-CNCP-2008), los aspectos relevantes a considerar en las estructuras son los materiales utilizados. Estos deben ser económicos, ligeros, resistentes y esbeltos, que formen estructuras poco voluminosas a fin de evitar

sombras sobre las plantas, ser de fácil mantenimiento y conservación, modificables y adaptables.

La finalidad de los invernaderos es proteger cultivos de los factores y elementos adversos a su desarrollo; como son altas y bajas temperaturas, granizadas, vientos, lluvias torrenciales, cantidad y calidad de energía luminosa. Estos factores y elementos pueden ser modificados y controlados eficientemente mediante el diseño, equipamiento y manejo apropiado de cada invernadero, considerando las condiciones climáticas locales y los requerimientos de cada especie agrícola a cultivar dentro de ellos.

En relación al nivel de tecnificación de invernaderos en México, la mayoría de éstos se consideran de baja y media tecnología, en función de lo siguiente:

- 1) Tecnología baja: es 100% dependiente del ambiente, al hacer uso de tecnologías simples similares a las utilizadas en cultivo a intemperie.
- 2) Tecnología media: corresponde a estructuras modulares o en batería que están semi-climatizadas, con riegos programados, y pueden ser en suelo o hidroponía. Por lo general la productividad y calidad es mayor que en el nivel anterior.
- 3) Tecnología alta: en este nivel se incluyen instalaciones que cuentan con control climático automatizado (mayor independencia del clima externo), riegos, computarizados y de precisión, inyecciones de CO₂, para ello cuentan con sensores y dispositivos que operan los sistemas de riego y ventilación, pantallas térmicas para el control de la iluminación y cultivo en sustratos.

Aunque generalmente las cubiertas de los invernaderos son de plástico con diferentes propiedades como tales como plásticos térmicos, antigoteo, fotoselectivos y biodegradables, paredes con mallas o de policarbonato y elementos de sombreo aluminizadas, también existen invernaderos de vidrio, lo que les confiere mayor hermeticidad. El volumen de aire que se alberga entre la planta y el techo es superior a los invernaderos multitúneles (túneles en batería),

lo que aumenta su inercia térmica y la estabilidad climática. La interceptación de luz es superior a los invernaderos de plástico y están dotados de varios sistemas de regulación climática que se manejan con un controlador de clima y riego. Su costo es muy alto, por lo que su uso en climas no extremos está más restringido, aunque son los invernaderos que poseen los mayores rendimientos potenciales por metro cuadrado (Juárez *et al.*, 2011). Para que los invernaderos sean rentables se requieren rendimientos de 35 kg/m² con tecnología media y, al menos 60% exportable, para mercado nacional con baja tecnología se requieren 15 kg/m² (Moreno *et al.*, 2011).

2.4.2 Malla Sombra

La casa sombra y la malla sombra son dos elementos que se emplean para disminuir la cantidad de energía radiante que llega a los cultivos. Las mallas no sólo se utilizan como elemento de sombreo, sino que se emplean en las ventanas de los invernaderos con el objetivo de impedir la entrada de insectos y reducir el uso de pesticidas. Las mallas empleadas para cubrir completamente estructuras de invernaderos o estructuras tipo cobertizos, conocidas comercialmente como casas sombra, consisten en una tela tejida de plásticos con entramados de cuadros de diferentes tamaños que sirve como cubierta protectora que regula la cantidad de luz que llega a las plantas y proteger los efectos del granizo, insectos, aves y roedores.

Mediante el empleo de mallas se puede reducir entre 10 a 95% del total de la radiación solar. La cantidad de luz que se deja pasar al interior depende de la especie que se tenga en cultivo. Con las mallas no se evita el paso del agua de lluvia, además son permeables al viento. Generalmente las estructuras sobre las que se colocan las mallas sombra son metálicas pero también pueden ser construidas con madera.

El uso de malla plástica para sombrear es una técnica empleada en la horticultura protegida para disminuir la intensidad de la radiación y evitar incrementos de temperatura durante periodos cálidos. Hasta ahora, las mallas más vendidas son:

la de color negro y la aluminada, aunque la malla de color negro es la más utilizada debido a su menor costo. Sin embargo, esta malla es poco selectiva a la calidad de la luz, debido a que sombrea por igual en toda la banda del espectro electromagnético, lo cual causa una disminución en la fotosíntesis y el rendimiento, (Valera *et al.*, 2001).

2.4.3. Macro Túnel

Actualmente los túneles altos están siendo utilizados para una gran diversidad de cultivos, desde árboles de navidad hasta hortalizas.

Son estructuras que tienen un ancho de cuatro a cinco metros y dos a tres metros de altura en la parte más elevada, con longitudes variables que se recomienda que no excedan los 50a 60 metros para facilitar su manejo, aunque en México los hay que pueden tener más de 100 metros. Este tipo de estructuras son las ideales para semilleros o almácigos de especies hortícolas y ornamentales, como abrigo en la propagación vegetativa de especies de interés comercial y para la producción de hortalizas y plantas ornamentales. Por lo general en la construcción de este tipo de estructuras se emplean perfiles tubulares, redondos, cuadrados o rectangulares y se cubren con polietileno o mallas sombra (Bastida 2004 y 2006).

Los túneles altos o macro túneles son estructuras que no tienen las características apropiadas en ancho y altura al canal para ser consideradas como invernaderos, pero ya permiten las labores se realicen en el interior (Castilla, 2005).

2.4.4. Micro Túnel

Se trata de estructuras pequeñas construidas con arcos sobre los que se colocan cubiertas de plástico, en menor porcentaje cubiertos con agro textiles y mallas, se utilizan para proteger cultivos en surcos o camas angostas. Por sus dimensiones no se puede trabajar en el interior y cuando los cultivos requieren

de alguna labor se realizan desde el exterior levantando total o parcialmente la cubierta, que puede ser permeable o impermeable.

Las dimensiones optimas dependen de la especie a cultivar, garantizando que la altura del túnel permita un desarrollo normal, por ejemplo para la fresa, rabanito, lechuga y zanahoria requieren de entre 40 a 60 cm, mientras que el jitomate, pimiento y berenjena precisan de 80 a 90 cm de altura. El ancho debe ser tal que las plantas no queden demasiado cerca de las paredes laterales para evitar daños por quemaduras (Tesi., 2001).

Estas estructuras también se emplean dentro de los invernaderos de mayor tamaño para proteger almácigos o para aumentar y mantener temperaturas estables, durante el invierno, en cultivos en producción. Los materiales más usados para la construcción de los mini invernaderos son; varillas, alambón, alambre, madera, caña, carrizo, bambú, mimbre o cualquier otro material que se preste para ello.

2.5. Nutrición Hidropónica en Tomate

La hidroponía es ampliamente usada en el mundo para la producción de los cultivos más rentables. El tomate es una de las especies hortícolas que más se produce en hidroponía, debido a su elevado potencial productivo, así como a su alto valor económico, principalmente cuando se produce en los periodos en que no existe en campo (Lara, 1999).

En la última década, la producción de cultivos en hidroponía ha sido una opción adicional para abastecer de alimentos a la población. Entre otros factores, la solución nutritiva (SN) es parte fundamental en la hidroponía; de la SN depende la magnitud y calidad de la producción. Los aspectos más importantes de la SN son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ y la temperatura. La relación mutua entre los aniones y entre los cationes debe corresponder a la que demandan las plantas, estas relaciones deben ser modificadas en las etapas fenológicas de tomate (*Lycopersicon*

esculentum Mill.). Las relaciones $\text{NO}_3^- : \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{SO}_4^{2-}$ y $\text{K}^+ : \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ disminuyen al pasar de la etapa vegetativa a la reproductiva y de ésta a la de desarrollo del fruto. La CE influye en la nutrición de las plantas, a CE mayor que 6 dS m⁻¹ se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, desbalance entre éstos; pero una CE menor que 2 dS m⁻¹, es deficiente en la absorción entre los nutrimentos, sobre todo en los lugares o temporadas frías. El pH de la SN determina la solubilidad de algunos nutrimentos, principalmente de P y Ca²⁺, para evitar su precipitación, el pH debe ser mantenido entre 5.5 y 6.0. La relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ afecta la calidad y la producción de frutos, la asimilación del NH₄⁺ depende de la luminosidad; el N-NH₄⁺ debe ser menor que 20 % respecto al N total. La temperatura de la SN influye en la absorción de nutrimentos y en el contenido de oxígeno disuelto, la temperatura óptima es de 22 °C (Lara, 1999).

Las técnicas de producción en hidroponía se clasifican en función del medio de crecimiento en que se desarrolla el sistema radical de las plantas. Al conjuntar los criterios para clasificar a las técnicas hidropónicas propuestas por (Steiner, 1966), (Jensen y Collins, 1985). Se pueden clasificar en: técnicas en medio líquido (no agregado), dentro de éstas se ubican a las técnicas en película nutritiva (NFT), hidroponía en flotación y la aeroponía; en el grupo agregado se encuentran los cultivos en arena, grava (rocas porosas de origen volcánico como tezontle, perlita y zeolita), otros sustratos como la lana de roca, aserrín, turba y espumas sintéticas como el poliestireno (Resh, 1991).

2.6 Fruto del Tomate

El fruto del tomate es una baya, gruesa y carnosa con dos o más segmentos, de diferentes formas y colores según la variedad. Su peso varía entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Generalmente es de color rojo, aunque también existen amarillos. El diámetro de los frutos varía entre 3 y 16cm. Algunas variedades de fruto muy pequeño se denominan tomates cereza. (Figura 1).

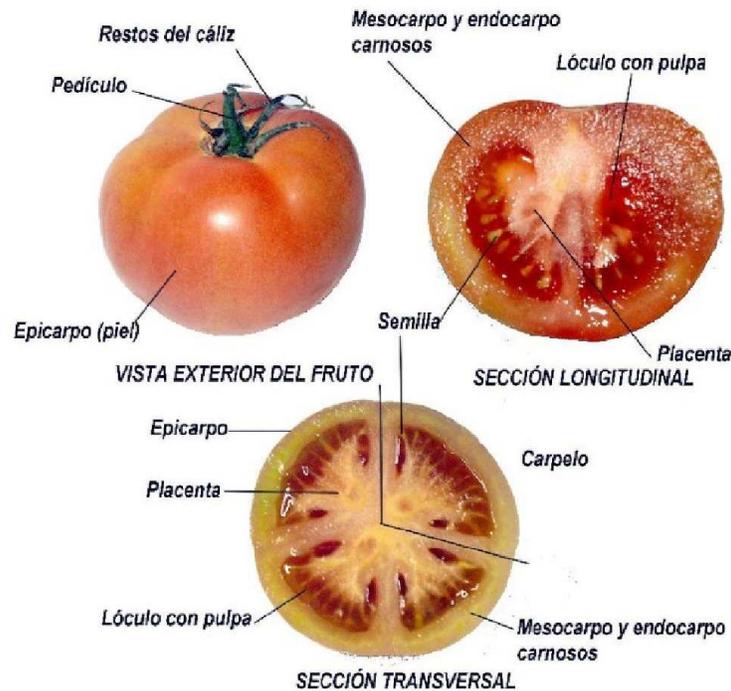


Figura 1. Fruto de tomate

2.7 Atributos de Calidad del Tomate

La calidad, se evalúa por la apariencia, color, textura, valor nutricional, composición en madurez de consumo, seguridad (sanidad), sabor y aroma. El sabor es medido por los sólidos solubles y ácidos orgánicos (Kader, 2002; Cantwell *et al.*, 2007). La calidad pos cosecha y la vida de anaquel de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) son controlados por el estado de madurez en la cosecha (Alam *et al.*, 2006; Padmini, 2006). El sabor del tomate es el resultado de diversos componentes aromáticos volátiles y no volátiles y de una compleja interacción entre éstos (Yilmaz, 2001). Para un sabor mejor se requiere un contenido alto de azúcares y ácidos; un contenido alto de ácidos y bajos de azúcares produce un sabor ácido, uno alto en azúcares y bajo en ácidos dan un sabor suave, y ambos bajos dan un fruto insípido (Grierson y Kader, 1986)

2.8 Composición Química del Tomate

La composición química y el valor nutricional del tomate varían según la variedad, las condiciones de cultivo, la época de producción, el grado de madurez, el tiempo y las condiciones de almacenamiento, entre otros factores. El fruto de tomate contiene cerca de 93-94% de agua. Los constituyentes orgánicos prevaletentes, son los azúcares. Los azúcares reductores, fructosa y glucosa, representan cerca del 50% de la materia seca y más del 95% de los azúcares en el tomate.

Los tomates son fuente importante de vitaminas A y C. es una mezcla compleja en la que predominan los azúcares libres y ácidos orgánicos, que contribuyen a dar al fruto su textura y sabor característicos (Coronel y Castillo, 2009; León, 2009).

2.9 Maduración del Fruto

Según el comportamiento respiratorio durante la maduración, los frutos se clasifican en climatéricos o no climatéricos. La categorización de los frutos en climatéricos y no climatéricos se desarrolló inicialmente sobre la presencia o ausencia de un incremento de la tasa respiratoria durante la maduración (Sozzi, 2007).

El cambio de color es el síntoma externo más evidente de la maduración y se debe, en primera instancia, a la degradación de la clorofila (desaparición del color verde) y a la síntesis de los pigmentos específicos de la especie. Como regla general, cuanto más avanzada es la madurez menor es la vida pos cosecha, por lo que para mercados distantes los frutos climatéricos deben ser cosechados lo más inmaduros posible, pero siempre luego de que han alcanzado la madurez fisiológica.

2.9.1 Respiración Climatérica

Los climatéricos, como el tomate, capaces de generar etileno, la hormona necesaria para que el proceso de maduración continúe, aún separado de la planta. Además de ser autónomos desde el punto de vista madurativo, en este tipo de frutos los cambios en el sabor, aroma, color y textura están asociados a unos transitorios picos respiratorios y vinculados estrechamente a la producción autocatalítica del etileno. Podemos decir que la respiración aporta la energía necesaria para que se produzcan los cambios en el paso del tomate verde al maduro (Marrero et al., 1996).

2.10 Especificaciones Sensoriales

Los alimentos frescos, son clasificados por los consumidores según la satisfacción de expectativas, pretensiones y especificaciones que se hayan hecho frente al producto. El tomate, por ser alimento de alto consumo, está directamente ligado con estos parámetros y principalmente con la calidad sensorial.

Este tipo de calidad en los alimentos, puede medirse a través de aspectos sensoriales como:

- Visuales (forma, brillo, color)
- Táctiles y auditivos (textura, firmeza)
- Olfatorios (olor y aroma)
- Gustativos (dulce, amargo, ácido, salado y umami)

Dentro de estos atributos, los más importantes para el consumidor están ligados con los sentidos del gusto y olfato, los cuales son conocidos como sentidos químicos. La variabilidad de los atributos (olor, sabor y aroma) percibidos por los sentidos químicos en los atributos sensoriales le permite al consumidor de forma inconsciente, analizar propiedades sensoriales específicas, que luego influirán en la repetición de la compra de los productos frescos (Castro *et al.*, 2009).

2.11 Calidad Físico-Química del Tomate

Los principales parámetros empleados para evaluar la calidad físico-química y la vida útil pos cosecha del tomate se indican a continuación.

2.11.1. Color

El color es una percepción visual que se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores de la retina del ojo y que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético. Es un concepto físico, donde se relaciona al mismo tiempo la psicología del observador, la fisiología de la visión y la energía radiante espectral de la fuente de luz (Zelanski y Fisher, 2001).

La medición del color se puede realizar de 2 formas: evaluación visual o por análisis instrumental. El uso de métodos instrumentales requiere de un equipo costoso con un complejo mantenimiento, además de una interpretación correcta de los resultados. El análisis visual del color está incluido dentro del análisis sensorial

Por esta razón, para cuantificar y estandarizar el color, se han desarrollado equipos y modelos cromáticos que describen matemáticamente la representación de los colores utilizando espectrofotómetros o colorímetros (Yam y Papadakis, 2004).

