

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Identificación de Algunos Caracteres de Importancia en
Líneas Avanzadas de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Para Contribuir
en la Formación de Nuevos Cultivares

Por:

GUADALUPE ANA GARCÍA MARTINEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2018.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Identificación de Algunos Caracteres de Importancia en
Líneas Avanzadas de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Para Contribuir
en la Formación de Nuevos Cultivares

Por:

GUADALUPE ANA GARCÍA MARTÍNEZ

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

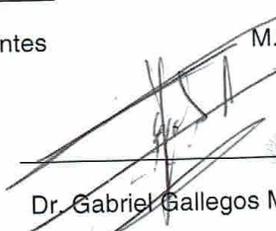
Asesor Principal


Dr. Edmundo Peña Cervantes

Coasesor


M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México.

Febrero, 2018.

A mi “Alma Terra Mater” gracias por permitirme estudiar y formarme como Agrónomo durante todos estos años y dejarme disfrutar de tantas cosas que aquí encontré por darme tantos amigos, conocimientos y experiencias.

M.C Alfredo Sánchez López gracias por el apoyo brindado durante estos años de universidad y por darme la oportunidad de aprender de sus amplios conocimientos y experiencias que tiene en tomate, y permitirme ser parte de esta investigación y aclararme todas mis preguntas y dudas las veces necesarias. Con respeto le doy las gracias por brindarme su amistad y confianza como amigo y como maestro.

Dr. Edmundo Peña Cervantes gracias por el apoyo durante la etapa de laboratorio, por su disponibilidad y tiempo brindado en la realización de este proyecto.

M.C Fidel Maximiano Peña Ramos por el apoyo dado durante los análisis estadísticos aclarando dudas y preguntas las veces que fueron necesarias.

Ing. Francisco Javier Alemán Granados por estar siempre pendiente del cultivo durante la etapa que se estuvo trabajando en el invernadero, por estar disponible el tiempo que fue necesario para llevar a cabo las actividades.

M.C. Alfonso Rojas Duarte por su disponibilidad y observaciones realizadas en este proyecto de investigación.

DEDICATORIAS

A mi madre

Muchas gracias por apoyarme durante toda mi vida desde que nací hasta esta etapa a la que he llegado y porque sé que lo seguirás haciendo durante toda mi vida.

Hay solo una persona que siempre nos mira con los mismos ojos, para ella siempre somos lindos y hermosos, para ella somos los más inteligentes y talentosos del mundo, para ella somos casi perfectos, carentes de defectos.

Un millón de gracias y toda una vida de felicidad, a la única persona del mundo que siempre estará conmigo en las buenas en las malas, mi Mamá.

Madre eres tú mi amor más grande, mi orgullo más inmenso y la mujer de mi vida.

¡Gracias por todo lo que me has dado y gracias por ser mi Mamá!

A mis hermanos

Sé que siempre estaremos juntos a pesar de las miles peleas que tengamos, a pesar de todas nuestras diferencias y distintas formas de ser.

Gracias a ustedes dos por ser mis hermanos porque sin ustedes no me hubiera divertido cuando era pequeña y gracias por darme a mis hermosos sobrinos que tanto quiero.

A Ing. Jaime Abel Rodríguez Díaz

Por apoyarme en todos los sentidos desde el primer día de mi carrera hasta el último.

INDICE DE CONTENIDO

PÁG.

AGRADECIMIENTOS	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIAS	IV
INDICE DE CONTENIDO	V
INDICE DE CUADROS	IX
INDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis.....	4
Justificación.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades del tomate.....	5
2.1.1. Origen	5
2.1.2. Importancia del cultivo	5
2.1.3. Importancia y manejo de la agricultura protegida	6
2.2. Características morfológicas y organolépticas del tomate.....	6
2.2.1. Raíz.....	6
2.2.2. Tallo principal	7
2.2.3. Hoja.....	7
2.2.4. Flor.....	7
2.2.5. Fruto.....	8
2.2.6. Semilla	8
2.3. Hábito de crecimiento	9
2.3.1. Crecimiento determinado	9
2.3.2. Crecimiento Indeterminado.....	9
2.3.3. Crecimiento Semi-Indeterminado	9
2.4. Fertilización.....	10
2.4.1. Los fertilizantes aumentan los rendimientos de los cultivos	10
2.4.2. Profundidad de las raíces de las plantas con y sin fertilización.....	11

2.4.3. Los nutrientes y sus funciones en las plantas y sus fuentes	12
2.4.4. Composición elemental promedio de las plantas	12
2.4.5. Los nutrientes de las plantas se dividen en dos categorías (Clasificación cuantitativa).....	12
2.5. Las funciones de los elementos esenciales	13
2.5.1 El carbón (C)	13
2.5.2. El Oxígeno (O)	14
2.5.3. El Hidrógeno (H).....	14
2.5.4. El Fósforo (P)	14
2.5.5. El potasio (K).....	14
2.5.6. El Nitrógeno (N).....	15
2.5.7. El Azufre (S)	15
2.5.8. El Calcio (C)	15
2.5.9. El Magnesio (Mg)	16
2.5.10. El Hierro (Fe)	16
2.5.11. El Boro (B).....	16
2.5.12. El Manganeso (Mn)	16
2.5.13. El Zinc (Zn).....	16
2.5.14. El Molibdeno (Mo)	17
2.5.15. El Cloro (Cl).....	17
2.6. La movilidad de los elementos esenciales en las plantas.....	18
2.7. Las plantas producen azúcar de la luz solar, del aire, del agua y de los nutrientes del suelo.....	19
2.8. Para lograr los rendimientos más altos posible ningún nutriente debe ser limitado...	19
2.9. Suelos.....	20
2.9.1. Cómo el suelo retiene los nutrientes y los libera.....	20
2.10. Cómo determinar las necesidades de los fertilizantes.....	21
2.11. Análisis de plantas	22
2.12. Otros factores limitativos de los rendimientos de los cultivos	22
2.13. Métodos para establecer las necesidades de fertilizante	23
2.14. Avances del mejoramiento genético en tomate	23
2.14.1. Especies de Tomate.....	23
2.14.2. Proceso de domesticación del tomate	24

2.14.3. Las dos etapas de la domesticación.....	25
2.14.4. Uso potencial de las especies silvestres en el mejoramiento genético del tomate	25
2.14.5. Grupos principales de genes	26
2.14.6. Mejoramiento genético para larga vida de anaquel	26
2.15. Nuevas variedades de tomate de alta productividad	27
2.15.1 TSAN-10001SV (VILLA NARRO)	27
2.15.2. TSAN-10003-SV-I (SOFIMELI).....	28
2.16. Producción de semilla con estándares de calidad.....	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Ubicación geográfica del experimento	31
3.1.1. Macro localización	31
3.1.2. Micro localización	32
3.2. Características de la región	33
3.2.1. Clima.....	33
3.2.2. Temperatura.....	33
3.2.3. Suelo.....	33
3.3. Descripción del material experimental.....	34
3.3.1. TSAN	34
3.3.2. IMPERIAL F1 ®.....	35
3.3.3. CAIMAN F1 ®.....	35
3.4. Siembra	35
3.5. Trasplante.....	36
3.6. Manejo del cultivo	37
3.6.1. Riegos.....	37
3.6.2. Fertilización	37
3.6.3. Insecticidas	37
3.7. Materiales de campo.....	38
3.8. Materiales de laboratorio.....	38
3.9. Variables evaluadas.....	39
3.9.1. Altura de planta	39
3.9.2. Diámetro de planta	39
3.9.3. Número de folíolos	40

3.9.4. Número de flores.....	40
3.9.5. Número de racimos.....	40
3.9.6. Distancia entre racimos florales.....	40
3.10. Etapas de evaluación.....	40
3.11. Metodología para la medición de variables en laboratorio.....	41
3.11.1. Peso de raíz y tallo en fresco y en seco.....	41
3.11.2. Metodología utilizada para las variables Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso, Fierro y Zinc.....	43
3.11.3. Metodología utilizada para la medición de Fosforo (P).....	45
3.12. Diseño experimental.....	46
3.13. Modelo estadístico.....	47
3.14. Coeficiente de variación.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1. Diámetro en días a trasplante de la planta.....	51
4.2. Número de flores.....	52
4.3. Distancia entre racimos florales en la etapa final de evaluación.....	53
4.4. Peso del tallo seco en días a trasplante.....	54
4.5. Potasio y Calcio (K, Ca) en el sistema radicular en floración, amarre y cuajado de fruto.....	56
4.6. Potasio y Calcio (K, Ca) en el tallo en floración, amarre y cuajado de fruto.....	57
3.7. Fosforo (P) en el sistema radicular y tallo de la planta en floración, amarre y cuajado de fruto.....	59
4.8. Fierro, Zinc y Manganeso (Fe, Zn, Mn) en el tallo en floración, amarre y cuajado de fruto.....	61
4.9. Zinc (Zn) en el sistema radicular en floración, amarre y cuajado de fruto.....	62
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. LITERATURA CITADA.....	66
VII. APÉNDICE.....	70

INDICE DE CUADROS

PÁG.

Cuadro 1 Movilidad de los elementos	17
Cuadro 2 Material utilizado para el experimento	33
Cuadro 3 Variables evaluadas	37
Cuadro 4 Variables analizadas en campo y laboratorio para determinar las diferencias existentes entre estas	49
Cuadro 5 Variables analizadas en laboratorio para determinar las diferencias existentes entre estas	50

INDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1. Profundidad de la raíz con fertilización y sin fertilización	11
Figura 2. Composición elemental promedia en la planta.....	12
Figura 3. Fotosíntesis	19
Figura 4. El rendimiento del cultivo no puede ser mayor que lo que permita los nutrientes más limitantes del suelo	20
Figura 5. Localización de Saltillo, Coahuila	31
Figura 6. Ubicación del Campo Agrícola Experimental Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.....	32
Figura 7. Diámetro de planta en días a trasplante en cuatro Líneas de tomate.....	51
Figura 8. Número de flores de planta en cuatro Líneas de tomate.....	52
Figura 9. Distancia entre racimos florales de planta en cuatro Líneas de tomate.....	53
Figura 10. Peso del tallo seco en días a trasplante de planta en cuatro Líneas de tomate..	55
Figura 11. K y Ca de Raíz en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.....	56
Figura 12. K y Ca de Tallo en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.	58
Figura 13. P de Raíz y Tallo en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.	60
Figura 14. Fe, Zn y Mn de Tallo en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.....	62
Figura 15. Zn de Raíz en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.....	63

RESUMEN

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como lo es el tomate, México en los últimos años se ha convertido en uno de los principales productores y exportadores de esta hortaliza. La presente investigación se realizó en el invernadero de alta tecnología del Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo fue la identificación y demanda de elementos esenciales en las diferentes etapas de crecimiento de las líneas **TSAN** de acuerdo a su Hábito de crecimiento y otras características de importancia económica en el medio agronómico. Se utilizaron 5 Líneas de tomate de Hábito Semi-Indeterminado e Indeterminado. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 5 tratamientos con 4 repeticiones y 2 plantas por repetición, a las que se les efectuó un análisis de varianza y comparación de medias; utilizando el método de Tukey HSD ($p \leq 0.05$) y el de Fisher LDS ($p = 0.05$). Las variables evaluadas fueron: altura, diámetro del tallo, número de folíolos y flores, número y distancia entre racimos, número de frutos fecundados, peso de la raíz y tallo, así como los elementos Fosforo, Potasio, Zinc, Fierro, Magnesio, Calcio y Manganeso. En la primera etapa de evaluación se presentó diferencia significativa en las Líneas de Hábito Semi-Indeterminado en las variables diámetro del tallo en días a trasplante, número de flores, distancia entre racimos y para peso del tallo seco en días a trasplante. Para la segunda etapa de evaluación las Líneas manifestaron un comportamiento muy irregular.

Palabras clave: Semi-Indeterminado, Indeterminado, amarre, cuajado, folíolos.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las especies hortícolas más importante para el consumo humano, y genera cuantiosos ingresos, empleos y un alto valor nutritivo para la dieta. El tomate es la hortaliza que ocupa la mayor superficie sembrada en todo el mundo. (SAGARPA, 2016).

El cultivo del tomate es un rubro muy relevante para la economía de México, por lo que ha sido la especie con mayores cambios en la generación de nuevas variedades y métodos de cultivo, como solución la agricultura protegida reúne las tecnologías de vanguardia entre las que destacan: invernaderos, hidroponía, control ambiental, y cultivo sin suelo. (SAGARPA, 2016).

Al cierre del 30 de septiembre del 2016, en el reporte de avances de siembra y cosecha del ciclo otoño/invierno, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), contabilizó más de 23 mil hectáreas sembradas con tomate y una producción de poco más de un millón de toneladas.

Las exportaciones de tomate fresco o refrigerado producido en México aumentaron 22.7 por ciento en los primeros cinco meses del año 2016, en comparación con el mismo periodo del año previo, lo que convierte a este producto como el segundo de mayor importancia en términos de valor. (SAGARPA, 2016).

A nivel internacional, México se encuentra entre los principales países exportadores de esta hortaliza y tiene una participación estimada en el mercado internacional de 21 por ciento. (SAGARPA, 2016).

Estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) reflejan que en el país son destinadas a la producción de tomate más de 51 mil hectáreas en cielo abierto y agricultura protegida, con una producción estimada en 2.8 millones de toneladas, siendo los principales estados productores a Sinaloa, Michoacán y San Luis Potosí teniendo una producción de 1, 294,581.06 toneladas conjuntamente, seguidas por Zacatecas, Baja California Sur y Jalisco. (SIAP, 2015).

La generación de divisas en tomate tiene un valor alrededor de 15.7 mil millones de pesos, lo que sitúa a esta hortaliza en el segundo lugar nacional en términos de valor de producción. (SAGARPA, 2016).

En el país se tiene un registro de 150 mil productores de tomate en sus diferentes estratos sociales, quienes contribuyen a generar más de 70 mil empleos directos relacionados con esta actividad y las variedades utilizadas son saladette y bola "Beef", principalmente. (SAGARPA, 2016).

En México uno de las principales limitaciones a las que se enfrentan productores de bajos recursos para poder competir en el mercado es el uso de semilla mejorada ya que en la actualidad existen barreras en cuanto al precio de la semilla Híbrida y oferta de la misma, ya que se comercializa a precios muy altos que en la mayoría de los casos no sucede para otras hortalizas, por lo que a algunos productores no les resulta rentable.

Por lo anterior en México se debe estudiar y utilizar el Mejoramiento Genético para la formación de nuevos cultivares y/o Híbridos en la rama hortícola y especialmente en el cultivo del tomate siendo esta una hortaliza de fuerte demanda y que impacta en la mayor inflación del país, por lo tanto en este trabajo de investigación se pretende evaluar e identificar las Líneas de tomate con el fin de determinar que Líneas cumplen con las características de calidad que el mercado demanda y que puedan adaptarse a los diferentes ambientes y que pudieran competir exitosamente con algunos Híbridos comerciales utilizados en la actualidad por los agricultores en las diferentes modalidades pero a diferencia de que estos nuevos materiales serán menos costosos y con una mayor versatilidad en la estabilidad de producción.

