

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de la Adaptabilidad y Producción de Genotipos de Tomate de
Crecimiento Indeterminado Bajo Condiciones de Campo Abierto

Por:

URIEL COLÍN HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de la Adaptabilidad y Producción de Genotipos de Tomate de
Crecimiento Indeterminado Bajo Condiciones de Campo Abierto

Por

URIEL COLÍN HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Asesor Principal Interno



M.C. Felicito Ausencio Díaz Vázquez
Asesor Principal Externo



Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza
Coasesor



Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2023

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Uriel Colín Hernández

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme, salud, sabiduría, paciencia, darme claridad en esos días nublados donde quería dejarlo todo, gracias a ello hoy estoy culminando esta meta en mi vida por la cual se luchó hasta el final.

A mi Alma Terra Mater, por darme la oportunidad de formar parte de esta institución y prepararme profesionalmente durante estos años, es un honor ser un ingeniero egresado de tan noble casa de estudios, más aún cuando está cumpliendo 100 años de formas agrónomos.

Al MC. Felicito Ausencio Díaz Vázquez, asesor principal externo, por todo el apoyo y aprendizaje compartido conmigo, por haber tenido la disponibilidad, paciencia y tiempo para atender mis dudas y sacar este trabajo a flote, gracias no solo por el aprendizaje sino también por su amistad.

A mi Asesor principal interno, Dr. Alberto Sandoval Rangel, principalmente por haberme dado la oportunidad de realizar ese proyecto de tesis, haber confiado en mí y haber tenido la disponibilidad de atender dudas y aclaraciones, me llevo sus buenos consejos Dr. Sandoval, gracias.

A mi amigo, Juan Dolores Pérez López, mi compadre, que estuviste en los buenos y malos momentos durante todos estos años de universidad, más malos que buenos, pero claro las risas nunca faltaron ILY precioso.

A José Carlos Velasco Orea, por tu apoyo para establecer el experimento en la unidad experimental y tu amistad durante este corto tiempo de conocerte.

A Magaly Villeda bonilla, por todo tu apoyo incondicional durante este tiempo, y no permitir que me diera por vencido y estar ahí conmigo en los malos y buenos momentos, gracias <3.

A los Guayaberos Mamalones, Jaime Díaz Marín, Luis serna, Ulises Camacho, por su apoyo incondicional y constante de transporte siempre que lo necesité, la motivación y consejos en cada viaje tan largo, pero sin duda con platicas tan amenas que hacía tan corto el viaje, muchas gracias por todo viejos.

DEDICATORIA

A mi Padre, Deyvi Omar Colín Rivas, por haberme educado con principios y valores, tuvo una tarea muy difícil ya que nunca le enseñaron como a ser padre, pero a su manera lo logró, gracias por todo, sus regaños, sus consejos y el buen ejemplo que nos dio, a cada uno de nosotros, Mi papá, siempre lo he mirado como un Ex Marine retirado, que nunca se me dobla con nada ni en los peores momentos que le ha puesto la vida, nunca lo he escuchado quejarse de nada y eso admiro mucho de usted, gracias por todo papá.

A mi Madre, Miriam Hernández Rubio, Mi Reyna, por sus consejos y ser el motor en mi vida, tu apoyo incondicional, solo tú tienes ese poder de cargarme de energía, de ánimos con tan solo una llamada, gracias por todo, esas pláticas motivadoras cuando no me sentía con ánimos de seguir, este logro no solo es mío si no también tuyo mamá, el orgullo que sientes por mí es el mismo que tengo yo por tener una madre tan ejemplar, te amo.

A mis tíos maternos, Cristian Hernández Rubio, Luis Eduardo Hernández Rubio, Rafael Hernández Rubio, por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles en mi vida, gran parte de este logro es gracias a ustedes, gracias por todo tíos.

A mis abuelos maternos, María Ángela Hernández Rubio, Antonio Álvarez Téllez, por todo el apoyo brindado en su momento.

A mis hermanos, Omar, Ángel, Juan, Rafael y Leonel, Que digo hermanos, mi vida entera, gracias por formar parte de ella, cada uno de ustedes saben lo que pasamos para estar donde estamos ahora, no donde queremos, pero ya no donde estábamos años atrás, un orgullo para mi tenerlos como hermanos, los quiero.

A mi tía Lilian Colín Rivas, por su apoyo moral e incondicional, sus consejos motivacionales y económicos cuando lo necesite, gracias por todo tía, es un sol de persona, de este gran logro en mi vida también usted forma parte.

A mi abuelita Lidia Rivas, por su apoyo moral durante la recta final de esta meta, muchas gracias abuelita.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia del cultivo.....	3
2.1.1 Importancia mundial.....	3
2.1.2 Importancia nacional.....	4
2.2 Agronomía del cultivo	4
2.2.1 Taxonomía del cultivo	4
2.2.2 Descripción botánica.....	5
2.2.3 Fisiología	6
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	7
2.2.5 Requerimiento nutricional.....	7
2.3 Objetivos de las pruebas de comportamiento del genotipo	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Localización del sitio experimental	10
3.2 Material genético.....	11
3.3 Diseño experimental	11
3.4 Metodología del experimento	12
Preparación del terreno	12
Producción de Plántula.....	13
Trasplante.....	13
Nutrición mineral y fertirriego	13
Deschuponado	13
Tutorado.....	13
Deshierbe.....	14
3.5 Variables evaluadas	14

3.5.1	Variables agronómicas de crecimiento	14
3.5.2	Variables de producción y calidad de fruto.....	15
3.6	Análisis estadístico.....	16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1	Variables de crecimiento	17
4.2	Variables de calidad de fruto	20
4.3	Variables de rendimiento.....	27
4.4	Variables de Incidencia de enfermedades	30
V.	CONCLUSIONES.....	32
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en el lote experimental bajo un arreglo en Bloques completamente aleatorizados.	12
Cuadro 2. Valores medios de las variables altura de planta y diámetro de tallo de genotipos experimentales de tomate de crecimiento indeterminado evaluados a campo abierto	17
Cuadro 3. Valores medios de las variables Longitud de Hoja y Ancho de Hoja, de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, establecidos en condiciones de campo abierto.	20
Cuadro 4. Valores medios del porcentaje de frutos clasificados en los diversos calibres comerciales, para diez genotipos de tomate de crecimiento indeterminado evaluados a campo abierto.	21
Cuadro 5. Valores medios de las variables Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar de los frutos de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, establecidos a campo abierto.	24
Cuadro 6. Valores medios del Grosor de Pericarpio y la Firmeza del Fruto, de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, bajo condiciones de campo abierto.	26
Cuadro 7. Valores medios de los componentes de rendimiento de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado.	28
Cuadro 8. Porcentaje de incidencia de enfermedades en plantas de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, en condiciones de campo abierto.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sitio experimental, UAAAN, Saltillo, Coahuila.	10
Figura 2. Dinámica del crecimiento medido mediante la variable Altura de Planta, de los genotipos evaluados, durante el periodo de muestreo.	19
Figura 3. Distribución porcentual de los frutos de acuerdo a calibres comerciales, en genotipos de tomates de crecimiento indeterminado, establecidos en campo abierto	22
Figura 4. Distribución porcentual de los frutos de acuerdo a calibres comerciales, en genotipos de tomates de crecimiento indeterminado, establecidos en campo abierto.	23
Figura 5. Ancho y largo de frutos de tomate de genotipos de crecimiento indeterminado, evaluados en condiciones de campo abierto.....	25
Figura 6. Comportamiento de la variable Grosor de Pericarpio y Firmeza del Fruto de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado evaluados bajo condiciones de campo abierto.	27
Figura 7. Comportamiento de la variable Número de Frutos por Planta y Peso Promedio del Fruto, en genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, establecidos bajo condiciones de campo abierto.	29

RESUMEN

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de diez genotipos de tomate Saladette (*Solanum lycopersicum* L.) en las condiciones de campo abierto expuesto totalmente a factores bióticos y abióticos en la región sureste de Coahuila, México. La planta se produjo en charolas de poliestireno de 200 cavidades y como sustrato se empleó Peat-Moss. La plantación se realizó el 1 de julio del 2022, en surcos con acolchado de polietileno gris-negro. Se emplearon semillas de 10 genotipos de tomate Saladette de crecimiento indeterminado, dichos genotipos pertenecen y fueron aportados por la empresa Harris & Moran (HM Clause, Inc., California, USA). Los genotipos evaluados fueron: El Cid F1, Selecto F1, Mesías F1, Fiero F1, Retador F1, HMC-44241, Macizo F1, HMC-44242, Maviri F1 y Sargento F1. Cada genotipo se evaluó en tres repeticiones en un diseño de bloques completos al azar y cada repetición constó de un surco acolchado de 10 m de longitud y una separación entre surcos de 1.40 m, plantado a hilera sencilla con una distancia entre plantas de 0.30 m lo que resulta en 33 plantas por repetición. Se tomaron en cuenta variables agronómicas de crecimiento (Área foliar, contenido de clorofila, altura de planta, longitud de entrenudos y diámetro de tallo) y de productividad (Número de frutos, peso de frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial, firmeza y grosor de pericarpio) que permitieron evaluar la adaptabilidad de los genotipos establecidos. Para esto, se tomaron al azar 3 plantas de tomate por cada tratamiento y repetición. Los resultados muestran que existe un comportamiento variable para cada variable analizada, sin embargo en términos generales, se pudiera definir que Fiero F1, Sargento F1 y HMC-44244 como los mejores genotipos para producción de frutos de XL a Extra Jumbo mientras que El Cid F1 destaca en calibres de S a L. Además, se observa una resistencia amplia de El Cid F1 a enfermedades foliares, medidos en términos de incidencia.