2.11.2. Grado de Madurez del Tomate

El grado de madurez es el índice más usado para la cosecha de frutos pero debe diferenciarse la madurez fisiológica de la madurez comercial. La primera es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo mientras que la segunda se refiere al estado en el cual es requerido por el mercado.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, siglas en inglés) realiza una clasificación de los grados de madurez del tomate según el color que éste presenta, en 6 categorías que son: 1) verde: superficie del tomate completamente verde, con una tonalidad de claro a oscuro; 2) rompiente:

hay una ruptura del color verde hasta un color amarillo-marrón, rosado o rojo, en no más del 10% de la superficie; 3) transición: del 10 al 30% de la superficie no es verde, mostrando una coloración amarillo-marrón, rosado o rojo, o una combinación de éstas; 4) rosado: del 30 al 60% de la coloración ya no es verde, mostrando un color rosado o rojo; 5) rojo ligero: del 60 al 90% de la superficie no es verde y muestra una coloración rojo-rosado o roja; y 6) rojo: más del 90% de la superficie no es verde, mostrando un color rojo (USDA, 1991).

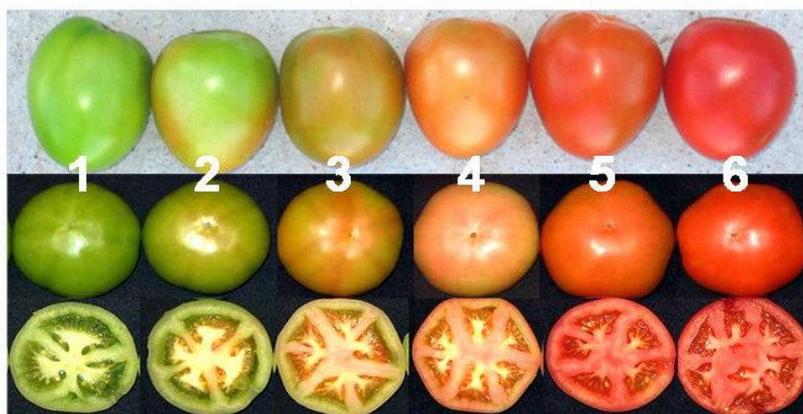


Figura 2. Grado de madures del tomate

2.11.3. Firmeza

La firmeza es un parámetro indicativo de la calidad de los tomates frescos y procesados y está relacionada con la estructura de la pared de celular. Lamúa (2000) indica que la firmeza de las frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la pared celular, la presencia de tejidos de sostén o soporte y de la composición del fruto. Los componentes de las paredes celulares que contribuyen con la firmeza son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina. En términos generales, la calidad de los frutos depende de que éstos mantengan su firmeza (Cantwell, 2006)

En un estudio realizado con tomates cosechados en Coahuila (México) determinaron valores de firmeza entre 4 (0.407 kg/cm²) y 6 N (0.611 kg/cm²), que se corresponderían con tomates “muy blandos” (Ramírez *et al.*, 2004). Por su

parte, Arana et al., (2007) señalan que los tomates, para ser considerados como de calidad sensorial “extra”, deben presentar una resistencia a la compresión de 18 N (1.8 kg/cm²).

2.11.4. Lóculos

En la mayoría de las variedades o híbridos comerciales presentan entre tres o cuatro lóculos dependiendo el tipo de tomate, si es Saladette o Bola carácter que tiene influencia en la vida de anaquel que repercute en la calidad del fruto y por ende en la firmeza (Sánchez, 2014).

El número y extensión de los lóculos en los frutos es una característica diferencial en los cultivares y la distribución de éstos en el fruto determinan su calidad para el consumo fresco o para la industria y la firmeza para el transporte. Por otra parte, se reporta que muchos de los cultivares populares producen frutos con dos lóculos y desarrollan frutos de forma redonda uniforme preferidos en algunos mercados. Otros cultivares tienen, por naturaleza, frutos multiloculares de gran tamaño y de forma irregular. El número de lóculos puede ser influenciado por las condiciones ambientales (Calvert, 1969).

2.11.5. Sólidos Solubles Totales (°Brix)

Kader (2007) indica que entre los parámetros químicos que se utilizan para estimar la madurez de los productos de origen vegetal se incluyen las variaciones en el contenido de sólidos solubles totales. Lewis (1993) señala que los sólidos solubles totales, expresados en °Brix, corresponden al porcentaje (p/p) de azúcares (sacarosa) presente en el producto. Este valor es importante ya que la normativa de ciertos productos exige que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado (Wills et al., 1998). Uno de los criterios de calidad se basa en el contenido de azúcar, que no debe ser inferior a los 6 °Brix (González et al., 2000), o dependiendo de la variedad alrededor de 5-10 °Brix.

2.11.6. pH

Es la medida que nos proporciona la acidez o alcalinidad. La escala del pH comúnmente emplea rangos de uso de 0 a 14., donde numéricamente igual a 7 para soluciones neutras, incrementando con la alcalinidad y disminuye con el aumento de la acidez (Wills et al., 1998).

La acidez de los frutos de tomates es responsable del sabor junto al contenido en sólidos solubles, cabe destacar que el pH del fruto es un parámetro que tiende a ir aumentando con la maduración (González et al., 2000). De acuerdo con Berbesí et al., (2006), es posible observar un incremento en el pH de los productos vegetales debido a que los ácidos orgánicos de reserva presentes en las vacuolas de las células, son transformados por la propia célula a azúcares que son utilizados para la respiración, lo que ocasiona una disminución de la acidez del medio y con ello un aumento del pH.

2.11.6. Licopeno

De acuerdo con Vasconcellos (2000), los α , β , y ϵ carotenos, que poseen actividad como vitamina A, conjuntamente con el γ -caroteno, el licopeno y la luteína, parecen ofrecer protección contra el cáncer de los pulmones, colorectal, de las glándulas mamarias, del útero y de la próstata. Los carotenos tienen un efecto favorable para el sistema inmunológico y protegen la piel contra la radiación ultravioleta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar del experimento

El presente trabajo se realizó en el ciclo 2016 en las instalaciones de malla sombra en el rancho “El Trébol” de la empresa “San Javier” propiedad del agricultor cooperante Lic. Javier Aguilar Loaiza, a 8 km del Municipio del Valle de Villa de Arista, San Luis Potosí.

El municipio se encuentra localizado en la parte norte de la capital del estado, en la zona centro, la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: 100° 51" de longitud oeste y 22° 39" de latitud norte, con una altura de 1,610 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte, al este y al sur con Villa Hidalgo; al oeste con Moctezuma (figura 3); al suroeste San Luis Potosí. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 97 kilómetros.

De la superficie territorial del municipio 15,396 m una tercera parte dedica a la agricultura es decir 5,154 ha. De las cuales un 36% tiene riego con hortalizas tales como (tomate, chile seco, chile verde, brócoli, entre otros) y forrajes (alfalfa, avena, sorgo forrajero entre otros) el resto se cultiva en temporal en donde predominan los básicos de acuerdo con el Sistema de Información Agrícola de la SAGARPA.



Figura 3. Ubicación Municipio de Villa de Arista, San Luis Potosí.

3.2 Características de la región

3.2.1 Clima

Su principal clima es el semicálido; con lluvias en verano y sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 26°C, la máxima se registra en el mes de mayo (43.5°C) y la mínima se registra en enero (6.5°C). El régimen de lluvias se registra en el verano, contando con una precipitación media de 650 milímetros.

3.2.2 Orografía

Villa de Arista se localiza formaciones montañosas, al Norte Las Sierras Pilas, al sur se localiza formaciones que alcanzan su mayor altura en villa Hidalgo. La mayor parte es planicie y menor grado lomerío suave.

3.2.3 Clasificación y uso de suelo

El suelo en esta zona es de origen sedimentario con formación aluvial, con textura franco arenosa y de estructura de bloque sub angular, es apto para la agricultura y también para la ganadería.

3.3. Actividad económica

Las principales actividades económicas del municipio de villa de arista son agricultura, silvicultura, ganadería y empresa maquiladora.

3.3.1. Agricultura.

Esta actividad tiene como principales cultivos: tomate, chile verde y seco, maíz y frijol; como cultivos perennes que tienen importancia en la región está la alfalfa.

La comercialización de los productos debido a las necesidades humanas se destina al autoconsumo y cuando se tienen excedentes se comercializa a nivel local o hacia la misma región.

En cuanto a la producción de tomate y alfalfa, estas se comercializan en el ámbito estatal y nacional.

Destaca principalmente el de la producción de tomate rojo, que representa el municipio de Villa de Arista con el 1% de la producción estatal, seguido del cultivo de chile y otras hortalizas bajo invernadero y campo abierto, además, se cosechan forrajes tales como avena forrajera en verde y acicalada

3.4. Material Genético. (*Solanum lycopersicum* L.) (Tipo Bola)

El material vegetativo utilizado en el experimento fueron 4 líneas de diferentes genotipos de hábito indeterminado de tomate tipo bola de especialidad (cuadro 1). Tres Líneas se establecieron con el objetivo evaluar su comportamiento y caracterizar la calidad fruto en relación a un control, el híbrido caimán F₁[®].

N° de Tratamientos	Líneas	Tipo de Fruto	Color de Fruto	Habito de Crecimiento
T1	CLHT-0027	Bola	Rosa-Rojo	Indeterminado
T2	CLHT-0028	Arriñonado	Amarillo-Anaranjado	Indeterminado
T3	CLHT-0029	Bola pequeño	Morado con hombros verde	Indeterminado
T4(Testigo)	HIBRIDO CAIMAN F ₁ [®]	Bola	Rojo	Indeterminado

Cuadro 1. Líneas utilizadas en el experimento

3.5. Siembra

La siembra se realizó el día **24 de junio** en el invernadero de alta tecnología del Departamento de Forestal, instalaciones pertenecientes a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.6. Trasplante

El trasplante se realizó el día **27 al 29 de julio del 2016** bajo agricultura protegida Tipo Malla Sombra a una sola hilera con una distancia entre plantas de 30 cm, y entre surco de 1.90 m, utilizando contenedores, bolis con sustrato de fibra de coco sobre acolchado bicolor. El sistema de riego era de cintilla calibre 8000.

3.7. Manejo del Cultivo

El cultivo se manejó bajo las técnicas que aplica normalmente el agricultor desde trasplante hasta la producción, como lo son conducción de la planta, poda, polinización, control fitosanitario (control de maleza, plagas y enfermedades) riegos y fertilización.

3.8. Fertilización

La fertilización fue por vía fertirriego con la siguiente formulación.

Meq/L	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₃ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ²⁻	H ₃ CO ⁻	Na ⁺	C.E
1 Racimo.	6	0.5	1.5	3.5	8	2	3 a 6	1	<5	1.41
Racimo 1-3	8	0.5	1.5	5.5	8	3	3 a 6	1	<5	1.8
Racimo 3-5	10	0.5	1.5	7	8	4	3 a 6	1	<5	2.2
Racimo 5 en adelante	12	0.5	1.5	8.5	8	4	3 a 6	1	<5	2.4

Cuadro 2. Tabla de dosis de fertilización de acuerdo al número de racimos.

Micro elementos	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cu ⁺	Zn ⁺⁺	Bo	Mo
Meq /L	1.5-2.0	0.8	0.06	0.15	0.4	0.05

Cuadro 3. Tabla de micro elementos aplicados en la fertilización.

3.9. Materiales de campo

Bascula de reloj de diez kilos marca Nuevo León®

Libreta de campo

Lápiz

Cinta métrica marca Truper ®

Cámara fotográfica

Cajas de plásticos

Etiquetas experimentales

Hojas de registro para la toma de datos

3.10. Materiales de Laboratorio

Vernier digital marca Autotec®

Penetrometro marca FT 327(3-27Lbs)

Refractómetro.

Potenciómetro pHep® by Hanna.

Balanza marca OHAUS® 6000g.

3.11. Variables Evaluadas

- 1) Altura inicio a floración
- 2) Altura bifurcación
- 3) Altura al tercer racimo del tallo principal
- 4) Altura final del tallo primario
- 5) Altura final del tallo secundario
- 6) Numero de racimos tallo primario
- 7) Numero de racimos tallo secundario
- 8) Rendimiento periodo uno
- 9) Rendimiento periodo dos

- 10) Rendimiento total
- 11) Diámetro polar
- 12) Diámetro ecuatorial
- 13) Diámetro del pedúnculo
- 14) Peso de fruto con pedúnculo
- 15) Peso de fruto sin pedúnculo
- 16) Grosor del mesocarpio
- 17) Firmeza
- 18) Lóculos
- 19) Porcentaje sólidos solubles totales (°Brix)
- 20) pH
- 21) Licopeno

3.11.1. Variables Agronómicas

-Altura al inicio de la floración

-Altura a bifurcación

Estas variables se midieron con cinta métrica marca Truper®, dicha variable se midió en cm

-Fechas de evaluación: **23 de agosto de 2016**

-Altura al 3er racimo del tallo principal

Estas variables se midieron con cinta métrica marca Truper®, dicha variable se midió en cm.

-Fecha de Evaluación: **16 de septiembre de 2016.**

-Altura final tallo primario

-Altura final tallo secundario

Estas variables se midieron con cinta métrica marca Truper®, dicha variable se midió en cm.

Numero de racimos en tallo primario

Numero de racimos tallo secundario

Estas variables se cuantificaron de manera personal, identificándolos directamente en la planta.

Para las variables de altura final de la planta y número de racimos tanto tallo primario y secundario la fecha fue la siguiente.

-Fecha de evaluación: **18 de noviembre de 2016.**

Altura de la Planta en Diferentes etapas de Desarrollo

Para la altura de la planta en los diferentes periodos de desarrollo las fechas son las siguientes.

-Periodo 1: **23 de agosto de 2016**

-periodo 2: **12 de septiembre de 2016**

-Periodo 3: **18 de noviembre de 2016**

3.11.2. Variables de Rendimiento

Rendimiento por periodos en toneladas por hectáreas

Se estimó el rendimiento total por hectárea (ton/ha) multiplicando el rendimiento por tallos por el total de tallos que corresponden a cada tratamiento probado.

Para la variable rendimiento por periodos en ton/ha y rendimiento total en ton/ha se evaluaron en dos periodos con las siguientes fechas.

Periodo 1: Las fechas de evaluación y cosecha fueron las siguientes.

28/10/2016

31/10/2016

03/11/2016

07/11/2016

10/11/2016

14/11/2016

Periodo 2: Las fechas de evaluación y cosechas fueron las siguientes.

21/11/2016

24/11/2016

28/11/2016

02/12/2016

06/12/2016

13/12/2016

3.11.3. Variables de Calidad

Las siguientes variables se analizaron en el Laboratorio de Fitoquímica del Departamento de Fitomejoramiento, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

-Fecha de evaluación: **24 de noviembre del 2016**

3.11.3.1. Diámetro

Para la medición del diámetro se utilizó un vernier digital marca Autotec® este material se utilizó para cada uno de los diámetros tomados en este trabajo.

3.11.3.2. Diámetro Polar

Es la distancia entre el pedúnculo y el ápice del fruto, dicha medición fue tomada y anotada en cada uno de los frutos utilizados para el experimento, considerando frutos de tamaño intermedio a los cosechados.

3.11.3.3. Diámetro Ecuatorial

Es la distancia entre las dos partes centrales de las dos caras del tomate, es decir, la longitud transversal medida perpendicularmente dicha medición fue tomada y anotada en cada uno de los frutos utilizados para el experimento, considerando frutos de tamaño intermedio a los cosechados.

3.11.3.4. Diámetro del Pedúnculo

Es la medición del tamaño que manifiesta el fruto al desprenderse el pedúnculo al momento de la cosecha y se define, si el mercado lo prefiere para su venta o para el anaquel con pedúnculo o sin el mismo. Si así fuera esta actividad es para dar un plus al producto, por lo que se requiere de un manejo diferente en el empaque.

3.11.3.5. Peso del Fruto con Pedúnculo

El peso de cada fruto se obtuvo con la ayuda de una balanza (OHAUS ® 6000g). Para obtener este resultado se realizó en 4 frutos diferentes de una misma línea, la medición se realizó en 16 frutos en total.