Objetivo General

Identificar las líneas TSAN de acuerdo a su Hábito de crecimiento y diferentes características de importancia económica en el medio agronómico.

Objetivos Específicos

- ① Evaluar las diferentes Líneas avanzadas de tomate tipo Beef con respecto al comportamiento y calidad fisiológica de plántula.

- ① Medición de parámetros importantes que contribuyen al comportamiento agronómico bajo los diferentes medios ambientes en respuesta a su Hábito de crecimiento.

- ① Determinar el comportamiento de tres Líneas avanzadas extra firmes de larga vida de anaquel y dos Híbridos comerciales F₁® utilizados como testigos de Hábitos Indeterminado y Semi-Indeterminado en maceta.

- ① Observar la influencia de los macro elementos y micro elementos en las etapas fenológicas juvenil y vegetativa partiendo del contenido de cenizas presentes considerando el sistema radicular como un vínculo del vigor para el desarrollo de la planta.

Hipótesis

- ① Algunas Líneas avanzadas TSAN superaran a los testigos comerciales Caimán e Imperial F₁® en la asimilación de macro y micro elementos.
- ① Todas o alguna de las Líneas avanzadas TSAN poseen alguna característica de importancia que superan a los testigos comerciales.

Justificación

Observar el comportamiento que manifiestan en sus diferentes caracteres y etapas fenológicas tempranas la asimilación de nutrientes en las Líneas avanzadas formadas en la UAAAN en el Departamento de Horticultura de la División de Agronomía y que actualmente han sido liberadas por el SNICS, puedan estar en condiciones de contender en cielo abierto y agricultura protegida con los testigos comerciales que actualmente son explotados en la producción de tomate por agricultores de las diferentes regiones del país.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del tomate

2.1.1. Origen

El origen del género *Lycopersicum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta. Luego, fue llevado por los conquistadores a Europa. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá. (Escalona, 2014).

2.1.2. Importancia del cultivo

De enero a octubre del 2016, el valor de las exportaciones a nivel nacional fue de mil 742 millones de dólares, esto representó un incremento de la tasa anual de un 15 por ciento.

En un año, la venta del fruto aumentó más de 200 millones de dólares, lo que ubicó al tomate mexicano como el segundo producto más exportable del país.

Cerca del 99% de las exportaciones mexicanas son destinadas al vecino país del norte, posteriormente Canadá y Japón. (Altas Agroalimentario, 2016).

2.1.3. Importancia y manejo de la agricultura protegida

La construcción de invernaderos y malla sombra en Sinaloa ha tenido un incremento agresivo, la superficie se ha multiplicado por 4.5 veces entre el 2003 y 2007, con un incremento de 59%, en promedio comprendió entre 1999 y 2007. (CAADES, 2007).

Los principales cultivos hortícolas que se establecen bajo cubiertas (temporada 2014-2015) fueron tomates en sus diferentes tipos (45%) chiles bell pepper (32%) y pepinos (23%) que en conjunto representan el 99.5% de la superficie total bajo cubierta. (CAADES, 2015).

La superficie en la que se desarrolla la agricultura protegida, que se caracteriza por tener una producción a base de herramientas como los invernaderos o malla sombra, registró un crecimiento de 43 por ciento desde 2010 a 2016. (AMHPAC, 2016).

Mientras en 2010 se contaba con 6 mil 328 hectáreas bajo el esquema de agricultura protegida, en 2016 ascendió a 9 mil 40 hectáreas, de acuerdo con cifras de la Asociación dadas a conocer durante la firma del convenio de colaboración para el intercambio de datos entre el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (AMHPC-SIAP, 2017).

2.2. Características morfológicas y organolépticas del tomate

2.2.1. Raíz

El sistema radicular del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un

diámetro de 1.5 y alcanza más de 0.5 m de profundidad; sin embargo el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie. (INFOAGRO, 2012).

2.2.2. Tallo principal

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (INFOAGRO, 2012).

2.2.3. Hoja

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo. El tejido parenquimatoso está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal. (INFOAGRO, 2012).

2.2.4. Flor

La flor es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de

135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas. (Nuño, 2007).

2.2.5. Fruto

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto. (INFOAGRO, 2012).

2.2.6. Semilla

La semilla del tomate tiene una forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y al testa o cubierta terminal la cual está recubierta de tricomas. (Nuez, 1995).

2.3. Hábito de crecimiento

Por su Hábito de crecimiento, las variedades de tomate pueden ser:

2.3.1. Crecimiento determinado

Las variedades de crecimiento determinado, tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado, y la producción se obtiene en un periodo relativamente corto. Esta característica es importante porque logra concentrar la cosecha en un periodo determinado según la necesidad del mercado. (CENTA, 2000).

2.3.2. Crecimiento indeterminado

El tallo producido es producido a partir de la penúltima yema y empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernadero. (CENTA, 2000).

2.3.3. Crecimiento Semi-Indeterminado

En la actualidad en México se han desarrollado nuevos materiales genéticos denominados TSAN de Hábito Semi-Indeterminados considerando a este tipo de material su principal característica la corta distancia entre floración y racimo que puede ser de 21 a 22.7 centímetros entre entrenudos. Característica que es

considerada como una innovación tecnológica producto del mejoramiento genético, donde la planta por su versatilidad puede lograr mayor número de racimos florales considerando que esto será expresado en rendimiento y calidad, así como una reducción en los costos de manejo que se invierte en el establecimiento bajo cielo abierto y/o agricultura protegida que implican en la conducción y las prácticas de poda, así como la demanda hídrica y nutrimental de la planta, además logrando una madurez de fruto más uniforme durante las etapas de cosecha ya que en los Híbridos comerciales actuales se manifiestan por su vigor y violencia un costo mayor en la poda que los materiales TSAN. (Sánchez, 2016).

2.4. Fertilización

2.4.1. Los fertilizantes aumentan los rendimientos de los cultivos

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que son deficientes. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse. (IFA, 2002).

Un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales (fertilidad química) pero no puede estar provisto de buenas condiciones físicas y viceversa. Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Es así, que se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces es un suelo fértil, no productivo.

Cuando las lluvias son escasas o los cultivos tienen que ser irrigados, el rendimiento por unidad de agua usada puede ser más que duplicado. La profundidad de las raíces del cultivo puede ser aumentada. (Sánchez 2007 tomado de Finck 1988).

2.4.2. Profundidad de las raíces de las plantas con y sin fertilización

En suelos de baja fertilidad, los fertilizantes aumentarán la profundidad a la cual las raíces crecen. (Domínguez, 1997, citado por Sánchez, 2007).

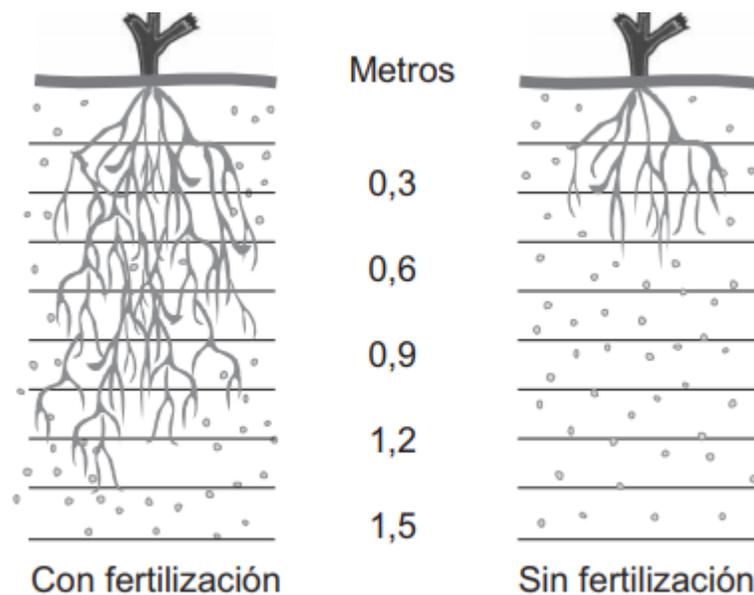


Figura 1. Profundidad de la raíz con fertilización y sin fertilización

La materia orgánica a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan.

No obstante, la materia orgánica por sí solo no es suficiente para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente. (IFA, 2002).

2.4.3. Los nutrientes y sus funciones en las plantas y sus fuentes

Dieciséis elementos son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo. (IFA, 2002).

2.4.4. Composición elemental promedio de las plantas

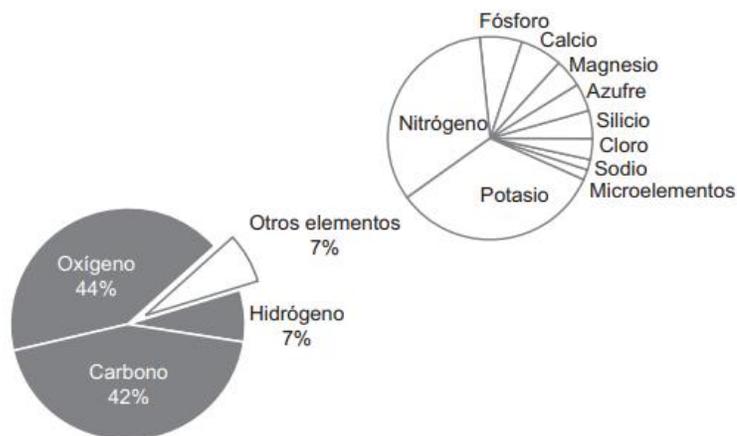


Figura 2. Composición elemental promedio en la planta

2.4.5. Los nutrientes de las plantas se dividen en dos categorías (Clasificación cuantitativa)

- a) Macro nutrientes, divididos en nutrientes primarios y secundarios.
- b) Micro nutrientes o micro elementos.

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. (IFA, 2002).

En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades pequeñas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. (IFA, 2002).

Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio.

2.5. Las funciones de los elementos esenciales

2.5.1 El carbón (C)

El CO₂ presente en la atmósfera es asimilado por la planta mediante el proceso de la fotosíntesis. Forma parte de todos los compuestos orgánicos, como los azúcares, las proteínas y los ácidos orgánicos. Estos compuestos se usan en los componentes estructurales, las reacciones enzimáticas y el material genético. En el proceso de la respiración se degradan compuestos orgánicos, para proporcionar la energía para los diversos procesos metabólicos.

2.5.2. El Oxígeno (O)

Es derivado del CO₂, y forma parte de compuestos orgánicos (azúcares simples). El oxígeno atmosférico es necesario para todas las reacciones de oxigenación, incluyendo la absorción de nutrientes por las raíces.

2.5.3. El Hidrógeno (H)

Es derivado del H₂O y se incorpora en los compuestos orgánicos en el proceso de la fotosíntesis. Los iones H están involucrados en reacciones electromagnéticas y mantienen el balance entre las cargas eléctricas, a través de todas las membranas.

2.5.4. El Fósforo (P)

Es importante en la hidrólisis del almidón para formar azúcares. Es componente de ciertas enzimas y de proteínas, del ATP (Involucrando en las reacciones de la transferencia de la energía), RNA y DNA.

2.5.5. El potasio (K)

Juega un papel muy importante como activador de las reacciones enzimáticas. Está relacionado con la turgencia de las células guarda de los estomas. Se requiere para la acumulación y las translocación de los carbohidratos recién formados.

2.5.6. El Nitrógeno (N)

Es utilizado por las plantas para sintetizar aminoácidos y formar la clorofila, las proteínas, los alcaloides, las enzimas, los ácidos nucleicos y los orgánicos, esenciales en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Una gran proporción de ellas está formado por compuestos que contienen (N). Su deficiencia o exceso afecta substancialmente al crecimiento, a la producción y a la calidad de los frutos.

2.5.7. El Azufre (S)

Está involucrado en la síntesis de las proteínas. Es un componente de aminoácidos tales como al metionina y se encuentra en el grupo sulfidril de ciertas enzimas. Algunas plantas lo requieren en grandes cantidades.

2.5.8. El Calcio (C)

Es un componente de pectato de sodio, el constituyente más importante de la pared celular y es de gran valor en la germinación y el crecimiento del polen.

Es un cofactor de ciertas reacciones enzimáticas para la mitosis, la división y al diferencia celular. Está involucrado en la síntesis de las proteínas y en la transferencia de los carbohidratos.

Bloquea reacciones que afectan a la calidad del fruto y a la salinidad de los tejidos de la conducción.

2.5.9. El Magnesio (Mg)

Juega un papel importante en las células, se localiza en el centro de la molécula de clorofila. Algunas reacciones enzimáticas lo requieren como cofactor.

2.5.10. El Hierro (Fe)

Se utiliza en las reacciones bioquímicas que forman la clorofila y forma parte de las enzimas responsables de la reducción del nitrato (NO_3^-) y del sulfato ($\text{SO}_4^{=}$) y de asimilación de (N_2).

2.5.11. El Boro (B)

Su función en la planta está asociada con la síntesis y el transporte de los carbohidratos, la germinación del polen y las actividades celulares (La diferenciación, la división, la maduración, la respiración y el crecimiento). Es importante en la síntesis de una de las bases del RNA.

2.5.12. El Manganeseo (Mn)

Funciona en diversas reacciones enzimáticas que involucran al ATP. También activa a varias enzimas (Las oxidasas del ácido indolacético IAA) y forma parte del proceso del sistema del transporte de los electrones en la fotosíntesis

2.5.13. El Zinc (Zn)

Está relacionado con el (Mn) y con el (Mg) en las mismas funciones enzimáticas. Es necesario en la síntesis del ácido indolacético.

2.5.14. El Molibdeno (Mo)

Forma parte de los dos sistemas enzimáticos del metabolismo del nitrógeno, la nitrogenasa y el nitrato reductasa, para la conversión del (NO_3^-) en la amonía (NH_4^+).

2.5.15. El Cloro (Cl)

Forma parte de la fotosíntesis y puede funcionar como contraparte del flujo del potasio involucrado en la turgencia de las células. Incrementa la hidratación de los tejidos.

A excepción del (C), (H) Y (O), el resto de los elementos esenciales, son absorbidos por las raíces como iones a través del transporte del agua y en contra de un gradiente de concentración. Para estos procesos es indispensable la energía la cual proviene del metabolismo celular a través del proceso de la respiración, en la cual se requiere oxígeno. Las raíces tienen, a la vez, la capacidad de un intercambio catiónico, que permite que, ciertos cationes, sean tomados y otros excluidos por la planta.

La distribución y la redistribución de varios elementos de una parte de la planta a otra varían de acuerdo al estado de crecimiento de la misma.

Durante el crecimiento vegetativo la absorción de los elementos es substancial y durante la fase reproductiva, se redistribuyen y se acumulan de acuerdo a sus

características. De esta manera, los elementos se pueden clasificar de acuerdo a su movilidad.

2.6. La movilidad de los elementos esenciales en las plantas

Cuadro 1. Movilidad de los elementos

Móvil	Relativamente móvil	Inmóvil
Nitrógeno (NO ₃ ⁻ o NH ₄ ⁺)	Azufre	Calcio
Fosforo	Magnesio	Cobre
Potasio		Fierro
Cloruro		Boro
		Manganeso
		Zinc

En las plantas existen dos tipos del tejido para el transporte: el xilema y el floema, los cuales actúan como sistema circulatorio, llevando minerales y azúcares a la planta, para su crecimiento continuo.