Palabras clave: Pruebas de variedades, genotipos, adaptación, producción

I. INTRODUCCIÓN

El jitomate o tomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.) constituye un alimento esencial para la alimentación humana por su aporte de vitaminas, minerales y antioxidantes. Los minerales que contiene son calcio, fósforo, potasio y sodio y las vitaminas son A, B1, B2, y C. Además, tiene propiedades medicinales entre las que destacan las siguientes: antiséptico, alcalinizante, depurativo, diurético, digestivo, laxante, desinflamatorio y remineralizante (PROFECO, 2020)

Es una de las hortalizas con mayor relevancia a nivel mundial, se producen 177.1 millones de toneladas al año, China e India son los principales productores y México ocupa el lugar 10 (FAO, 2021). En México se produce para consumo nacional y para exportación, en el 2021 se cultivaron 48.42 mil hectáreas y se obtuvo una producción de 3 millones 324 mil toneladas, de las cuales se exportó el 33% principalmente a EE. UU, con un valor de 2000 millones de dólares (SIAP, 2022). Los principales estados productores fueron Sinaloa con 677,612 toneladas, seguido de San Luis Potosí (440,876 t), Michoacán (283,259 t), Jalisco (197,679 t) y Baja California Sur (173,540 t) (SIAP, 2022).

Los sistemas utilizados para su producción son: 32.8% a campo abierto (con acolchado), 40% invernaderos (cubierta plástica), 24.6% Malla o casa sombra y 0.8% Macro túnel (SIAP, 2021b). Considerando los sistemas de producción se han desarrollado cultivares generalmente híbridos de crecimiento determinado para campo abierto e indeterminados para sistemas bajo cubierta, de tal manera que actualmente es común que para campo abierto se recomienden los determinados y para cubierta los genotipos de crecimiento indeterminado (Sánchez-del-Castillo *et al.*, 2017), pero también se ha observado que en mallas o casa sombra se utilizan tomates determinados y en campo abierto indeterminados.

Está documentada la ventaja en duración del periodo de producción de los cultivares indeterminados respecto a los de crecimiento determinado, sin embargo, no se encontró información del comportamiento de genotipos de crecimiento indeterminado bajo el sistema de campo abierto. Por otro lado, la región sureste de Coahuila, presenta condiciones para la producción de este cultivo como clima y cercanía a mercados nacionales y de exportación importantes como Monterrey, Nuevo León, México y McAllen, Texas, EUA. Por lo anterior se desarrolló el presente trabajo de investigación, el cual tiene los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo general

Evaluación del comportamiento de los diez genotipos de tomate Saladette (*Solanum lycopersicum* L.) en las condiciones de campo abierto expuesto totalmente a factores bióticos y abióticos.

1.2 Objetivos específicos

1. Identificar el genotipo con mejor respuesta al manejo y condiciones ambientales, expresado en el desarrollo vegetativo y producción en condiciones a campo abierto en la zona sureste de Coahuila.
2. Analizar los diez genotipos de *Solanum lycopersicum* L. y realizar un comparativo con base en las susceptibilidades a plagas y enfermedades mostradas por los genotipos y de esta manera saber que genotipo se adapta mejor a las condiciones de la región de estudio.

1.3 Hipótesis

Al menos un genotipo de tomate Saladette de crecimiento indeterminado, mostrará buena respuesta de adaptación al sistema productivo de campo abierto, bajo las condiciones bióticas y abióticas de la región sureste de Coahuila.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo

Desde su domesticación el cultivo de tomate ha formado parte importante de la cultura y gastronomía de culturas importantes como la Inca y las diversas culturas establecidas en México en el periodo prehispánico, ya que de acuerdo a diversos estudios, es en estas regiones donde se tienen los primeros indicios de procesos de domesticación del cultivo (Rick & Fobes, 1975). La diversidad en el aprovechamiento de este cultivo es lo que le ha permitido tomar gran importancia en las diversas regiones en las que forma parte de la ingesta de la población (Montaño Méndez *et al.*, 2021).

El tomate es una de las hortalizas más importantes tanto a nivel nacional como internacional. Esto debido a su utilización como ingrediente básico en la cocina mexicana y destacando en otras partes del mundo por ser la hortaliza número uno en exportación. Además, es una fuente de vitaminas, minerales y antioxidantes. No solo es uno de los cultivos con alta rentabilidad económica, también juega un papel importante como fuente medicinal, siendo utilizado como laxante, desinflamatorio, alcalinizante, entre otros (SADER, 2022).

El uso que se le da al jitomate es considerado infinito ya que dentro de la cocina mexicana se utiliza en su gran mayoría para la preparación de salsas, guisos, caldillos, etc. Existe una extensa variedad de jitomates, algunos de los más comercializados son Saladette o guaje, pera, cereza o Cherry (SADER, 2022).

2.1.1 Importancia mundial

La producción del tomate a nivel mundial durante el año 2021 según datos de la FAOSTAT, se registran en 189, 133, 955.04 toneladas, mientras que el

rendimiento se valoró en 366 015 kg ha⁻¹, siendo China en que encabeza la producción mundial con 32 202 963 toneladas (FAOSTAT, 2021).

La producción mundial de tomate basado en un análisis continental, permite observar una dominancia de Asia con 54.1% de la producción mundial, mientras que América participa con 17.1% de la producción, Europa aporta 15.9% y África 11.9%, destacando a nivel mundial países como China, India, Turquía, Estados Unidos de América y Egipto (Aynalem, 2022)

2.1.2 Importancia nacional

En la producción mundial de tomate, México se encuentra en el primer nivel de exportación a nivel mundial con un 19 % y con un 4% de Tasa Media de Crecimiento Anual (Montaño Méndez *et al.*, 2021). Dentro de la producción nacional los principales estados con mayor producción son: Sinaloa con 677, 612.23 toneladas, San Luis potosí con: 480,875.72 toneladas, Michoacán con: 283,259.11 toneladas (SIAP, 2021a).

Para el año 2023, Sinaloa se ubica como el principal productor, seguido de San Luis Potosí, Michoacán y Baja California Sur con una producción de 637, 134 t, 374, 791 t, 274, 883 t y 177, 049 t respectivamente (SIAP, 2023). En este sentido, Coahuila se ubica en el noveno puesto en relación a sus volúmenes de producción.

2.2 Agronomía del cultivo

2.2.1 Taxonomía del cultivo

En el año 1881 el británico botánico horticultor Philip Millar, denominó el nombre del tomate como *Lycopersicon esculentum*, nombre que fue ampliamente usado desde entonces, en el año 1753, Carlos Linneo, científico, naturista, y botánico, fue quien sentó las bases de la taxonomía moderna y quien asignó el nombre *Solanum lycopersicum* L. (Linnaeus, 1753). De esta manera, la clasificación

taxonómica mayormente aceptada entre los investigadores es como sigue (Marín, 2017):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales.

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. lycopersicum*

2.2.2 Descripción botánica

El tomate es una planta herbácea, de tallo semi leñoso, cuyo sistema radicular consta de una raíz principal corta ramificada en numerosas raíces secundarias. La raíz está compuesta por una epidermis o parte externa en donde se encuentran pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. En el interior se localizan el córtex y el cilindro central está conformado por la xilema (Monardes, 2009). En etapa de plántula el sistema radicular presenta una raíz pivotante, sin embargo, al trasplante, esta raíz es atrofiada y el sistema pasa a formar un sistema radicular dominado por raíces secundarias formando un cuerpo voluminoso (Baudoin, 2017)

Sus hojas son compuestas, con folíolos alternos e impares, de ahí que se denominen imparipinnadas, por la presencia de un folíolo en la parte terminal de la hoja (Escobar & Lee, 2009). Las flores aparecen agrupadas en inflorescencias, las cuales pueden presentar hasta 16 flores agrupadas. Son de color amarillo, los estambres se mantienen pegados a las anteras y estas al gineceo, lo que permite una polinización autógena en porcentajes altos (Baudoin, 2017), es una flor perfecta con ambos órganos (masculino y femenino) completamente funcionales (Escobar & Lee, 2009).

El fruto es una baya plurilocular, integrado por las estructuras de pericarpio, placenta y semillas (Baudoin, 2017). La semilla es considerada ortodoxa por su tolerancia a la deshidratación, en función de su germinación se considera epigea y dicotiledónea, la semilla presenta endospermo, embrión y una testa permeable, recubierta de pelillos (Baudoin, 2017).

2.2.3 Fisiología

La fisiología es la forma en que las plantas de tomate responden a los factores ambientales y de crecimiento. Por ejemplo, cuando los tomates se cultivan en un invernadero, por efecto de las diferencias de temperatura, las funciones del tomate, (crecimiento formación de flores, desarrollo de frutos, etc.) difieren de las que se cultivan a cielo abierto en la manera de fertilizar y podar asegura que la planta funcionará de alguna manera (Delgado Vargas, 2022).

La fisiología de los cultivos difiere en cada etapa de desarrollo (Etapas fenológicas). La primera etapa de desarrollo, conocida como etapa vegetativa, ocurre desde la germinación y emergencia de las plántulas hasta cuando aparece la primera inflorescencia. En general, cuando la planta supera los 40 cm de altura, las primeras inflorescencias aparecen después de que hayan formado 5-10 hojas, en la segunda etapa de desarrollo, el crecimiento vegetativo y reproductivo, ocurre simultáneamente y emergen nuevas hojas e inflorescencias, que gradualmente forman frutos. Comienza entonces la fase de producción, con la maduración de los primeros frutos en desarrollo y el comienzo de la cosecha. En esta etapa la planta sigue desarrollando nuevas hojas y nuevos racimos de flores a medida que se cosecha la fruta (Escobar & Lee, 2009).

Eventualmente se alcanza la etapa de desarrollo y los factores relacionados con la naturaleza de los hábitos de crecimiento y las prácticas de manejo naturalmente detienen o inducen a la planta a crecer y solo se desarrollan los frutos que se han formado (Baudoin, 2017).