- Se tiene cuatro repeticiones por línea.
- Se tomó un tomate y fue colocado en la balanza.
- Se esperó el resultado.
- Se anotó el dato correspondiente.
- Se repitió el mismo proceso para los 4 frutos.

3.11.3.6. Peso del Fruto sin Pedúnculo

- Se tiene cuatro repeticiones por línea.
- Se tomó un tomate y fue colocado en la balanza.
- Se esperó el resultado.
- Se anotó el dato correspondiente.
- Se repitió el mismo proceso para los 4 frutos.

3.11.3.7. Grosor del Mesocarpio

Para la medición de este parámetro se requirió un vernier digital marca (Stainless Hardened), de tal forma que el tomate se partió por la mitad para tomar una muestra de un costado uniforme del fruto.

3.11.3.8. Firmeza

La firmeza es un indicador de la calidad del producto (en este caso del tomate). La firmeza de los frutos fue medida por un penetrometro marca FT 327(3-27Lbs) que mide la resistencia de la penetración de tejidos del fruto. El procedimiento consta de perforar la corteza del tomate e introducirlo hasta la pulpa ejerciendo y obteniendo una lectura expresada en kg/cm^2 . Se midió la firmeza de 4 repeticiones por línea.

3.11.3.9. Lóculos

Para obtener el número de lóculos se requirió partir cada fruto por la mitad, de tal forma que los lóculos estuvieran a la vista y bien definidos, obteniendo un dato acertado promedio, se tomó la muestra de 4 repeticiones para evaluar cada línea a evaluar.

3.11.3.10. Sólidos Solubles Totales (°Brix)

La escala de la medición de porcentaje de concentración de sólidos solubles totales (SST) de una muestra, se refiere a la cantidad de gramos de azúcar contenidos en 100g de solución de sacarosa (°Brix). El contenido de SST depende del tipo de fruta y estado de madurez.

La medición de °Brix se realizó en 4 frutos de diferentes de un mismo genotipo, en total se realizó la medición en 16 frutos por cada uno de los colores. Utilizando un refractómetro.

- Se extrajeron gotas del jugo de tomate.
- Se introdujo en el refractómetro.
- Se tomó la lectura y se anotaron los resultados correspondientes.

3.11.3.11. pH

Esta medición indica el grado de acidez o basicidad. Para esta medición se requirió un potenciómetro pHep® by Hanna.

La medición de pH se realizó en 4 frutos diferentes de una misma línea. La medición se realizó en 16 frutos por colores, en total fueron 32 frutos. Utilizando el jugo de cada tomate. Los pasos seguidos fueron:

- Las muestras se realizaron por cada uno de los tomates de las 4 repeticiones por línea.
- Se utilizó jugo de cada uno de los tomates.
- Se utilizó un vaso de precipitado para recolectar el jugo de cada tomate.
- El potenciómetro se calibra con agua destilada antes de tomar una muestra.
- Posteriormente es sumergido el potenciómetro en el jugo de tomate.
- Se espera unos minutos para obtener un dato acertado.
- Se anota el dato correspondiente.

3.11.3.12. Licopeno

Para la medición de esta variable se realizó en dos etapas.

a) La extracción de licopeno se realizó en el laboratorio de fotoquímica de la UAAAN de la siguiente manera.

- Se homogenizaron 0.25 g de muestra de tomate en 15 ml de una mezcla de hexano-acetona.

- La mezcla se mantuvo en agitación por 30 minutos.
 - Posteriormente se agregó agua para separar los compuestos polares de los extractos.
 - Se mezcló, se dejó reposar se tomó una parte de la fase orgánica (fase superior); se filtró y se colocó en vial para análisis por High performance liquid chromatography (HPLC).
- b) Y para el análisis de contenido del licopeno, se llevó a cabo en el centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV). La determinación de licopeno en tomate se realizó por el HPLC, usando un equipo Agilent 1200. La separación se realizó utilizando una columna analítica, Zorbax Eclipse XDB-C18, 4.6x 150 nm, 5 μ . La detección se hizo con luz visible a una longitud de onda 472 nm, la fase móvil fue isocrática 30% de etanol y 70% de metanol, a una velocidad de flujo de 1ml/min. El análisis se realizó a temperatura ambiente haciendo inyecciones de 5 μ . La cuantificación se realizó utilizando licopeno puro como estándar.

3.12. Diseño Experimental

El experimento fue establecido con un diseño completamente al azar, en el que se utilizaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones por cada tratamiento y una parcela útil de 20 m². A los datos obtenidos se les efectuó el análisis de varianza (ANVA) y prueba de comparación de medias, con el método de Tukey ($p \leq 0.05$). Para lo anterior se utilizó el paquete estadístico R versión 3.2.5 (2014) de fundación para el computo estadístico, Viena, Austria. (2014)

Este Análisis consiste en lo siguiente.

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

$i = 1, 2, 3, 4$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, 4$ repeticiones

Y_{ij} = es la observación del tratamiento i en los bloques j .

μ = es el efecto verdadero de la media general.

τ_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = el efecto del j -ésimo bloque.

ε_{ij} = es el erro experimental de la ij -ésima observación.

3.13. Análisis de Varianza

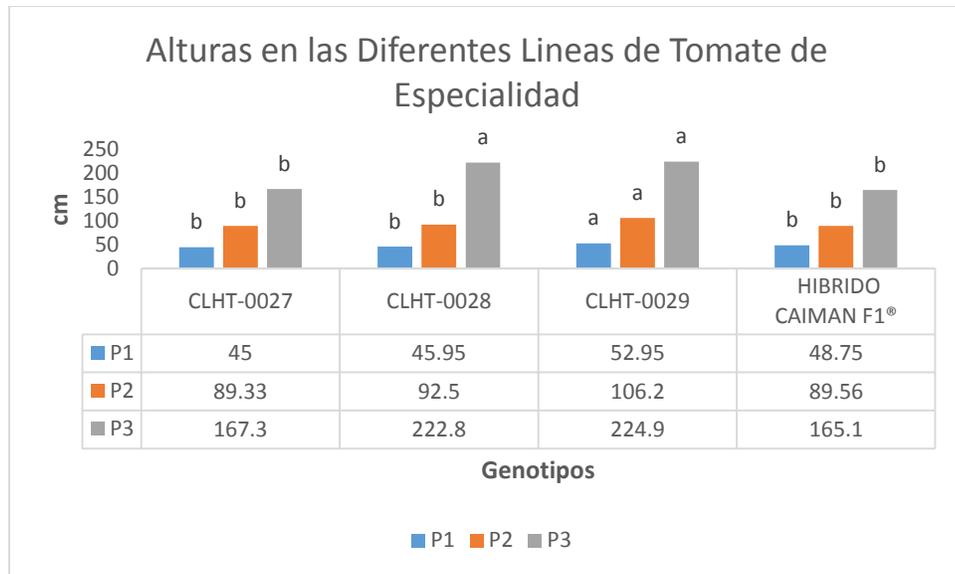
El análisis de varianza (ANVA) se realizó para cada una de las variables mediante la comparación de medias con la prueba de Tukey al $P \leq 0.05$. Para aquellas que presentaron diferencia significativa.

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de esta Investigación refleja ventajas de utilizar diferentes materiales de especialidad y Habito Indeterminado a un sistema de poda a dos tallos dividiéndose en tres etapas y dos periodos de producción, encontrando diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en variables que determinan calidad y rendimiento. Además de identificar el genotipo ideal para el uso eficiente de recurso e insumos, disminuyendo los costos de producción.

4.1. Altura de la Planta en Diferentes etapas de Desarrollo

En esta variable para el periodo uno se encontró diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$) sobresaliendo la Línea CLHT-0029 mostrando un mayor vigor 52.95 cm. Con una diferencia de 4.2 cm respectivamente sobre el Híbrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) quien obtuvo un valor de 48.75 cm. En cuanto al segundo periodo sigue sobresaliendo diferencia significativa ($p \leq 0.05$) sobresaliendo la Línea CLHT-0029 mostrando un mayor vigor 106.2 cm. Con una diferencia de cm respectivamente sobre el Híbrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) quien obtuvo un valor de 89.56cm. Para el tercer y último periodo se encontró diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$) donde de igual forma que en los periodos anteriores mostrando un mayor vigor la Línea CLHT-0029 con un valor de 224.9 cm, seguido de la Línea CLHT-0028 con 222.8 cm lo cual lideran con la mayor altura. Respectivamente sobre el Híbrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) quien obtuvo un valor de 165.1 cm., (Figura 4) Lo anterior concuerda con lo reportado por Vallejo (1999), quien mencionó que los genotipos de tomate con hábito de crecimiento indeterminado pueden presentar alturas mayores a 2.00 m.



P1= Altura inicio a Floración P2= Altura al 3^{er} Racimo P= Altura Final Tallo Principal

Figura 4. Comparación de medias para la variable altura de la planta en diferentes fechas de evaluación.

4.2. Altura de la Planta al Inicio de Floración

En los resultados de esta variable se encontró diferencia significativa entre los Genotipos ($p \leq 0.05$), (Figura 5), obteniendo los valores más alto la CLHT-0029 con una altura de 52.95 cm. Con respecto a las Líneas CLHT-0027, CLHT-0028 y el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) formaron un grupo con los valores más bajos, por lo que se puede determinarse que son de porte más violento en los diferentes materiales manifestándose en esta Característica.

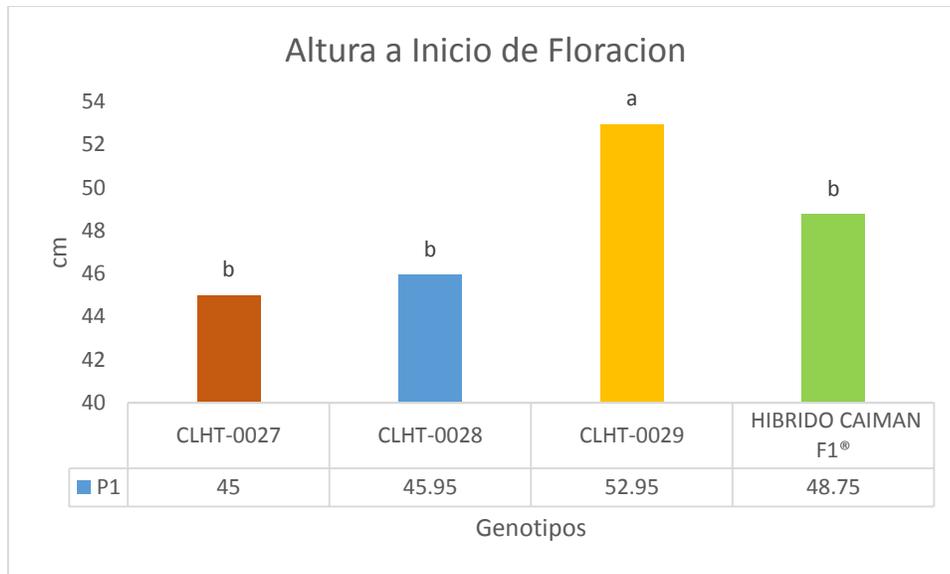


Figura 5. Comparación de medias para la variable de altura de planta al inicio de floración.

4.3. Altura al Inicio de la Bifurcación

Para la variable de altura de cuello de la planta a bifurcación se encontró diferencia significativa entre genotipos ($p \leq 0.05$), (Figura 6) resaltando los valores el CLHT-0029 con 39.75 cm, mientras que para el CLHT-0027 y el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) formando un grupo intermedio entre los genotipos superando al resto de los materiales evaluados, sin embargo, al finalizar el periodo de producción fue siempre superior él CLHT-0029.

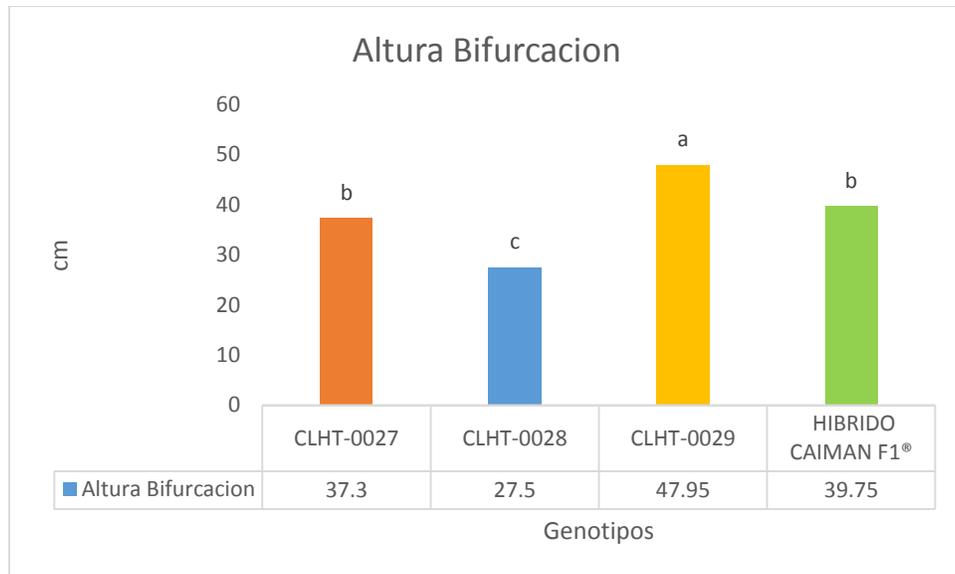


Figura 6. Comparación de medias para la variable de altura de cuello de la planta a bifurcación.

4.4. Altura de la Planta al Tercer Racimo

De acuerdo a los datos obtenidos, existe una diferencia significativa en la altura de los diferentes genotipos ($p \leq 0.05$). Obteniendo los altos valores la Línea CLHT-0029 con una altura de 106.2 cm. Existiendo una diferencia de 16.64 cm con respecto a el Híbrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) con una diferencia de 16.64 cm, esto quiere decir que la distancia entre folíolos es mayor (Figura 7).

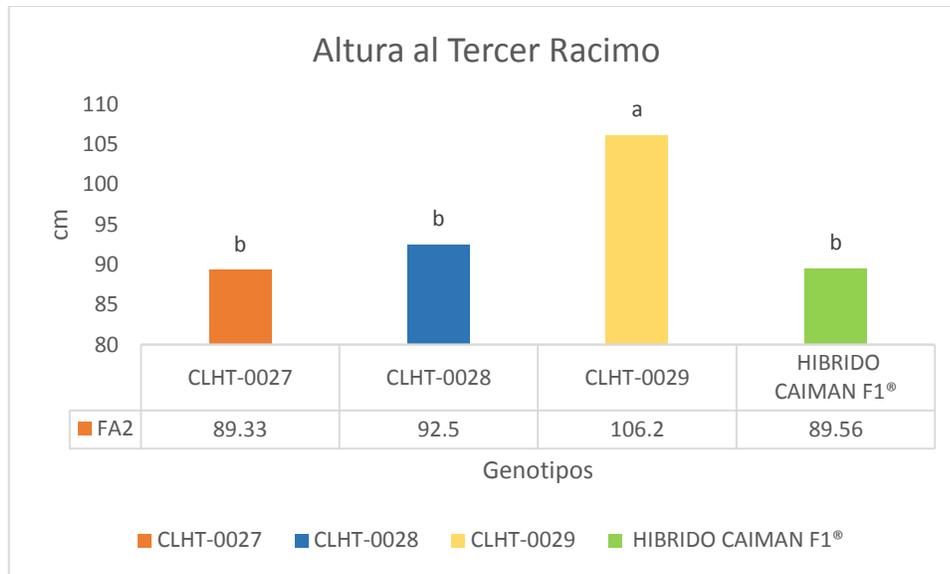


Figura 7. Comparación de medias para la variable altura tercer racimo de los diferentes genotipos.

4.5. Altura Final del Tallo Primario contra el Tallo Secundario

Para la variable altura tallo primario, de acuerdo a los datos obtenidos, existe una diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$) (Figura 8). La Línea CLHT-0029 presento una mayor altura seguida de la Línea CLHT-0028 lo cual lideran con los valores más altos en la altura. De la misma manera para la variable altura tallo secundario, de acuerdo a los datos obtenidos, existe una diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$) la Línea CLHT-0029 presento una mayor altura seguida de la Línea CLHT-0028, mientras que el Híbrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) y la Línea CLHT-0027 obtuvieron valores más bajos en la comparación de esta Característica en tallos.

