

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DIRECCION DE INVESTIGACION

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN.

Código: AI-2002

Caracterización morfoagronómica de cinco variedades mutantes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivadas mediante la técnica de hidroponía bajo condiciones de invernadero.

TITULO A OBTENER: Ingeniero(a) Agrónomo

AUTORES.

Nombres, Apellidos	Institución y Dirección	Teléfono y E-mail	Firma
Br. Carmen Esmeralda, Hernández León	Ilobasco, Cabañas. Alcaine pje Ayala #16	77191477 HL14032@ues.edu.sv	
Br. Pedro Omar, Rodríguez Salguero	Jardines de Zacamil, Mejicanos San Salvador.	77802093 RS14030@ues.edu.sv	
Br. Fátima Michelle Rodríguez Sibrián	Villa Olímpica 2, Mejicanos, San Salvador	77412412 RS14007@ues.edu.sv	
Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio	Facultad de Ciencias Agronómicas, departamento de Fitotecnia	74374013 mario.perez@ues.edu.sv	
Ing. Agr. M.Sc. Mario Antonio Orellana Núñez	Facultad de Ciencias Agronómicas, departamento de Fitotecnia	77453613 mario.orellana@ues.edu.sv	

Visto Bueno:

Coordinador General del Proceso de Graduación del Departamento de Fitotecnia	
Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio	Firma:
Director General de Procesos de Graduación de la Facultad	
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García	Firma:
Jefe de Departamento de Fitotecnia	
Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berrios	Firma:
	Sello:
Lugar y Fecha: Ciudad Universitaria, 11 de diciembre del 2020	

TITULO: Caracterización morfoagronómica de cinco variedades mutantes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivadas mediante la técnica de hidroponía bajo condiciones de invernadero.

Hernández-León ¹, Rodríguez-Salguero ¹, Rodríguez-Sibrian ¹, Pérez-Ascencio ², Orellana-Núñez ².

RESUMEN.

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, Departamento de San Salvador, de junio de 2019 a febrero de 2020. Consistió en una caracterización morfoagronómica de las variedades de tomate: Magine, Carucha, Domi, Dodel y Decia, obtenidas por irradiación de rayos gama en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) con sede en Cuba y comparadas con la variedad Sevaco como testigo. Cultivadas en maceta (#12); utilizando como sustrato fibra de coco y escoria volcánica, mediante la técnica de hidroponía bajo condiciones de invernadero. El diseño estadístico utilizado es Bloques Completos al Azar (DBCA), para su respectivo análisis de resultados se utilizó el software estadístico InfoStat y para el Análisis multivariado se utilizó el programa PAST3. Evaluando las variables cualitativas: Tipo de crecimiento, forma longitudinal del fruto, color exterior del fruto no maduro y color exterior del fruto maduro. Y las variables cuantitativas: días a germinación, porcentaje de germinación, días a trasplante, días a floración, días a cosecha, diámetro del tallo, altura de la planta, número de lóculos, frutos por planta, número de cortes, peso de frutos, dureza de fruto, cantidad de semillas en un gramo, vida en anaquel, sólidos solubles en fruto maduro. En los resultados obtenidos de las variables cualitativas Carucha presentó forma longitudinal achatada, Decia, Dodel, Domi y Magine presentaron la forma ligeramente achatada, Sevaco presentó forma redondeada. Las variedades Dodel, Decia, Magine y Sevaco presentaron tipo de crecimiento indeterminado y Carucha y Domi crecimiento semideterminado. Y de las variables cuantitativas la variedad Dodel presentó los mejores resultados en cuanto al peso promedio de fruto de 67.16 gramos, aunque menor cantidad de frutos con 12 frutos promedio y las variedades Decia, Magine y Sevaco mostraron mayores cantidades de frutos con 19, 19 y 22 frutos y menor peso promedio de 33.88, 34.63 y 34.23 gramos respectivamente, mostrando estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$) para ambas variables, la variedad Sevaco presentó mejor altura de la planta con 131.90 centímetros y un coeficiente de variación del 17.79%, a diferencia de la variedad Carucha, expresó menor altura con un promedio de 92.80 centímetros.

Palabras clave: Caracterización, variedades, mutantes, Carucha, Decia, Dodel, Domi, Magine, hidroponía, invernadero.

1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotécnia, Estudiante tesista.

2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotécnia, Docente Director.

Name of Research:

Morphoagronomic characterization of five mutant varieties of tomato (*lycopersicon esculentum* Mill) cultivated using the hydroponic technique under greenhouse conditions.

Hernández-León ¹, Rodríguez-Salguero ¹, Rodríguez-Sibrian ¹, Pérez-Ascencio ² Orellana-Núñez ².