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

Para el funcionamiento adecuado del cultivo es fundamental que este se encuentre a una temperatura que oscile entre los 20 y 30 °C durante el día y 14 a 17 °C durante la noche, sin embargo, con temperaturas superior a los 30-35 °C afecta la fructificación de la planta por el mal desarrollo de óvulos. Es importante mencionar que la maduración del fruto está relacionada con la temperatura; temperatura menor a los 10 °C y arriba de los 30 °C ocasionan manchado en el fruto, lo que afectará en la calidad del mismo (Jasso Chaverría *et al.*, 2012).

Humedad: La humedad óptima para el desarrollo del tomate oscila entre los 60 y 80%, es importante tener en cuenta que una humedad relativa muy alta puede ocasionar serios problemas en la polinización, debido a que el polen se compacta, y provoca frutos agrietados. De igual manera, una humedad relativa alta favorece al desarrollo de enfermedades fúngicas, mientras que humedades relativas bajas provocan mala polinización por la resequedad del polen pues esto evita que se mantenga fijado en los estigmas (Jasso Chaverría *et al.*, 2012; Marín, 2017).

Suelo: Para que el cultivo de tomate se desarrolle de una manera óptima, se requieren suelos profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenoso o arcillo-arenoso, ricos en materia orgánica y un pH entre 5.9 y 6.5 (Chemonics International Inc., 2008).

2.2.5 Requerimiento nutricional

Estudios anteriores demuestran que hay 17 elementos esenciales para que la planta se desarrolle de una manera óptima y estos se dividen en dos grupos, el primer grupo son los micronutrientes, los cuales se requieren en menores cantidades. Dentro de ellos se encuentra el boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, níquel y zinc. El segundo grupo son los macronutrientes, estos se necesitan en mayores cantidades como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre (Mengel & Kirkby, 2000). Por último, los tres más importantes los aporta el aire y el agua, los cuales son: carbono hidrógeno y oxígeno (Cooper,

2017). Los micronutrientes juegan un papel muy importante en el funcionamiento de la planta a pesar de que ella demande en pocas cantidades estos elementos promueven el crecimiento fuerte y constante, expresa mayores producciones y una máxima expresión genética (Cooper, 2017).

Allende *et al.* (2017) sugieren una demanda mineral del cultivo en kg t⁻¹ de fruto que ascienden a 2.6 kg de N, 0.5 kg de P, 3.9 kg de K, 1.6 kg de Ca y 0.4 kg de Mg.

Cuando el aporte nutricional es mediante fertirriego, este debe considerar el balance iónico de la solución nutritiva, así, una solución nutritiva para tomate establecido en suelo se compone de los siguientes macroelementos (mmol L⁻¹): NH₄⁺: 0.5, NO₃⁻: 9.4, H₂PO₄⁻: 1, K⁺: 5, Ca²⁺: 2, Mg²⁺: 1.5, SO₄²⁻: 1.05 y de los siguientes microelementos (mg L⁻¹): Fe⁺³: 3.9, Mn⁺²: 1.4, Cu: 0.08, Zn: 0.26, B: 0.3, Mo: 0.05.

2.3 Objetivos de las pruebas de comportamiento del genotipo

La importancia de realizar pruebas de adaptabilidad y del comportamiento de ciertos genotipos de interés bajo condiciones determinadas tiene como objetivo evaluar la respuesta del genotipo a esas condiciones bióticas y abióticas, observables en el fenotipo.

Se sabe que la expresión fenotípica de las diversas características morfológicas del cultivo, son el resultado de la interacción entre la carga génica del cultivo y el ambiente en el que este se establece (Vallejo & Estrada, 2002)

Cuando se estudia la interacción del genotipo y el ambiente, pueden observarse tres posibles escenarios. En el primero, pudiera observarse la nulidad de la interacción genotipo*ambiente, y si la existe, esta puede ser estadísticamente no significativa, en el segundo escenario puede existir interacción genotipo*ambiente con diferencia estadística significativa, pero no produce cambios que modifiquen el objetivo del mejorador, generalmente son cambios cuantitativos como el crecimiento o rendimiento, el tercer escenario se produce cuando existe interacción genotipo*ambiente y se producen cambios en el fenotipo que modifican

el objetivo del mejorador, comúnmente con cambios cualitativos, como tolerancia o resistencia a plagas o enfermedades, condiciones de salinidad, estrés hídrico, etc. (Vallejo & Estrada, 2002) Por ello es importante evaluar los genotipos de forma previa a su implantación en regiones en desarrollo de mercado, de tal manera que se realice una elección razonable del genotipo que permita al productor obtener mejores resultados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del sitio experimental

El presente estudio fue realizado en la región sureste de Coahuila, México, empleando 10 genotipos de tomate Saladette, durante el periodo del 1 de julio al 15 de noviembre del 2022. La región corresponde a un ecosistema de tipo árido, con temperatura media anual de 18 a 22° C, lluvias muy escasas, las cuales se presentan durante el verano, la precipitación total anual es alrededor de 400 mm, el lote experimental, corresponde a un suelo franco arcilloso, se trata de una parcela agrícola experimental perteneciente al Departamento de Horticultura, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, latitud 25.402321 y longitud -101.0053, en las coordenadas 25°25'23.6"N y 101°0.018'O (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del sitio experimental, UAAAN, Saltillo, Coahuila.

3.2 Material genético

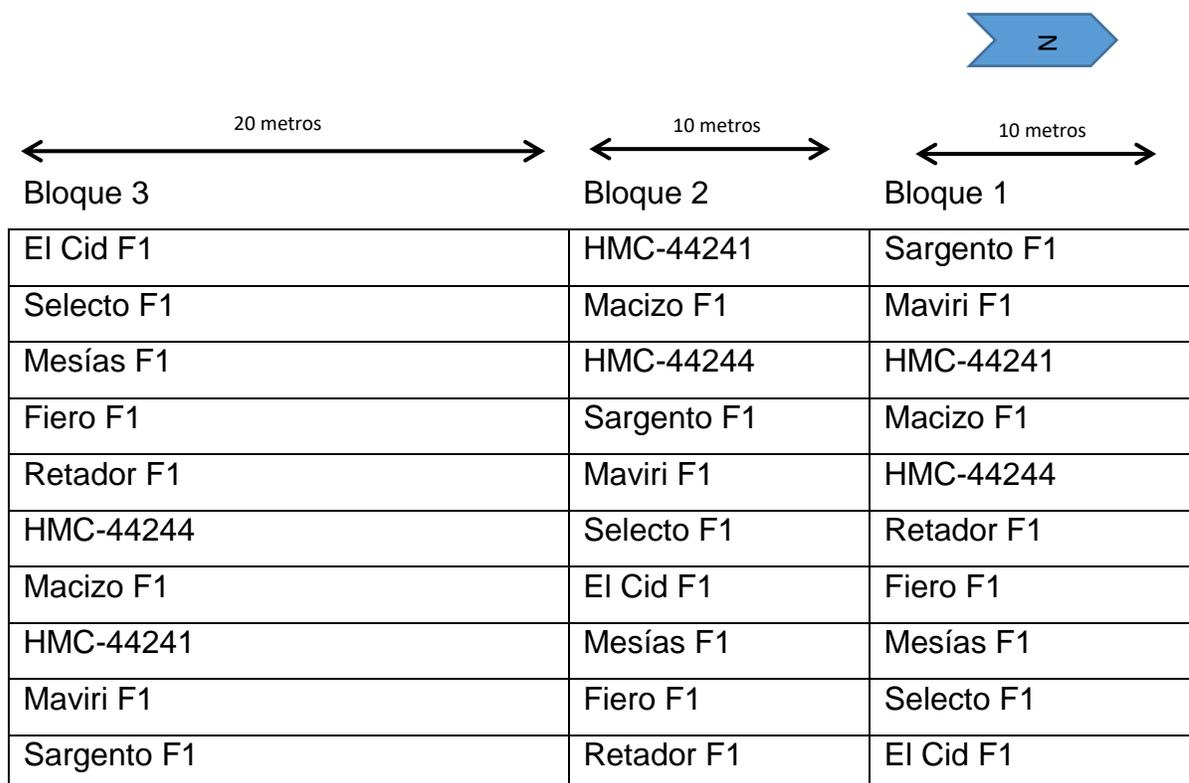
Se emplearon semillas de 10 genotipos de tomate Saladette de crecimiento indeterminado, dichos genotipos pertenecen y fueron aportados por la empresa Harris & Moran (HM Clause, Inc., California, USA). Los genotipos evaluados fueron: El Cid F1, Selecto F1, Mesías F1, Fiero F1, Retador F1, HMC-44241, Macizo F1, HMC-44242, Maviri F1 y Sargento F1.

3.3 Diseño experimental

Se establecieron diez tratamientos consistentes en genotipos de tomate Saladette de crecimiento indeterminado, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Cada uno de los tratamientos se dispuso de forma aleatoria en una fracción de surco de 20 m para la primera repetición, mientras que para la segunda y tercera repetición, las fracciones de surco fueron de 10 m (Cuadro 1).

Dentro de cada tratamiento, se determinó la parcela útil, consistente en una sección de 2 m, ubicados en la parte central de cada tratamiento y repetición. Tres plantas de cada genotipo y repetición fueron consideradas como unidades experimentales.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en el lote experimental bajo un arreglo en Bloques completamente aleatorizados.



3.4 Metodología del experimento

Preparación del terreno

Se formaron camas de siembra de 40 metros de longitud, con 0.8 m de ancho y 0.3 m de alto, con una separación de camas de 0.5 m. Se aplicó una fertilización de fondo consistente en 1, 250 g por surco del fertilizante Blaukorn Classic 12-8-16 (+3 + ME) (Compo Expert, Alemania). Se instaló sistema de riego por goteo, empleando una cintilla por cama, con goteros a 20 cm. Además, se aplicó acolchado plástico gris-plata con orificios a cada 30 cm y se colocaron postes de madera de 1.8 m sobre los que se colocó alambre de acero para tutorado.

