

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Producción y calidad postcosecha en tres híbridos de tomate saladette
(Pony, Bianco y SV8579TE) en respuesta a dos densidades de siembra**

Estudiante

Wilmer Alejandro Pineda Lemus

Asesores

Hugo Omar Ramirez Guerrero, Ph.D.

Raphael Wesly Colbert, Ph.D.

Honduras, Julio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos	9
Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Materiales y Métodos.....	14
Tratamientos (Cultivar).....	14
Siembra, Trasplantes y Establecimiento de Casa China.....	15
Manejo Hortícola	15
Preparación de suelo	15
Riego	16
Producción de Plántulas y Manejo del Semillero	16
Control Fitosanitario	16
Variables Evaluadas	16
Rendimiento y Componentes	17
Frutos Comerciales por Planta.....	17
Frutos Totales por Hectárea	17
Rendimiento (kg ha ⁻¹).....	17
Frutos Comerciales por Hectárea	17
Variables Postcosecha.....	18

Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST)	18
Materia Seca	18
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	18
Resultados y Discusión.....	19
Altura de la Planta.....	19
Número de Flores	21
Número de Frutos.....	24
Rendimiento.....	30
Componentes de Calidad Postcosecha: Peso del fruto, Diámetro Polar, Diámetro Ecuatorial, Área Superficial, Grados Brix (Solidos Solubles Totales, SST) y Materia Seca.....	32
Peso del Fruto	34
Diámetro Polar.....	35
Diámetro Ecuatorial	36
Área Superficial.....	37
Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST)	38
Materia Seca	39
Conclusiones	41
Recomendaciones.....	42
Referencias.....	43
Anexos.....	45

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Semillas utilizadas de los híbridos de tomate saladette evaluados.	14
Cuadro 2 Tratamientos de los dos ensayos de la evaluación de tres híbridos de tomate tipo Saladette evaluados en dos densidades de siembra.	15
Cuadro 3 Altura de la planta (cm) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas/ha a los 76 días después de trasplante (ddt) en Zamorano. .	19
Cuadro 4 Altura de la planta (cm) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas/ha a los 76 días después de trasplante (ddt) en Zamorano. .	19
Cuadro 5 Número de flores de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas/ha a los 76 y 87 días después de trasplante (ddt) en Zamorano.	21
Cuadro 6 Número de flores de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas/ha a los 76 y 87 días después de trasplante (ddt) en Zamorano.	22
Cuadro 7 Número de frutos de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 plantas/ha a los 76, 87, 94 y 101 días después de trasplante (ddt) en Zamorano.	25
Cuadro 8 Número de frutos de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas/ha a los 76, 87, 94 y 101 días después de trasplante (ddt) en Zamorano.	25
Cuadro 9 Rendimiento (kg) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6 m) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas/ha en Zamorano.	31
Cuadro 10 Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas/ha en Zamorano.	32
Cuadro 11 Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette con grado de maduración pintón en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas/ha en Zamorano.	33

Cuadro 12 Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas/ha en Zamorano..... 33

Cuadro 13 Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas/ha en Zamorano..... 34

Índice de Figuras

Figura 1 Altura de la planta (cm) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	20
Figura 2 Número de flores planta ⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	23
Figura 3 Número de flores planta ⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 87 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	24
Figura 4 Número de frutos planta ⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6 m) y 16,666 plantas h ⁻¹ a (1.5 x 0.4 m) a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	27
Figura 5 Número de frutos planta ⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 87 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	28
Figura 6 Número de frutos planta ⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 94 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	29
Figura 7 Número de frutos planta ⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 101 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	30
Figura 8 Rendimiento de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6 m) y 16,666 (1.5 x 0.6 m) plantas ha ⁻¹ en Zamorano.	31
Figura 9 (Kilogramos planta ⁻¹) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ en Zamorano.....	32

Figura 10	Peso del fruto de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	35
Figura 11	Diámetro polar de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	36
Figura 12	Diámetro ecuatorial de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	37
Figura 13	Área superficial de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	38
Figura 14	Grados Brix de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	39
Figura 15	Materia seca de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha ⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.....	40