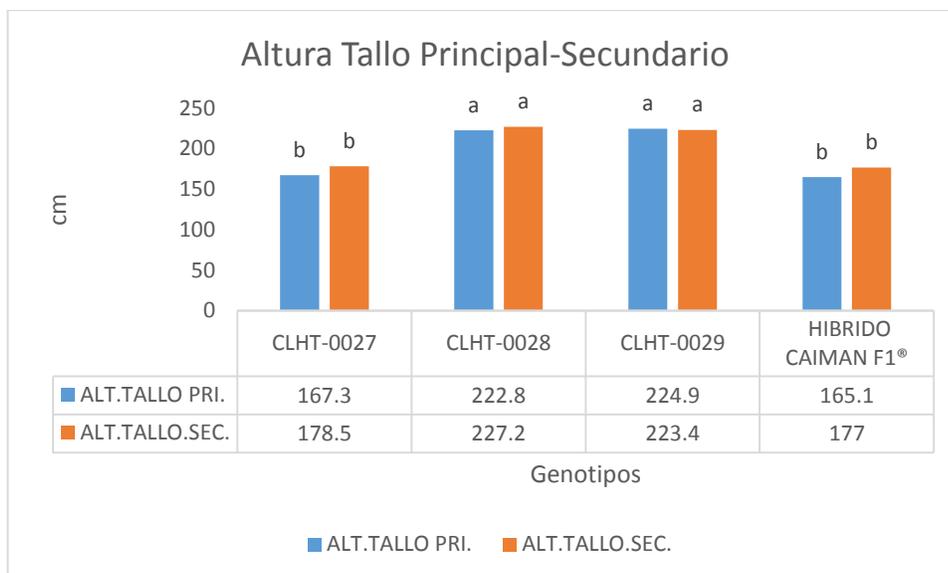


Figura 8. Comparación de medias de la variable altura final tallo primario-secundario.

4.6. Altura Final del Tallo Principal con Número de Racimos

Para la variable altura tallo primario, de acuerdo a los datos obtenidos, se encontró una diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$) (Figura 9). Las Líneas CLHT-0029 y CLHT-0028 presentaron altura similar con una altura promedio 223.85 cm. Respectivamente sobre el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo los valores más bajos con 165.1 cm. De igual manera para la variable de número de racimos se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$). Las Líneas CLHT-0029 y CLHT-0028 presentaron mayor número de racimos con un promedio de 10.57 racimos. Esto quiere decir que hay una distancia en promedio de 21.17 cm entre racimos. Respectivamente sobre el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo el número de racimos en promedio más bajo con 8.5 racimos.

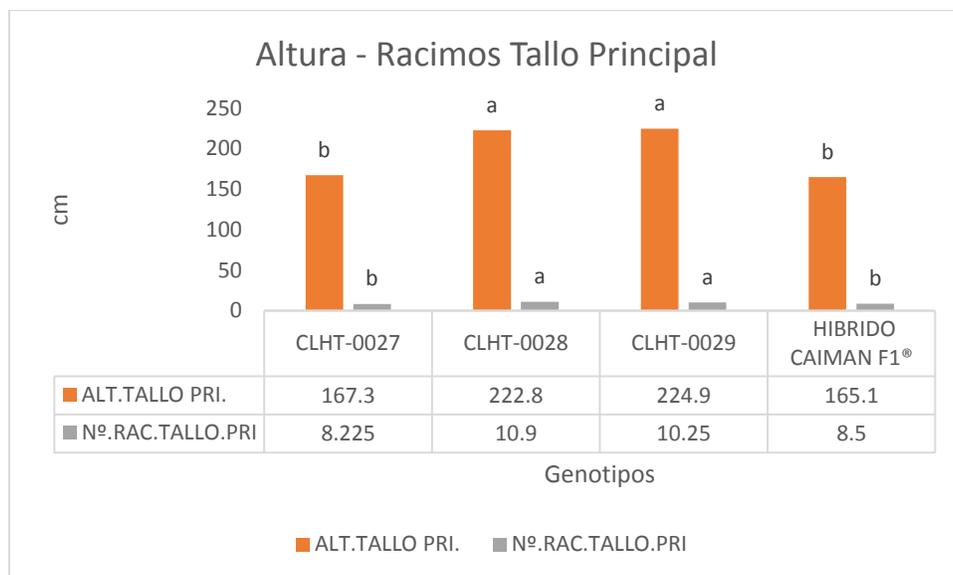


Figura 9. Comparación de medias de las variables altura final del tallo primario con el número de racimos del tallo primario.

4.7. Altura Final del Tallo Secundario con Número de Racimos

Para la variable altura tallo secundario, de acuerdo a los datos obtenidos, se encontró una diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$). La Línea CLHT-0028 presento una mayor altura seguido de la Línea CLHT-0029 lo cual lidera con el valor más altos en la altura con 227.2 cm. Respectivamente sobre el Hibrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo valores más bajos con 177 cm. De igual manera para la variable de numero de racimos se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$), la Línea CLHT-0028 presento el mayor número de racimos más altos con 9.175 racimos, esto quiere decir que hay una distancia en promedio de 24.76 cm entre racimos. Respectivamente sobre el Hibrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo el número de racimos más bajo con 7.5 racimos promedio (Figura 10).

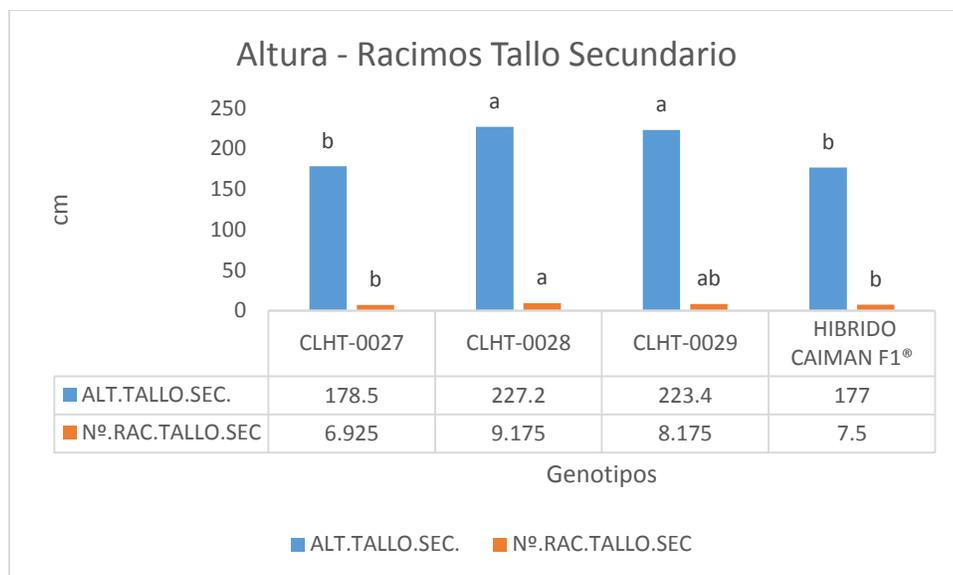


Figura 10. Comparación de medias de las variables altura final del tallo secundario con el número de racimos del tallo secundario.

4.8. Rendimiento por Periodos (1 y2) en Toneladas por Hectárea

Para la variable de rendimiento en el periodo uno no se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) lo que representa que el rendimiento es similar entre genotipos. Solo una pequeña diferencia numérica, favoreciendo a la Línea CLHT-0027 con 149.2 ton/ha. Sobre el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo un valor de 134.1 ton/ha (Figura 11). En cuanto al segundo periodo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) obteniendo mejor rendimiento la Línea CLHT-0029 con la cantidad de 107.4 ton/ha, respectivamente sobre el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) con una cantidad de 58.57 ton/ha (Figura 11). Esto coincide con Ortiz *et al* (2007) refiere, que es posible seleccionar genotipos estables de tomate, pero se requiere materiales genéticos de avanzado desarrollo en un programa de mejoramiento, evaluados en diversas temporadas para identificar genotipos estables con alto rendimiento, debiendo mantener la calidad de fruto.

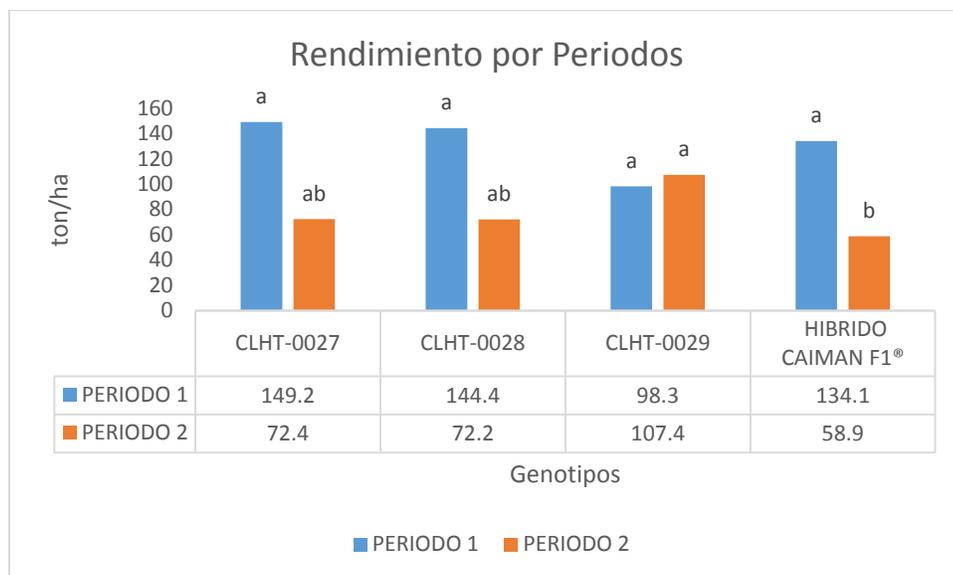


Figura 11. Comparación de medias para la variable rendimiento por periodos en ton/ha.

4.9. Rendimiento Total en Toneladas por Hectárea

En cuanto al rendimiento total comercial no se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) lo que representa que el rendimiento es similar entre genotipos (Figura 12). Solo se manifestó una pequeña diferencia numérica, favoreciendo a la Línea CLHT-0027 con 221.5 ton/ha. Sobre el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo un valor de 193 ton/ha. Lo que determina que los genotipos tienden hacer iguales al final del ciclo si esto se pretendiera en la temporada. Sin embargo, este problema se pudo ver reflejado debido a un estrés en el Híbrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial), causado por un factor abiótico (*Clavibacter michiganensis*), lo cual coincide a lo mencionado por Sánchez *et al* (2015) Las condiciones climáticas afectan de manera sustancial el proceso fisiológico de la planta y esto tiene un efecto en el rendimiento total.

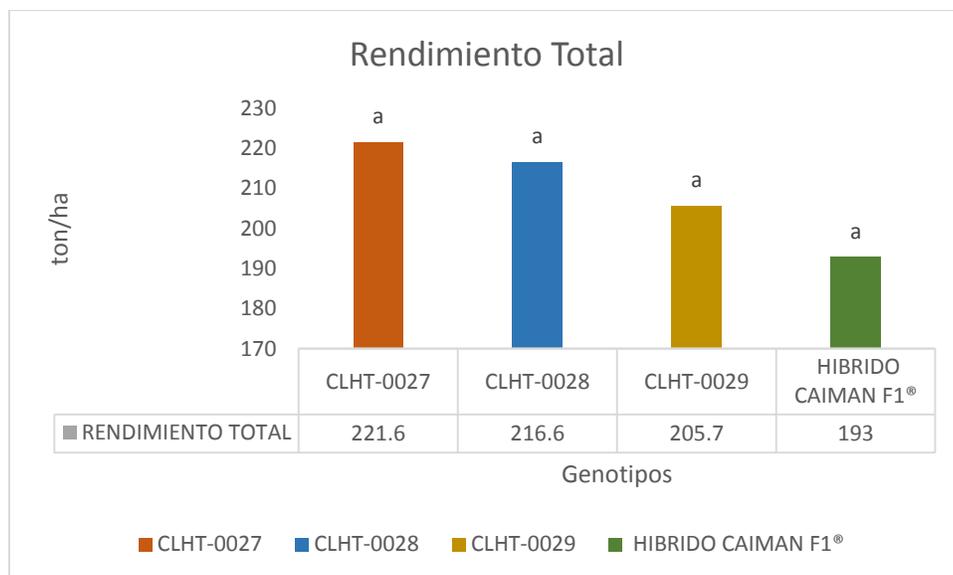


Figura 12. Comparación de medias para la variable de rendimiento total en ton/ha.

4.10. Rendimiento por Periodos (1 y 2) y Rendimiento Total

En cuanto a rendimiento por periodos si se encontró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) solo para el segundo periodo donde sobresalió la Línea CLHT-0029 obteniendo un rendimiento superior de 9.1 ton/ha al primer periodo de cosecha, en comparación de las de más Líneas y el Hibrido CAIMAN F₁® (testigo comercial) su rendimiento en el segundo periodo disminuyo considerablemente, esto fue a causa de factores bióticos y abióticos que no permitieron que las Líneas se podrían expresar su potencial genético en un tiempo de producción mayor considerando que fue una fecha tardía en la región. Así siendo más constante en su producción entre ambos periodos la Línea CLHT-0029 (Figura 13).

En cuanto al rendimiento total por hectárea no se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) lo cual indica que al final del ciclo las líneas se comportan similares al igual que el Hibrido CAIMAN F₁® (testigo comercial). Solo se encontró diferencia numérica en to/ha favoreciendo a la Línea CLHT-0027 a pesar de su disminución en rendimiento en el segundo periodo lo cual se considera productiva por mantener la estabilidad en su producción (Figura 13).

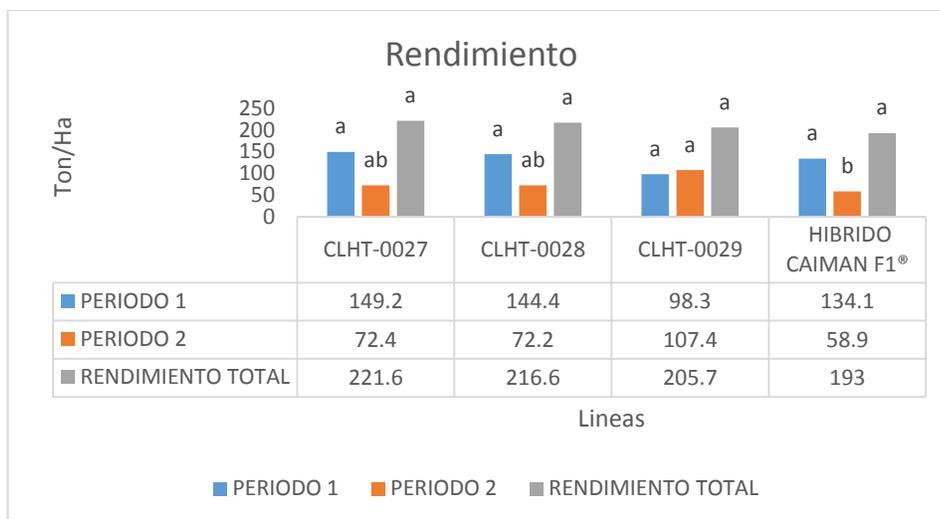


Figura 13. Comparación de medias para la variable rendimiento por periodos en ton/ha.

En la segunda etapa de la investigación se procedió a la evaluación en laboratorio para determinar las características Físico-químicas de las líneas de especialidad en índices de maduración, tomando en cuenta que las condiciones ambientales que pueden influir en la calidad del fruto.

4.11. Diámetro Polar y Ecuatorial del Fruto

Para el diámetro polar se encontró diferencia significativa entre genotipos ($p \leq 0.05$), (Figura 14) siendo el Híbrido CAIMAN F₁® el que obtuvo el valor más alto con 60.86 mm, sobre las Línea CLHT-0027 que obtuvo el valor más bajo de 49.9mm, sin embargo, las Líneas CLHT-0029, CLHT-0028 forman parte de un grupo intermedio con valores 54.97 mm de diámetro polar.