Producción de Plántula

La plántula se produjo en charolas de poliestireno expandido (unicel) de 200 cavidades, empleando Peat Moss como sustrato. Las semillas de los genotipos a evaluar fueron sembradas el 18 de mayo del 2022, posterior a la siembra, las charolas fueron cubiertas con plástico oscuro hasta que se observó emergencia de las plántulas.

Una vez alcanzada la emergencia de las plántulas, las charolas se dispusieron en bases metálicas para facilitar el crecimiento de la plántula y el aporte de riego.

Trasplante

El día 1 de julio del 2022, cuando las plántulas tenían 35 días de emergidas, estas fueron trasplantadas a campo abierto, siendo establecidas en un arreglo a una sola hilera por cama, con una distancia entre plantas de 30 cm. Obteniéndose un total de 3.3 plantas por metro lineal y una densidad de siembra aproximada de 23,800 plantas por hectárea.

Nutrición mineral y fertirriego

Las aplicaciones de nutrición mineral se basaron en una solución nutritiva Steiner modificada para el cultivo de tomate (ACEA, 2022). El aporte mineral se realizó mediante los cálculos y adecuaciones con base a análisis de suelo y agua, complementando los requerimientos con los fertilizantes solubles de la línea Compo Expert (Compo Expert Inc., Alemania).

A partir del trasplante, se comenzó a aplicar nutrición mineral al 50% durante 4 semanas, posteriormente, en etapa de desarrollo se incrementó la nutrición al 100%, floración al 125% y en etapa reproductiva al 200%.

Deschuponado

A los 15- 20 días del trasplante comienzan a aparecer los brotes axilares, los cuales se podaron cuando el brote alcanzó un tamaño aproximado de 8 a 10 cm. Esta labor se realizaba cada 8 días.

Tutorado

Cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm, se colocó rafia en el tallo desde la primera hoja de la base hacia arriba, dejando flojo el amarre para no causar

ahorcamiento de tallo, periódicamente se realizaba el acomodo del ápice de la planta en función del crecimiento vegetativo del tallo.

Deshierbe

Las hierbas y otras arvenses se controlaron de forma manual, antes que llegara a tener un tamaño considerable, de forma que complicara las demás labores como deschuponado o tutorado.

3.5 Variables evaluadas

Se tomaron en cuenta variables agronómicas y de productividad que permitieron evaluar la adaptabilidad de los genotipos establecidos. Se tomaron al azar 3 plantas de tomate por cada tratamiento y repetición. Se inició el muestreo a los 29 Días Después de Siembra (DDS) y de forma semanal. A las plantas muestreadas se les midió las siguientes variables.

3.5.1 Variables agronómicas de crecimiento

Área foliar (AF). Se midió ancho y largo de 3 hojas por tratamiento, cada semana, los resultados se expresaron en cm^2 de área foliar.

Contenido de clorofila (CCI). Empleando un spad 502 Konica Minolta (Konica Minolta Holdings, Inc., Tokio, Japón), se midió el contenido de clorofila en 3 hojas por tratamiento, una sola vez en etapa reproductiva, expresando el resultado en unidades spad.

Altura de planta (AP). Se midió con un flexómetro desde la base de la planta, hasta el ápice, de forma semanal. El resultado se expresó en cm planta^{-1} .

Longitud de entrenudos (LE). Se midió la longitud de los entrenudos de forma semanal. El resultado se expresó en cm , se midieron tres entrenudos por tratamiento cada semana, uno por cada planta muestreada hasta el quinto entrenudo.

Diámetro de tallo (DT). Empleando un vernier digital, se midió el diámetro de los tallos cada semana, expresando el resultado en mm .

3.5.2 Variables de producción y calidad de fruto

Cuando los frutos alcanzaron la etapa 4 respecto al grado de maduración (Pink) en la escala de la USDA, la cual se caracteriza por presentar una coloración rosa o rojo en más del 30% pero menos del 60% de su superficie, se evaluaron un total de tres frutos por tratamiento y corte, en total se realizaron 11 cortes durante el periodo de muestreo, midiéndose las siguientes variables.

Número de frutos (NF). Se contabilizó el número de frutos obtenidos en cada corte, por cada tratamiento.

Peso del fruto (PF). Con una balanza se pesó el total de frutos obtenidos en cada cosecha, para cada tratamiento el resultado se expresó en kg.

Diámetro polar (DP). Empleando un vernier digital se midió el diámetro polar de tres frutos por tratamiento y por corte, los resultados se expresaron en mm.

Diámetro ecuatorial (DE). Empleando un vernier digital se midió el diámetro ecuatorial de tres frutos por tratamiento y corte los resultados se expresaron en mm.

Firmeza (F). Empleando un penetrómetro analógico, se midió la firmeza del fruto en tres frutos por tratamiento y corte, expresando los resultados en kg cm^{-2} .

Grosor del pericarpio (GP). Empleando un vernier digital se midió el grosor del pericarpio de tres frutos por tratamiento y corte, los resultados se expresaron en mm.

3.6 Análisis estadístico

Se empleó un modelo estadístico de bloques completos alzar, el cual se compone de la siguiente manera:

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

Donde:

Y_{ij} =Observación en el j-ésimo bloque, con efecto del i-ésimo tratamiento.

μ = Media general de la variable.

τ_i =Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental en el j-ésimo bloque e i-ésimo tratamiento.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) ($P \leq 0.05$), y una prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico Infostat v. 2020 (Di Rienzo et al., 2020).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento

Los valores de P del análisis de varianza permiten afirmar que existe diferencia significativa para las variables altura de planta y diámetro de tallo, siendo los genotipos Sargento y Macizo F1 quienes desarrollaron tallos más largos con 182.33 y 178.66 cm mientras que, HMC-442244 y HMC-44241 presentaron los valores más bajos con 159.22 y 160.22 cm respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores medios de las variables altura de planta y diámetro de tallo de genotipos experimentales de tomate de crecimiento indeterminado evaluados a campo abierto

Genotipo	ALT (cm)	DT (mm)
El Cid	164.11 ± 16.16	13.42 ± 2.10
Selecto F1	176.55 ± 10.01	13.65 ± 1.32
Mesías F1	164.88 ± 24.65	16.10 ± 2.77
Fiero F1	168.33 ± 14.38	14.81 ± 1.26
Retador F1	172.00 ± 10.70	14.51 ± 1.17
HMC-44244	159.22 ± 19.92	13.74 ± 2.40
Macizo F1	178.66 ± 5.17	15.48 ± 2.75
HMC-44241	160.22 ± 18.74	13.66 ± 1.91
Maviri-F1	160.55 ± 14.16	15.88 ± 2.11
Sargento F1	182.33 ± 12.50	14.11 ± 1.36
(Valor F-P) (P≤0.05)	2.57 – 0.012	2.32 – 0.022

Los genotipos en general, en cuanto a la dinámica del crecimiento de la planta, mostraron un comportamiento similar que va de los 40 a 50 cm a los 29 días después del trasplante, a los 36 días después del trasplante no se encuentra una diferencia en los tratamientos mayor a los diez centímetros, pero sin embargo destaca el genotipo Selecto F1 con mayor altura de 65 cm y el resto por arriba de

los 60 cm. A los días 43 días después de trasplante, es el genotipo Macizo F1 el que destaca con el mayor crecimiento, de los 43 a los 50 DDT, se observa un crecimiento que va los 9 a los 13 cm, en este periodo, Macizo F1 generó los mejores valores de crecimiento. Dentro de los días 50 a 57, se presentó una diferencia más marcada entre tratamientos, al final del periodo de medición, a los 78 DDT, todos los tratamientos rebasaron los 160 cm, pero dentro de ellos destaca con más de 180 cm el genotipo Sargento F1 (Figura 2).

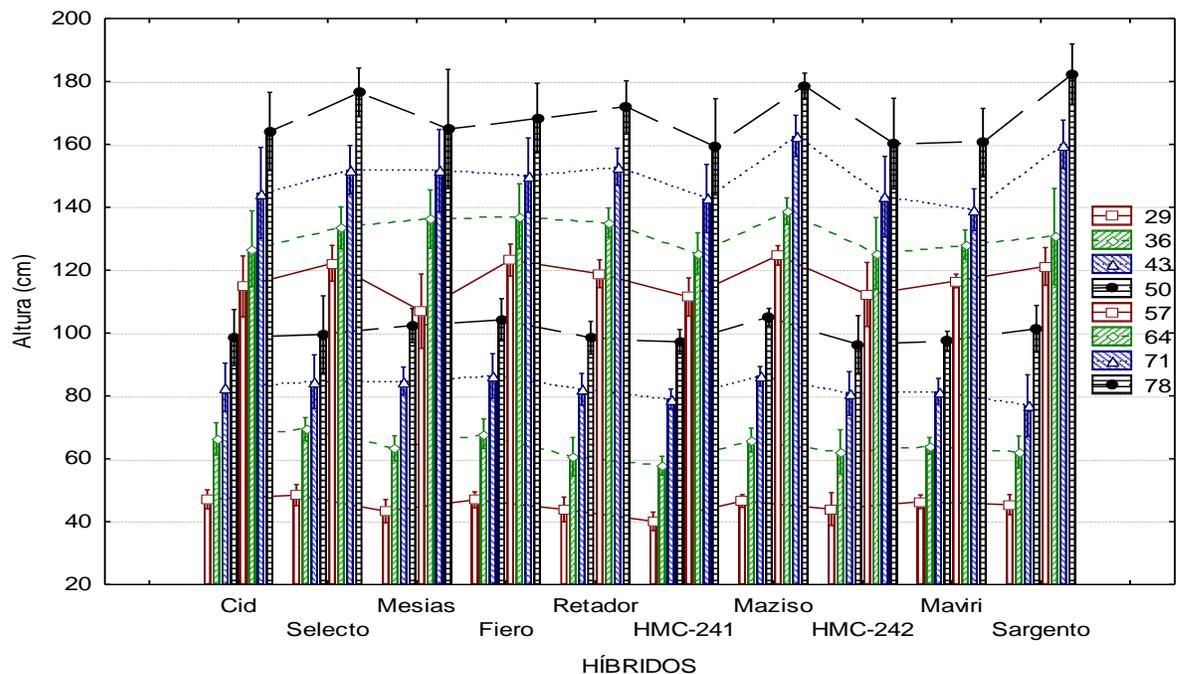


Figura 2. Dinámica del crecimiento medido mediante la variable Altura de Planta, de los genotipos evaluados, durante el periodo de muestreo.