Los vasos del xilema son los responsables de conducir el agua y los nutrientes de las raíces hacia las hojas.

El agua al ser eliminada por el follaje, en forma de vapor de agua a través del proceso de transpiración crea una succión mediante la cual el agua se moviliza al xilema y alrededor de la planta.

El floema es el sistema de transporte de los azúcares, en donde estos como producto de la fotosíntesis son transportados a los sitios de la asimilación, tales como los frutos, los puntos del crecimiento de las raíces y de las hojas. (León, 2006).

2.7. Las plantas producen azúcar de la luz solar, del aire, del agua y de los nutrientes del suelo

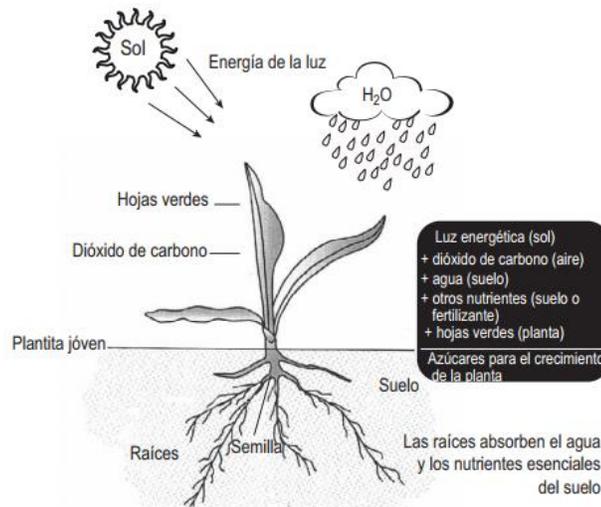


Figura 3. Fotosíntesis

Si uno de los nutrientes del suelo no está presente, la fotosíntesis se retrasa. Si el nutriente está presente, pero en cantidad insuficiente, la planta desarrolla signos de carencia (los síntomas de deficiencia). (Finck A, 1988).

2.8. Para lograr los rendimientos más altos posible ningún nutriente debe ser limitado

Los factores interactúan y un cultivo puede hacer mejor uso del factor que limita el crecimiento cuando los otros factores se acercan a su óptimo. (IFA, 2002).



Figura 4. El rendimiento del cultivo no puede ser mayor que lo que permita los nutrientes más limitantes del suelo

2.9. Suelos

La mejor respuesta al uso de fertilizantes se obtiene si el suelo tiene un nivel elevado de fertilidad. Los principales factores determinantes de la fertilidad del suelo son: la materia orgánica (incluyendo la biomasa microbiana), la textura, la estructura, la profundidad, el contenido de los nutrientes, la capacidad de almacenamiento (capacidad de adsorción), la reacción del suelo y la ausencia de los elementos tóxicos (por ejemplo: aluminio libre).

El suelo da soporte a las plantas en forma de una capa permeable para las raíces y es una especie de depósito para los nutrientes y el agua. Dependiendo de su composición, los suelos difieren en su capacidad para proveer los diferentes nutrientes. (FIAC, 2012).

2.9.1. Cómo el suelo retiene los nutrientes y los libera

El contenido mineral original del material rocoso y la naturaleza e intensidad del proceso de descomposición determinan la clase y cantidad de nutrientes que son liberados. Las y la materia orgánica retienen nutrientes en una forma disponible para la planta, es decir los nutrientes están ligados a estos componentes del suelo

(complejo de adsorción). La capacidad del suelo para retener una cierta cantidad determina la fertilidad natural de un suelo. (IFA.2002).

Cultivos diferentes necesitan cantidades específicas de nutrientes. Además, la cantidad de nutrientes necesaria depende en gran parte del rendimiento obtenido (o esperado) del cultivo. (IFA.2002).

Las diferentes variedades de un cultivo también diferirán en sus requerimientos de nutrientes y su respuesta a los fertilizantes. Una variedad local no responderá tan bien a los fertilizantes como una variedad mejorada; por ejemplo, el maíz híbrido dará a menudo una mejor respuesta a los fertilizantes y producirá rendimientos mucho más altos que las variedades locales. (IFA.2002).

2.10. Cómo determinar las necesidades de los fertilizantes

Para determinar las necesidades de fertilizantes para los cultivos y suelos en su región, se debe saber dos cosas:

1. ¿Cuáles nutrientes son necesarios en el fertilizante?
2. ¿Cuánto de cada nutriente se necesita para lograr el rendimiento mayor o el más beneficioso (el óptimo)?

Hay algunas técnicas para lograr las respuestas a estas preguntas. En una buena aproximación, se puede utilizar las cifras de absorción de los nutrientes a los respectivos niveles de rendimiento.

Otras técnicas

1. Signos de carencia de nutrientes en cultivos en desarrollo (síntomas de deficiencia).
2. Análisis de suelos para determinar los nutrientes de los fertilizantes y las cantidades que se necesitan.

3. Análisis de la planta y / o del tejido de la planta en el campo.
4. Ensayos de validación de fertilizantes en el campo. (FAO, 2012).

2.11. Análisis de plantas

Con los análisis de las plantas se le “pregunta a la planta” si el suelo y el fertilizante le suministran suficientemente de cada nutriente analizado y si los diferentes nutrientes necesarios están en proporción correcta unos a otros. La planta le dará información confiable de su estado nutricional global a la fecha de muestreo y, de este modo, indicará cualquier necesidad presente de fertilizante suplementario (del cultivo actual). Con el análisis de la planta, la concentración de los diferentes nutrientes (y consecuentemente sus proporciones) es determinada químicamente en la savia o en el material seco. Si un nutriente está por debajo de la concentración mínima («valor crítico»), que es diferente para cada nutriente, es posible que la aplicación de un fertilizante conteniendo ese nutriente aumentara los rendimientos. Es importante que los «valores críticos» establecidos estén relacionados a los niveles esperados de rendimientos. Sin embargo, la gran ventaja es que, una vez que son establecidos adecuadamente, son aplicables al mismo cultivo mundialmente. Una ventaja adicional de este método es el número de nutrientes que pueden ser determinados y la exactitud lograda. (FAO, 2012).

2.12. Otros factores limitativos de los rendimientos de los cultivos

- Preparación apropiada y oportuna de la cama de siembra.
- **Variedades de cultivos** (preferiblemente seleccionando variedades de altos rendimientos).
- Densidad de siembra correcta: a) plantas por hectárea; b) espacio entre plantas o filas.

- Momento de siembra óptimo.
- Humedad suficiente.
- Drenaje adecuado.
- Control de malas hierbas (escardar, cultivar o usar tratamientos químicos).
- Control de enfermedades de los cultivos (usar cultivos resistentes o tratamientos químicos aprobados).
- Control de plagas (usar medidas de control aprobadas y recomendadas).
- Usar rotaciones de cultivos que reducen las enfermedades de los cultivos, malas hierbas y plagas.
- Mejorar la estructura del suelo.
- Mantener la materia orgánica del suelo (a través de rotación de cultivo, estiércol voluminoso o suministro de materia orgánica). (IFA, 2002).

2.13. Métodos para establecer las necesidades de fertilizante

- a) En función de las extracciones del cultivo.
- b) En base a una solución nutritiva "ideal" a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. (FAO, 2012).

2.14. Avances del mejoramiento genético en tomate

2.14.1. Especies de Tomate

La mayoría de los investigadores consideran que el género *Lycopersicum* posee las siguientes especies:

L. esculentum Mill. (Especie cultivada).

- L. *esculentum* Var *cerasiforme*.
- L. *pimpinellifolium* (just) Mill.
- L. *hirsutum* Humb. And Bonpi.
- L. *cheesmanii* Riley.
- L. *parviflorum*.
- L. *chmielewskii*.
- L. *pennellii* (L) Mill.k.
- L. *pennellii* (Sin. de *Solanum pennelli* Corr).
- L. *chilense* Dun.

Todas las especies de *Lycopersicon*, incluyendo L. *pennellii*, se pueden cruzar entre si y producir Híbridos con apareamiento completo de los cromosomas, variado grado de fertilidad en los Híbridos F₁ y en las generaciones sucesivas, dependiendo de las especies involucradas. (Rick, 1990).

2.14.2. Proceso de domesticación del tomate

El tomate es diploide en su constitución genética, con un número básico de 12 cromosomas, un genoma de tamaño pequeño y un corto ciclo de cultivo que, sumados a la disponibilidad de herramientas genómicas y genéticas, lo convierten en uno de los modelos genéticos más efectivos para el mejoramiento de los cultivos.

El tomate fue domesticado por las culturas precolombinas en Perú o en la región de la península de Yucatán en México. (Rodríguez, et; al, 2013).

2.14.3. Las dos etapas de la domesticación

La primera etapa fue la selección de frutos de tamaño moderado, tipo cherry, con la fijación de la autogamia o la producción de semillas por autofecundación.

La segunda se produjo la transferencia desde los Andes hacia América Central con la selección de frutos de tamaño mayor. (Ranc, et al. 2008).

Los cambios más importantes que ocurrieron durante el proceso de domesticación y la historia reciente de mejoramiento del cultivo fueron: el sistema de reproducción desde la alogamia (fecundación cruzada) a la autogamia, el incremento del tamaño del fruto, la obtención de formas y colores del fruto muy variadas y la uniformidad en la coloración de los frutos maduros^{7,8,9,10}. Los distintos procesos migratorios durante la domesticación y el mejoramiento del cultivo han provocado cuellos de botella que redujeron la variabilidad genética existente en el germoplasma cultivado. (Rick C y Fobes J. 1975).

2.14.4. Uso potencial de las especies silvestres en el mejoramiento genético del tomate

Las especies silvestres del género *Lycopersicum* y algunas del género *Solanum* como *S. Lycopersicoides*, constituyen un enorme reservorio de variabilidad. La existencia de nueve especies, que son intercrucables con relativa facilidad, hacen del tomate un modelo ideal para estudios citogenéticos y de mejoramiento. (Quiroz, 1974).

Se estima que, menos del 5% de la variabilidad genética total está presente en el tomate cultivado, y por ello, las actuales poblaciones de mejora presentan un techo potencial tanto para incrementar el rendimiento como la calidad de los frutos. (Rodríguez, et al; 2013).

Todas las especies del genero *Lycopersicum* presentan doce pares de cromosomas $2n=2x=24$, que son esencialmente homólogos. (Miller y Tanksley, 1990).

La biodiversidad presente en el tomate silvestre es una fuente sub explotada que puede enriquecer las bases genéticas del cultivo con alternativas génicas que mejoren la productividad, calidad y/o la adaptación. Las especies silvestres de tomate aportaron resistencias a insectos, enfermedades y a condiciones ambientales adversas tales como sequía y/o salinidad en los programas de mejoramiento. (Gur y Zamir, 2004).

2.14.5. Grupos principales de genes

Se conocen más de 1000 genes y cerca de 258 han sido mapeados y localizados en los cromosomas con gran precisión. Estos se dividen en cinco grupos principales:

1. Genes que afectan a la plántula.
2. Genes que afectan el fruto.
3. Genes que afectan a la flor e inflorescencia.
4. Genes que afectan el crecimiento de la planta.
5. Genes que afectan la resistencia a enfermedades. (Vallejo C, Franco A, 1999).

2.14.6. Mejoramiento genético para larga vida de anaquel

Hasta el momento, el mejoramiento genético para prolongar la vida pos cosecha se ha hecho a través de la incorporación de genes presentes en el

germoplasma del tomate cultivado tales como el rin (ripening inhibitor) y el nor (non ripening) que en condición híbrida o heterocigota modifican vías metabólicas prolongando el periodo de maduración del fruto pero disminuyendo su calidad.

Una alternativa para superar estas dificultades es incorporar genes de larga vida pos cosecha proveniente de las especies silvestres de tomate, lo que permite mejorar simultáneamente otros atributos de calidad. El uso de cruzamientos interespecíficos en tomate (cultivado x silvestre) presenta ventajas biológicas y tecnológicas.

La herencia de los atributos morfológicos, productivos, nutricionales y organolépticos de los frutos en tomate es compleja debido a su naturaleza cuantitativa (controlada por muchos genes). (Giovannoni, 2004).

2.15. Nuevas variedades de tomate de alta productividad

2.15.1 TSAN-10001SV (VILLA NARRO)

El hábito de crecimiento de la nueva variedad denominada Villa Narro la cual se encuentra ya registrada por el SNICS en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales la cual presenta un crecimiento de hábito Semi- Indeterminado y requiere de 21 días a inicio de floración después del trasplante, con densidad de población en cielo abierto de 16000 a 18000 pts/ha con el manejo de camas de 1.80 a 1.84 m y entre plantas 30 cm con poda a dos tallos tallos bajo el sistema de estacado regional modificado-modificado y acolchado bi color y en agricultura protegida de 22000 a 24000 pts/ha con el manejo de camas a 1.84 a 1.90 m y distancia entre plantas de 25 cm en bolis de fibra de coco y/o acolchado bicolor con fertirriego a hilera sencilla con poda a un tallo y el manejo de rafia y anillos.

La variedad antes mencionada presenta características de fruto extrafirmes y de larga vida de anaquel, hombros marcados con frutos comerciales extra grandes (3x4 y 4x4), grandes (4x5, 5x5 y 5x6) hasta en un 75% de la producción, y tamaños medianos (6x6) un 15% y chicos (6x7) un 10% de 6 a 7 lóculos en un 96% en la parte interna del fruto manteniéndose durante toda la atapa productiva independientemente de la fecha y modalidad de siembra sin perder el tamaño grande si se mantiene la práctica de poda a dos y tres tallos en cielo abierto y agricultura protegida, así también manejando los niveles de nutrición durante las etapas fenológicas, en cuanto al comportamiento del rendimiento en cielo abierto y poda a dos tallo es de 90 ton/ha y para agricultura protegida bajo la modalidad de malla sombra y poda a dos tallos es de 290 ton/ha.

En cuanto a la innovación de los atributos de calidad en cuanto al dosel de la planta esta variedad es muy versátil porque presenta menor distancia entre racimos que es de 21.93 cm comparada contra el testigo comercial Híbrido Springel F₁® que es de 34.03 cm. Para la resistencia a una de las enfermedades más severas en los suelos de México *Fusarium O.* presenta resistencia a las razas 1 y 2. La firmeza es de 3.62 kg/cm², °Brix 3.667, contenido de licopeno de 3.532912827 mg/g. (Sánchez, 2017).

2.15.2. TSAN-10003-SV-I (SOFIMELI)

El hábito de crecimiento de la nueva variedad denominada SOFIMELI que se encuentra ya registrada oficialmente por el SNICS en el Catalogo Nacional de Variedades Vegetales la cual presenta un crecimiento de hábito Semi- Indeterminado y requiere de 22 días a inicio de floración después del trasplante , con una densidad de población en cielo abierto de 16000 a 18000 pts/ha con el manejo de camas de 1.80 a 1.84 m y distancia entre plantas de 30 cm con poda a dos tallos bajo el sistema de estacado regional modificado-modificado y acolchado bi color con fertirriego y en agricultura protegida de 22000 a 24000 pts/ ha con el manejo de

camas a 1.84 a 1.90 m y distancia entre plantas de 25 cm en bolis de fibra de coco y/o acolchado bicolor con fertirriego a hilera sencilla con poda a un tallo y el manejo de rafia y anillos.