Índice de Anexos

Anexo A Análisis de suelos.....	45
---------------------------------	----

Resumen

El tomate es de las hortalizas más producidas a nivel mundial, que puede cultivarse en diversas altitudes y climas según la capacidad de adaptación de cada cultivar. La densidad de plantas es un factor importante que puede determinar el éxito del cultivo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo, rendimientos y calidad postcosecha de 3 híbridos de tomate. El ensayo se realizó de mayo a septiembre 2021, en la unidad de Olericultura de Zamorano. Se establecieron 2 ensayos con similares tratamientos y distribución, con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y seis repeticiones. Las densidades establecidas fueron de 16600 y 11000 plantas ha⁻¹. Durante el ciclo del cultivo se recolectaron variables de crecimiento (altura), desarrollo (flores y frutos), rendimiento y calidad postcosecha (peso, materia seca-MS, brix-SST, diámetro polar-DP y ecuatorial-DE). Los resultados revelaron que la densidad de siembra de 11000 plantas ha⁻¹ influyó significativamente la producción de tomate, principalmente el rendimiento, número de flores y número de frutos. El híbrido SV8579TE obtuvo los más altos rendimientos y peso (76,239 kg ha⁻¹ y 4.57 kg/planta). Por otra parte, las densidades de siembra no influenciaron la altura de la planta, DP, DE, SST y MS de los frutos. Sin embargo, la MS de la densidad 16000 plantas ha⁻¹ fue mayor en el híbrido Pony. Similarmente los SST del híbrido Pony alcanzaron los mejores valores (3.80 y 3.88) en ambas densidades en comparación con los otros híbridos.

Palabras clave: Cultivares, distanciamiento, población, productividad, calidad de fruto, variedades.

Abstract

Tomato is one of the most widely produced vegetables which can be grown at various altitudes and climates, depending on the adaptability of each cultivar. Plant density is an important factor that can determine the success of the crop. The objective of this study was to evaluate the effect of two planting densities on growth, development, yields and postharvest quality of three tomato hybrids. The trial was conducted from May to September 2021, at the Zamorano Olericulture unit. Two trials were established with similar treatments and distribution, with a Randomized Complete Block (RCB) design with three treatments and six replications. The densities established were 16,600 and 11,000 plants ha⁻¹. During the crop cycle, variables of growth (height), development (flowers and fruits), yield and postharvest quality (weight, dry matter-DM, brix-SST, polar diameter-PD and equatorial diameter-ED) were collected. The results revealed that the planting density of 11,000 plants ha⁻¹ significantly influenced tomato production, mainly yield, number of flowers and number of fruits. Hybrid SV8579TE obtained the highest yield and weight (76,239 kg ha⁻¹ and 4.57 kg/plant). On the other hand, planting densities did not influence plant height, DP, DS, TSS and DM of fruits. However, the DM of the 16,000 plants ha⁻¹ density was higher in the Pony hybrid. Similarly, the TSS of the Pony hybrid reached the best values (3.80 and 3.88) at both densities compared to the other hybrids.

Key words: Cultivars, distance, population, productivity, fruit quality, varieties.

Introducción

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial, pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta de porte arbustivo, el sistema radicular está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. La planta puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido de tomate, la temperatura óptima es de 30 °C para el día y 16 °C por la noche (Larín Marco et al. 2018). En Honduras los departamentos de mayor producción de tomate son El Paraíso, Comayagua, Francisco Morazán, Choluteca, Olancho, Copan y Ocotepeque. El rendimiento promedio de tomate en Honduras es de 31.6 t ha⁻¹, superado por Guatemala 38.5 y México 43.3 t h⁻¹ (FHIA 2018).

El cultivo de tomate tiene una gran demanda tanto en el mercado local, nacional como internacional ya que es una de las hortalizas más rentables, porque se usa en todas las cocinas del mundo (Galvis et al. 2004). Al mismo tiempo, posee diversos beneficios, como ser, protección de la vista, mejora la circulación sanguínea, sirve como antioxidante para la piel, es diurético. La producción de tomate a campo abierto se hace cada vez más difícil debido a las condiciones ambientales desfavorables, y la incidencia de plagas y enfermedades que afectan este cultivo (Larín et al. 2018). De esta manera es importante contar con una diversidad de materiales genéticos (variedades, híbridos) y hacer uso de buenas prácticas hortícolas en su establecimiento y desarrollo, caso plántulas sanas y apropiadas densidades de siembra entre otras.