ABSTRACT.

The research was made it in the Faculty of Agronomic Sciences, University of El Salvador, Department of San Salvador since Jun 2019 to February 2020. This research consisted in a morphoagronomic characterization of Magine, Carucha, Domi, Dodel y Decia tomatoes varieties, these varieties were obtained in the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) with cede in Cuba and compared with Sevaco variety as a witness. The varieties were sown in pots number 12, using coconut fiber and volcanic slag as substrate, in a greenhouse conditions with hydroponic system technique. The statistical design used was Complete Random Blocks (DBCA), Statistical software InfoStat was used for their respective analysis of results, and the PAST3 program was used for multivariate analysis. The qualitative variables evaluating were: kind of grown, longitudinal fruit form, non madurate exterior color fruit, madurate exterior color fruit. And quantitative variables evaluating were: days of germination, percent of germination, days of transplant, days of flowering, number of loculos, number of fruits per plant, number of harvest, weight of fruit, harden of fruit, number of seeds in a gram, life in shelf, solids soluble in ripe fruit. In the results obtained from the qualitative variables, Carucha had a flattened longitudinal shape, Decia, Dodel, Domi and Magine had a slightly flattened shape, and Sevaco had a rounded shape. The varieties Dodel, Decia, Magine and Sevaco showed an indeterminate growth type and Carucha and Domi semidetermined growth. And of the quantitative variables the Dodel variety shown the best results in weight of fruit it was 67.16 gram, although less quantity of fruits, the Decia, Magine and Sevaco varieties shown more amounts of fruits they were 19, 19 and 22 fruits and less average weight they were 33.88, 34.63 and 34.23 gram respectively showing statistically significant differences ($p < 0.05$) for both variables, the Sevaco variety presents the best high of the plant with 131.90 centimeters and a coefficient of variation of 17.79%, a difference from the Carucha variety.

Key words: Tomato varieties, mutants, Carucha, Decia, Dodel, Domi, Magine, hydroponics, greenhouse.

1 University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences, Department of Phytotechnics, Thesis student.

2 University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences, Department of Phytotechnics, Professor Director.

1. INTRODUCION.

El tomate es la hortaliza más consumida en todo el mundo y la de mayor valor económico, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción de la superficie cultivada (Aldana, 2015).

Es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel nacional, la producción fue de 601.3 Ha, sembradas a nivel nacional con una producción promedio por Hectarea de 56,400 kilogramos, obteniéndose una producción nacional de 484.387 Toneladas metricas en la temporada del 2017 y 2018 (MAG 2018).

Es de los más importantes por su versatilidad de consumo aportando gran cantidad de nutrientes (vitamina A, vitamina C, carbohidratos, fibra, proteína y hierro). El consumo per cápita por año es alrededor de 26.9 kilogramos en Norte y Centroamérica, un rubro de gran importancia económica para el agricultor (CENTA 2015).

La producción a nivel nacional busca la seguridad alimentaria de la población, disminuir las importaciones y promover el desarrollo de procesos de innovación tecnológicas que incrementen la productividad, competitividad y rentabilidad, la incorporación de nuevas tecnologías cobra cada día mayor importancia para los productores (CENTA 2015).

La demanda anual era abastecida por la producción nacional en 1995, para 2015 el 87% fue proveída mediante importaciones de 101,184.46 Toneladas metricas, teniendo un valor de \$11,370,977.95, desde ese año ha sido necesario importar la mayor cantidad, para lograr abastecer el consumo nacional, principalmente se importa de Guatemala, Nicaragua, Honduras, México y Estados Unidos (Intendencia Económica 2018).

Las exportaciones anuales en 2015 fueron de 1,794.5 Toneladas metricas, valorado en \$3,421.57, cantidad que es insignificante al valor de las importaciones correspondientes a ese año, lo que representa una desventaja competitiva frente a otros países productores, estas cifras expresan una producción deficiente, se debe innovar e impulsar para lograr un aumento en la producción nacional (MAG 2016).

Las variedades de tomate en estudio cuentan con características de alto potencial para el productor y los consumidores, posee características agronómicas como la tolerancia a bajas láminas de riego que ayudan a disminuir costos de producción, brindando mayor confianza en las producciones (Hernández *et al.* 2012).