La variedad antes mencionada, presenta características de fruto extrafirmes y de larga vida de anaquel, hombros uniformes y medio acanalados en la parte peduncular con frutos comerciales extra grandes (3x4 y 4x4), grandes (4x5, 5x5 y 5x6) hasta en un 82 % de la producción, y tamaños medianos (6x6) un 10% y chicos (6x7) un 8% aproximadamente y de 5 a 6 lóculos en un 98% de los frutos en la parte interna del fruto manteniéndose durante toda la etapa productiva independientemente de la fecha y modalidad de siembra sin perder el tamaño grande si se mantiene la práctica de poda a dos y tres tallos en cielo abierto y agricultura protegida, así también manejando los niveles de nutrición durante las etapas fenológicas. En cuanto al comportamiento de rendimiento en cielo abierto y poda a dos tallos es de 95 ton/ha y para agricultura protegida bajo la modalidad de malla sombra y poda a dos tallos es de 310 ton/ha.

En cuanto a la innovación de los atributos de calidad en cuanto al dosel de la planta esta variedad es muy versátil porque presenta menor distancia entre racimos que es de 22.53 cm comparada contra el testigo comercial Híbrido Springel F₁® que es de 34.03 cm. Para la resistencia a una de las enfermedades más severas en los suelos de México *Fusarium O.* presenta resistencia a las razas 1 y 2. La firmeza es de 3.84 kg/cm², °Brix 3.706 y contenido de licopeno de 4.7255763409 mg/g. (Sánchez, 2017).

2.16. Producción de semilla con estándares de calidad

La semilla es el vehículo principal de la innovación y la mejora, depositaria del potencial genético de las variedades agrícolas. La mejora de los cultivos y el suministro de semillas y materiales de siembra de alta calidad resultan

imprescindibles para garantizar la mejor producción agrícola tanto para las áreas de mayor potencial como para aquellas áreas menos favorecidas y satisfacer los crecientes desafíos ambientales, respondiendo a la demanda de la sociedad de más y mejores alimentos. La producción de semillas de calidad es una actividad de alta tecnología que demanda años de investigación y desarrollo y grandes inversiones.

La producción de semilla requiere de diversos controles para asegurar la pureza genética y la calidad de los atributos fisiológicos como, por ejemplo, la germinación. Además, la semilla requiere de un adecuado manejo post cosecha, clasificación, tratamiento y almacenamiento para poder asegurar la calidad, que involucra entre otros factores, grado de humedad, pureza física y varietal, viabilidad, contenido de malezas y la presencia de enfermedades. (ArgenBio, 2013).

La producción, distribución y comercialización de semillas involucra a numerosos grupos de actores distribuidos en todo el mundo. Esta cadena de valor incluye a los desarrolladores, productores de semillas, pequeñas y grandes empresas, institutos de investigación agrícola, proveedores y distribuidores de insumos agrícolas, y por supuesto a los agricultores usuarios de las semillas. (INTA, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del experimento

3.1.1. Macro localización

El municipio de Saltillo se localiza en el sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas $101^{\circ}59'17''$ longitud oeste y $25^{\circ}23'59''$ latitud norte, a una altura de 1,600 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, al suroeste con el municipio de Parras; al este con el de Arteaga y el estado de Nuevo León y al oeste con el municipio de Parras.



Figura 5. Localización de Saltillo, Coahuila.

3.1.2. Micro localización

El experimento se realizó en el ciclo primavera verano en el invernadero de alta tecnología del departamento de forestal situada en la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la ex-hacienda de Buenavista, municipio de Saltillo, a 7 km, al sur de esta ciudad, sobre la carretera 54 (Saltillo-Zacatecas).

Se localiza entre las coordenadas geográficas $25^{\circ} 22''$ de latitud norte y $101^{\circ} 02''$ longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm.



Figura 6. Ubicación del Campo Agrícola Experimental Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

3.2. Características de la región

3.2.1. Clima

El clima es muy seco, semi cálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano, y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación total anual media 350-400 mm; régimen de lluvias: la temporada lluviosa es de junio a octubre. El mes con lluvias más abundante es julio y marzo es el mes más seco y una precipitación invernal superior al 10% del total anual.

3.2.2. Temperatura

Temperatura media anual de 19.8 °C. Las heladas comienzan en noviembre, no son muy severas en noviembre y diciembre, son más intensas en enero (hasta 10°C). Terminan en marzo, mes que ni son muy intensas, ni se presentan frecuentemente, en algunas ocasiones, pueden presentarse ligeras heladas en abril.

3.2.3. Suelo

En la unidad cartográfica de suelos, según la clasificación de la FAO/UNESCO, predominan los castañozem, los cuales son suelos desmenuzables de color pardo oscuro sobre un subsuelo pardo, con acumulaciones de cal y profundidades de 45 a 135 cm. Estos suelos tienen permanentemente subsuelos secos. La capa de acumulación de cal está cerca de la profundidad media a la que penetra el agua de lluvia.

Son ricos en elementos nutritivos para las plantas y tienen una riqueza moderada en materia orgánica. El factor limitante es la humedad. Los suelos de esta región son del tipo poco profundos, donde sobresale material calcáreo con textura media y tienen un valor de pH de 7 a 8. 30.

3.3. Descripción del material experimental

Cuadro 2. Material utilizado para el experimento

Líneas	Hábito de crecimiento	Compañía
TSAN-10001SV	Semi-Indeterminado	UAAAN
TSAN-10003SVI	Semi-Indeterminado	UAAAN
TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI	Semi-Indeterminado	UAAAN
IMPERIAL F ₁ ® (Testigo)	Indeterminado	ENZA ZADEN
CAIMAN F ₁ ® (Testigo)	Indeterminado	ENZA ZADEN

3.3.1. TSAN

Líneas extra firmes de larga vida de anaquel, extra firmes de acuerdo a sus características genéticas, los frutos son predominantes del tamaño extra grande, grande y mediano 3x4, 4x4, 4x5, 5x5, 5x6 y 6x6 con un peso promedio del fruto de 240-280 g. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici (Sacc.) Zinder y Hansen, *Alternaria solani* así como a otras enfermedades. Tolerante al virus del mosaico del tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*, *Verticillium dahliae* raza 1, , tolerancia a bajas y altas temperaturas. En cuanto a la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** actualmente se encuentra en proceso de estudio y evaluación.

3.3.2. IMPERIAL F₁ ®

Planta fuerte, de Hábito Indeterminado, presenta mucha fortaleza basada en su sistema radicular, su follaje es abierto y facilita el manejo. Soporta bien temperaturas cálidas y mantiene su elevada producción. Fruta de forma aplanada y semi redonda, con pesos promedio de 260 gramos, muy buen cierre apical y sin hombros verdes. Conserva su color rojo intenso para una excelente vida de anaquel.

3.3.3. CAIMAN F₁ ®

Planta de Hábito de crecimiento Indeterminado, porte semi compacto y presenta excelente amarre de frutas en condiciones de calor, presenta un muy buen paquete de resistencias. Fruta redonda y alta, sin hombros verdes con excelente cierre apical y gran firmeza que le proporcionan una larga vida de anaquel. Su color rojo brillante y alta precocidad lo hace una excelente opción para establecer en invernadero o casa sombra.

3.4. Siembra

La siembra de semillas de cada uno de los materiales se realizó el 1 de Marzo del 2016 en el invernadero de vidrio del Departamento de Horticultura de la División de Agronomía de la UAAAN en charolas de polietileno de 200 cavidades el sustrato utilizado fue tierra de monte con perlita y vermiculita.



3.5. Trasplante

El trasplante se realizó en 16 de Abril del 2016 a macetas de plástico de 3 kilogramos colocando una planta por maceta (Unidades experimentales) y posteriormente aplicando un riego inicial de acuerdo a sus necesidades. La densidad de población fue un total de 160 plantas.



3.6. Manejo del cultivo (Trasplante-Cuajado de fruto)

En manejo de cultivo se realizaron las actividades necesarias de cultivo que fueron, riego, fertilización, conducción y aplicaciones de fungicidas e insecticidas para el control de plagas y enfermedades.

3.6.1. Riegos

El riego se realizó de manera localizada con manguera aplicándole una lámina de riego a capacidad de campo a cada maceta dos días o dependiendo de las necesidades hídricas y variaban de acuerdo al tiempo y clima.

3.6.2. Fertilización

Las fertilizaciones se comenzaron el 28 de abril del 2016 (15 días después del trasplante) y terminando el cuatro de Junio del 2016. Las aplicaciones se realizaron con triple 17 (17-17-17) más un foliar (Fertiplus)

Dosis de 2.5 kg de triple 17 se disolvió en 200 litros de agua.

3.6.3. Insecticidas

El 30 de mayo se realizó una aplicación del insecticida Metamidofos aplicando 2 cm cúbicos de producto por litro de agua.

3.7. Materiales de campo

- Vernier
- Cuaderno
- Lápiz
- Cubetas
- Cajas de plástico
- Bolsas de papel
- Cinta métrica
- Tijeras podadoras
- Rafia

3.8. Materiales de laboratorio

- Balanza analítica
- Balanza
- Molino triturador
- Hojas de papel
- Estufa de secado
- Estufa mufla
- Matraces
- Probeta
- Pipetas
- Pera de succión
- Piseta
- Espectrofotómetro
- Frascos de plástico con tapa
- Embudo
- Hoja de filtrado

3.9. Variables evaluadas

Se evaluaron un total de 7 variables en campo y 8 variables en laboratorio.

Cuadro 3. Variables evaluadas

Variables de campo	Variables de laboratorio
Altura	Peso
Diámetro	Fosforo
Número de foliolos	Potasio
Número de flores	Calcio
Número de racimos	Magnesio
Número de frutos	Manganeso
Distancia entre racimos	Zinc
	Fierro

3.9.1. Altura de planta

Esta variable se midió en las cuatro etapas de evaluación (Trasplante, floración, amarre y cuajado de fruto), se midió la altura de la planta con una cinta métrica, tomando como punto de referencia la base del tallo hasta la parte superior del ápice.

3.9.2. Diámetro de planta

Esta variable se midió en las cuatro etapas de con ayuda de un vernier se tomó como punto de referencia el primer foliolo, tomando la lectura debajo del mismo.

3.9.3. Número de foliolos

Para esta variable se realizó el conteo de manera manual contando cada uno de los foliolos en cada una de las etapas de evaluación.

3.9.4. Número de flores

Para esta variable se contaron cada una de las flores presentes en los racimos florales al inicio de floración.

3.9.5. Número de racimos

Para esta variable se realizó el conteo de todos los racimos florales presentes en el inicio de floración de la planta.

3.9.6. Distancia entre racimos florales

Esta variable se tomó al inicio de floración utilizando una regla plástica de 30 cm midiendo la distancia que existía entre el primer y segundo racimo floral.

3.10. Etapas de evaluación

1. Trasplante
2. Inicio de floración
3. Amarre de fruto
4. Inicio de cuajado de fruto

3.11. Metodología para la medición de variables en laboratorio

3.11.1. Peso de raíz y tallo en fresco y en seco

Pasos realizados para la lectura de peso fresco y seco de planta

1.- Se retiró la bolsa plástica de la planta, retirando el sustrato y dejando la raíz al descubierto.



2.- Se procedió al lavado de raíz a través de una cubeta con agua enjugando bien las raíces y tratando de perder lo menos posible.



3.- Se realizó un corte transversal entre la raíz y el tallo para separar los órganos, una vez ya separados se procedió a guardarlos en bolsas de papel y marcarlos por números de muestra para poder identificarlos y ser llevados a laboratorio.



4.- Una vez llevadas las muestras al laboratorio se procedió a la toma de peso en fresco de raíz y de tallo, utilizando según fuese el caso la balanza analítica o balanza digital.



5.- Una vez pesadas en fresco se procedió secarlas utilizando una estufa de secado.



6.- Una vez secas las muestras, se pesaron nuevamente por separado.



3.11.2. Metodología utilizada para las variables Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso, Fierro y Zinc.

1.- Se tomaron las muestras ya secas (descritas anteriormente), se trituraron en un molino triturador y se pesaron 0.5 g de raíz y tallo.



2.- Se colocaron en vasos de mortero y se colocaron en la estufa mufla para obtener cenizas por un tiempo aproximado de dos horas.



3.- Se sacaron y se dejaron enfriar, luego se les agrego un mililitro de ácido clorhídrico 38% PA y se diluyeron.



4.- Se filtraron a través de un embudo, colocándolos en un matraz de 50 mililitros c/u de las muestras y se aforaron a 50 mililitros con agua destilada.



5.- Se colocaron en botes de plástico, marcándolos con número de muestra.



6.- Se tomó la lectura en el Espectrofotómetro de absorción atómica.



3.11.3. Metodología utilizada para la medición de Fosforo (P)

Para medir esta variable se siguieron los pasos anteriores del 1-5, después se procedió a los pasos siguientes:

1.- En matraces de 100 mililitros se colocó 10 mililitros de muestra + 10 mililitros de molibdato de amonio+ reactivo, agitándolo hasta obtener un color azul.



2.- Utilizando celdillas de vidrio y un testigo se tomó la lectura a través del fotocolorímetro.



3.12. Diseño experimental

El experimento se estableció con un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y dos plantas por repetición, para las variables campo y laboratorio a las que se les efectuó un análisis de varianza y comparación de medias; ($p \leq 0.05$) por el método de Fisher (LSD) y Tukey (HSD), el cual se realizó con el programa R versión 3.2.5. (R. Core Team, 2016).

3.13. Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado en este experimento se ajusta a la formula siguiente:

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

Y_{ij} : Donde la j-esima repetición del tratamiento i-esimo-es el total.

μ : media general.

α_i : efecto el i-esimo tratamiento.

β_j : efecto de la J-esima bloque.

ε_{ij} : efecto experimental de la j-esima bloque del i-esimo tratamiento.

3.14. Coeficiente de variación

Para la confiabilidad del trabajo se calculó el coeficiente de variación para cada una de las variables evaluadas con la siguiente formula:

$$C.V = \frac{\sqrt{CMEEEXP}}{\bar{X}} X100$$

Donde:

C.V = Coeficiente de variación.

CMEE= Cuadrado medio del error.

\bar{X} = Media general.

100= Valor constante.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para facilitar la interpretación de los resultados una vez realizado los análisis de varianzas (ANVAS) se dividió en dos niveles de acuerdo a las variables en campo y laboratorio por lo que fueron estudiadas en forma independiente para su interpretación en dos etapas. Como se muestra en los siguientes cuadros (Cuadro 4 y 5). En estos cuadros son reportados los niveles de significancia de los valores del estadístico de F para ambas etapas, que están referidos a poblaciones de $p \leq 0.05$.