En cuanto Para el diámetro ecuatorial se encontró diferencia significativa entre genotipos ($p \leq 0.05$), siendo la Línea CLHT-0028 el que obtuvo mayor valor con 78.38 mm, sobre la Línea CLHT-0029 que obtuvo el valor más bajo de 64.12 mm (Figura 14). Lo cual con cuerda con lo escrito por Aleza *et al.* (2009) puede ser consecuencia que éstas variables están determinadas por el genotipo.

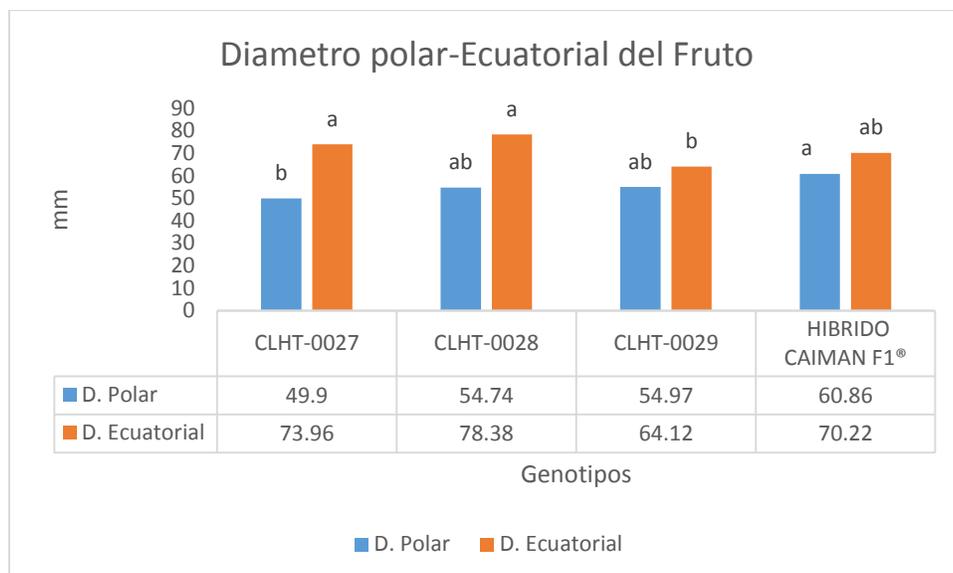


Figura14. Comparación de medias para las variables diámetro polar – ecuatorial en mm.

4.12. Peso del Fruto Con Pedúnculo- Sin Pedúnculo

En este variable peso con pedúnculo los datos obtenidos muestran diferencias éntrelos genotipos altamente significativa ($p \leq 0.01$), siendo la Línea CLHT-0028 la que obtuvo el mejor resultado de 237.3 g respectivamente, sobre el Hibrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo un valor de 190.7 g de peso con pedúnculo.

Peso sin pedúnculo los datos obtenidos muestran diferencias éntrelos genotipos altamente significativa ($p \leq 0.01$), siendo la Línea CLHT-0028 la que obtuvo el mejor resultado de 232.8g respectivamente, sobre el Hibrido CAIMÁN F₁® (testigo comercial) quien obtuvo un valor de 182.6 g de peso sin pedúnculo (figura 15). Lo que un fruto con pedúnculo tiene mayor vida de anaquel y esto nos permitiría almacenar para después su distribución en el mercado.

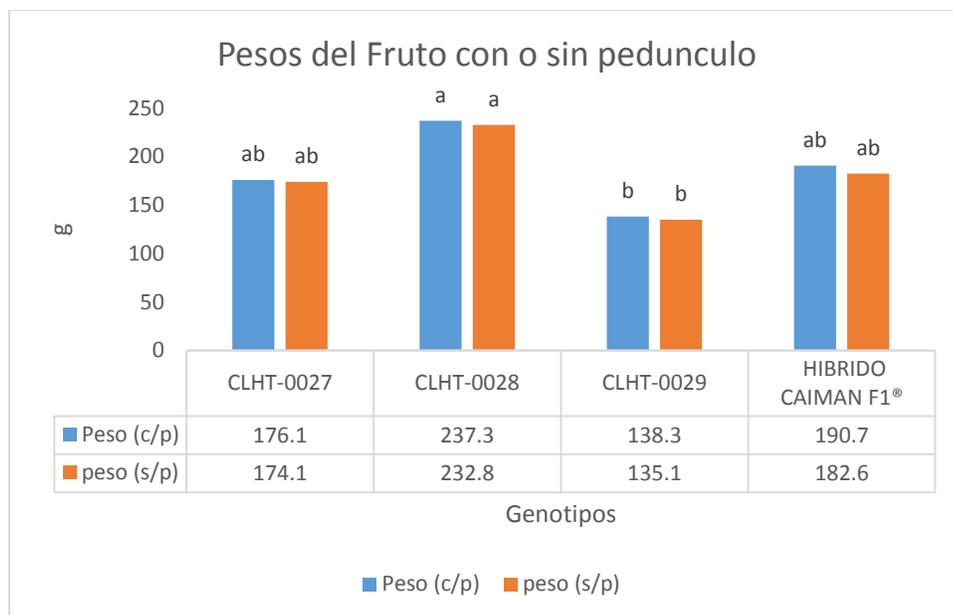


Figura 15. Comparación de medias para las variables pesos del fruto con pedúnculo – peso sin pedúnculo.

4.13. Diámetro del Pedúnculo

Para la variable de diámetro del pedúnculo no encontró diferencias significativas entre los genotipos ($p \leq 0.05$) en la comparación de medias (Figura 16), lo que determina que el diámetro del pedúnculo es similar entre genotipos. Solo una pequeña diferencia numérica, favoreciendo a la Línea CLHT-0028 con 19.21 mm, sobre el Híbrido Testigo Comercial CAIMAN F₁® se observó una diferencia de 2.77 mm (Figura 16). Esto quiere decir que a mayor grosor del pedúnculo el peso del fruto será mayor y asociándose a una diferencia en vida de anaquel.

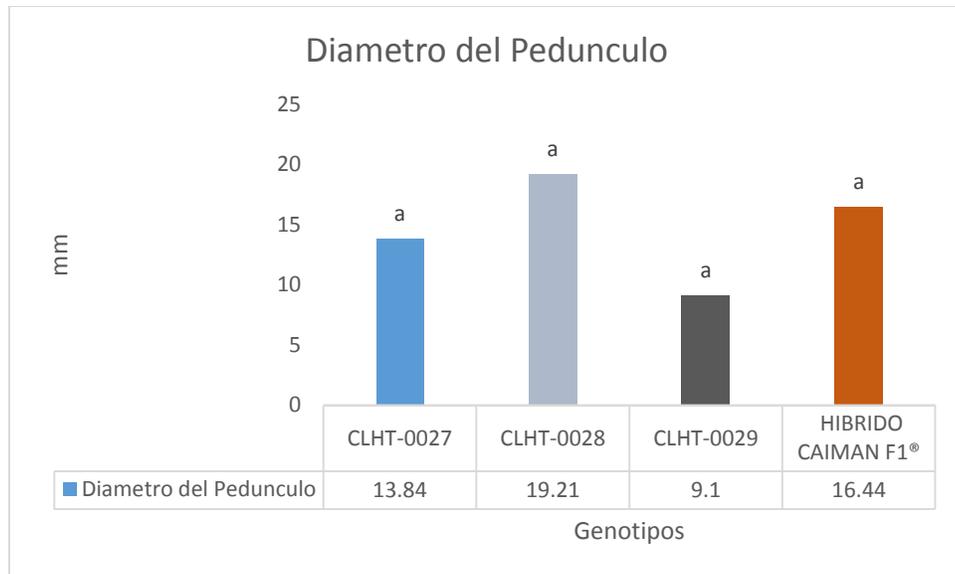


Figura 16. Comparación de medias para la variable de diámetro del pedúnculo.

4.14. Grosor del Mesocarpio

Para el grosor del mesocarpio se encontró diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$), siendo la Línea CLHT-0029 la que obtuvo el mayor valor con 8.25 mm, sobre el Híbrido Testigo Comercial CAIMAN F₁®, se observó una diferencia de 1 mm (Figura 17). Por lo anterior podemos asumir que el grosor de la pared es un indicador para la determinación de la firmeza. Esto coincide con Moreira *et al* (2009) donde la variable grosor del mesocarpio se destaca como la principal variable para ser considerada cuando se practica la selección indirecta para resistencia pos cosecha y también Sánchez (2017) en su investigación describe que el grosor del mesocarpio influye directamente con la firmeza del fruto.

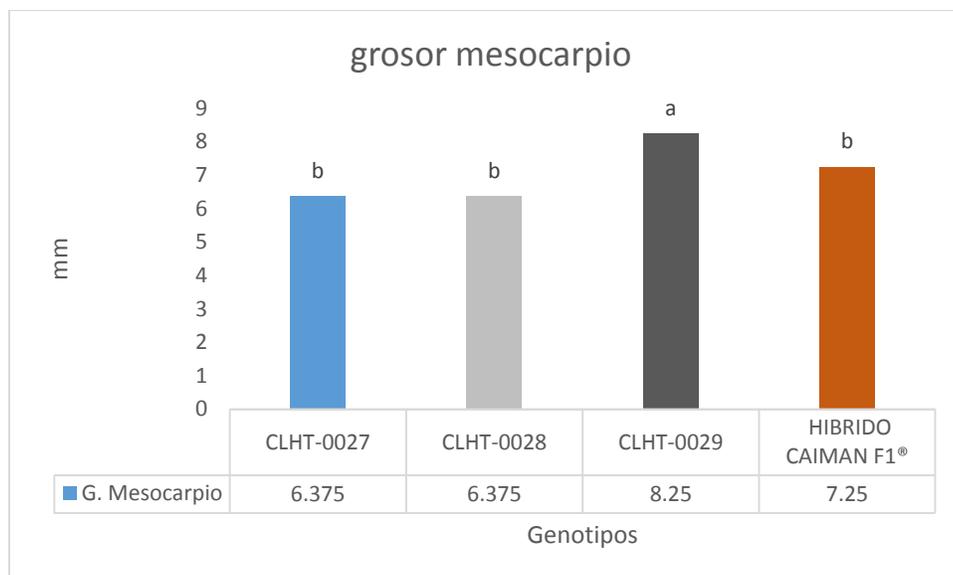


Figura 17. Comparación de medias para la variable del grosor del mesocarpio.

4.15. Firmeza en kg/cm² en colores 2

Para la variable firmeza de acuerdo los datos obtenidos en el ANVA, existe una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la firmeza de las diferentes Líneas (figura). En cuanto al color 2 la Línea CLHT-0029 fue la más sobresaliente con 3.275 kg/cm² sobre el Híbrido Testigo Comercial CAIMAN F1®, con una diferencia de 0.85 kg/cm² (Figura 18).

4.16. Firmeza en kg/cm² en colores 3

Para el color 3, el fruto con mayor firmeza fue la Línea CLHT-0029 con 3.175 kg/cm² sobre el Híbrido Testigo Comercial CAIMAN F1®, presento diferencia de 0.8 kg/cm². Obtuvo la menor firmeza (Figura 18). Los resultados concuerdan con los de López *et al* (2011) donde observó una pérdida continua de firmeza en ambos tratamientos durante el periodo de maduración. Por otra parte en lo mencionado por Marín-Rodríguez *et al* (2002) y también lo menciona White, (2002) que el fruto pierde firmeza debido a cambios físicos y químicos asociados

con la degradación de la pared celular, según lo indicado por Cantwell (2004), quien realiza una clasificación del tomate e indica que la firmeza, en función de la resistencia al corte, puede variar desde valores inferiores a 8 N (0.815 kg/cm²) en tomates muy blandos hasta superiores de 25 N (2.549 kg/cm²), en tomates muy firmes.

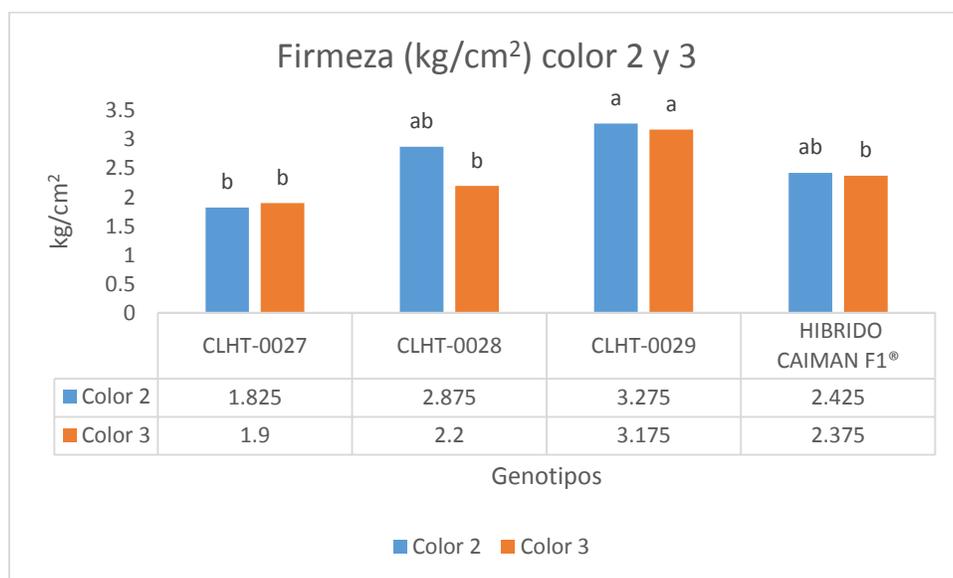


Figura 18. Comparación de medias para la variable firmeza con color 2 y 3.

4.17. Numero de Lóculos por Tomate

Para la variable lóculos de acuerdo con el ANVA y la prueba de medias mostraron diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$) obteniendo el mayor número de lóculos la Línea CLHT-0028 con 7.75 lóculos, seguido por la Línea CLHT-0029 con 7.25 lóculos. Respectivamente sobre el Híbrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) con una cantidad de 6.5 lóculos (Figura 19). De acuerdo a Gaspar-Peralta et al (2012) en su investigación observó los caracteres de flores por racimo, lóculos y diámetro del fruto, sobresalieron las líneas como una lógica de su forma de fruto arriñonada. De igual forma en su investigación Sánchez (2014) los frutos TSAN-10003SVI (SOFIMELY) descritos son multiloculares o en su caso

presento más de cuatro lóculos, en un porcentaje considerable se han corroborado entre 5 y 6, en el caso del material TSAN-10001SV (Villa Narro) presento más de cuatro lóculos, en un porcentaje considerable del 90% se han observado más de 6 Y 7 en lóculos considerándose unas Variedades Extra-Firme.

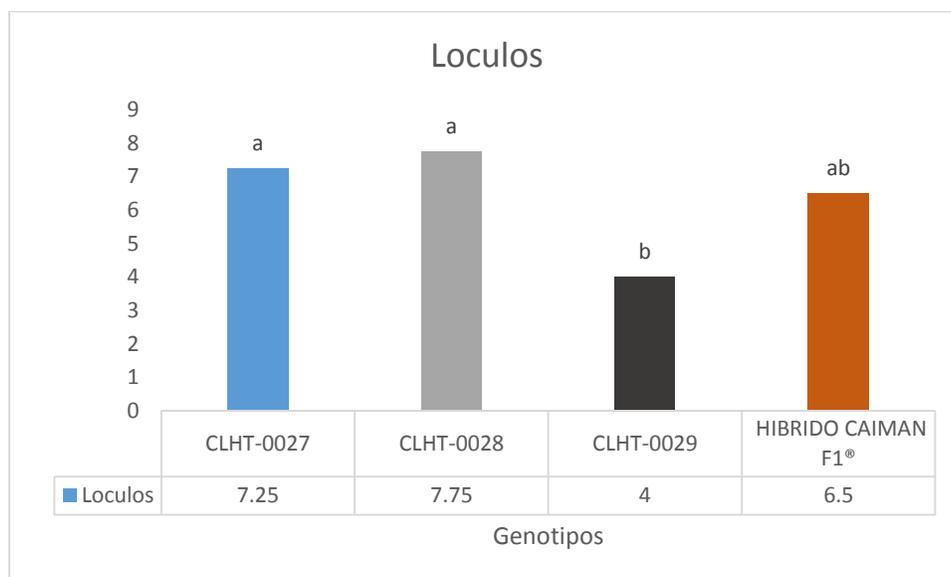


Figura 19. Comparación de medias para la variable lóculos entre los genotipos.