El conocimiento de las etapas de crecimiento y desarrollo de un cultivo y sus múltiples cultivares debería ser la primera y una esencial herramienta para realizar un manejo sostenible de la producción olerícola. Mientras que la densidad de siembra será, junto a otras técnicas de cultivo, determinante de la intercepción de radiación solar en el cultivo (Carrillo et al. 2003). Optimizar mediante una intercepción de radiación adecuada es clave para obtener la máxima producción cosechable. Una mayor densidad de planta aumenta la precocidad y reduce el ciclo biológico. La densidad de plantación dependerá del desarrollo, el cual estará influenciado principalmente por el cultivar elegido, sus características de crecimiento indeterminado o determinado y en tutorados

empleados, tipo y fertilidad de suelo, disposición y tipo de riego, y climatología del ciclo elegido (Carrillo et al. 2003)

También la densidad de población de plantas es un factor importante que puede determinar el éxito o el fracaso de un cultivo y se define como el número de plantas por unidad de área que pueden afectar el crecimiento vegetativo y el rendimiento de los cultivos (Sandhu et al. 2021). Por otra parte, la selección de la densidad o el espaciamiento óptimo de las plantas asegura que se pueda lograr un mejor rendimiento del cultivo. La competencia puede ser entre plantas de la misma especie (intraespecíficas) o plantas de dos o más especies (interespecíficas), según algunos estudios de cultivos múltiples se encontró que la competencia intraespecífica tiende a ser más fuerte que la competencia interespecífica. En algunos casos la competencia interespecífica puede tener efectos positivos, mientras que la intraespecífica tiende a tener consecuencias negativas (Sandhu et al. 2021).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y la calidad postcosecha de híbridos de tomate.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en los meses de mayo a septiembre 2021 en la temporada de lluvias, en la Unidad de Olericultura Extensiva de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (Zona 3). Este lugar está localizado geográficamente en 14°00' Latitud Norte y 86°59' Longitud Oeste, su elevación es 767 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm. Durante el ciclo del cultivo estudiado la temperatura promedio fue de 22 °C y una precipitación acumulada de 635 mm. El pH del suelo fue de 6.53, con 2.03 de materia orgánica. El suelo en el lugar de los ensayos era Franco, con 48% de arena, 34% de limo y 18% de arcilla.

Tratamientos (Cultivar)

Se utilizaron tres híbridos de tomate tipo pera o saladette. Estos híbridos corresponden con los materiales Pony Express F1, Bianco y SV8579TE desarrollados por las empresas de semillas HMClause, East West Seed y Seminis respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1

Semillas utilizadas de los híbridos de tomate saladette evaluados en campo, Zamorano, 2021

Híbrido	Origen	Empresa
Bianco	Países Bajos	East West Seed
SV8579TE	Estados Unidos	Seminis
Pony Express F1	Estados Unidos	HMClause

Estos tres híbridos se evaluaron en dos ensayos separados correspondientes con dos distancias de siembra entre plantas de 40 cm (D40) y 60 cm (D60). La distancia entre hileras fue de 1.5 m para los dos ensayos. Las densidades de plantas por hectárea fueron de 16,666 en D40 y en D60 se obtienen 11,111 plantas ha⁻¹ (Cuadro 2).

Cuadro 2

Tratamientos de los dos ensayos de la evaluación de tres híbridos de tomate tipo Saladette evaluados en dos densidades de siembra

Ensayo	Tratamiento	Distancia		Plantas por unidad experimental	Densidad plantas ha ⁻¹
		Entre plantas (cm)	Entre camas (m)		
1	Pony Bianco SV8579TE	40	1.5	18	16,666
2	Pony Bianco SV8579TE	60	1.5	18	11,111

Siembra, Trasplantes y Establecimiento de Casa China

El de 6 mayo de 2021, se realizó la siembra del tomate en bandejas de 200 alveolos, donde luego fueron trasladadas a campo para ser trasplantadas. Las plántulas con 25 días después de siembra fueron trasplantadas en una hilera el 3 de junio en camas con acolchado plástico. La separación de 40 (Ensayo 1) y 60 cm (Ensayo 2) entre plantas y de 1.50 m entre camas fue establecida. Luego del trasplante todas las camas se cubrieron con manta térmica para el establecimiento de casa china que inicialmente protege el cultivo de las principales plagas y vectores (principalmente mosca blanca). Así mismo la manta térmica ayuda a regular las altas temperaturas, precipitaciones, vientos y radiación.