Para la interpretación de resultados los ANVAS para algunas variables de importancia los datos experimentales de campo fueron tomados en la segunda etapa, debido a que ya la planta se iba a destruir para entrar al proceso de análisis en laboratorio y de esta manera aprovechar al máximo la información fenológica de la misma.

AP (Altura de planta), DM (Diámetro de planta), PRF (Peso de raíz fresco), PTF (Peso del tallo fresco), PRS (Peso de raíz seco), PTS (Peso del tallo seco), N° FOL (Número de foliolos), N°RF (Número de racimos florales), N°F (Número de flores), N° FTS (Número de frutos), DRF (Distancia entre racimos florales), ZnR (Zinc en raíz), ZnT (Zinc en tallo), FeR (Fe en raíz), FeT (Fe en tallo), KR (Potasio en raíz), KT (Potasio en tallo), MgR (Magnesio en raíz), MgT (Magnesio en tallo), CaR (Calcio en raíz), CaT (Calcio en tallo), PR (Fosforo en raíz), PT (Fosforo en tallo), MnR (Manganeso en raíz), MnT (Manganeso en tallo).

Cuadro 4. Variables analizadas en campo y laboratorio para determinar las diferencias existentes entre estas

ETAPA	LINEAS	AP	DM	PRF	PTF	PRS	PTS	N°FOL	N°RF	N°F	N°FTS	DRF	
Días a trasplante	TSAN-10001SV	6.06a	2.12b	0.07a	0.04a	0.01a	0.05a	--	--	--	--	--	
	TSAN-10003SVI	6.68a	2.00b	0.04a	0.34a	0.01a	0.04ab	--	--	--	--	--	
	TSAN04-SI-SV7-3-1-SI	6.75a	2.75a	0.06a	0.37a	0.01a	0.04ab	--	--	--	--	--	
	IMPERIAL F1®(T1)	6.06a	2.00b	0.03a	0.30a	0.01a	0.03b	--	--	--	--	--	
	CAIMAN F1®(T2)	6.62a	2.00b	0.05a	0.40a	0.01a	0.40ab	--	--	--	--	--	
	CV (%)	10.76	7.85	35.90	16.46	28.67	20.10	--	--	--	--	--	--
	Tukey (HSD)	1.51	0.37	0.04	0.13	0.01	0.02	--	--	--	--	--	--
Floración	TSAN-10001SV	37.62a	7.12a	1.92a	28.14a	0.28a	2.42a	--	--	--	--	--	
	TSAN-10003SVI	46.38a	9.12a	4.33a	46.64a	0.51a	4.27a	--	--	--	--	--	
	TSAN04-SI-SV7-3-1-SI	46.12a	8.12a	3.35a	44.69a	0.28a	3.68a	--	--	--	--	--	
	IMPERIAL F1®(T1)	45.88a	9.25a	4.59a	48.21a	0.57a	4.60a	--	--	--	--	--	
	CAIMAN F1®(T2)	43.38a	7.62a	4.32a	48.62a	0.86a	3.60a	--	--	--	--	--	
	CV (%)	25.81	17.57	51.87	59.79	66.9	59.73	--	--	--	--	--	--
	Tukey (HSD)	24.73	3.16	4.20	56.47	0.74	4.85	--	--	--	--	--	--
Amarre	TSAN-10001SV	71.12a	1.02a	8.47a	150.30a	2.27a	17.27a	17.00a	2.75a	11.62ab	--	--	
	TSAN-10003SVI	80.38a	0.98a	6.11a	110.70a	0.92a	12.80a	15.75a	2.37a	10.50ab	--	--	
	TSAN04-SI-SV7-3-1-SI	75.62a	0.95a	6.71a	114.20a	0.97a	12.70a	15.38a	2.50a	10.38b	--	--	
	IMPERIAL F1®(T1)	89.00a	0.91a	7.61a	134.00a	1.17a	15.65a	15.88a	2.62a	9.25b	--	--	
	CAIMAN F1®(T2)	87.75a	1.01a	9.93a	156.4a	1.47a	48.68a	18.00a	3.12a	15.88a	--	--	
	CV (%)	12.67	9.27	27.33	24.08	51.52	25.58	18.30	20.04	1.64	--	--	--
	Tukey (HSD)	22.35	0.20	4.64	70.01	1.54	8.61	6.55	1.17	5.45	--	--	--
Cuajado	TSAN-10001SV	87.50a	1.00a	15.55a	136.80a	1.97a	23.96a	22.62a	3.37a	14.88a	1.50a	10.25b	
	TSAN-10003SVI	89.75a	0.95a	12.50a	179.60a	1.71a	23.52a	22.25a	3.37a	14.88a	2.37a	16.62ab	
	TSAN04-SI-SV7-3-1-SI	94.12a	0.98a	14.50a	174.50a	1.65a	28.80a	23.00a	3.12a	14.75a	1.00a	15.75ab	
	IMPERIAL F1®(T1)	100.60a	0.96a	15.92a	191.30a	2.31a	30.82a	21.12a	4.25a	17.75a	1.75a	22.25a	
	CAIMAN F1®(T2)	107.20a	1.02a	15.99a	240.60a	2.68a	33.81a	23.75a	4.25a	18.50a	4.25a	21.62ab	
	CV (%)	9.68	8.6	23.79	31.49	29.28	22.73	11.50	21.73	22.77	75.72	31.08	31.08
	Tukey (HSD)	20.28	0.19	7.74	126.91	1.32	13.99	5.66	1.74	8.03	3.6	11.74	11.74

Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con Tukey a una $p \leq 0.05$.

Cuadro 5. Variables analizadas en laboratorio para determinar las diferencias existentes entre estas

ETAPAS	LINEAS	ZnR	ZnT	FeR	FeT	KR	KT	MgR	MgT	CaR	CaT	PR	PT	MnR	MnT
Floración	TSAN-10001SV	12.50 a	37.50a	305.00a	165.00ab	0.89b	8.47ab	0.32a	0.82a	0.78a	5.35ab	0.09b	0.11ab	40.00a	70.00a
	TSAN-10003SVI	25.00a	37.50a	597.50a	135.00b	2.15ab	8.17b	0.55a	0.85a	1.84a	4.78bc	0.12ab	0.14ab	52.50a	62.50a
	TSAN-04-SI-SV7-3-1-SI	17.50a	42.50a	520.00a	282.50a	1.52ab	9.21ab	0.47a	0.71a	1.68a	6.04a	0.11ab	0.10b	47.50a	70.00a
	IMPERIAL F1®(T1)	25.00a	45.00a	935.00a	137.50b	2.53a	11.20a	0.65a	0.86a	2.45a	6.09a	0.15a	0.15ab	65.00a	72.50a
	CAIMAN F1®(T2)	25.00a	37.50a	577.50a	80.00b	1.86ab	9.45ab	0.57a	0.83a	1.86a	4.06c	0.12ab	0.18a	55.00a	50.00a
	CV (%)	44.97	17.08	77.02	53.95	58.55	19.56	44.09	16.48	68.53	12.57	24.09	31.53	43.96	44.43
	DMS	14.55	10.52	696.56	133.00	1.62	2.80	0.35	0.21	1.82	1.02	0.05	0.07	35.22	44.50
Amarre	TSAN-10001SV	60.00a	62.50b	610.00a	120.00a	1.89a	3.48a	0.57a	1.54a	4.70a	6.80a	0.11ab	0.15ab	110.00a	100.00a
	TSAN-10003SVI	52.50a	57.50b	570.00a	132.50a	1.68a	3.65a	0.48a	1.19a	4.19a	6.26a	0.16ab	0.18a	112.50a	102.50a
	TSAN-04-SI-SV7-3-1-SI	55.00a	65.00ab	742.50a	100.00a	1.67a	4.00a	0.41a	1.08a	3.89a	6.69a	0.10b	0.13ab	125.00a	115.00a
	IMPERIAL F1®(T1)	50.00a	65.00ab	505.00a	95.00a	1.84a	3.52a	0.31a	1.20a	3.67a	6.06a	0.19a	0.12b	105.00a	115.00a
	CAIMAN F1®(T2)	60.00a	75.50a	505.00a	100.00a	2.19a	3.32a	0.50a	1.04a	4.54a	6.68a	0.13ab	0.16ab	145.00a	107.50a
	CV (%)	24.62	9.91	30.81	38.49	24.90	9.60	40.66	36.14	17.56	12.35	38.04	25.26	48.55	24.31
	DMS	21.05	9.84	278.42	64.94	0.71	0.53	0.29	0.68	1.14	1.24	0.08	0.06	89.39	40.45
Cuajado	TSAN-10001SV	55.00b	75.00a	1067.50a	110.00a	1.58c	3.50a	0.44	1.22a	3.88b	6.18a	0.13a	0.61a	125.00a	120.00b
	TSAN-10003SVI	62.50ab	67.50a	1015.00a	97.5.00a	1.9bc	3.31a	0.52a	1.21a	4.80ab	5.39a	0.15a	0.19a	197.50a	122.50ab
	TSAN-04-SI-SV7-3-1-SI	75.00a	80.00a	1062.50a	110.00a	1.65c	3.37a	0.30a	1.36a	3.60b	6.28a	0.17a	0.17a	215.00a	152.50a
	IMPERIAL F1®(T1)	67.50ab	60.00a	837.50a	102.50a	2.43ab	2.96a	0.33a	0.91a	4.77ab	6.44a	0.17a	0.10a	185.00a	107.50b
	CAIMAN F1®(T2)	72.50a	65.00a	1095.00a	115.00a	280.00a	3.11a	0.56a	1.23a	5.95a	6.12a	0.15a	0.17a	165.00a	120.00b
	CV (%)	16.98	20.93	63.68	29.39	22.37	15.16	43.46	37.47	19.12	20.12	31.33	160.59	43.46	16.67
	DMS	17.40	22.41	996.25	48.46	0.72	0.76	0.29	0.69	1.36	1.89	0.08	0.62	118.86	31.98

Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo con Fisher a una $p \leq 0.05$.

4.1. Diámetro en días a trasplante de la planta

En el análisis de varianza (ANVA) para la variable en estudio **diámetro en días a trasplante**, se encontró diferencia significativa $p < 0.05$ para esta característica. Una vez obtenidas los niveles de significancia para esta variable a través de la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró que el valor más alto para grosor de tallo lo obtuvo la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** mostro un diámetro de 2.75 mm, contra el testigo comercial **Caimán F1®** con un valor de 2.00 mm por lo que fue superado con una diferencia de 75 mm. (Figura 7).

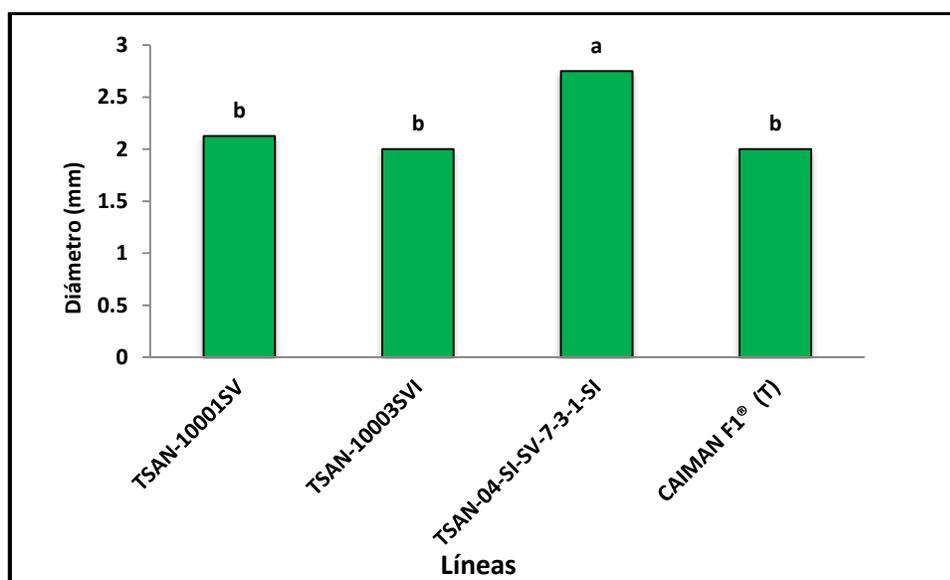


Figura 7. Diámetro de planta en días a trasplante en cuatro Líneas de tomate.

En la producción intensiva o extensiva es muy importante que esta característica en la calidad del tallo se manifieste y que a la vez vaya asociada con la sanidad y manejo de pos cosecha de la misma, puesto que para la temporada temprana la planta exige un mayor vigor para el arranque, debido a que las temperaturas no la favorecen y si la plántula va en una condición débil no responderá con el mismo potencial requerido para su buen desarrollo fenológico.

4.2. Número de flores

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de la variable **número de flores** en un promedio de tres racimos por planta para primera etapa de floración, se encontró diferencia significativa $p = 0.05$. Una vez obtenidas los niveles de significancia para esta variable a través de la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró que el valor más alto para la variable número de flores se obtuvo en la Línea **TSAN-10001SV** con 12 flores promedio, seguido por Línea **TSAN-10003-SVI** con 11 flores promedio contra el testigo comercial **Imperial F1®** con 9 flores por lo que fue superado con una diferencia de 3 flores, no manifestándose de la misma manera para el resto de las Líneas en estudio. (Figura 8).

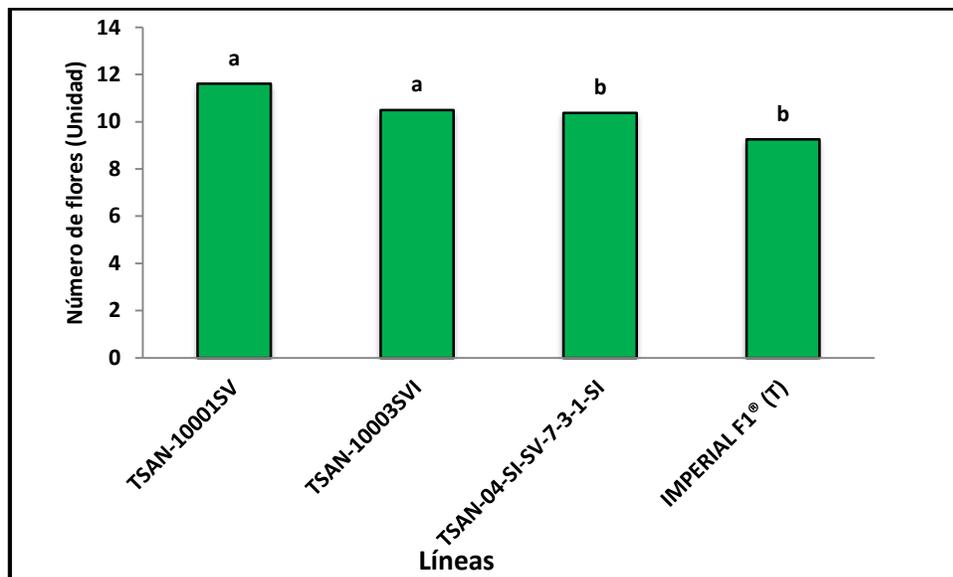


Figura 8. Número de flores de planta en cuatro Líneas de tomate.