Para las variables Longitud de Hoja y Ancho de Hoja, los valores de P, permiten afirmar que existen diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados, de esta manera, existen valores similares entre la mitad de los genotipos, sin embargo, el genotipo Mesías F1, Retador F1, HMC-44241, Maviri F1 y Sargento F1 fueron los genotipos que presentaron las medias más altas con valores de 37.11 a 42.74 cm en cuanto a lo largo de hoja y de 37.72 a 45.25 cm para el ancho de hoja. Por el contrario, los genotipos que desarrollaron mejor área

foliar fueron El Cid F1, Selecto F1, Fiero F1, Macizo F1 y HMC-44244 quienes resultaron con las medidas más bajas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores medios de las variables Longitud de Hoja y Ancho de Hoja, de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, establecidos en condiciones de campo abierto.

Genotipo	LH (cm)	AH (cm)
El Cid	32.88 ± 4.67	33.90 ± 5.39
Selecto F1	35.10 ± 4.56	36.86 ± 5.93
Mesías F1	38.83 ± 6.17	42.42 ± 6.68
Fiero F1	33.50 ± 5.56	35.00 ± 6.26
Retador F1	42.74 ± 5.86	42.92 ± 5.71
HMC-44244	42.74 ± 4.75	37.72 ± 5.36
Macizo F1	36.81 ± 5.85	38.63 ± 6.40
HMC-44241	36.78 ± 4.98	37.83 ± 6.89
Maviri-F1	37.11 ± 2.30	45.25 ± 5.70
Sargento F1	38.13 ± 4.55	40.66 ± 6.70
(Valor F-P) (P≤0.05)	2.98 – 0.0040	3.15 – 0.0026

4.2 Variables de calidad de fruto

Los valores de P obtenidos por el análisis de varianza permitieron observar la presencia de diferencias altamente significativas entre genotipos para los diferentes calibres comerciales. Para el caso de los frutos deformes no se encontró diferencia estadística significativa entre los genotipos para esta variable, bajo este criterio de análisis (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores medios del porcentaje de frutos clasificados en los diversos calibres comerciales, para diez genotipos de tomate de crecimiento indeterminado evaluados a campo abierto.

Genotipo	Small (%)	M (%)	L (%)	XL (%)	Jumbo (%)	Extra Jumbo (%)	Deformes (%)
El Cid F1	7.61 ± 2.23	24.23 ± 2.32	40.63 ± 9.90	26.95 ± 7.79	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.56 ± 0.97
Fiero F1	00 ± 00	4.35 ± 1.62	9.04 ± 5.28	20.27 ± 5.65	41.28 ± 3.34	33.17 ± 6.69	0.0 ± 0.0
HMC-44241	1.16 ± 2.02	7.51 ± 1.42	18.15 ± 11.63	38.40 ± 7.71	34.75 ± 7.49	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Selecto F1	2.12 ± 1.89	17.80 ± 15.02	40.05 ± 11.28	11.40 ± 13.07	28.61 ± 17.81	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Retador F1	6.08 ± 5.63	3.22 ± 1.60	14.90 ± 10.11	17.34 ± 9.99	50.10 ± 8.87	5.94 ± 3.29	2.38 ± 4.12
HMC-44244	0.43 ± 0.75	3.54 ± 1.27	18.21 ± 12.88	24.23 ± 3.85	51.75 ± 13.31	0.0 ± 0.0	2.81 ± 2.55
Macizo F1	1.11 ± 1.00	7.21 ± 5.77	14.78 ± 4.40	44.50 ± 9.43	31.35 ± 9.76	0.0 ± 0.0	1.03 ± 0.91
Mesías F1	2.64 ± 0.52	6.13 ± 1.84	12.47 ± 4.54	37.90 ± 8.12	30.22 ± 4.69	8.51 ± 8.51	2.12 ± 2.12
Sargento F1	0.99 ± 0.86	0.0 ± 0.0	2.98 ± 2.58	62.78 ± 2.41	19.60 ± 0.34	6.90 ± 0.81	3.69 ± 0.74
Maviri F1	4.74 ± 3.39	5.12 ± 1.63	26.30 ± 0.72	35.68 ± 0.80	27.56 ± 0.81	0.0 ± 0.0	0.58 ± 0.58
(Valor F-P) (P≤0.05)	3.42 -0.01	5.87-0.00049	6.59-0.000229	11.43-0.000004	8.88-0.000028	24.81-0.00	1.74-0.14

Small: pequeño; M: mediano; L: grande; XL: extra grande.

Los valores medios del porcentaje de frutos contabilizados para cada calibre comercial de los genotipos evaluados arroja que el genotipo Fiero F1 obtuvo el mayor porcentaje de frutos de tamaño extra jumbo con 33.17% del total de su producción. Bajo este mismo análisis, el genotipo HMC-44244 obtuvo 51.75% de sus frutos en calibre Jumbo, es decir, fue el mejor genotipo, mientras que El Cid F1 no presentó porcentaje alguno en este calibre. Para el calibre XL, fue el genotipo Sargento F1 el que resultó con los valores más altos obteniendo el 62.78% de su producción total. Por otro lado, para el calibre L fueron los genotipos Selecto F1 y El Cid F1 quienes obtuvieron los porcentajes más altos con 40.05 y

40.63% respectivamente. Mientras tanto que El Cid F1 fue el material que resultó con los valores más altos para calibre M y S con el 24.3 y 7.61% en comparación con los demás genotipos (Cuadro 4).

Respecto a los frutos deformes, aunque no existe diferencia estadística entre tratamientos, los genotipos Sargento F1 y HMC-44244 obtuvieron los porcentajes más altos en este calibre, dichos frutos presentaron características no deseadas en el mercado, como la forma de fruto que desarrollaron, pues esta era similar al tomate tipo bola.

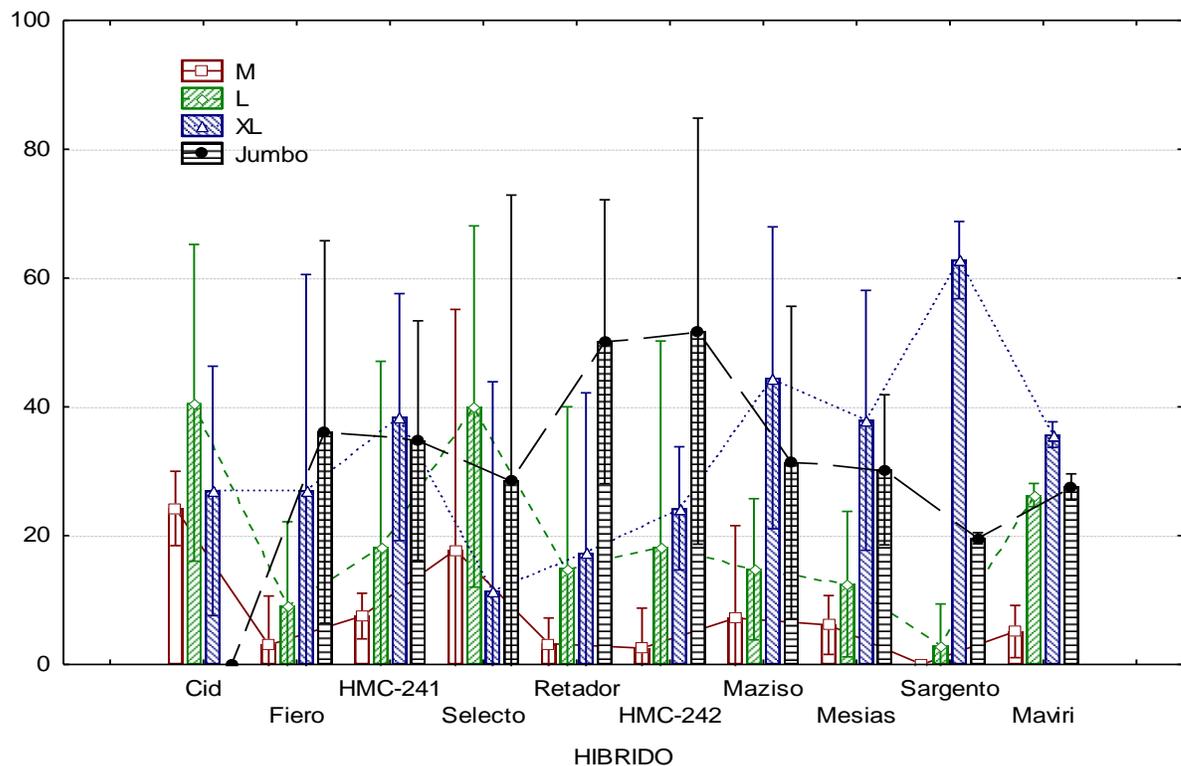


Figura 3. Distribución porcentual de los frutos de acuerdo a calibres comerciales, en genotipos de tomates de crecimiento indeterminado, establecidos en campo abierto