2. MATERIALES Y METODOS.

2.1. Ubicación.

El estudio se desarrolló en los meses de junio de 2019 a febrero de 2020 en la Facultad de Ciencias Agronómicas, en el invernadero número tres ubicado dentro del vivero de la facultad. El vivero se encuentra ubicado a una altura de 730 msnm, con coordenadas geográficas de Latitud 13°43'7.68" N y Longitud 89°12'1.53" W. Las condiciones climáticas son: temperatura máxima de 34°C y una temperatura mínima de 20°C, humedad relativa de 75 %, precipitación anual 1,500 a 2,000 mm, de promedio de la velocidad del viento de 15 kilómetros por hora (MARN 2019), irradiación solar de 5.3 kWh/m²/día (CNE 2019).

2.2. Metodología de campo.

2.2.1. Descripción del invernadero

El invernadero tiene dimensiones de diez metros de largo y cinco metros de ancho, con una altura lateral de 3 m y una altura central de 4.20 m, está construido con bases de hierro, las paredes están cubiertas con malla antiviral de 120 mesh, con piso de cemento, el techo está cubierto con plástico ultravioleta de 180 micrones. Consta con sistema de riego por goteo y nebulizadores mediante un programador automático.

2.2.2. Variedades utilizadas

En el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear en Cuba fueron irradiadas semillas de la variedad de tomate INCA(9-1) con dosis de 300 y 500 Gy de rayos gama de ^{60}Co y la condición de bajo suministro de agua, se identificaron un grupo de mutantes:

“Magine”, “Carucha”, “Domi”, “Dodel”, “Decia”, la variedad “Sevaco” como testigo fue proporcionada por Docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de las seis variedades se han producido nueve ciclos del cultivo (M-9).

2.2.3. Prueba de germinación

Se realizó a las seis variedades, utilizando 100 semillas y papel toalla para mantener la humedad regándose diariamente.

2.2.4. Producción de plantines en bandeja

Para la producción de plantines fue necesario: Bandejas de polietileno con 84 alveolos, cada alveolo contiene un volumen de 47 cc, tiene dimensiones de 30 cm de ancho y 50 cm de largo, sustrato turba esterilizada, semillas de las seis variedades mutantes de tomate, previo a la siembra se humectó el sustrato, se llenaron las bandejas a $\frac{3}{4}$ partes, compactando, se colocaron dos semillas por alveolo y se cubrieron con sustrato, las bandejas se ubicaron dentro del invernadero.

El manejo se basó en el monitoreo de plagas y enfermedades, movimiento de las bandejas dentro y fuera del invernadero. La nutrición de los plantines se realizó bajo la técnica de subirrigación, aplicando la solución nutritiva durante un tiempo de 5 a 10 minutos por día. Se preparó una solución nutritiva mediante fertilizante hidrosoluble de inicio con fórmula (15-30-15-1), utilizando el método físico-químico, el pH de la solución fue de 6 y la salinidad (C.E.) de 0.8 mS/cm, parámetros medidos con el conductímetro de la marca OAKTON, modelo PCTS 50.

2.2.5. Preparación de sustrato para llenado de macetas

Para el establecimiento se utilizó macetas de polietileno número 12, con diámetro de 28 cm y altura de 25 cm, con capacidad de 10 litros, el sustrato fue una mezcla de 40% fibra de coco y 60% escoria volcánica, para la desinfección se utilizó hipoclorito de sodio disuelto al 1%. Las macetas se colocaron sobre setos de 20 cm de altura con un distanciamiento en cada variedad de 70 cm entre plantas y 40 cm entre surcos, entre bloques fue de 80 cm.

2.3. Establecimiento del cultivo

2.3.1. Trasplante

El trasplante de las plántulas se realizó en horas frescas a los 21 días después de la siembra, se humedecieron las bandejas con la finalidad de separar el pilón de la superficie, se aplicó riego hasta lograr que la mezcla del sustrato en las macetas alcanzara el estado de humedad de capacidad de campo, se colocó una planta por maceta.

2.4. Manejo del cultivo

2.4.1. Riego

Con las características obtenidas mediante el aforo del sistema de riego por goteo, se determinó el tiempo y la cantidad en milímetros de agua que se aplicó por maceta en cada fase de crecimiento del cultivo. Se aplicó tres riegos por día, iniciando a las 8:00 am, 11:00 am y por la tarde a las 2:00 pm. La lamina de riego dependió de la edad de la planta, los datos de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero y se ajustó la lámina de agua y el tiempo de riego.

2.4.2. Análisis químico del agua de riego

Se realizó en el Laboratorio de Agua de la Facultad de Química y Farmacia, de la Universidad de El Salvador (UES) con el fin de obtener el conocimiento de los aportes de los cationes, aniones, pH y salinidad (CE), necesarios para el conocimiento de los elementos iónicos aportados.