Por considerarse una Línea mejorada con versatilidad con alto potencial en esta característica no fue manifestado el vigor Híbrido como lo reporta la literatura ya que la Heterosis puede ser manifestada en el vigor de la planta mas no para la floración por lo que se puede determinar que el carácter número de flores no se encuentre correlacionado con el vigor del tallo para esta etapa de acuerdo a los resultados

obtenidos ya que esto dependerá del número de racimos y flores en la planta, pero si se puede decir que el número de flores depende de las características genéticas de las Líneas y/o Híbridos (INTA 1999) menciona que la cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones de cultivo.

4.3. Distancia entre racimos florales en la etapa final de evaluación

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de la variable **distancia entre racimos**, tomando como punto de referencia entre el primero y segundo racimo, se encontró diferencia significativa $p = 0.05$. Una vez obtenidas los niveles de significancia para esta variable a través de la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró que el valor más alto para la variable número de flores lo obtuvo la Línea **TSAN-10001SV** con un valor de 10.25 cm, seguidos por las Líneas **TSAN-10003SVI** 16.62 cm y **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** 15.75 cm contra el testigo comercial **Imperial F1®** con un valor de 22.56 cm por lo que lo supero con una diferencia de 12.56 cm. (Figura 9).

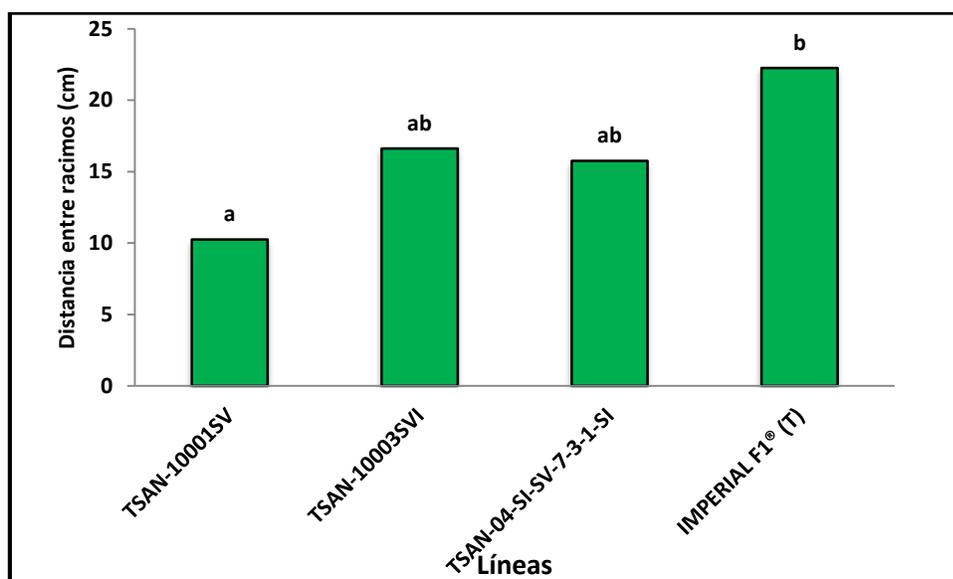


Figura 9. Distancia entre racimos florales de planta en cuatro Líneas de tomate.

Por lo que se determina esta característica de acuerdo a los resultados estadísticos puede ser que esté asociada con el Hábito de crecimiento de la planta ya que en el material mejorado son plantas de hábito Semi-Indeterminado contra el Híbrido que es de hábito Indeterminado donde el desarrollo de los crecimientos son más violentos durante el desarrollo de las etapas fenológicas, vegetativa-reproductiva, estos resultados confirman lo mencionado por Sánchez (2017) en estudios realizados en cielo abierto y agricultura protegida.

4.4. Peso del tallo seco en días a trasplante

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de la variable **peso del tallo seco en días a trasplante**, se encontró diferencia significativa $p = 0.05$. Una vez obtenidos los niveles de significancia para esta variable a través de la prueba de comparación de medias de Tukey se manifiesta que el valor más alto para la variable peso del tallo seco lo obtuvo la Línea **TSAN-10001SV** con un valor de 0.060 gramos, seguidas por las Líneas **TSAN-10003-SVI** y **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** ambas con un peso de 0.045 g contra el testigo comercial **Imperial F1®** con un peso de 0.035 gramos por lo que supero al Híbrido con una diferencia de 0.025 g. (Figura 10).

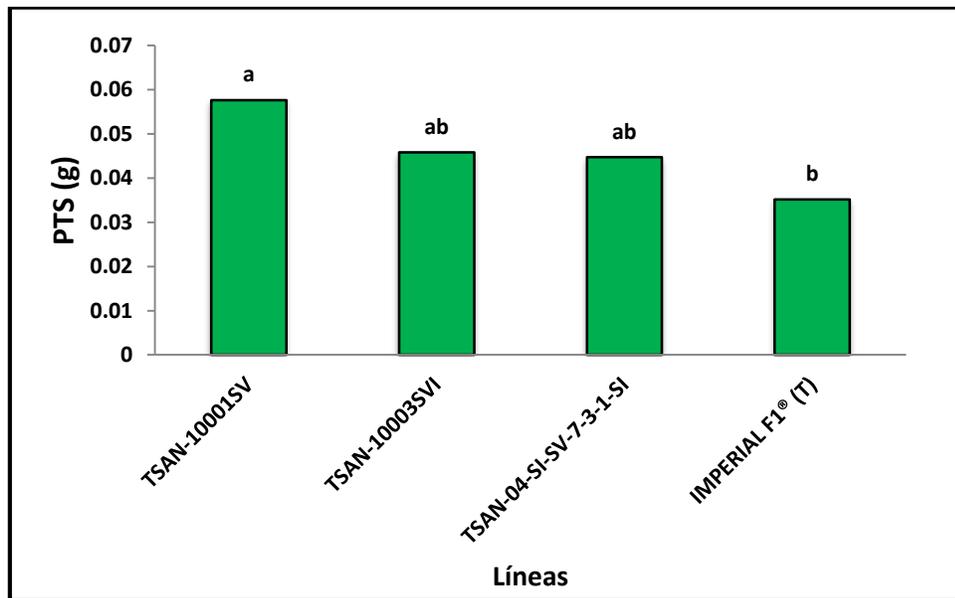


Figura 10. Peso del tallo seco en días a trasplante de planta en cuatro Líneas de tomate.

El contenido de peso de materia seca está asociado al potencial del material genético e indica más eficiencia productiva de biomasa al obtener mayor ganancia de materia seca por unidad de tejido asimilatorio y unidad de tiempo por lo que aquí se corrobora con los resultados obtenidos por Hunt (1990) en el mismo sentido de que la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) es un índice de productividad agrícola cuyos valores más altos se reflejan en mayor producción de los órganos de interés para la cosecha, contribuyendo a un mayor rendimiento de igual manera se corrobora con lo reportado por Gómez et al. (1999), al haber realizado trabajos en papa, indicando que a mayor eficiencia fotosintética promedio mayor producción de asimilados y con ello un mayor rendimiento, la relación que existe entre la mayor TCC y la capacidad de absorber mayor cantidad de energía lumínica, depende según Barraza de la efectividad para absorberla con el área de hojas que las plantas son capaces de sostener.

4.5. Potasio y Calcio (K, Ca) en el sistema radicular en floración, amarre y cuajado de fruto.

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de las variables de los **macro elementos en raíz** de planta se encontró diferencia significativa a una $p \leq 0.05$ en Potasio (K) en la etapa de floración y etapa de cuajado, en Calcio (Ca) en la etapa de cuajado de fruto. Para el caso de K en la etapa de floración el valor más alto fue para el testigo comercial **Imperial F₁**® con 2.53 % contra la Línea **TSAN-10001SV** con 0.89 % la cual fue superada por 1.64%. (Figura 11 A), para este mismo elemento en etapa de cuajado de fruto el valor más alto fue para el testigo comercial **Imperial F₁**® con 2.43 % contra la Línea **TSAN-10001SV** con 1.58 % la cual fue superada por 0.85%. (Figura 11 C). Para el caso de Ca el valor más alto fue para la Línea **TSAN-10003SVI** con 4.80% y el testigo comercial **Imperial F₁**® con 4.77% quedando ambos en el mismo grupo. (Figura 11 C).

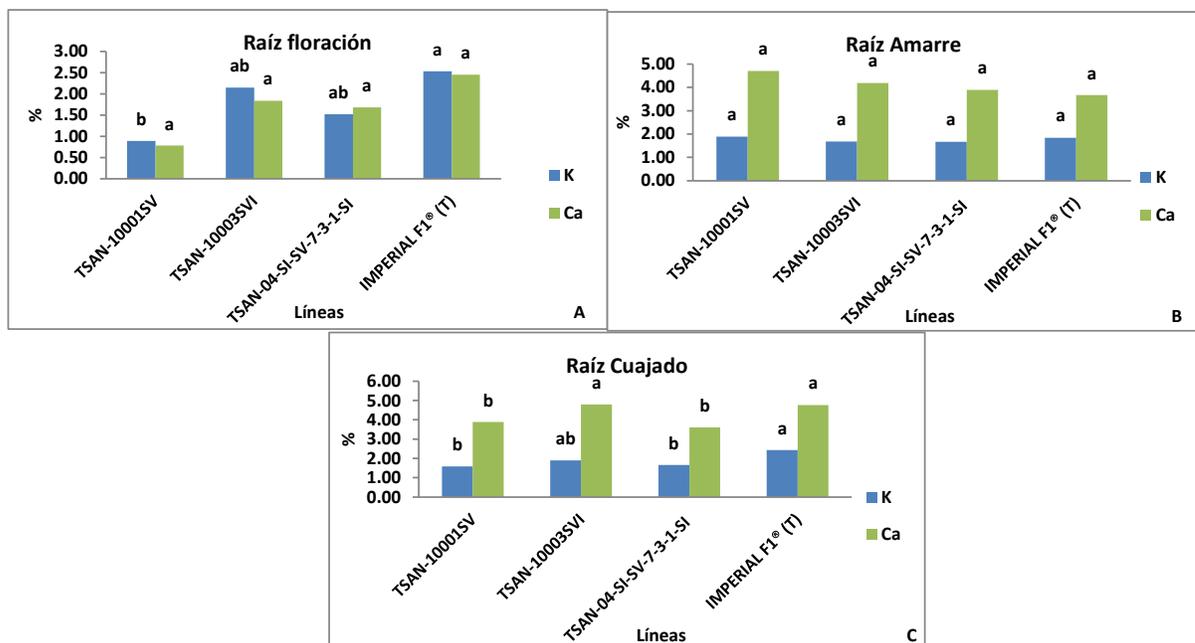


Figura 11. K y Ca de Raíz en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.

La demanda de K puede considerarse que se atribuya al Hábito de crecimiento de la planta y al proceso de Heterosis por su formación y estructura del mismo material genético, como se pudo determinar en el testigo comercial. Estos resultados se pueden complementar con lo reportado por Betancourt et al. (2013) donde reporta que el órgano que retiene menos K es la raíz ya que es la encargada del vínculo de transportarlos a la zona vegetativa-reproductiva de la planta ya que el fruto acumula hasta el 60 % del K total absorbido, en Ca este elemento es demandado en forma similar asociándose al número de flores auto fecundadas y a la calidad del fruto dependiendo de la etapa fenológica de la planta y este mismo autor reporta que la raíz es el órgano que menos Ca retiene ya que este elemento tiene muy poca movilidad en el floema, transportándose en la planta básicamente a través del xilema. Esto permite a los órganos de rápida transpiración como las hojas maduras acumulen altas cantidades de Ca, y contrariamente, que los órganos de baja transpiración como el fruto acumulen poco, cuando este elemento es deficiente se refleja en desorden fisiológico del fruto conocido como Blossom and rot o pudrición apical, siendo esta característica más frecuente en el tomate saladette o guaje.

4.6. Potasio y Calcio (K, Ca) en el tallo en floración, amarre y cuajado de fruto

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de las variables en los **Macro elementos en tallo** de planta se encontró diferencia significativa a una $p \leq 0.05$ en Potasio (K) y en Calcio (Ca) en la etapa de floración. Para el caso de K el mayor grado de utilidad fue para el testigo comercial **Imperial F₁**® con 11.20 % contra la Línea **TSAN-100031SVI** con 8.67 % la cual fue superada con un 3.03 % y para Ca el mayor grado de utilidad fue para el testigo comercial **Imperial F₁**® con un valor de 6.09 %, seguido por la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** con 6.04 %. (Figura 12 A).

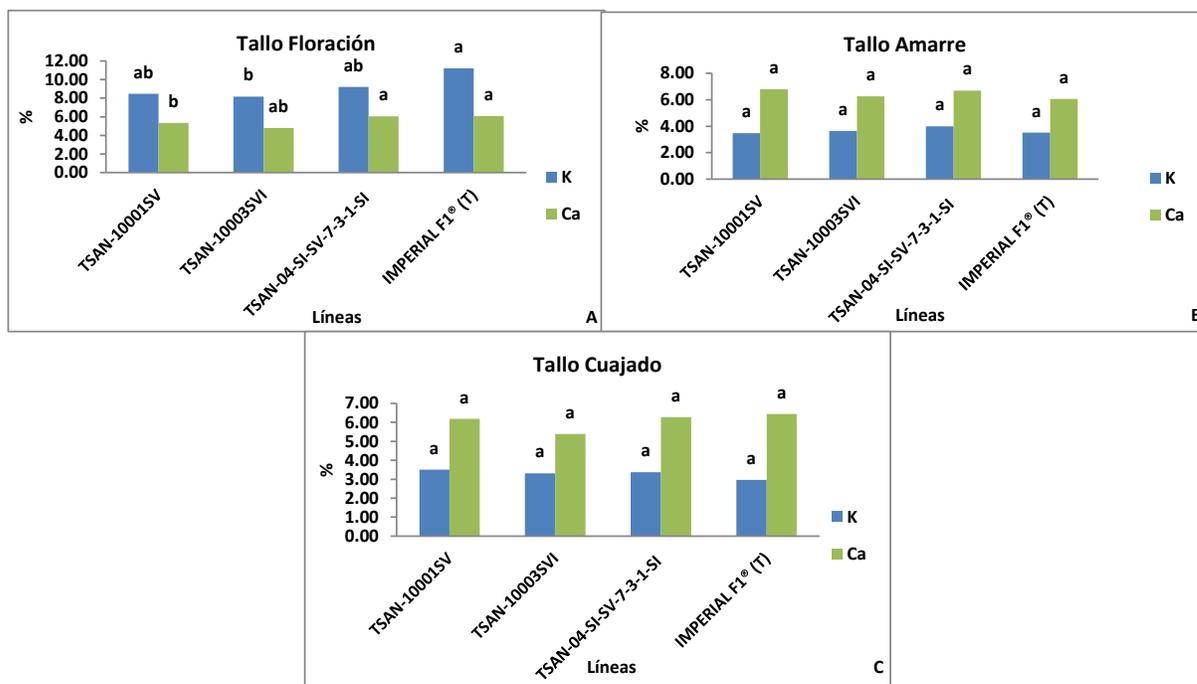


Figura 12. K y Ca de Tallo en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.