4.18. Contenido de Sólidos Solubles Totales en color 2

Para la variable sólidos solubles totales los resultados del ANVA y prueba de comparación de medias mostraron diferencia significativas ($p \leq 0.05$), en los sólidos solubles totales (figura 20). en cuanto al color 2, el genotipo con más sólidos solubles totales fue la Línea CLHT-0029 con 5.1 °Brix sobre el Híbrido Testigo Comercial CAIMAN F1® con 4.25 °Brix existiendo una diferencia de 0.58 °Brix. Esto coincide con Znidarcic y Pozr (2006) la calidad del sabor en el tomate está ampliamente determinada por el contenido de azúcar (estimado a través del contenido de sólidos solubles o grados (°Brix) del fruto.

4.19. Contenido de Sólidos Solubles Totales en color 3

Para el color 3 (Figura 20), la Línea CLHT-0029 obtuvo más SST, con un valor 5.525 °Brix y una diferencia de 1.05 °Brix sobre el Híbrido Testigo Comercial CAIMAN F₁[®]. Estos son resultados favorables debido a que no modifican las características de calidad relacionadas con el sabor. Según lo escrito por Yelle *et al* (1991) Lo anterior puede deberse a que el contenido de sólidos solubles está relacionado, principalmente, con la acumulación de azúcares y por otra parte Oliva *et al.* (2014) describe que se incrementó en relación con el corte en la madurez de los frutos. Por su parte, Arana *et al.*, (2007) señalan que las cualidades organolépticas de los tomates están relacionadas con su composición química, y que los mismos en su periodo de madurez comercial.

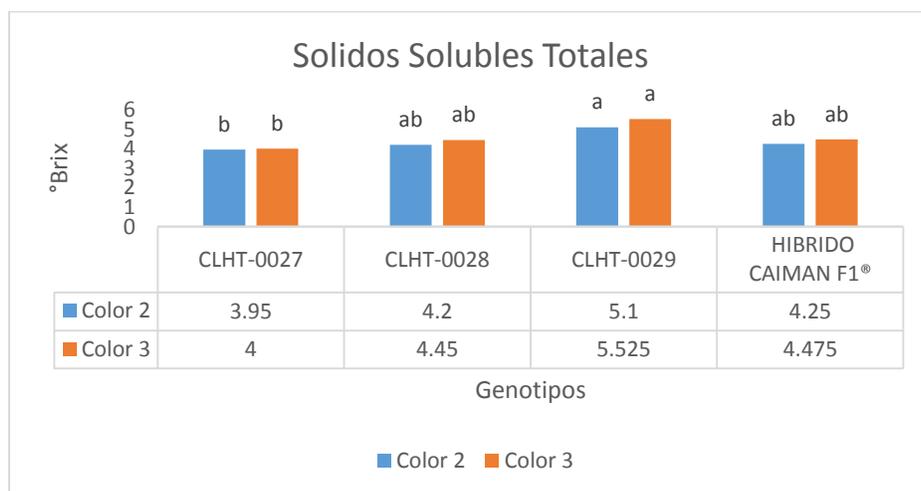


Figura 20. Comparación de medias para la variable de Solidos solubles totales de acuerdo a color 2 y 3.

4.20. pH en Color 2

En cuanto a la variable pH, el ANVA del color 2 (Figura 21) no hubo diferencia entre los genotipos ($p \leq 0.05$), obteniendo el mayor valor en el color 2 el Híbrido Testigo Comercial CAIMAN F₁[®] con 4.625, encontrando una diferencia sobre la Línea CLHT-0029 de 0.2 pH.

4.21. pH en Color 3

En cuanto al color 3, el ANVA presento diferencia significativa entre los genotipos ($p \leq 0.05$), obteniendo el mayor valor la Línea CLHT-0028 reporto un valor 4.6 pH, sobre el Hibrido Testigo Comercial CAIMAN F₁[®] existiendo una diferencia de 0.25 (Figura 21). En cuanto la Línea CLHT-0027, CLHT-0028 forman un grupo intermedio con valores similares 4.525. Los resultados concuerdan con los de Casierra-Posada *et al.* (2008) Sus frutos cosechados en el estado 1 de madurez tuvieron 68,7% mayor contenido de ácidos orgánicos que aquéllos cosechados en el estado 5.

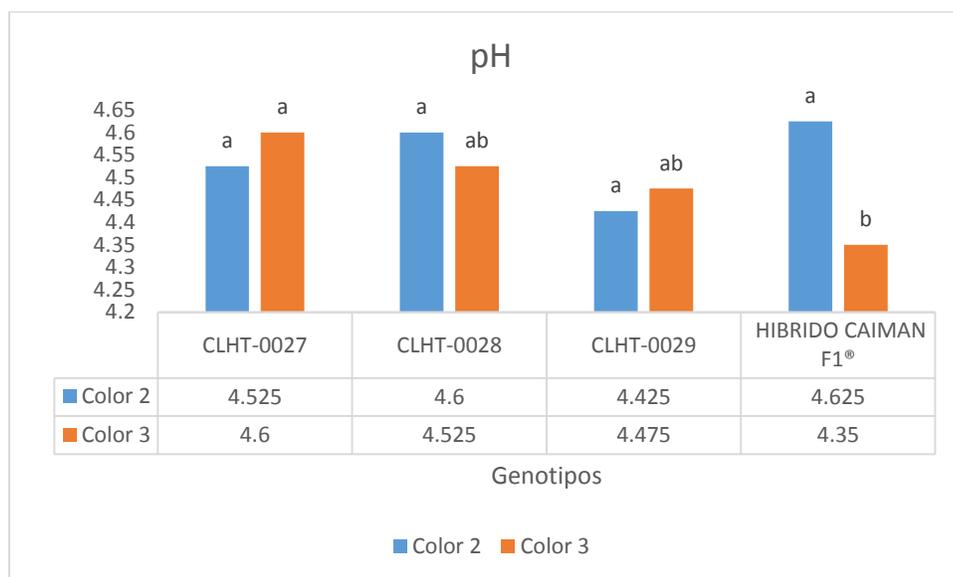


Figura 21. Comparación de medias para la variable pH de acuerdo a color 2 y 3.

4.22. Licopeno en Color 2

Para la variable licopeno color 2 (Figura 22) no se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) lo que representa que el licopeno es similar entre genotipos. Solo una pequeña diferencia numérica, favoreciendo a la Línea CLHT-0027 con 49.18

mg/100g. Con una diferencia Sobre el Hibrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) con un valor de 1.1 mg/100g.

4.23. Licopeno en Color 3

En cuanto al color 3 (Figura 22) se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) obteniendo mayor concentración de licopeno la Línea CLHT-0029 con la cantidad de 77.08 mg/100g, respectivamente sobre el Hibrido CAIMÁN F₁[®] (testigo comercial) con una cantidad de 58.5 mg/100g. Con cuerda con lo escrito por Cardona *et al* (2006), que el estado de maduración es uno de los factores más decisivos en la composición de los carotenoides; pues estos aumentan en número y cantidad con la maduración

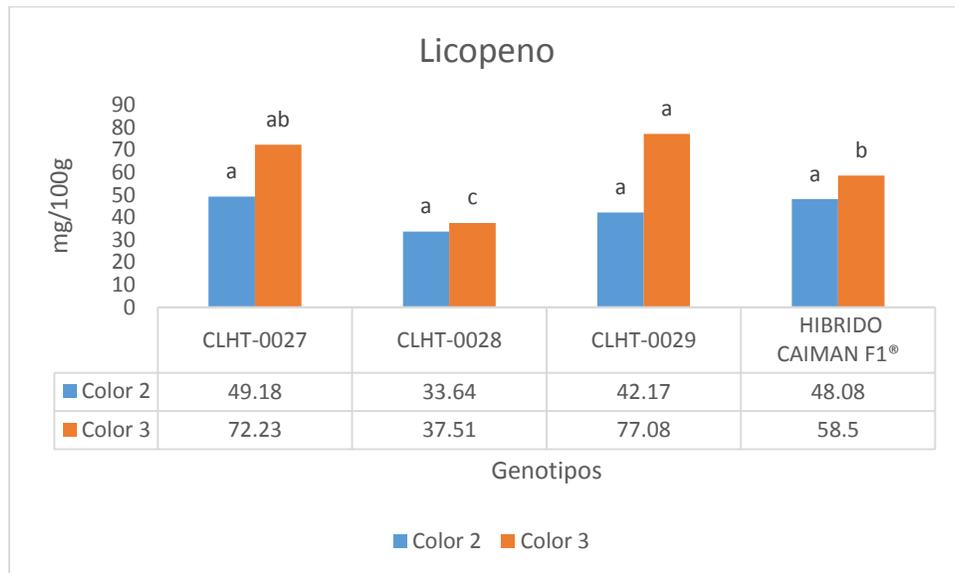


Figura 22. Comparación de medias para la variable licopeno de acuerdo a color 2 y 3.

V. ANALISIS DE CORRELACION

Se muestra que para el análisis de estas características fisicoquímicas es muy importante el mantener la calidad en el proceso de anaquel y consumidor, por lo que se deberá analizarse la correlación que pudieran manifestar en entre, peso con pedúnculo y peso sin pedúnculo se encontró una correlación de 0.9961 R^2 , lo que indica que hay una correlación positiva entre variables. Se describe para el fruto sin pedúnculo su almacenamiento es corto por la pérdida de agua que esta tendrá, mientras que un fruto con pedúnculo su tiempo en almacenamiento será mayor. Se menciona de esta forma ya que la preferencia a la demanda del nicho de mercado. La correlación que hay entre ambos es aceptable, se determinó en la siguiente (figura 23).

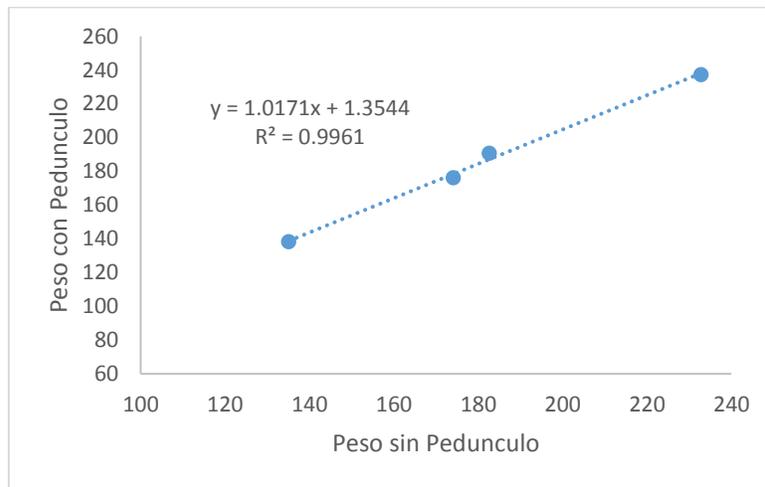


Figura 23. Correlación entre Peso con Pedúnculo y Peso sin Pedúnculo.

El análisis de correlación entre diámetro de pedúnculo y peso con pedúnculo fue de 0.9518 R^2 y con peso sin pedúnculo de 0.9094 R^2 de la gráfica, lo que indica que se encuentra una relación positiva entre ambos caracteres, es decir que la relación que se encuentra entre si es favorable como lo marca el análisis, ambas aumentan al mismo tiempo (Figura 24).

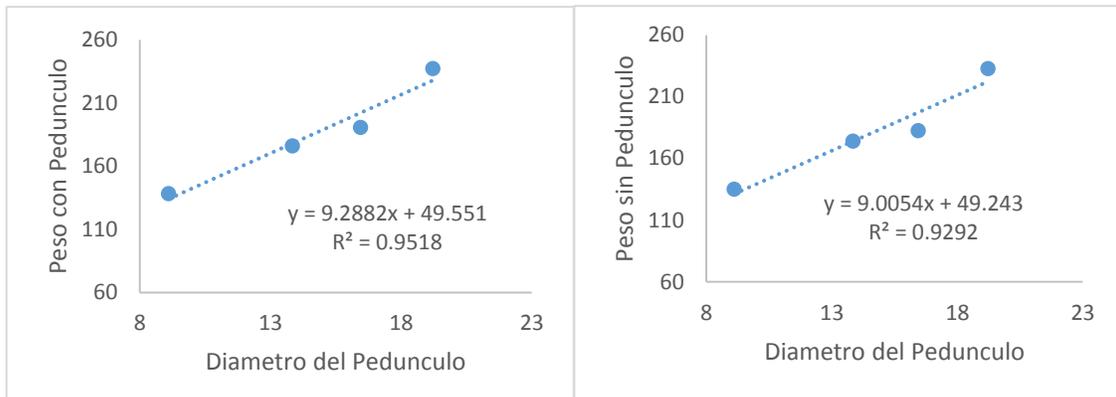


Figura 24. Correlación entre Diámetro de Pedúnculo con peso con Pedúnculo y Peso sin pedúnculo para un rango limitado

En la figura 25 muestra una relación positiva aceptable de $R^2 = 0.9164$ para la característica, Grosor del Mesocarpio y Firmeza con una correlación positiva esto quiere decir que a mayor grosor mayor firmeza lo cual nos permite mayor manejo del fruto en pos cosecha.

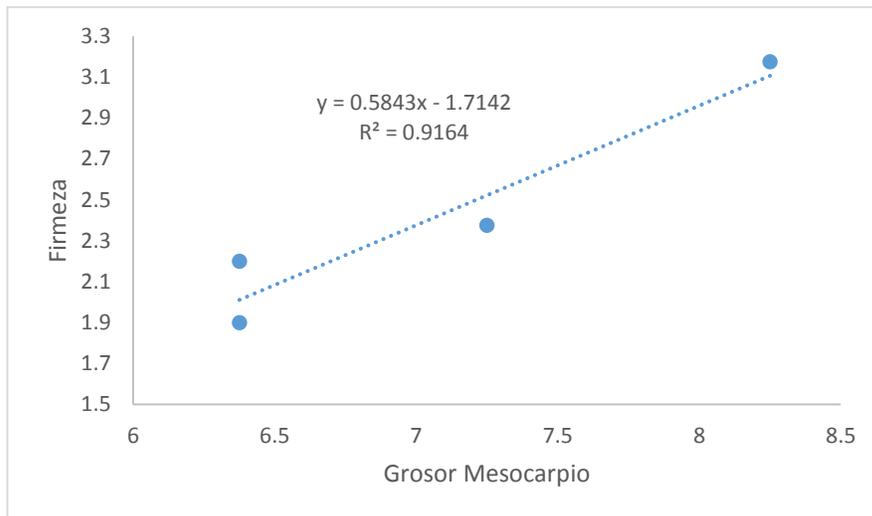


Figura 25. Correlación entre Grosor del Mesocarpio y firmeza.

En la figura 26 muestra una relación positiva aceptable de $R^2 = 0.9867$, entre los caracteres sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) y firmeza y esto quiere decir que a mayor SST aumenta la firmeza lo cual nos dará un fruto de mejor calidad. Esto con cuerda con Santiago *et al.*, (1998) donde encontró resultados similares a esta investigación.