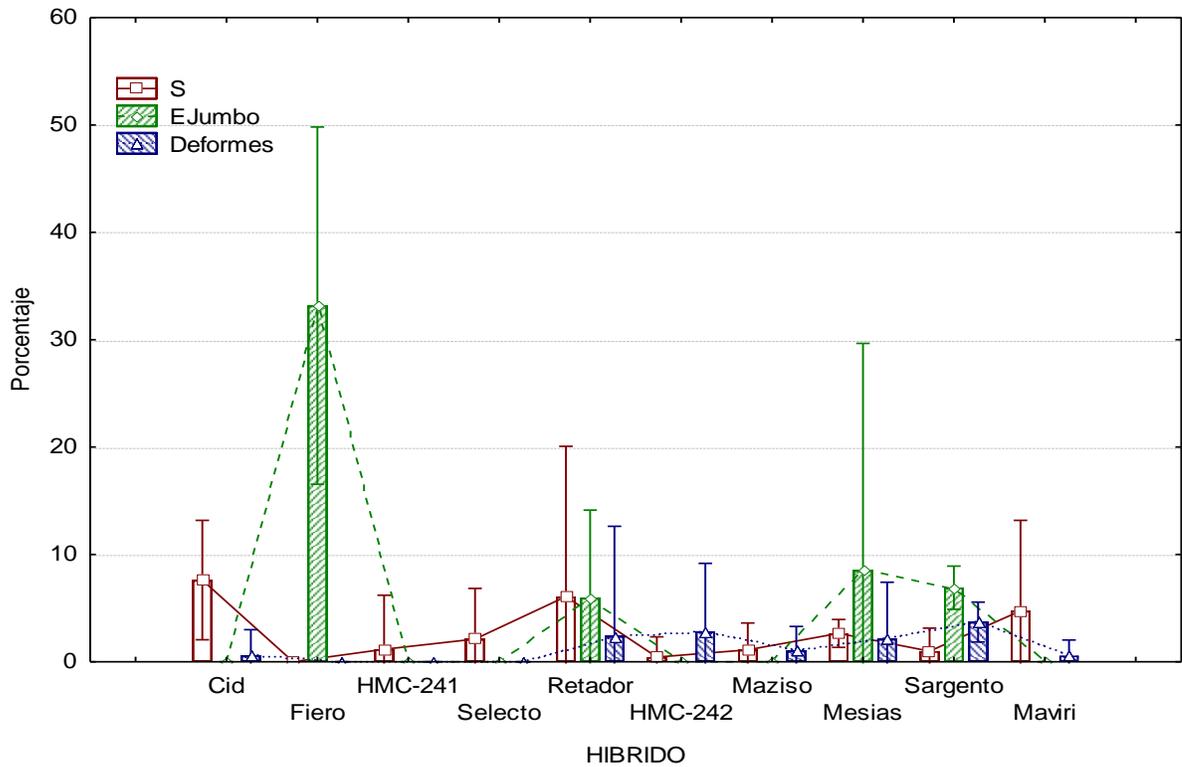


Figura 4. Distribución porcentual de los frutos de acuerdo a calibres comerciales, en genotipos de tomates de crecimiento indeterminado, establecidos en campo abierto.

Los valores de P para las variables Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar del fruto, nos permiten observar la existencia de diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores medios de las variables Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar de los frutos de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, establecidos a campo abierto.

Genotipo	DE (mm)	DP (mm)
El Cid F1	53.77 ± 4.27	74.22 ± 2.46
Fiero F1	55.00 ± 2.94	69.33 ± 3.26
HMC-241	57.56 ± 2.13	71.44 ± 3.20
Selecto F1	61.72 ± 1.71	74.38 ± 1.38
Retador F1	58.44 ± 1.37	79.61 ± 3.26
HMC-242	55.88 ± 1.83	76.77 ± 2.52
Macizo F1	54.86 ± 2.76	73.38 ± 4.62
Mesías F1	55.16 ± 2.09	75.61 ± 3.75
Sargento F1	53.25 ± 1.83	78.16 ± 1.80
Maviri F1	62.72 ± 3.84	76.33 ± 2.22
(Valor F-P) (P≤0.05)	14.12-0.00	9.47-0.00

DE: diámetro ecuatorial; **DP:** diámetro polar

Como resultado, las pruebas arrojaron que el genotipo Maviri F1 obtuvo el mayor DE con un valor de 62.72 mm en comparación con los demás materiales, sin embargo Selecto F1 presenta un resultado muy similar con 61.72 mm de DE, mientras que Sargento F1 y El Cid F1 presentaron las medias más bajas en esta variable con 53.25 mm y 53.77 mm respectivamente. Del mismo modo, Retador F1 fue quien resultó con el mayor valor en cuanto a DP con 79.61 mm y Fiero F1 con el menor valor obteniendo 69.33 mm para DP (Figura .

Así mismo para la variable DE, el genotipo Maviri F1 supera con 1.6% a selecto quien resultó en segundo, con 7.3% a retador y 8.9% a HMC-241 (Cuadro 5).

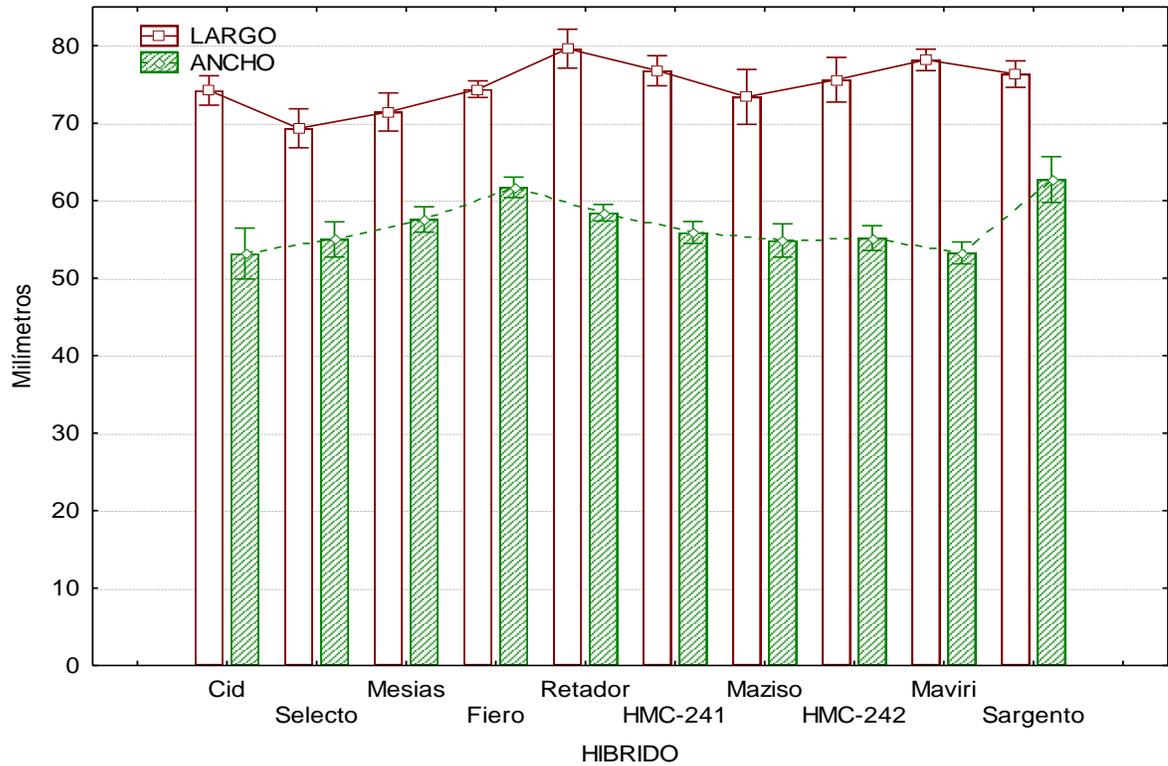


Figura 5. Ancho y largo de frutos de tomate de genotipos de crecimiento indeterminado, evaluados en condiciones de campo abierto.

Los valores de P para la variable Grosor de Pericarpio y Firmeza del Fruto muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos para la variable Firmeza del Fruto, sin embargo, para Grosor de Pulpa no se detectaron diferencias estadísticas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores medios del Grosor de Pericarpio y la Firmeza del Fruto, de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, bajo condiciones de campo abierto.

Genotipo	GP (mm)	FF (Kg cm ⁻²)
El Cid F1	8.32 ± 0.53	3.80 ± 0.56
Fiero F1	8.80 ± 0.73	3.92 ± 0.68
HMC- 44241	9.58 ± 1.005	4.38 ± 0.54
Selecto F1	9.08 ± 0.42	4.02 ± 0.66
Retador F1	8.52 ± 0.81	3.10 ± 0.24
HMC-44244	8.90 ± 0.20	5.68 ± 1.26
Macizo F1	8.76 ± 1.09	4.74 ± 0.37
Mesías F1	9.32 ± 0.60	4.66 ± 0.76
Sargento F1	8.86 ± 0.84	3.36 ± 0.43
Maviri F1	8.34 ± 1.00	3.72 ± 0.74
(Valor F-P) (P≤0.05)	1.36 – 0.23	0.36 – 0.000026

GP: grosor de pericarpio FF: firmeza de fruto

Los valores medios de GP para genotipos evaluados, coloca al genotipo HMC-44241 como el mejor tratamiento para la variable GP con un valor de 9.58 mm y mientras que El Cid F1 se ubica como el genotipo con el valor más bajo registrando 8.32 mm para esta variable. (Cuadro 6).

Por otro lado, para la variable FF, el genotipo Macizo F1 fue quien obtuvo un mayor valor, registrando 4.74 mm, mientras que el material con peor resultado fue Retador F1 con 3.10 mm (Figura 6).