2.4.3. Nutrición

La nutrición consistió de la aplicación de los nutrientes en el agua de riego, basandose en la fenología del cultivo de tomate, utilizando fertilizantes hidrosolubles de inicio, desarrollo y producción, para preparar la solución concentrada se pesó 3.25 lb de fertilizante por 10 litro de agua, para realizar la solución nutritiva se utilizó un pH de 6.0 en todo el ciclo de cultivo, el pH se regulo con ácido fosfórico 85%; para la conductividad eléctrica (mS/cm) se agregó al tanque de riego con capacidad de 2,100 litros, solución concentrada hasta lograr la CE de acuerdo a cada fase del cultivo Para medir pH y CE se utilizó el conductivímetro.

2.4.4. Técnica de tutorado

Se colocó alambre galvanizado a una altura de 2.0 m para fijar las cuerdas tutoras, a medida la planta creció, se sujetó a la cuerda y se enrolló manualmente, dando soporte a las plantas, esta técnica evita daños físicos como quebraduras de tallos y racimos, además evita que los frutos toquen el piso y lograr la estabilidad del peso producido por los frutos.

2.4.5. Incorporación de sustrato en las macetas

Se realizó en la segunda y tercera semana después del trasplante; con esto se logró mayor estabilidad de las plantas en la maceta. Se agregó la cantidad de sustrato necesario a cada recipiente, con la finalidad de cubrir todas las raíces y mantener firme la planta.

2.4.6. Podas

Se realizaron podas sanitarias de forma manual eliminando hojas dañadas, enfermas o para mejorar un microclima más apto para el cultivo.

2.5. Cosecha

Los indicadores para la cosecha fueron: Madurez fisiológica, tamaño del fruto, ciclo del cultivo, siendo el más determinante el color del fruto. Para el mercado el tomate se cosechó en su etapa verde maduro o pintón, a fin de reducir las pérdidas, la cosecha se realizó de forma manual, almacenándolo en jabas.

2.6. Toma de datos

Para la parte vegetativa: Días a trasplante, diámetro del tallo, altura de la planta, tipo de crecimiento. En la etapa de inflorescencia se evaluó: días a floración y número de flores. Para el Fruto: forma longitudinal, color exterior del fruto no maduro, frutos por planta, peso, clasificación del fruto, número de lóculos, dureza, días a cosecha, vida en anaquel y sólidos solubles. Semilla: porcentaje de germinación, días a germinación y cantidad de semillas en un gramo. Tomando los indicadores de interés presentes en el Descriptor de tomate (*Lycopersicon* spp.) del Instituto Internacional de Recursos Fitogenético (IPGRI).

2.7. Metodología Estadística.

La investigación por su lugar de ejecución se clasificó como de campo, según el propósito aplicada, por su aporte a la sociedad técnica y por el manejo de las variables clasificada como experimental.

2.7.1. Población y muestra

Los tratamientos constaron de 4 plantas de tomate por cada variedad, utilizando 6 variedades, con cinco bloques, haciendo un total de 120 plantas. Las unidades experimentales fueron dos plantas de cada tratamiento.

2.7.2. Análisis de Varianza

Todos los datos de las variables analizaron con la técnica de análisis de varianza, obteniendo estadísticamente el comportamiento de los datos, logrando así la aplicación de la prueba estadística contrastes ortogonales.

2.7.3. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Bloques Completos al Azar, con la finalidad de bloquear un factor fijo (Sombra de los árboles cercanos al vivero) que afecta el comportamiento de los datos.

2.7.4. Software y programas

Para el Análisis multivariado se utilizó el programa PAST 3.24 y para el Análisis confirmatorio se utilizó InfoStat versión 9.

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1. Descriptores Agronómicos

3.1.1. Fenología de las variedades

La fenología de las seis variedades presento una similitud en cada etapa, con base a lo registrado por Instituto De Investigaciones Agropecuarias (INIA) en el 2018 y también en relación a la variedad Sevaco (Testigo).







Producción de plántula	Trasplante	Desarrollo y crecimiento vegetativo	Etapa de floración y desarrollo de fruto		Cosecha	Vida del fruto en anaquel
0-21	21	21-51	51-81		111-201	INIA, 2018
						
Carucha	21	21-54	54-101		101-132	13
Decía	21	21-48	48-99		99-132	13
Dodel	21	21-50	50-105		105-136	13
Domi	21	21-53	53-102		102-135	14
Magine	21	21-50	50-102		102-137	13
Sevaco	21	21-50	50-98		98-140	15
C.E	0.8	1.0	1.0-2.3	2.3-2.5	2.5-2.5	2.5 (mS/cm)
pH: 6.0						

Figura 1: **Fenología** de las seis variedades de tomate

3.1.2. Días a germinación

Las variedades: Carucha, Decía, Dodel, Domi, Magine y el testigo Sevaco, presentaron un periodo a germinación de tres días. Semejante a los cuatro días, reportados por INIA Ururi (2018).