La demanda de K puede considerarse que este asociado al hábito de crecimiento requerido por el propio material genético de la planta y de las condiciones del medio ambiente, suelo y fecha de siembra como para este caso que fue manejado en ambiente controlado, de igual manera como se observa en la figura 6, gráfica A el considerable contenido de K en la etapa de floración tenga relación con la próxima etapa que es amarre de fruto, donde la planta demanda cantidades más altas de K para la formación de los mismos. Estos resultados coinciden con los reportados por Bugarín et al. (2002), quienes estudiaron la acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total en tomate y señalan que después del establecimiento del cultivo se observa un incremento acelerado en la acumulación de K, dependiendo del hábito de crecimiento y ciclo del cultivo. Este incremento se le atribuye al crecimiento de los frutos los cuales demandan altas cantidades de K. El Ca en etapa de floración a pesar de tener diferencias significativas, se presentaron valores más altos y estables en las etapas de amarre y

cuajado de fruto (Figura 12 B y C). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Betancourt et al. (2013) en un estudio realizado en tomate in situ bajo cielo abierto, donde menciona que en la etapa de cuajado del fruto presenta una concentración más estable y al final del ciclo la extracción de Ca con los valores más altos fue en el orden hoja>tallo>fruto>raíz, con valores de 2016, 425, 104 y 57 miligramos por planta, respectivamente.

3.7. Fosforo (P) en el sistema radicular y tallo de la planta en floración, amarre y cuajado de fruto

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de las variables de los **Macro elementos en raíz y tallo** de planta se encontró diferencia significativa a una $p \leq 0.05$ en Fosforo (P) en raíz en la etapa de floración y amarre de fruto, y en el tallo se encontró de igual manera diferencia en floración y amarre. Para el caso de P en raíz en la etapa de floración donde el valor más alto fue para el testigo comercial **Imperial F1®** con 0.15 % contra la Línea pura **TSAN-10001SV** con 0.09 %, superándola con el 0.06 %, para P de raíz en etapa de amarre el valor más alto fue para el testigo comercial **Imperial F1®** con 0.19 % contra la Línea experimental **TSAN-04-SV-7-3-1-SI** con 0.10 % superándola con 0.09 % (Figura 13 A). Para P en tallo en etapa de floración el valor más alto lo obtuvo el testigo comercial **Imperial F1®** con 0.15 %, seguido por las Líneas puras **TSAN-10003SVI** con 0.14 % y **TSAN-10001SV** con 0.11 % situándose las tres en el mismo grupo contra la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** con 0.10 %, siendo superado con 0.05%, para P en etapa de amarre el valor más alto lo obtuvo la Línea **TSAN-10003-SVI** con 0.18% contra el testigo comercial **Imperial F1®** con 0.12 %, superándolo con 0.06 %. (Figura 13 B).

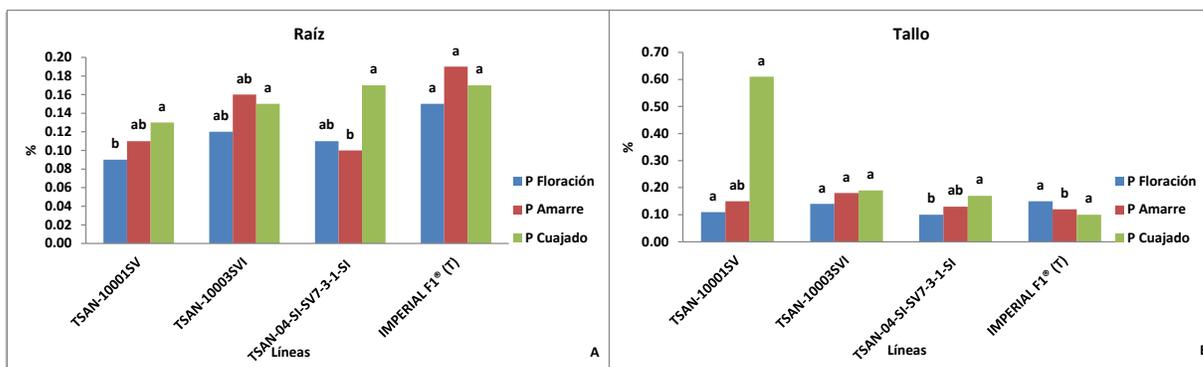


Figura 13. P de Raíz y Tallo en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.

La demanda de P en el tallo y hojas de la planta en etapa de floración y amarre de fruto pudiera atribuirse a que en estas etapas la planta demanda más P ya que lo requiere la calidad de polen y fecundación de frutos para el amarre de los mismos dependiendo del número de flores por racimo y la etapa de desarrollo fenológica por lo tanto este elemento es transportado de la raíz hacia el tallo, hojas y flores siendo esencial para la polinización y fecundación independientemente de las etapas fenológicas, lo anterior coincide con lo reportado por Betancourt et al. (2013) y Sánchez (2017) en un estudio realizado en extracción de macro nutrientes y formación de nuevos materiales genéticos para el cultivo de tomate donde se obtuvo que los frutos fueron los principales extractores de P al final del ciclo del cultivo, principalmente bajo agricultura protegida donde es mas intensivo el periodo de cosechas, estos resultados también son similares a los obtenidos por Fayad et al. (2002) quienes reportaron una mayor extracción por parte de los frutos y señalan que la acumulación de P en la parte vegetativa de la planta ocurre como consecuencia de la movilización de nutrientes y asimilados por efecto del aumento de la actividad metabólica asociada a actividad hormonal, crecimiento y división celular de igual manera Sainju et al. (2003) señalan que la absorción diferencial de nutrientes que realizan las plantas del tomate afecta su concentración, e indican que en este cultivo la absorción de P es más baja que la absorción de N y K sin embargo es un elemento esencial que la planta requiere para evitar el problema en la formación de

frutos de mala calidad en tamaños extra grandes y grandes para evitar la formación de cara de gato (cat face) (Sánchez, 2017).

4.8. Fierro, Zinc y Manganeso (Fe, Zn, Mn) en el tallo en floración, amarre y cuajado de fruto

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de las variables de los Micro elementos en tallo de planta se encontró diferencia significativa a una $p \leq 0.05$ en Fierro (Fe) en la etapa de floración, Zinc (Zn) en la etapa de amarre de fruto y Manganeso (Mn) en la etapa de cuajado del mismo. Para el caso de Fe el valor más alto fue para la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** que manifestó el valor de 282 ppm contra el testigo comercial **Caimán F₁®** con un valor de 80 ppm por lo que fue superado con una diferencia de 202 ppm. (Figura 14 A). Para Zn el valor más alto lo obtuvo **Caimán F₁®** con un valor de 76 ppm contra la Línea en proceso de formación denominada **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** con un valor de 65 ppm por lo que fue superada con un valor de 11 ppm. (Figura 14 B). Para Mg el valor más alto lo obtuvo la Línea en proceso de formación denominada **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** con un valor de 153 ppm contra el testigo comercial **Caimán F₁®** con un valor de 120 ppm por lo que lo supero con un valor de 33 ppm. (Figura 14 C).

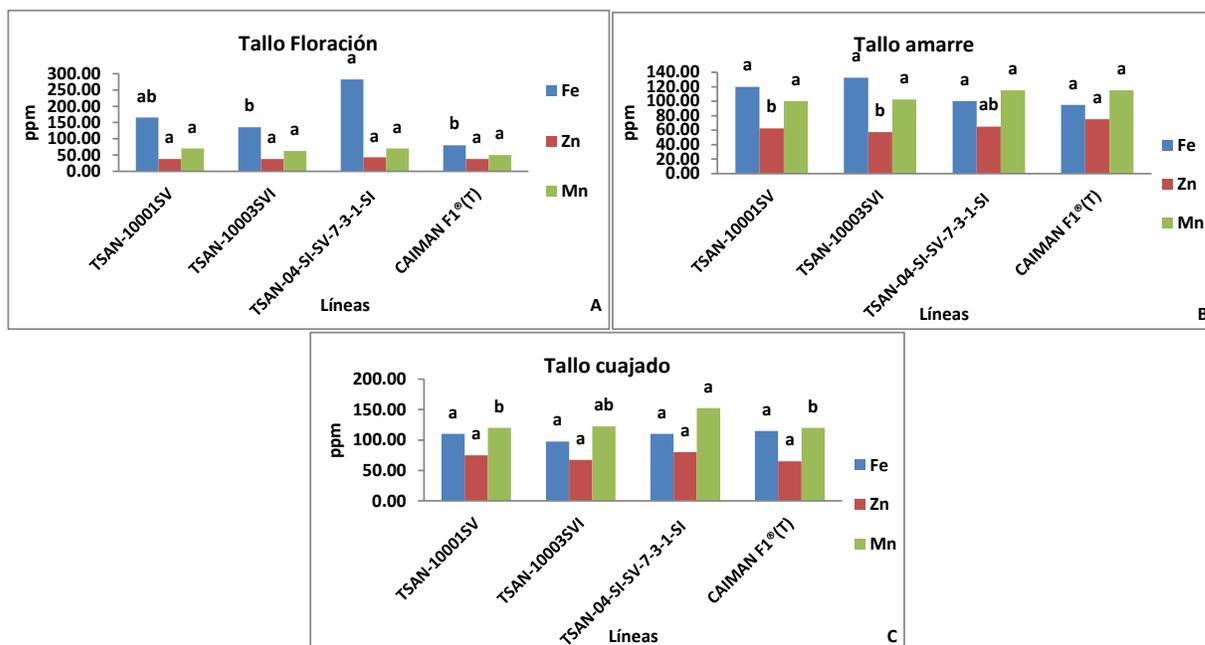


Figura 14. Fe, Zn y Mn de Tallo en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.

La Línea experimental podría considerarse mas demandante para los micro elementos Fe y Mn, no siguiendo el mismo patrón para el testigo comercial que demando más Zn. Observándose que cada micro elementos mostro diferente comportamiento de acuerdo a las etapas fenológicas y del material genético de la Línea y/o del Híbrido por lo que se puede concebir en los resultados obtenidos que cada uno de los elementos juega un papel importante y actúa en forma independiente en el desarrollo vegetativo-reproductivo y la interacción del resto de los micro elementos.

4.9. Zinc (Zn) en el sistema radicular en floración, amarre y cuajado de fruto

En el análisis de varianza (ANVA) para el estudio de las variables de los **Micro elementos en raíz** de planta se encontró diferencia significativa a una $p \leq 0.05$ en Zinc (Zn) en la etapa de cuajado de fruto donde el valor más alto fue para la Línea

experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1-SI** con un valor de 75 ppm, seguida por el testigo comercial **Caimán F1®** con un valor de 73 ppm por lo que se situaron el mismo grupo. (Figura 15 C).

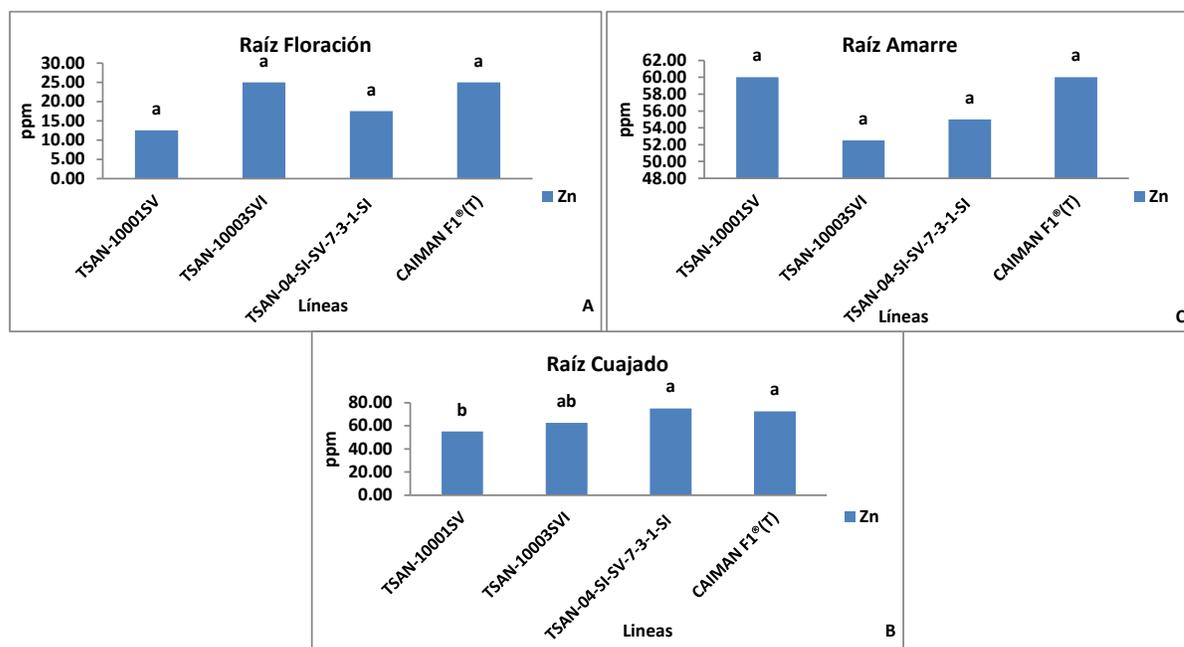


Figura 15. Zn de Raíz en las diferentes etapas fenológicas (Floración, amarre y cuajado de fruto) en cuatro Líneas de tomate.

El Zn es un micro elemento en raíz que actúa de manera muy estable en las diferentes etapas de desarrollo independientemente del material genético.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos para las diferentes variables evaluadas en campo y laboratorio fueron obtenidos en los niveles de estudios realizados en Líneas extrafirmes y experimentales contra Híbridos comerciales.

Para la variable diámetro del tallo en días a trasplante fue para la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1**, para número de flores el mejor comportamiento fue para la Línea **TSAN-10001SV**, para distancia entre racimos florales fue para la Línea **TSAN-10001SV** y para peso del tallo seco en días a trasplante lo obtuvo la Línea **TSAN-10001SV**.

Para macro y micro nutrientes en raíz de planta en las diferentes variables (elementos) se manifestaron para las siguientes Líneas, para K en etapa de floración y cuajado de fruto fue para el testigo **Imperial F₁®**, para Ca en esta misma etapa fue para la Línea **TSAN-10003-SVI** y para P en floración y amarre de fruto fue para el testigo **Imperial F₁®**, para Zn en etapa de cuajado de fruto fue para la Línea **TSAN-04-SI-SV-7-3-1**.

Para macro y micro nutrientes en tallo de planta los mejores resultados lo obtuvieron las siguientes Líneas, para K en etapa de floración fue para el testigo **Imperial F₁®**, para Ca para la misma etapa fue para el testigo comercial **Imperial F₁®**.

En P para etapa de floración fue para el testigo comercial **Imperial F₁®**, P en etapa de amare fue para la Línea **TSAN-10003-SVI**, en Fe para etapa de floración fue para la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1**, en Zn para etapa de amarre de fruto fue para el testigo **Caimán F₁®**, y en Mn para etapa de cuajado de fruto fue para la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1**.