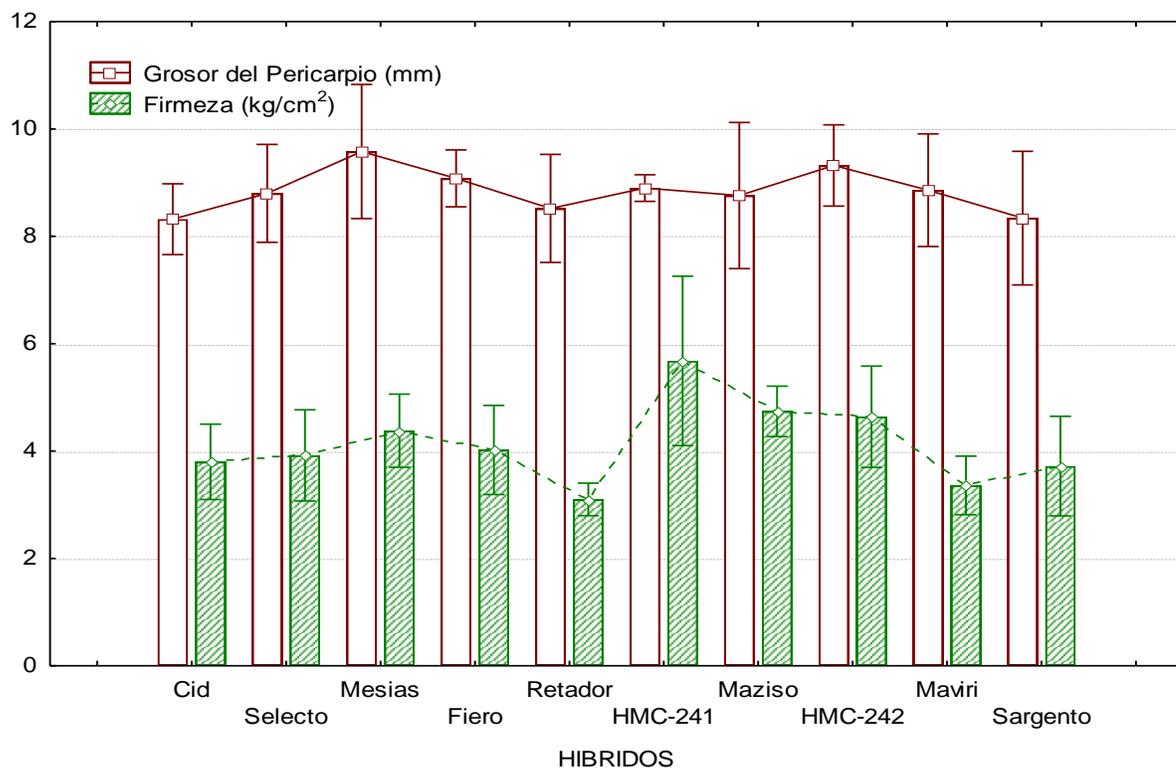


Figura 6. Comportamiento de la variable Grosor de Pericarpio y Firmeza del Fruto de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado evaluados bajo condiciones de campo abierto.

4.3 Variables de rendimiento

Los valores de P, obtenidos por el análisis de varianza permitieron determinar que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la variable NFPP y PFPP, en tanto que para PPF se observaron diferencias significativas en ambos casos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores medios de los componentes de rendimiento de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado.

Genotipos	NFPP (n)	PFPP (g)	PPF (g)
El Cid F1	28.13 ± 2.40	2.81 ± 0.41	96.73 ± 6.69
Selecto F1	29.48 ± 2.87	3.08 ± 0.8	101.25 ± 3.93
Mesías F1	20.87 ± 2.18	2.38 ± 0.22	111.10 ± 1.38
Fiero F1	18.03 ± 1.29	2.91 ± 0.27	156.87 ± 3.66
Retador F1	19.23 ± 1.72	2.65 ± 0.21	134.03 ± 1.67
HMC-44244	21.64 ± 1.77	2.54 ± 0.34	113.74 ± 6.49
Macizo F1	21.50 ± 3.29	2.49 ± 0.31	112.84 ± 5.28
HMC-44241	20.36 ± 5.02	2.28 ± 0.66	108.22 ± 7.96
Maviri F1	27.62 ± 0.31	3.18 ± 0.13	111.63 ± 3.45
Sargento F1	17.92 ± 3.22	2.88 ± 0.63	155.22 ± 6.68
(Valor F-P)(P≤0.05)	7.62 – 0.08	2.41 – 2.26	50.47 – 0.0

NFPP: Numero de fruto por planta; PFPP: Peso de fruto por planta; PPF: Peso promedio de fruto

Los valores medios obtenidos para NFPP, colocan al genotipo Selecto F1 como el mejor tratamiento con una media de 29.48 frutos, por el contrario, el genotipo Sargento F1 es el de resultados más bajos para esta variable con 17.92 frutos. En este sentido el genotipo Selecto F1 superó por 4.7%, al El Cid F1, por 6.7% al genotipo Maviri F1 y por 36.2% a HMC-44244.

Así también, para PFPP, destaca al genotipo Maviri F1 con la media más alta presentando un total de 3.18 kg, siendo Mesías F1 el genotipo con la media más baja para esta misma variable, de esta manera Maviri F1 supera con 3.2% a Selecto F1, 9.2% a Fiero F1 y 10.4% al genotipo Sargento F1. Los valores medios de PPF nos muestran que el genotipo Fiero F1 produjo el mayor resultado para esta variable con 156.87 g mientras que El Cid F1, así, Fiero F1 supera con 1.01% al genotipo Sargento F1, 17.04% a Retador F1 y 37.9% a HMC-44244 (Cuadro 7).

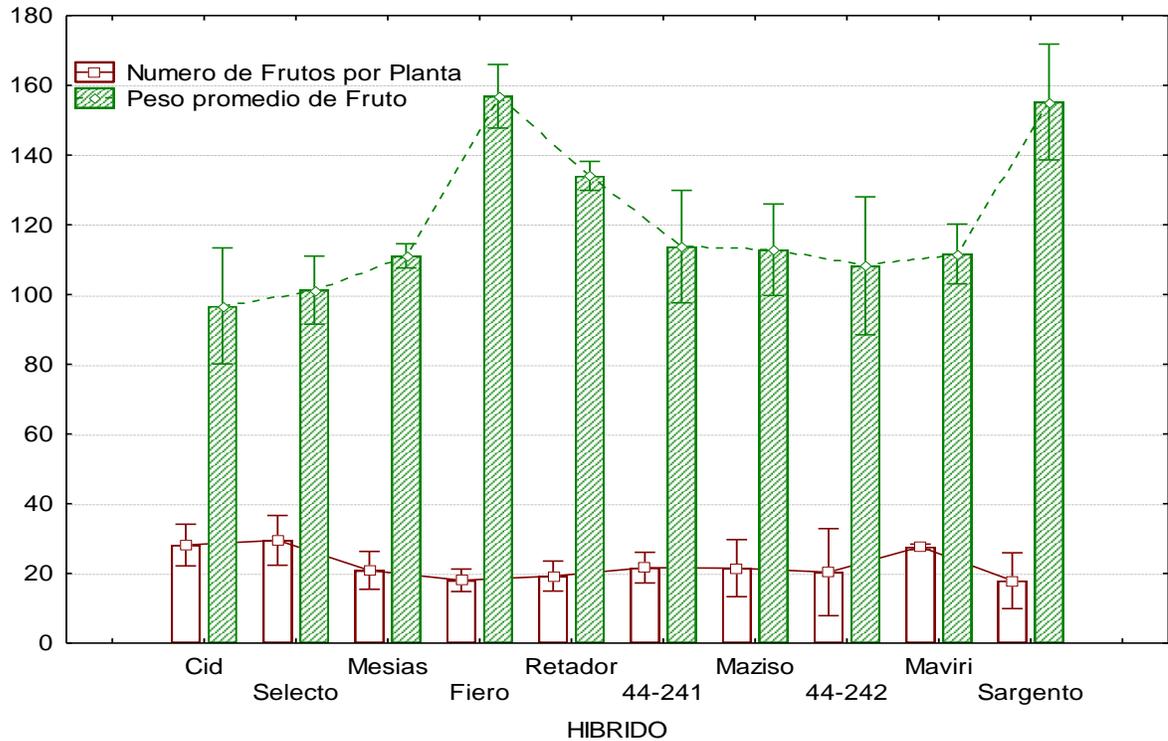


Figura 7. Comportamiento de la variable Número de Frutos por planta y Peso Promedio del Fruto, en genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, establecidos bajo condiciones de campo abierto.

Los genotipos con mejor resultado en cuanto PPF fueron, Fiero F1 con 156.88 g y Sargento F1 con 155.22 g seguidos de Retador F1 con una media de 134.04 g. Por otro lado, para la variable NFPP, Selecto F1 resultó con el mayor resultado en la comparación de medias con 29.48 frutos, en segundo lugar El Cid F1 con un valor de 28.13 frutos, seguido del genotipo Maviri F1 con una media de 27.62 frutos (Figura 7).

4.4 Variables de Incidencia de enfermedades

Los valores de P obtenidas en análisis de varianza que se realizó para la variable de incidencia de enfermedades principales presentadas, muestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre Pudrición de Raíz y Punta Morada sin embargo, se observó diferencia estadística significativa para incidencia de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, en estos casos, los genotipos HMC-44241 y Macizo F1 tuvieron mayor incidencia para ambas enfermedades, con valores de 90.90 y 91.91% por otro lado, fueron El Cid F1, Selecto F1, HMC-44244, y Sargento F1 los genotipos que presentaron las incidencias más bajas con 6.06 y 25.21% respectivamente (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje de incidencia de enfermedades en plantas de genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, en condiciones de campo abierto.