3.1.3. Porcentaje a germinación

En comparación con Hernández *et al.* (2012), que obtuvieron datos de 95%, 80%, 85%, 85%, 75% de las variedades Domi, Magine, Dodel Decia y Carucha respectivamente. Los datos obtenidos claramente difieren con el estudio previo de las mismas variedades.

Cuadro 1: Porcentaje de germinación de las seis variedades

Variedad	Germinación	Rango*
Carucha	96%	>95%
Decía	93%	>95%
Dodel	99%	>98%
Domi	91%	>95%
Magine	97%	>95%
Sevaco	92%	>95%

Fuente: Elaboración propia, CENTA, 2018*.

3.1.4. Días a emergencia

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra de semillas en bandejas hasta la emergencia de la radícula del sustrato, el periodo fue de cuatro días, igual para las cinco variedades en estudio y el testigo. Los datos difieren con el estudio realizado por Hernández *et al.* (2012), reportando un periodo de siete días. Además, INIA Ururi (2018), en su manual técnico del cultivo de tomate reporta cuatro días de emergencia después de la siembra.

3.1.6. Días a floración

Para establecer los días a floración se contaron los días desde la siembra en bandeja hasta lograr que las plantas de cada variedad presentaran un 50% de floración. Las variedades Magine, Sevaco y Dodel iniciaron floración en un periodo promedio de 50 días, Carucha y Domi con un periodo promedio de 53 días y la variedad Decía fue la única variedad que

floreo en 48 días. El dato más frecuente es de 48 días a floración en las seis variedades (Cuadro 2). Los datos en comparación al estudio realizado por Hernández *et al.* (2012), presentaron datos de 52 días a floración para todas las variedades obteniendo datos similares al estudio con respecto al promedio.

Cuadro 2: Medidas resumen para la variable días a floración.

Variedad	Promedio	Moda F(modal)	F(modal)	Min	Max	Desviación	C.V. %
Carucha	53.50	48	8	48	59	7.78	14.54
Decia	48.00	48	10	48	48	-	-
Dodel	50.00	48	5	48	52	2.83	5.66
Domi	53.00	48	7	48	59	5.57	10.51
Magine	50.00	48	6	48	52	2.83	5.66
Sevaco	50.00	48	8	48	52	2.83	5.66

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7. Días a cosecha

Para establecer los días a cosecha, se contaron los días transcurridos, iniciando con la siembra hasta lograr un 50% de formación de frutos en el cultivo. La variedad Sevaco y Decia fueron las más precoces con 98 días y la variedad Dodel fue la variedad que más tiempo tardó con 105 días. La frecuencia en la variable días a cosecha para las variedades Carucha y Dodel presentan 104 días, Decia, Domi, Magine y Sevaco 97 días a cosecha. Hernández *et al.* (2012), presentaron datos de 97 días a cosecha similares a las variedades Decia, Domi, Magine y Sevaco.

3.2. Descriptores de la planta

3.2.1. Variables morfológicas

Para las variables cuantitativas, el análisis de varianza, para el diseño estadístico Bloques Completamente al Azar (DBCA) presentó que el factor bloqueo de distribución de sombra de los árboles cercanos al invernadero no es significativo en las variables: Diámetro del tallo con una probabilidad de error del 73.39%, altura de la planta con una probabilidad del 81.53%, número de flores con una probabilidad del 9.01%, número de lóculos por planta con una probabilidad de 50.65%, cantidad de frutos por planta con probabilidad de 11.79%, peso promedio de frutos por planta con probabilidad de 9.92% y la variable frutos por planta con probabilidad de 11.79%; por ser superior a 5% de probabilidad de error no presenta significancia, por lo cual el factor bloqueado no afectó el desarrollo de las seis variedades.