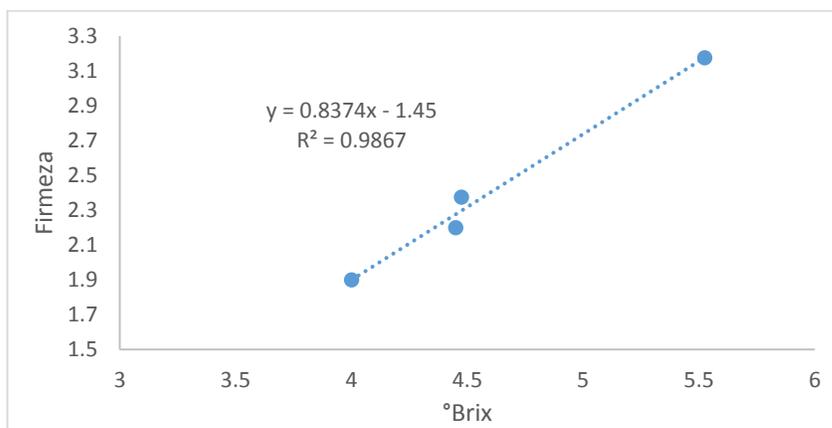


Figura 26. Correlación entre Firmeza y Sólidos Solubles Totales ($^{\circ}$ Brix).

En la figura 27, se demostró una relación positiva aceptable de $R^2 = 0.9237$, en los caracteres, entre número Lóculos y Diámetro Ecuatorial con una correlación esto quiere decir que a mayor número de Lóculos aumenta el Diámetro Ecuatorial lo cual nos da un fruto con mayor tamaño.

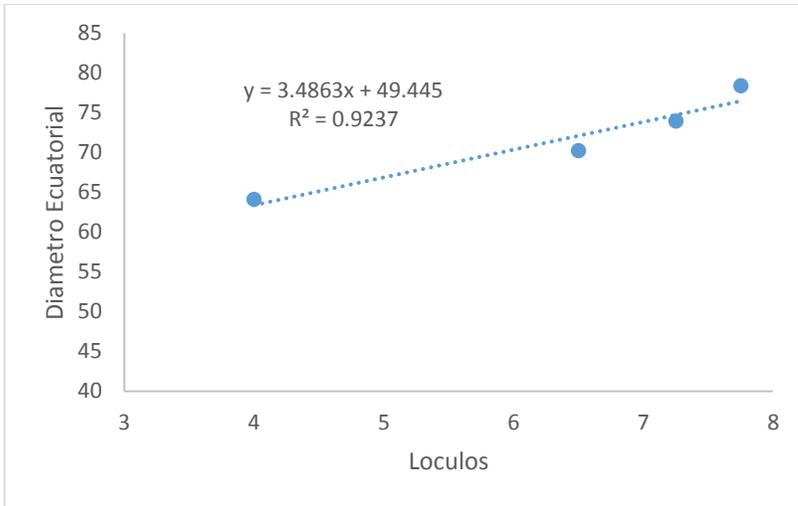


Figura 27. Correlación entre Numero de Lóculos y Diámetro Ecuatorial.

VI.CONCLUSIONES

Para el estudio de las Líneas **CLHT** de Tomate Especialidad en la región del Altiplano Potosino, bajo Agricultura Protegida bajo el sistema de semi-hidroponia, las conclusiones son las siguientes.

- Para las variables de hábito de crecimiento en la planta, altura a la bifurcación, altura al tercer racimo y altura final del tallo principal sobresalió la Línea **CLHT-0029**.
- La relación de altura final del tallo principal y secundario con número de racimos, sobresalieron las Líneas **CLHT-0028** y **CLHT-0029** en ambas Características.
- Las Líneas **CLHT** se comportaron similares en rendimiento para el periodo uno. Sin embargo, favoreció al **CLHT-0027**.
- En cuanto al segundo periodo sobresalió la Línea **CLHT-0029**, esto demuestra una buena estabilidad bajo ese ambiente.
- El rendimiento total, al final de los cortes evaluados se comportaron similares en los dos periodos.
- Para la calidad de frutos, la Línea **CLHT-0028** destaca tanto en peso con pedúnculo, peso sin pedúnculo, diámetro polar, diámetro ecuatorial, diámetro del pedúnculo, sin embargo, para la característica grosor del mesocarpio sobresalió la Línea **CLHT-0029**.
- Para los procesos físico-químicos de los caracteres (Firmeza, pH, SST, Licopeno) evaluados en color 2 y 3 sobresalió la Línea **CLHT-0029**.
- En la correlación grosor del mesocarpio y firmeza existe una relación positiva esto quiere decir que a mayor grosor mayor firmeza lo cual nos permite mayor manejo del fruto en pos cosecha y vida de anaquel.

VII.BIBLIOGRAFIA

Alam, M., M. Rahman, M. Mamun, I. Ahmad, and K. Islam. 2006. Enzyme activities in relation to sugar accumulation in tomato. *Proc. Pak. Acad. Sci.* 43(4): 241-248.

Alex Pacheco Abraham, Aurelio Bastida Tapia. *Agricultura Protegida (Ventajas y Desventajas en el uso de Invernaderos)*. TecnoAgro 2011.

Aleza P, Juárez J, Ollitrault P, Navarro L (2009) Production of tetraploid plants of non-apomictic citrus genotypes. *Plant Cell Reports* 28(12): 1837-1846.

Aoun, B. A.; Belgacem, L.; Leila, B. and Ali, F. 2013. Evaluation of fruit quality traits of traditional varieties of tomato (*Solanum lycopersicum*) grown in Tunisia. *Afr. J. Food Sci.* 7(10):350-354.

Arana, I., Jarén, C., Arazuri, S., García-Gembe, M.J., Ursua, A., Riga, P. 2007. Calidad del tomate fresco: técnica de cultivo y variedad. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/67/359/67359.pdf>. [Consulta: 23-10-18].

Bao, B.; Ke, L.; Jiang, J. and Ying, T. 2007. Fruit quality of transgenic tomatoes with suppressed expression of LeETR1 and LeTR2 genes. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 16:122-126.

Bastida T., A. 2004. Tipificación estructural de invernaderos de láminas flexibles en la zona central de México. Departamento de mecanización y tecnología agraria, Universidad politécnica de Valencia, España. Universidad de Guanajuato, México. Trabajo de investigación de doctorado. México.

Bastida T., A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México

Cantwell, M., S. Stoddard, M. LeStrange, and B. Aegerter. 2007. Report to the California tomato commission. Tomato variety trials: postharvest evaluations for 2006. UCCE Fresh Market Tomato Variety Trial 2006 Postharvest Evaluation. UC Davis, Davis Ca. USA. 16 p

Calvert, A. 1969. Studies on the post-initiation development of flower buds of tomato (*Solanum lycopersicum*). Journal of Horticultural Science. pp. 44:117-126

Cantwell, M. 2004. Fresh Market Tomato. Statewide Uniform Variety Trial Report Field and Postharvest Evaluations. Universidad de California. South San Joaquin Valley, EE.UU.

CANTWELL, M. 2006. Report to the California tomato commission tomato variety trials: Postharvest evaluation for 2005. UCCE Fresh market tomato statewide report. California, USA. pp. 3, 9-13.

Coronel, J., Castillo, P. 2009. Alternativas de mejora en el manejo postcosecha de tomate riñón cultivado en la provincia de Santa Elena. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Consulta: 23-10-18

Castilla P., N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Mundi prensa. Madrid, España.

David Sánchez Aspeytia, Fernando Borrego Escalante, Víctor Manuel Zamora Villa, Juan David Sánchez Chaparro y Francisco Castillo Reyes Estimación de la interacción genotipo-ambiente en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con el modelo AMMI Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm.4 16 de mayo - 29 de junio, 2015 p. 763-778.

Dr. Porfirio Juárez López, Dr. Rubén Bugarín Montoya¹, Dr. Rogelio Castro Brindis, M.C. Ana Luisa Sánchez-Monteón, Dra. Elia Cruz-Crespo, Dra. Cecilia Rocío Juárez Rosete, Dr. Gelacio Alejo Santiago, Dr. Rosendo Balois Morales Estructuras Utilizadas en la Agricultura Protegida. Revista Fuente Año 3 No. 8 Julio - Septiembre 2011

Fánor Casierra-Posada y Óscar E. Aguilar-Avenidaño. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Agron. colomb. v.26 n.2 Bogotá jul./dic. 2008

Food and Agriculture Organization (of the united nations) for the attention of (FAO 2016). Consulted in <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QI>

Fábio Moreira Sobreira, Fabricio Moreira Sobreira, Carlos Felipe Barrera Sánchez, Diogo Gonçalves Neder y Frederico de Pina Matta Análisis de ruta de tomate Cherry en poscosecha Agron. Colomb. 27(3) 2009

Gaspar-Peralta P, JC Carrillo-Rodríguez, JL Chávez-Servia, AM Vera-Guzmán, I Pérez-León. Variación de caracteres agronómicos y licopeno en líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Phytón (B. Aires) vol.81 no.1 Vicente López ene./jun. 2012

González-Cebrino, F., M. Lozano, M. C. Ayuso, M. J. Bernalte, M. C. VidalAragon and D. Gonzalez-Gomez. 2011. Characterization of traditional tomato varieties grown in organic conditions. Spanish Journal of Agricultural Research 9(2): 444-452

Grierson, D., and A. A. Kader. 1986. Fruit ripening and quality. In: Atherton, J. G., and J. Rudich (eds). The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall (Ed.). London and New York. pp: 241-280.

JANET LONG. Tomate y jitomate en el siglo XVI instituto de Investigaciones Históricas de la UNAM 2013. Disponible en <http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/revistas/nahuatl/pdf/ecn25/463.pdf> Accedido: 21 de octubre de 2018.

Jensen, M.H. y W.L. Collins. 1985. Hydroponic vegetable production. Hort. Rev. 483-559.

José Ángel López Valenzuela; Francisco Javier Valverde Juárez; Silvia Lizzeth Mejía Torres; Gabriela López Angulo; Misael Odín Vega García. Efecto del almacenamiento en atmósfera controlada sobre la calidad poscosecha y nutricional del tomate. Rev. Chapingo Ser.Hortic vol.17 no.2 Chapingo may./ago. 2011

Kader, A. A. 2002. Quality and safety factors: definition and evaluation for fresh horticultural crops. In: Kader, A. A. (ed). Postharvest Technology of Horticultural Crops. Third edition. University of California, Agriculture and Natural Resources Pub. 3311. USA. pp: 279-286.

Katherin Castro Ríos, Maria lorena Restrepo, Gonzalo Taborda Ocampo, Geny Andres Quintero, Intensidad de los sabores básicos del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en seis estados de madurez. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA, ISSN-e 1909-9959, ISSN 1692-3561, Vol. 7, Nº. 1, 2009, págs. 23-28

Lara Herrera, Alfredo Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, 1999, pp. 221-229

León, W.E. 2009. Evaluación Ambiental de la Producción del Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo Condiciones Protegida en las Palmas de

Gran Canaria, España, mediante la Utilización de la Metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), 2007-2009. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

Lewis, M.J. 1993. Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado. Acribia, Zaragoza, España.

Marín-Rodríguez, M. C., J. Orchard, and G. B. Seymour. 2002. Pectate lyases, cell wall degradation and fruit softening. *J. Exp. Bot.* 53: 2115-2119

Marrero, R. Formación y maduración del tomate. Vol. 2, Boletín técnico informativo Laboratorios del Soivre. Dirección General de Comercio Exterior Madrid: 1996. ISBN: 84-741-5287-9

Méndez, I. I.; Vera, G. A. M.; Chávez, S. J. L.; Carrillo, R. J. C. 2011. Quality of fruits in Mexican tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) landraces. *VITAE-Revista de la Facultad de Química Farmacéutica.* 18 (1): 26-32.

Moreno Reséndez, Alejandro; Aguilar Durón, Juanita; Luévano González, Armando Características de la agricultura protegida y su entorno en México *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 29, julio-diciembre, 2011, pp. 763-774

Mukandama, J. P.; Peteira, Belkis; González, María C. EMPLEO DE MARCADORES RAPD PARA EL ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) Cultivos Tropicales, vol. 25, núm. 3, 2004, pp. 63-66 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba

Norma Mexicana para el Diseño y construcción de Invernaderos NMX-E-255-CNCP-2008. Diario Oficial de la Federación.

Oliva Ríos-Osorio, José Luis Chávez-Servia, José Cruz Carrillo-Rodríguez, Araceli Minerva Vera-Guzmán. Variación agromorfológicas y cambios biofísicos poscosecha en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Rev. FCA UN CUYO. 2014. 46(2): 29-44

Ortiz, R.; Crossa, J.; Vargas, M. and Izquierdo, J. 2007. Studying the effect of environmental variables on the genotype x environment interaction of tomato. *Euphytica*. 153:119-134.

Padmini, T. 2006. Studies on storage behavior of tomatoes coated with chitosan-lysozyme films. Department of Bioresource Engineering. McGill University. Montreal, Canada. 2 p.

PERALTA, IE; SPOONER, DM Historia, origen y cultivo temprano del tomate (*Solanaceae*). En: RAZDAN, MK; MATTOO, AK (EDS.). Mejora genética de cultivos solanáceos. Vol. 2. Enfield, Nueva Hampshire: Science Publishers, 2007. V.2, p.1-27.

Ramírez, H., Encina, L., Benavides, A., Robledo, V., Hernández, J., Alonso, S. 2004. Influencia de la temperatura sobre procesos fisiológicos en postcosecha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Agraria Nueva Época* 1, 31-37.

Resh, H.M. 1991. Hydroponic food production. 4th edition. Woodbridge Press Publishing Company. Santa Bárbara, Ca, USA.

Josafad Santiago, Mariano Mendoza, Fernando Borrego, evaluación de tomate (*lycopersicon esculentum*, mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos, *agronomía mesoamericana* 9(1): 59-65. 1998

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA) (2016) consultado 21-10-18

Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). (2017). Consultado 14-10-2018 en <https://www.sagarpa.gob.mx/datos-abiertos/siap>

Sozzi, G. O. Fisiología de la maduración de los frutos de especies leñosa. A: Sozzi, G. O. Árboles frutales. Eco fisiología, cultivo y aprovechamiento. Buenos Aires: Facultad de Agronomía, 2007. P.667-687. ISBN: 950-29-0974-7.

Sánchez, L, A. 2014 Atributos de Calidad en dos nuevos Cultivares de tomate Larga Vida de Anaquel, Mesoamericano de Investigación, UNACH-2014, 1, 2 y 3 de octubre. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Págs. 531-535

Sánchez, L, A. 2017, Registro de la Variedad “SofiMely” extra firme de Larga Vida de Anaquel de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) Tipo Beef. Pags.56.

Sánchez, L, A. 2017, Registro de la Variedad “Villa Narro” extra firme de Larga Vida de Anaquel de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) Tipo Beef. Pags.56.

Steiner, A.A. 1966. The influence of chemical composition of a nutrient solution on the production of tomato plants. Plant Soil 24: 454-466.

Tarsicio Medina Saavedra, Gabriela Arroyo Figueroa, Jorge Gustavo Dzul Cauih Origen y evolución de la producción de tomate *Lycopersicon esculentum* en México. Cienc. Rural vol.47 no.3 Santa Maria 2017 Epub 12 de diciembre de 2016

Tesi, R. 2001. Medios de protección para hortoflorofruticultura y el viverismos. Versión española de J. M. Mateo Box. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 288 p.

USDA. FAS. 2015. GAIN Report Number MX5024. "Mexican Tomato Production Up Slightly". Global Agricultural Information Network, 6/8/2015.

Valera MDL, Gil RJA, Molina F (2001) Las mallas como técnicas de control climático en invernadero. *Vida Rural* 8: 50-52.

Vasconcellos, J. A. (2000). Alimentos funcionales. Conceptos y beneficios para la salud. *The World of Food Science*. IFT y IUFOST. [www. worldfoodscience.org](http://www.worldfoodscience.org)

Vallejo, F.A. 1999. Mejoramiento genético y producción de tomate en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

White, P. J. 2002. Recent advances in fruit development and ripening: an overview. *J. Exp. Bot.* 53(377): 1995-2000.

Wills R., B. Mc Glasson, D. Graham y D. Joyce. 1998. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Editorial Acribia, Zaragoza España. pp. 7 – 165.

Yilmaz, E. 2001. The chemistry of fresh tomato flavor. *Turk. J. Agric. For.* 25: 149-155.