Los diferentes materiales genéticos presentan un comportamiento muy irregular para las diferentes etapas fenológicas para el caso del testigo **Imperial F₁®** en macro elementos tiene una demanda para K, Ca y P en la floración y cuajado de fruto,

seguido por **TSAN-10003SVI** para Ca y P en cuajado y amarre, sin embargo en la Línea experimental **TSAN-04-SI-SV-7-3-1** solo para los micro elementos **Zn, Fe y Mn** para floración y cuajado.

VI. LITERATURA CITADA

- AMHPAC. 2016. Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A.C. La horticultura protegida en México situación actual y perspectivas.
- ArgenBio. 2013. Manual de Tecnologías Para una Agricultura Sustentable.
- Atlas agroalimentario. 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Barraza, F.V. 2000. Crecimiento del Chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro soluciones nutritivas bajo invernadero. Tesis de Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 142 p.
- Betancourt, P, Pierre F. 2013. Extracción de macronutrientes por el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. var. Alba) en casas de cultivo en Quíbor, estado Lara.
- Bugarín, R. A. Galvis, P. Sánchez y D. García. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. Terra Latinoamericana 20(4): 401- 409.
- CENTA. 2000. Guía Técnica Cultivo de Tomate. Ciudad Arce, La libertad El Salvador.
- computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Domínguez, V.A. 1997. Tratado de Fertilización. 3ra. Edición. Mundi Prensa. Madrid. 613p.
- Escalona V; Alvarado P; Monardes H; Urbina C; Martín A. 2014. Boletín Informativo. EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

- FAO, 2012. Los fertilizantes y su uso. <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Fayad, J., P. Fontes, A. Cardoso, F. Finger y F. Ferreira. 2002. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília. Pp 90-94.
- FIAC. 2012. Comité Consultivo de la Industria de Fertilizantes. <http://static.elmercurio.cl/Documentos/Campo/2012/08/06/201208069103.pdf>
- Finck A. 1988. Fertilizantes y Fertilización. Barcelona España. Impresiones Gersa. 432 p.
- FIRA. 2016. Panorama agroalimentario. Pp 3-8. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf
- Giovannoni J. 2004. Plant Cell. Pp 16, 170–180.
- Gómez, C., C. Buitrago, M. Cante y B. Huertas. 1999. Ecofisiología de papa (*Solanum tuberosum*) utilizada para consumo fresco y para la industria. Revista COMALFI. Pp 42-55.
- Gur A ; Zamir D. 2004. PLos Biology 2. Pp 245.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. Unwin Hyman Ltd. 112 p.
- IFA. 2002. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Manual Mundial sobre el Uso de Fertilizantes.
- INTA, 2012. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Mejoramiento genético PEA2, Semilla.
- León, G.H.M. 2006. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Derechos Reservados SEP-INDAUTOR, Registro público 03-2004-04-2113462600-01. Pp 62-66.

- Marschner H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Elsevier Science - Academic press. Germany. 899p.
- Millrt J; Tanksley SD. 1990. Theoretical and Applied Genetics. Pp 37-48.
- Nuez, F. 1995. El cultivo de tomate. Ediciones mandí-prensa, Barcelona España. Pp 15-766.
- Nuño, R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California.
- Quiroz, C. F. 1974. Phylogeny or the tomato species. Report Tomato Genetics Coop. Pp 19-20.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical
- Ranc N; Muños S; Santoni S; Causse M. 2008. BMC Plants Biology. Pp130.,
- Rick C; Fobes J. 1975. Bulletin of the Torrey Botanical Club 102, 376-84
- Rick, CM. And Fobes, I.F. Allozyme variation in the cultivates tomato and close y reated species. Bulletin of the Torrey Botanical. Club. 102 (6): 376-384, 1975b.
- Rodríguez GR, Pereira da Costa JH, Pratta GR, Zorzoli R y Picardi LA, Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
- Sainju, U.M., R. Dris y B. Singh. 2003. Mineral nutrition of tomato. Food, Agriculture & Environment 1(2): 176-184.
- Sánchez J. Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas - conceptos básicos. Fertitec.
- Sánchez, L.A. 2014. Atributos de calidad en dos nuevos cultivares de tomate extra formes de Larga Vida de Anaquel. Congreso mesoamericano de investigación UNACH. Pp 531-535.
- Sánchez, L.A. 2017. Registro y caracterización para la obtención del título obtentor para dos nuevas variedades de Tomate Beef de la Larga Vida de Anaquel

denominadas “VILLA NARRO” y “SOFIMELI” de acuerdo a los lineamientos de la unión internacional para la protección de variedades vegetales (UPOV) ante el SNICS y el Catalogo Nacional Para Variedades Vegetales ante SAGARPA.

SIAP, SAGARPA, 2017. Fuente de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de SAGARPA en los estados.

Tecnología diferenciada en fertilizantes de complejos químicos para uso en la agricultura de alto rendimiento
https://www.researchgate.net/publication/260208521_TECNOLOGIA_DIFERENCIADA_EN_FERTILIZANTES_DE_COMPLEJOS_QUIMICOS_PARA_USO_EN_LA_AGRICULTURA_DE_ALTO_RENDIMIENTO

Vallejo C, Franco A. 1999. Mejoramiento genético y producción de tomate en Colombia. Ed. Feriva S.A. Pp 55-63.

Vallejo F; Estrada E. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Pp 41-52.

VII. APÉNDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza para la variable diametro en días a trasplante

```
Variable Diametro2
Analysis of Variance Table

Response: Diametro2
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Tratamiento  4 1.7000  0.42500   14.571 4.742e-05 ***
Residuals   15 0.4375  0.02917
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 7.85207
Study: TUKEY
```

Cuadro A.2. Análisis de varianza para la variable número de flores

```
Response: NFlores
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Tratamiento  4 105.925 26.4812   4.2569 0.01687 *
Residuals   15  93.312  6.2208
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 21.6413
Study: TUKEY
```

Cuadro A.3. Análisis de varianza para la variable distancia entre racimos

```
Response: DistRacimos
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Tratamiento  4 383.08  95.769   3.3128 0.03916 *
Residuals   15 433.63  28.908
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 31.07888
Study: TUKEY
```

Cuadro A.4. Análisis de varianza para la variable peso del tallo en seco en días a trasplante.

```

Response: PesoTalloS1
      Df  Sum Sq  Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 0.0010177 2.5442e-04  2.9936 0.05308 .
Residuals   15 0.0012748 8.4987e-05
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv

```

Cuadro A.5. Análisis de varianza para la variable Zinc en raíz en etapa de floración

```

Response: ZINC1RAIZ
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4   530  132.500  1.4860 0.2672
Bloques      3   580  193.333  2.1682 0.1448
Residuals   12  1070   89.167
cv
[1] 44.96576

```

Cuadro A.6. Análisis de varianza para la variable Zinc en tallo en etapa de floración

```

Response: ZINC1TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4   200   50.000  1.0714 0.4128
Bloques      3    40   13.333  0.2857 0.8348
Residuals   12   560   46.667
cv
[1] 17.07825

```

Cuadro A.7. Análisis de varianza para la variable Hierro en tallo en etapa de floración

```

Response: FIERRO1TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 90250 22562.5  3.0275 0.06102 .
Bloques      3 46520 15506.7  2.0807 0.15630
Residuals   12 89430  7452.5
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 53.95491

```

Cuadro A.8. Análisis de varianza para la variable Potasio en raíz en etapa de floración

```

Response: POTASIO1RAIZ
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  6.2537  1.56343  1.4202 0.2862
Bloques      3  2.0824  0.69413  0.6306 0.6092
Residuals   12 13.2098  1.10082
cv
[1] 58.549

```

Cuadro A.9. Análisis de varianza para la variable Potasio en tallo en etapa de floración

```
Response: POTASIO1TALLO
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 22.344  5.5859  1.6871 0.2172
Bloques      3  9.306  3.1022  0.9370 0.4531
Residuals   12 39.731  3.3109
cv
[1] 19.55916
```

Cuadro A.10. Análisis de varianza para la variable Calcio en raíz en etapa de floración

```
Response: CALCIO1RAIZ
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  5.7755  1.44387  1.0345 0.4291
Bloques      3  1.4098  0.46992  0.3367 0.7992
Residuals   12 16.7488  1.39574
cv
[1] 68.52744
```

Cuadro A.11. Análisis de varianza para la variable Calcio en tallo en etapa de floración

```
Response: CALCIO1TALLO
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 11.8836  2.97090  6.7807 0.004297 **
Bloques      3  6.3418  2.11394  4.8248 0.019867 *
Residuals   12  5.2577  0.43814
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 12.57211
```

Cuadro A.12. Análisis de varianza para la variable Fosforo en raíz en etapa de floración

```
Response: FOSF1RAIZ
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 0.00802 0.00200500  2.2827 0.1205
Bloques      3 0.00466 0.00155333  1.7685 0.2066
Residuals   12 0.01054 0.00087833
cv
[1] 24.09487
```

Cuadro A.13. Análisis de varianza para la variable Fosforo en tallo en etapa de floración

```

Response: FOSF1TALLO
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 0.01402  0.0035050  1.7481 0.2042
Bloques      3 0.01324  0.0044133  2.2012 0.1407
Residuals   12 0.02406  0.0020050

cv
[1] 31.53326
    
```

Cuadro A.14. Análisis de varianza para la variable Fosforo en tallo en etapa de floración.

```

Response: MNGNSO1TALLO
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  1350  337.50  0.4046 0.8019
Bloques      3  1540  513.33  0.6154 0.6181
Residuals   12 10010  834.17

cv
[1] 44.43376
    
```

Cuadro A.15. Análisis de varianza para la variable Zinc en raíz en etapa amarre de fruto.

```

Response: ZINC2RAIZ
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4   320   80.00  0.4286 0.7854
Bloques      3   735  245.00  1.3125 0.3157
Residuals   12  2240  186.67

cv
[1] 24.6173
    
```

Cuadro A.16. Análisis de varianza para la variable Zinc en tallo en etapa amarre de fruto.

```

Response: ZINC2TALLO
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4   470  117.50  2.8776 0.0696257 .
Bloques      3  1935  645.00 15.7959 0.0001815 ***
Residuals   12   490   40.83

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 9.907126
    
```

Cuadro A.17. Análisis de varianza para la variable Hierro en tallo en etapa de amarre de fruto.

```

Response: FIERRO2TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4   4120   1030.0   0.5797 0.6831
Bloques      3   7855   2618.3   1.4737 0.2712
Residuals   12  21320   1776.7
cv
[1] 38.49363

```

Cuadro A.18. Análisis de varianza para la variable Potasio en raíz en etapa de amarre de fruto.

```

Response: POTASIO2RAIZ
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 0.72392 0.18098   0.8454 0.5229
Bloques      3 1.14796 0.38265   1.7875 0.2030
Residuals   12 2.56884 0.21407
cv
[1] 24.90188

```

Cuadro A.19. Análisis de varianza para la variable Potasio en tallo en etapa de amarre de fruto.

```

Response: POTASIO2TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 1.0318 0.25796   2.1612 0.13546
Bloques      3 1.0662 0.35541   2.9776 0.07406 .
Residuals   12 1.4323 0.11936
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 9.603446

```

Cuadro A.20. Análisis de varianza para la variable Calcio en raíz en etapa de amarre de fruto.

```

Response: CALCIO2RAIZ
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  2.9831  0.7458  1.3702 0.30152
Bloques      3 10.1628  3.3876  6.2238 0.00857 **
Residuals   12  6.5316  0.5443
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 17.55752

```

A.21. Análisis de varianza para la variable Calcio en tallo en etapa de amarre de fruto.

Response: CALCIO2TALLO						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Tratamiento	4	1.6582	0.41455	0.6432	0.6420	
Bloques	3	1.7069	0.56896	0.8828	0.4775	
Residuals	12	7.7341	0.64451			
cv						
[1]		12.35098				

Cuadro A.22. Análisis de varianza para la variable Manganeso en tallo en etapa de amarre de fruto.

Response: MNGNSO2TALLO						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Tratamiento	4	770	192.50	0.2793	0.8857	
Bloques	3	2280	760.00	1.1028	0.3859	
Residuals	12	8270	689.17			
cv						
[1]		24.30739				

Cuadro A.23. Análisis de varianza para la variable Zinc en raíz en etapa de cuajado de fruto.

Response: ZINC32RAIZ						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Tratamiento	4	1030	257.50	2.0196	0.1556	
Bloques	3	695	231.67	1.8170	0.1977	
Residuals	12	1530	127.50			
cv						
[1]		16.97983				

Cuadro A.24. Análisis de varianza para la variable Zinc en tallo en etapa de cuajado de fruto.

Response: ZINC3TALLO						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Tratamiento	4	1020	255.00	1.2047	0.3587	
Bloques	3	1135	378.33	1.7874	0.2031	
Residuals	12	2540	211.67			
cv						
[1]		20.93348				

Cuadro A.25. Análisis de varianza para la variable Hierro en tallo en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: FIERRO3TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4    770   192.50  0.1946 0.9365
Bloques      3   7380  2460.00  2.4869 0.1104
Residuals   12  11870   989.17
cv
[1] 29.39348
  
```

Cuadro A.26. Análisis de varianza para la variable Potasio en raíz en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: POTASIO3RAIZ
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  4.3658  1.09146  5.0434 0.01282 *
Bloques      3  0.8021  0.26736  1.2354 0.33979
Residuals   12  2.5969  0.21641
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 22.37136
  
```

Cuadro A.27. Análisis de varianza para la variable Potasio en tallo en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: POTASIO3TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  0.7440  0.18601  0.7648 0.5680964
Bloques      3  8.6136  2.87120  11.8049 0.0006818 ***
Residuals   12  2.9186  0.24322
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 15.15594
  
```

Cuadro A.28. Análisis de varianza para la variable Calcio en raíz en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: CALCIO3RAIZ
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 13.6392  3.4098  4.3988 0.0203 *
Bloques      3  4.4412  1.4804  1.9098 0.1819
Residuals   12  9.3019  0.7752
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 19.11904
Study: METODO DE TUKEY
  
```

Cuadro A.29. Análisis de varianza para la variable Calcio en tallo en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: CALCI03TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  2.6198  0.6550  0.4367 0.77978
Bloques      3 26.7373  8.9124  5.9431 0.01005 *
Residuals   12 17.9956  1.4996
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv
[1] 20.1248

```

Cuadro A.30. Análisis de varianza para la variable Fosforo en raíz en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: FOSF3RAIZ
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 0.00498 0.0012450  0.5017 0.7353
Bloques      3 0.00402 0.0013400  0.5400 0.6639
Residuals   12 0.02978 0.0024817
cv
[1] 31.33102

```

Cuadro A.31. Análisis de varianza para la variable Fosforo en tallo en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: FOSF3TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4 0.67507 0.16877  1.0305 0.4309
Bloques      3 0.50484 0.16828  1.0276 0.4150
Residuals   12 1.96521 0.16377
cv
[1] 160.5881

```

Cuadro A.32. Análisis de varianza para la variable Manganeso en tallo en etapa de cuajado de fruto.

```

Response: MNGNS03TALLO
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  4  4470 1117.5  2.5938  0.09 .
Bloques      3 34655 11551.7 26.8124 1.323e-05 ***
Residuals   12  5170  430.8
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
cv

```