3.2.2. Tipo de crecimiento

Las características de las diferentes variedades evaluadas presentaron solo dos de los cuatro hábitos de crecimiento descritos en IPGRI (Enano, Determinado, Semideterminado, Indeterminado (Cuadro 3). Según Hernández *et al.* (2012), las variedades Magine y Carucha expresaron un crecimiento determinado con abundante ramificación. En cambio, las variedades Domi, Dodel y Decia, presentaron un crecimiento semi indeterminado. En la investigación los datos de las variedades difieren a excepción de Domi que en ambos estudios presenta crecimiento semideterminado. Cuadro 1: Tipo de crecimiento de las seis variedades

Variedades	Tipo de crecimiento	Altura de la planta (cm)
Dodel	Indeterminado	124.20
Decía	Indeterminado	111.80
Sevaco	Indeterminado	131.90
Magine	Indeterminado	115.90
Carucha	Semideterminado	92.80
Domi	Semideterminado	103.30

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Diámetro del tallo

La variable se midió cada tres días durante la etapa de crecimiento hasta el inicio de la etapa de producción con el instrumento de medición pie de rey. En las seis variedades de tomate, respecto al diámetro del tallo (Cuadro 4), la variedad Domi presentó el mejor comportamiento, con un promedio de 12.3 mm y un coeficiente de variación del 11.53%, a diferencia de la variedad Sevaco, expresó menor diámetro con un promedio de 10.7 mm y un coeficiente de variación de 10.84%.

Cuadro 2: Medidas resumen para la variable diámetro del tallo.

Variedad	Uds.	N	Media (mm)	D.E.	E.E.	C.V. %
Carucha	Mm	10	11.7	0.67	0.21	5.77
Decia	Mm	10	11.9	0.74	0.23	6.2
Dodel	Mm	10	10.9	0.57	0.18	5.21
Domi	Mm	10	12.3	1.42	0.45	11.53
Magine	Mm	10	11.8	0.63	0.2	5.36
Sevaco	Mm	10	10.7	1.16	0.37	10.84

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Altura de la Planta

Con respecto a la altura de la planta (Cuadro 5), la variedad Sevaco presentó el mejor comportamiento, con un promedio de 131.90 cm y un coeficiente de variación del 17.79%, a diferencia de la variedad Carucha, expresó menor altura con un promedio de 92.80 cm y un coeficiente de variación de 8.77%. Según Hernández *et al.* (2012), las variedades Carucha, Magine, Domi, Dodel y Decía tuvieron una altura de 50, 80, 90, 100 y 110 cm respectivamente.

Cuadro 3: Medidas resumen para la variable altura de la planta.

Variedad	Uds.	N	Media	D.E.	E.E.	C.V. %
Carucha	Cm	10	92.80	8.13	2.59	8.77
Decia	Cm	10	111.80	11.11	3.51	9.94
Dodel	Cm	10	124.20	12.59	3.98	10.14
Domi	Cm	10	103.30	8.11	2.56	7.85
Magine	Cm	10	115.90	17.56	5.55	15.15
Sevaco	Cm	10	131.90	23.47	7.42	17.79

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Número de flores

Con relación a las seis variedades, respecto a la variable número de flores (Cuadro 6), la variedad Sevaco presento el mejor comportamiento, con un promedio de 68 flores y un coeficiente de variación del 25.16%, a diferencia de la variedad Domi, que expreso menor número de flores con un promedio de 43 flores y un coeficiente de variación de 40.83%.

Cuadro 4: Medidas resumen para la variable número de flores.

Variedad	Uds.	N	Media (cm)	D.E.	E.E.	C.V. %
Carucha	Cant.	10	49.4	14.89	4.71	30.15
Decia	Cant.	10	44.4	11.64	3.68	26.21
Dodel	Cant.	10	49.2	19.5	6.17	39.64
Domi	Cant.	10	42.9	17.51	5.54	40.83
Magine	Cant.	10	54	19.24	6.08	35.63
Sevaco	Cant.	10	68	17.11	5.41	25.16

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Descriptores del Fruto

3.3.1. Forma longitudinal del fruto

La variedad Carucha presenta dos formas del fruto, teniendo un 60% de frutos de forma achatada y un 40% de forma ligeramente achatada; la variedad Decia presento estas dos formas predominantes en un 10% y 90% respectivamente; para Dodel fueron tres: achatada 10%, ligeramente achatada 80% y con un 10% redondeado; la variedad Domi presenta igual características que Dodel en 40%, 50% y 10% respectivamente. La variedad Magine presento un 30% forma achatada y un 70% ligeramente achatada y el testigo Sevaco presento dos formas: ligeramente achatada 30% y redondeado 70%.

3.3.2. Número de lóculos del fruto

Para medir esta variable se cortaron los tomates maduros, se cortó cada tomate en forma horizontal y se contó la cantidad de lóculos. Las variedades Carucha, Decia, Dodel, Domi y Magine presentaron en promedio cuatro lóculos por fruto, mientras que la variedad testigo Sevaco solo cuenta con tres lóculos.