Yelle, S., R.T. Chetelat, M. Dorais, J.W. DeVerna y A.B. Bennett. 1991. Sink metabolism in tomato fruit IV. Genetic and biochemical analysis of sucrose accumulation. *Plant Physiol.* 95(4), 1026-1035. Doi: 10.1104/pp.95. 4.1026

Žnidarčič D, Požrl T. Comparative study of quality changes in tomato cv. 'Malike' (*Lycopersicon esculentum* Mill.) whilst stored at different temperatures. *Acta Agric Slov.* 2006; 87(2): 235-43.

VIII. APÉNDICE

Altura Inicio de Floración

Analysis of Variance Table

Response: Altura Inicio de Floracion

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
TRAT	3	152.65	50.883	15.864	0.0001779 ***

Residuals	12	38.49	3.207		
-----------	----	-------	-------	--	--

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

CV 3.718556

Study: Tukey

HSD Test for ALT

Mean Square Error: 3.2075

TRAT, means

	ALT	std	r	Min	Max
TESG.	48.75	0.4123106	4	48.4	49.2
V5F1	45.00	2.5139610	4	42.4	48.4
V6F1	45.95	1.4730920	4	44.2	47.8
V7F1	52.95	2.0420578	4	50.6	55.4

alpha: 0.05 ; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 3.759794

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7F1	52.95
b	TESG.	48.75
b	V6F1	45.95
b	V5F1	

Altura Bifurcación

Analysis of Variance Table

Response: Altura Bifurcacion

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	3	850.97	283.657	50.728	4.328e-07 ***
Residuals	12	67.10	5.592		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv

[1] 6.202414

Study: Anva Alturas

HSD Test for ABIF

Mean Square Error: 5.591667

Tratamientos, means

	ABIF	std	r	Min	Max
TESG	39.75	1.684241	4	37.8	41.6
V5	37.30	2.075251	4	34.8	39.2
V6	27.50	3.235223	4	24.2	31.4
V7	47.95	2.180978	4	45.8	50.8

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 4.964224

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	47.95
b	TESG	39.75
b	V5	37.3
c	V6	27.5

Altura al 3^{er} racimo

Analysis of Variance Table

Response: Altura al 3^{er} racimo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
VARIEDADES	3	766.51	255.503	12.425	0.0005442 ***
Residuals	12	246.77	20.565		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 4.804039

Study: Tukey

HSD Test for ALT

Mean Square Error: 20.56453

VARIEDADES, means

	ALT	std	r	Min	Max
TESG.	89.56250	5.482453	4	86.25000	97.75000
V5	89.33333	3.517154	4	85.00000	92.66667
V6	92.50000	4.880043	4	88.33333	97.66667
V7	106.18750	4.001953	4	102.00000	111.25000

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 9.520069

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	106.2
b	V6	92.5
b	TESG.	89.56
b	V5	89.33

Altura Tallo Principal

Analysis of Variance Table

Response: Altura Tallo Principal

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	3	13301.5	4433.8	28.458	9.715e-06 ***
Residuals	12	1869.6	155.8		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv

[1] 6.399874

Study: Anva Alturas

HSD Test for ATALLOPRI

Mean Square Error: 155.8042

Tratamientos, means

	ATALLOPRI	std	r	Min	Max
TESG	165.125	8.419966	4	157.5	177.0
V5	167.325	17.903887	4	149.3	192.0
V6	222.775	12.879797	4	209.7	237.7
V7	224.925	8.116804	4	216.3	232.0

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 26.20416

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	224.9
a	V6	222.8
b	V5	167.3
b	TESG	165.1

Numero Racimos Tallo Primario

Analysis of Variance Table

Response: Numero Racimos Tallo Primario

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	3	20.5769	6.8590	22.753	3.059e-05 ***
Residuals	12	3.6175	0.3015		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv

[1] 5.798571

Study: Anva Alturas

HSD Test for NRTALLOPRI

Mean Square Error: 0.3014583

Tratamientos, means

	NRTALLOPRI	std	r	Min	Max
TESG	8.500	0.4082483	4	8.0	9.0
V5	8.225	0.6994045	4	7.3	9.0
V6	10.900	0.6164414	4	10.0	11.3
V7	10.250	0.4123106	4	9.7	10.7

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 1.152642

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V6	10.9
a	V7	10.25
b	TESG	8.5
b	V5	8.225

Altura Tallo Secundario

Analysis of Variance Table

Response: Altura Tallo Secundario

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	3	9063.302099	10.098	0.001331	**
Residuals	12	3590.29917			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv

[1] 8.584114

Study: Anva Alturas

HSD Test for ATALLOSEC

Mean Square Error: 299.1673

Tratamientos, means

	ATALLOSEC	std	r	Min	Max
TESG	177.000	15.774452	4	164.5	200.0
V5	178.475	22.007328	4	157.3	208.0
V6	227.150	20.263843	4	198.3	244.3
V7	223.350	7.272551	4	215.7	230.7

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 36.31096

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V6	227.2
a	V7	223.4
b	V5	178.5
b	TESG	177

Numero de Racimos Tallo Secundario

Analysis of Variance Table

Response: Número de Racimos Tallo Secundario

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	3	11.2169	3.7390	8.2439	0.003024 **
Residuals	12	5.4425	0.4535		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv

[1] 8.477797

Study: Anva Alturas

HSD Test for NRTALLOSEC

Mean Square Error: 0.4535417

Tratamientos, means

	NRTALLOSEC	std	r	Min	Max
TESG	7.500	0.4082483	4	7.0	8.0
V5	6.925	0.7410578	4	6.0	7.7
V6	9.175	0.6701990	4	8.3	9.7
V7	8.175	0.8057088	4	7.0	8.7

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 1.413804

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V6	9.175
ab	V7	8.175
b	TESG	7.5
b	V5	6.925

Peso con pedúnculo

Analysis of Variance Table

Response: Peso Con pedúnculo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Tratamiento	3	20109.67028	5.6569	0.01189	*
Residuals	12	14219.11849			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv 18.54709

Study: Anva color 3

HSD Test for Pesocpc3

Mean Square Error: 1184.891

Tratamiento, means

	Pesocpc3	std	r	Min	Max
TESG	190.6875	38.65304	4	137.00	226.50
V5	176.0625	45.42639	4	116.75	213.00
V6	237.3125	30.06962	4	193.25	260.75
V7	138.3125	16.66630	4	124.00	156.25

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 72.26365

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V6	237.3
ab	TESG	190.7
ab	V5	176.1
b	V7	138.3

Peso Sin Pedúnculo

Analysis of Variance Table

Response: Peso Sin Pedúnculo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Tratamiento	3	19359	6453.0	5.5524	0.01265 *

Residuals	12	13946	1162.2		
-----------	----	-------	--------	--	--

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 18.81855

Study: Anva color 3

HSD Test for Pesospc3

Mean Square Error: 1162.195

Tratamiento, means

	Pesospc3	std	r	Min	Max
TESG	182.6250	36.16657	4	136.00	224.00
V5	174.0625	44.90053	4	115.25	210.25
V6	232.8125	32.06658	4	185.75	257.50
V7	135.1250	17.21736	4	120.00	154.50

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 71.56823

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V6	232.8
ab	TESG	182.6
ab	V5	174.1
b	V7	135.1

Diámetro Polar

Analysis of Variance Table

Response: Diametro Polar

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento 3 242.07 80.690 4.3721 0.02677 *

Residuals 12 221.47 18.456

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 7.793775

Study: Anva color 3

HSD Test for DPC3

Mean Square Error: 18.45573

Tratamiento, means

	DPC3	std	r	Min	Max
TESG	60.87438	4.583305	4	56.5925	66.9350
V5	49.90125	2.938172	4	45.7850	52.3850
V6	54.73500	6.151103	4	47.4625	62.3325
V7	54.97375	2.519392	4	51.9100	57.8900

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 9.018751

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	TESG	60.87
ab	V7	54.97
ab	V6	54.74
b	V5	49.9

Diámetro Ecuatorial

Analysis of Variance Table

Response: Diámetro Ecuatorial

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	437.57	145.858	7.3994	0.004575 **

Residual	12	236.55	19.712		
----------	----	--------	--------	--	--

Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 6.194825

Study: Anva color 3

HSD Test for DEC3

Mean Square Error: 19.7121

Tratamiento, means

	DEC3	std	r	Min	Max
TESG	70.21563	3.741862	4	65.4400	73.5375
V5	73.96375	6.953611	4	64.2875	80.2825
V6	78.38000	3.485347	4	73.2525	80.8000
V7	64.12063	2.084831	4	61.5450	66.5900

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 9.320671

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a V6 78.38

a V5 73.96

ab TESH 70.22

b V7 64.12

Diámetro Pedúnculo

Analysis of Variance Table

Response: Diametro pedunculo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento 3	221.67	73.890	1.2054	0.3497	
Residuals	12	735.61	61.301		

cv 53.4608

Study: Anva color 3

HSD Test for DPED

Mean Square Error: 61.30108

Tratamiento, means

	DPED	std	r	Min	Max
TESG	16.43750	2.237419	4	13.775	18.55
V5	13.83750	1.192599	4	12.500	15.40
V6	19.20625	15.400032	4	11.100	42.30
V7	9.10000	1.270827	4	7.450	10.10

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 16.43671

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V6	19.21
a	TESG	16.44
a	V5	13.84
a	V7	9.1

Firmeza en color 2

Analysis of Variance Table

Response: Firmeza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento 3	4.65	1.5500	6.0194	0.009623	**

Residuals	12	3.09	0.2575
-----------	----	------	--------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv19.5171

Study: Anva color 2

HSD Test for F

Mean Square Error: 0.2575

Tratamiento, means

	F	std	r	Min	Max
TESG	2.425	0.3593976	4	1.9	2.7
V5	1.825	0.6075909	4	1.1	2.5
V6	2.875	0.4349329	4	2.5	3.5
V7	3.275	0.5852350	4	2.8	4.0

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 1.065294

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	3.275
ab	V6	2.875
ab	TESG	2.425
b	V5	1.825

Firmeza en color 3

Analysis of Variance Table

Response: Firmeza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Tratamiento 3	3.5625	1.18750	9.0476	0.00209	**
Residuals	12	1.5750	0.13125		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv

[1] 15.01697

Study: Anva color 3

HSD Test for F

Mean Square Error: 0.13125

Tratamiento, means

	F	std	r	Min	Max
TESG	2.375	0.1258306	4	2.2	2.5
V5	1.900	0.2160247	4	1.7	2.2
V6	2.200	0.4690416	4	1.9	2.9
V7	3.175	0.4924429	4	2.6	3.8

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 0.7605546

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	3.175
b	TESG	2.375
b	V6	2.2
b	V5	1.9

Grosor Mesocarpio

Analysis of Variance Table

Response: Grosor Mesocarpio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	9.5625	3.1875	12.687	0.0004959 ***
Residuals	12	3.0150	0.2512		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 7.097323

Study: Anva color 3

HSD Test for GROSORME

Mean Square Error: 0.25125

Tratamiento, means

	GROSORME	std	r	Min	Max
TESG	7.250	0.4434712	4	6.8	7.8
V5	6.375	0.7632169	4	5.8	7.5
V6	6.375	0.2217356	4	6.1	6.6
V7	8.250	0.4203173	4	7.8	8.7

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 1.052286

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	8.25
ab	TESG	7.25
b	V5	6.375
b	V6	6.375

pH en color 2

Analysis of Variance Table

Response: pH

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Tratamiento	3	0.09687	0.032292	0.4829	0.7003
Residuals	12	0.80250	0.066875		

cv

[1] 5.691379

Study: Anva color 2

HSD Test for pH

Mean Square Error: 0.066875

Tratamiento, means

	pH	std	r	Min	Max
TESG	4.625	0.4500000	4	4.4	5.3
V5	4.525	0.1707825	4	4.3	4.7
V6	4.600	0.1414214	4	4.5	4.8
V7	4.425	0.1258306	4	4.3	4.6

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 0.542891

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	TESG	4.625
a	V6	4.6
a	V5	4.525
a	V7	4.425

pH en color 3

Analysis of Variance Table

Response: pH

	Df	Sum Sq.	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	0.1325	0.044167	6.2353	0.008514 **
Residuals	12	0.0850	0.007083		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv

[1] 1.875488

Study: Anva color 3

HSD Test for pH

Mean Square Error: 0.007083333

Tratamiento, means

	pH	std	r	Min	Max
TESG	4.350	0.12909944	4	4.2	4.5
V5	4.600	0.08164966	4	4.5	4.7
V6	4.525	0.05000000	4	4.5	4.6
V7	4.475	0.05000000	4	4.4	4.5

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 0.176685

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V5	4.6
ab	V6	4.525
ab	V7	4.475
b	TESG	4.35

Solidos Solubles Totales en color 2

Analysis of Variance Table

Response: Azucares (°Brix)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento 3	3.01	1.00333	3.4798	0.05039	
Residuals	12	3.46	0.28833		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 12.27353

Study: Anva color 2

HSD Test for Brix

Mean Square Error: 0.2883333

Tratamiento, means

	Brix	std	r	Min	Max
TESG	4.25	0.5000000	4	4.0	5.0
V5	3.95	0.1000000	4	3.8	4.0
V6	4.20	0.9092121	4	3.0	5.0
V7	5.10	0.2581989	4	4.8	5.4

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 1.127271

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	5.1
ab	TESG	4.25
ab	V6	4.2
b	V5	3.95

Solidos Solubles Totales en color 3

Analysis of Variance Table

Response: Azucares (°Brix)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	5.0125	1.67083	3.295	0.05791.
Residuals	12	6.0850	0.50708		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 15.43844

Study: Anva color 3

HSD Test for Brix

Mean Square Error: 0.5070833

Tratamiento, means

	Brix	std	r	Min	Max
TESG	4.475	0.6701990	4	3.6	5.0
V5	4.000	0.5887841	4	3.2	4.6
V6	4.450	0.3785939	4	4.2	5.0
V7	5.525	1.0436315	4	4.4	6.9

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 1.494928

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V7	5.525
ab	TESG	4.475
ab	V6	4.45
b	V5	4

Lóculos

Analysis of Variance Table

Response: LOCULOS

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	33.25	11.0833	7.1892	0.005095 **
Residuals	12	18.50	1.5417		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 19.47669

Study: Anva color 3

HSD Test for LOCULOS

Mean Square Error: 1.541667

Tratamiento, means

	LOCULOS	std	r	Min	Max
TESG	6.50	0.5773503	4	6	7
V5	7.25	1.7078251	4	5	9
V6	7.75	1.5000000	4	7	10
V7	4.00	0.8164966	4	3	5

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 2.60661

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	V6	7.75
a	V5	7.25
ab	TESG	6.5
b	V7	4

Análisis de Licopeno en color 2

Analysis of Variance Table

Response: color2

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamientos	3	607.54	202.51	1.4677	0.2727

Residuals	12	1655.78	137.98
-----------	----	---------	--------

cv 27.1495

Study: Analisis de licopeno

HSD Test for color2

Mean Square Error: 137.9819

tratamientos, means

	color2	std	r	Min	Max
test	48.0750	15.003923	4	33.05	64.89
v5	49.1775	12.997760	4	35.39	60.52
v6	33.6425	12.097615	4	21.10	44.12
v7	42.1700	3.393513	4	37.89	46.12

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 24.65993

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	v5	49.18
a	test	48.08
a	v7	42.17
a	v6	33.64

Análisis de Licopeno en color 3

Analysis of Variance Table

Response: color3

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamientos	3	3768.2	1256.06	26.205	1.489e-05 ***

Residuals	12	575.2	47.93
-----------	----	-------	-------

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv 11.28882

Study: Analisis de licopeno

HSD Test for color3

Mean Square Error: 47.93199

tratamientos, means

	color3	std	r	Min	Max
test	58.5025	5.223679	4	55.44	66.30
v5	72.2275	8.757516	4	61.81	83.20
v6	37.5100	2.756000	4	33.92	40.49
v7	77.0750	8.952737	4	69.69	90.08

alpha: 0.05; Df Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.19866

Honestly Significant Difference: 14.53428

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	v7	77.08
ab	v5	72.23
b	test	58.5
c	v6	37.51