Genotipo	PR (%)	PM (%)	<i>Phytophthora</i> (%)	<i>Alternaria</i> (%)
El Cid F1	18.18 ± 18.18	24.24 ± 18.43	6.06 ± 6.06	4.04 ± 6.99
Selecto F1	10.10 ± 12.61	26.26 ± 21.46	25.25 ± 22.94	6.06 ± 5.24
Mesías F1	12.12 ± 6.06	21.21 ± 6.06	87.87 ± 9.09	87.87 ± 9.09
Fiero F1	8.08 ± 3.49	33.33 ± 10.49	82.82 ± 12.61	82.82 ± 12.61
Retador F1	4.04 ± 4.62	37.37 ± 22.33	84.84 ± 0.00	84.84 ± 0.00
HMC-44244	1.01 ± 1.74	29.29 ± 10.64	90.90 ± 1.92	90.90 ± 10.92
Macizo F1	4.04 ± 1.74	29.29 ± 14.94	91.91 ± 3.49	91.91 ± 3.49
HMC-44241	12.12 ± 20.99	19.19 ± 10.64	82.82 ± 27.49	82.82 ± 27.49
Maviri F1	9.09 ± 3.03	18.18 ± 6.06	21.21 ± 9.09	15.15 ± 15.15
Sargento F1	9.09 ± 15.74	22.22 ± 16.68	77.77 ± 17.23	77.77 ± 17.23
(Valor F-P) (P≤0.05)	0.57 – 0.80	0.53 – 0.83	16.21 – 0.00	24.47 - 00

Del mismo modo, de forma gráfica se observa que los genotipos HMC-44241, Macizo F1 y Mesías F1 presentaron mayor incidencia de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* mientras que El Cid F1, Selecto F1, HMC-44244 y Sargento F1 destacan como los genotipos con menor incidencia de las enfermedades ya antes mencionadas

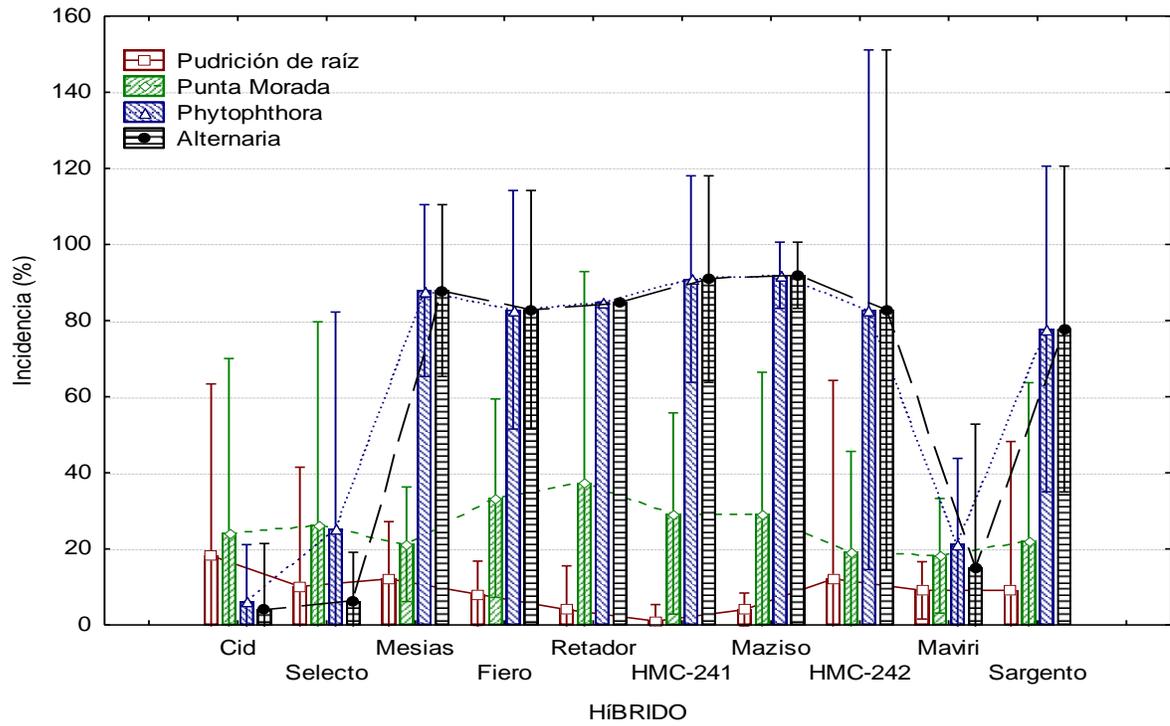


Figura 8. Incidencia de enfermedades foliares en genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, bajo condiciones de campo abierto del sureste de Coahuila.

V. CONCLUSIONES

Para las variables de crecimiento y área foliar, se observa un comportamiento variado del conjunto de genotipos respecto a los valores más altos para AP, DT, AH y LH, sin embargo, los valores más bajos de estas variables en su mayoría fueron reportados por el genotipo EL Cid F1, en términos económicos, el tener un genotipo de porte bajo con la misma cantidad de racimos productores permite reducir los costos de manejo y labores culturales.

Respecto a los calibres, los tamaños XL, Jumbo y Extra Jumbo fueron observados en genotipos Sargento, HMC-44244 y Fiero F1, mientras que los calibres de menor tamaño fueron obtenidos en su mayoría en el genotipo EL Cid F1, esto permite discriminar genotipos de acuerdo al mercado objetivo y a los intereses de producción regional.

En cuanto a la calidad del fruto, específicamente para la variable FF relacionada directamente con la vida de anaquel, se observan los mejores valores para HMC-44244 en tanto que los valores más bajos se observaron en Retador F1.

Para los componentes de rendimiento, los frutos con mayor peso se obtuvieron con Fiero F1 mientras que los frutos de menor peso se obtuvieron con el genotipo El Cid F1.

Para la incidencia de enfermedades, sobre todo aquellas que afectan el área foliar, se observó que Macizo F1 es altamente sensible a estas enfermedades, mientras que El Cid F1 muestra tolerancia a estas enfermedades.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ACEA. (2022). *Nutrición vegetal y Soluciones Nutritivas II*. <https://acea.com.mx/articulos-tecnicos/163-nutricion-vegetal-y-soluciones-nutritivas-ii>
- Aynalem, B. (2022). Empirical Review of Tuta absoluta Meyrick Effect on the Tomato Production and Their Protection Attempts. *Advances in Agriculture*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2595470>
- Baudoin, A. (2017). Manual Tecnico de Produccion de tomate con enfoque de Buenas Prcticas Agricolas. *Ministerio De Desarrollo Rural Y Tierras*, 200.
- Chemonics International Inc. (2008). Manual de cultivo de tomate. In *Chemonics International Inc*. <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>
- Cooper, L. (2017). Los micronutrientes son la clave para mejorar la producción. *Bio Huma Netics Inc., HG-170502-03*, 1–13. <https://humagro.com/wp-content/uploads/2017/07/Los-micronutrientes-son-la-clave-para-mejorar-la-produccion-White-Paper-HG-SP.pdf>
- Delgado Vargas, V. A. (2022). *Respuesta Fisiológica De La Planta, Calidad De Fruto Y De Semilla De Tomates Expuestos a Temperaturas Altas* [Colegio de Posgraduados]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/4663>
- Di Rienzo, J. A., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Robledo, C. . W. (2020). *InfoStat Manual de Usuario*. Editorial Brujas.
- Escobar, H., & Lee, R. (2009). *Manual de Producción De Tomate Bajo Invernadero* (H. Escobar & R. Lee (eds.)). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://doi.org/10.2307/j.ctv23dxc51.6>
- FAO. (2021). *Producción mundial de tomate*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV>
- FAOSTAT. (2021). *Cultivos y productos de ganadería: Tomates frescos*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Jasso Chaverría, C., Martínez Gamiño, M. Á., Chávez Vázquez, J. R., Ramírez Télles, J. A., & Garza, E. (2012). *Guía para cultivar jitomate en condiciones de malla sombra en San Luis Potosí*. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/905.pdf>

- Linnaeus, C. (1753). *Species Plantarum*.
- Marín, L. M. L. (2017). Manual técnico del cultivo de tomate. In *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (inta)*.
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2000). *Principios de Nutrición Vegetal* (4ta ed.). Instituto Internacional de la Potasa.
- Monardes, H. (2009). *Manual de cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill): Características botánicas. Origen*. Universidad de Chile.
- Montaño Méndez, I. E., Valenzuela Patrón, I. N., & Villavicencio López, K. V. (2021). Competitividad del tomate rojo de México en el mercado internacional: análisis 2003-2017. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(7), 1185–1197. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2531>
- PROFECO. (2020). *Jitomate, versátil y nutritivo*. <https://www.gob.mx/profeco/articulos/jitomate-versatil-y-nutritivo?state=published#:~:text=Durante los meses de verano,%2C laxante%2C desinflamatorio y remineralizaste>.
- Rick, C. M., & Fobes, J. F. (1975). Allozyme Variation in the Cultivated Tomato and Closely Related Species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 102(6), 376–384. <https://doi.org/10.2307/2484764>
- SADER. (2022). *El jitomate, hortaliza mexicana de importancia mundial*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-jitomate-hortaliza-mexicana-de-importancia-mundial?idiom=es>
- Sánchez-del Castillo, F., Moreno-Pérez, E. del C., Vázquez-Rodríguez, J. C., & González-Núñez, M. Á. (2017). Population densities and blunting levels for contrasting varieties of greenhouse tomatoes. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XXIII(3), 163–174. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.01.003>
- SIAP. (2021a). *Producción nacional de tomate*.
- SIAP. (2021b). *Superficie agrícola protegida*. <https://www.agricultura.gob.mx/siap/superficie-agricola-protegida>
- SIAP. (2022). *Panorama Agroalimentario 2022*. <https://drive.google.com/file/d/1jVWS4EFKK7HGwQOBpGeljUyaDT8X8lyz/view>

SIAP. (2023). *Producción nacional de tomate rojo- Avance de Siembras y Cosechas*. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/

Vallejo Cabrera, F. A. y Estrada Salazar, E. I. (2002). *Mejoramiento genético de plantas*. Universidad Nacional de Colombia. Cali, Colombia.