3.3.3. Color de fruto maduro

Para describir esta variable se utilizó la tabla Munsell para tejidos vegetales. El código de color para la variedad Carucha es 7.5 YR 7/10 con un 90%, la variedad Decia con 90% representa el código 7.5 YR 7/8, la variedad Domi tiene un 70% con el código 10 R 6/10, Magine presenta un 50% el código 10 R 6/10 y un 20% 5 YR 7/10, y para la variedad Sevaco 7.5 YR 7/10 con un 50%.

3.4. Variables de rendimiento

3.4.1. Frutos por planta

En toda la fase productiva de las seis variedades, se contabilizaron todos los tomates producidos: La variedad Carucha obtuvo 15 frutos por planta en promedio, Decia y Magine 19 frutos, la variedad Dodel 12 frutos, la variedad Domi 16 frutos y el testigo Sevaco tuvo

un promedio de 22 frutos por planta (Cuadro 7). en la investigación de Hernández *et al.* (2012), Se obtuvieron similares resultados para las variedades Carucha 19 frutos, Domi 18 frutos, Magine 13 frutos, Dodel ocho frutos y Decia cuatro frutos.

Cuadro 7: Medida resumen de la variable frutos por planta

Variedad	Variable	N	Media (cm)	D.E.	E.E.	C.V.%
Carucha	Frutos por planta	10	14.90	3.67	1.16	24.60
Decia	Frutos por planta	10	18.80	6.23	1.97	33.15
Dodel	Frutos por planta	10	11.50	5.17	1.63	44.95
Domi	Frutos por planta	10	15.80	7.98	2.52	50.53
Magine	Frutos por planta	10	19.40	5.97	1.89	30.76
Sevaco	Frutos por planta	10	21.60	5.66	1.79	26.21

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Número de cortes

El total de cortes realizados en las variedades Carucha y Domi son 7, Decia y Sevaco 9 cortes, en la variedad Dodel se realizaron 6 cortes y en la variedad Magine 8 cortes en toda la fase de producción. En comparación a los datos del estudio por Hernández *et al.* (2012), presentaron diferencias con los datos del presente estudio. Para la variedad Carucha y Domi cuatro cortes, Magine cinco cortes, Dodel tres cortes y Decia dos cortes.

3.4.3. Peso promedio de frutos por planta

La variedad Dodel obtuvo el mejor peso promedio con 67.16 gr, las variedades Decia, Domi y Magine obtuvieron resultado similar de 33.88 gr, 35.39 gr y 34.23 gr respectivamente, y la variedad Carucha obtuvo el resultado más bajo de 29.41 gr.

3.4.5. Cantidad de semillas en un gramo

La cantidad de semillas promedio por gramo en la variedad Carucha es de 352, la variedad Decia de 321, Dodel con promedio de 279, Domi con 422, Magine tiene 390 semillas en un gramo y Sevaco cuenta con 366 semillas.

3.4.6. Vida en anaquel

La duración del periodo en que los frutos son aptos para el consumo en frescos o procesados (agroindustria) de las variedades Carucha, Decia, Dodel y Magine es de 13 días, para Domi fue un periodo de 14 días y Sevaco con 15 días.

3.4.7. Sólidos solubles en fruto maduro

El promedio de sólidos solubles en el 5º estadio fue de 3,98ºBrix Dodel, 4,18ºBrix Decia, 3,89ºBrix Magine, 3,86ºBrix Carrucha y 3,74ºBrix Domi. La variedad en estudio que obtuvo el mayor contenido de sólidos solubles fue Decia con un valor superior a los 4ºBrix siendo menor que la variedad Sevaco. Los menores contenidos de sólidos estuvieron representados por la variedad Domi con un valor menor a 3,8ºBrix.

4. CONCLUSIONES

Con base al descriptor de tomate del IPGRI se determinó en la investigación que de los seis materiales se encontraron tres formas longitudinal predominantes: Achatada, Ligeramente Achatada y Redondeada siendo la variedad Carucha achatada, la variedad Decia, Dodel, Domi y Magine presentaron la forma ligeramente achatada, la variedad Sevaco presentó forma redondeada.

Con base al descriptor del IPGRI se determinó en la investigación que de los seis materiales se encontraron dos formas de crecimiento: indeterminado y semideterminado, las variedades Dodel, Decia, Magine y Sevaco presentaron tipo de crecimiento indeterminado y las variedades Carucha y Domi con crecimiento semideterminado.

De las seis variedades, Sevaco y Decia presentaron 98 días a cosecha siendo las más precoces y la variedad Dodel tardó más con 105 días. El dato más frecuente en las variedades Carucha y Dodel presentaron 104 días, Decia, Domi, Magine y Sevaco 97 días a cosecha.

La producción promedio de la variedad Carucha fue de 15 frutos por planta, Decia y Magine 19 frutos, la variedad Dodel 12 frutos, la variedad Domi 16 frutos y Sevaco tuvo un promedio de 22 frutos por planta. Los datos presentaron un elevado coeficiente de variación.

Mediante la variable peso del fruto tomada del descriptor IPGRI se determinó en la investigación que la variedad Dodel obtuvo el mejor peso promedio con 67.16 gr, las variedades Decia, Domi y Magine obtuvieron resultado similar de 33.88 gr, 35.39 gr y 34.23 gr respectivamente, y la variedad Carucha obtuvo el resultado más bajo en comparación a las anteriores de 29.41 gr.

La duración del periodo en que los frutos son aptos para el consumo en general, alimentos frescos o procesados (agroindustria) de las variedades Carucha, Decia, Dodel y Magine es de 13 días, para Domi fue un periodo de 14 días y Sevaco con 15 días.

La cantidad de semillas promedio por gramo en la variedad Carucha es de 352, la variedad Decia de 321, Dodel con promedio de 279, Domi con 422, Magine tiene 390 semillas en un gramo y Sevaco cuenta con 366 semillas.

En cuanto al análisis multivariado para las variables cuantitativas, las variedades Decia, Domi, Magine y Sevaco presentaron mejores características en las variables número de flores, altura de la planta, flores cuajadas y aborto de frutos, la variedad Dodel es más significativa en cuanto a las variables peso promedio de frutos, altura y días a cosechas.

Para el diseño estadístico Bloques Completamente al Azar (DBCA) presentó que el factor bloqueo no es significativo en todas las variables ($p < 0.05$), por lo cual el efecto distribución de la sombra de los árboles cercanos al invernadero no afectó el desarrollo de las seis variedades.

5. RECOMENDACIONES.

Utilizar la variedad Dodel si se requiere para un mercado donde la necesidad sean frutos de gran tamaño.

Utilizar la variedad Magine si se requiere un mercado donde la necesidad sea la mayor cantidad de frutos y menor tamaño de ellos.

En el establecimiento del cultivo, se deben utilizar mayores distanciamientos entre plantas y surcos, debido a la gran cantidad de follaje producido por las plantas.

Se debe utilizar podas en el cultivo para prevenir problemas fitosanitarios y de manejo.

Tener en cuenta las condiciones climáticas del lugar a establecer el cultivo, cumpliendo con los rangos óptimos de temperatura y humedad para el desarrollo.

Tomar en cuenta un tutorado que se adecue a la altura de cada variedad, basándose a la variedad que se desee establecer.

6. BIBLIOGRAFÍA.

Aldana, M. J. 2015. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de tomate de cocina con buenas prácticas agrícolas bajo sistemas de macrotúneles, en el Valle De Zapotitán, Ciudad Arce Departamento De La Libertad. Velásquez W. E. San Salvador. El Salvador. Universidad De El Salvador.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”). 2015. Guía técnica cultivo de tomate. La Libertad, El Salvador. 48 p

CNE (Consejo Nacional de Energía). 2019. Energía Solar (en línea). El Salvador. Consultado: 29 Abr. 2019. Disponible en: https://www.cne.gob.sv/?page_id=615

Hernández, M; Perez, M; Orellana, M. 2012. Proyecto de investigación docente: producción de semillas m6 de cinco variedades mutantes de tomate procedentes de cuba. San Salvador, El Salvador. 10 p

INIA Ururi (Instituto De Investigaciones Agropecuarias, Chile). Poda y deshoje en el cultivo de tomate bajo malla antiáfido. 2018 (en línea). Chile. Consultado el 03 mar. 2019. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/08/03/poda-y-deshoje-en-elcultivo-de-tomate-bajo-malla-antiafido/>

Intendencia Económica. 2015. Dependencia alimentaria en El Salvador: La trascendencia de importaciones para el consumo nacional. San Salvador, El Salvador. Gobierno de El Salvador. 18 p

IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos). Descriptores para el tomate (*Lycopersicon* spp.). Maccaresse, Roma. 3 p

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Republica de El Salvador). 2016. Anuario de Estadísticas Agropecuarias, ENAP 2015-2016 y Precios de Mercado. San Salvador, El Salvador. 87 p

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Republica de El Salvador). 2018. Anuario de Estadísticas Agropecuarias 2017-2018. San salvador, El Salvador. 82 p

MARN (Ministerio de Recursos Naturales Y Medio Ambiente, SV). 2019. Meteorología (en línea). Consultado: 08 mar. 2019. Disponible en: <https://www.marn.gob.sv/category/informes-especiales/meteorologia/>