Manejo Hortícola

El manejo del cultivo se realizó siguiendo el plan de siembra y manejo hortícola de la producción comercial de tomate tipo pera en la Unidad de Olericultura de Zamorano.

Preparación de suelo

Se realizó un análisis de suelo para poder determinar las deficiencias de este y realizar una fertilización adecuada, basándose en las deficiencias que este presentó. En la práctica de mecanización se realizó un pase de rastra pesada, un pase de rastra liviana y luego un acamado, donde quedaron camas altas de 1.5 m entre los centros.

Riego

En las camas de siembra que fueron niveladas se estableció el sistema de riego presurizado y localizado por goteo con la instalación de una cinta de riego situada en la parte central de la cama. Luego de la colocación de la cinta de riego fue colocado manualmente el acolchado plástico.

Producción de Plántulas y Manejo del Semillero

La producción de plántulas se realizó en semilleros en bandejas de 200 alvéolos y bajo invernadero tipo túnel. La producción de plántulas de buena calidad influye en el rendimiento, por lo tanto, elegimos un lugar seguro con suficiente iluminación, así mismo, utilizamos sustratos desinfectados para obtener una mejor germinación y obtener plántulas de mejor calidad.

Control Fitosanitario

Se realizaron monitoreos semanales para identificar las plagas y enfermedades presentes en el cultivo, estos sirvieron para tomar decisiones de los productos, dosis y momento de aplicación del plaguicida. El control de maleza se realizó de manera manual. Cabe destacar que el cultivo presentó enfermedades como son *Alternaria solani*, la cual causa daños a la parte aérea de las plantas de tomate, principalmente en las hojas en todos sus estados de crecimiento. Los síntomas presentados se caracterizan por tener lesiones circulares de color café a negro en hojas maduras.

Variables Evaluadas

En horas de la mañana (7 a 10:30 am) fueron realizados cuatro muestreos en cada una de las unidades experimentales (EU) a los 76, 87, 94 y 101 DDT, para los respectivos análisis de crecimiento, desarrollo, producción y calidad de postcosecha.

Durante el ciclo del cultivo se tomaron las variables relacionadas con el crecimiento (altura), desarrollo (número de flores y frutos), rendimiento (peso de frutos) y la calidad postcosecha (porcentaje de materia seca, brix, diámetros de fruto polar y ecuatorial).

Rendimiento y Componentes

Frutos Comerciales por Planta

La cantidad de frutos comerciales por planta se obtuvieron de la división de los frutos comerciales por unidad experimental (8 m²) entre el número de plantas que había por unidad experimental UE, según como se describe en la ecuación 1.

$$\text{Frutos comerciales por planta} = \frac{\text{Frutos comerciales/UE}}{\text{Plantas sobrevivientes/UE}} \quad [1]$$

Frutos Totales por Hectárea

La cantidad de frutos totales por hectárea se calcularon extrapolando el número de frutos por unidad experimental. Para contabilizar los frutos totales se tomó en cuenta todos los frutos en estado pintón y maduro por planta.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Esta variable se calculó tomando en cuenta los datos del peso de un fruto en kilogramos, la densidad, la cantidad de frutos comerciales y plantas sobrevivientes/UE, después, el resultado se convirtió a toneladas por hectárea, lo anterior se realizó utilizando la ecuación 2.

$$\begin{aligned} & \text{Rendimiento} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{Planta}} \right) \\ & = \frac{(\text{peso de un fruto en kg}) \times \frac{\text{Frutos comerciales}}{\text{UE}} \times \text{densidad/ha}}{\frac{\text{Plantas sobrevivientes}}{\text{UE}}} \quad [2] \end{aligned}$$

Frutos Comerciales por Hectárea

La cantidad de frutos comerciales por hectárea se calculó extrapolando el número de frutos comerciales por unidad experimental. Para contabilizar los frutos de tomate comerciales, se consideran únicamente los frutos pintones (etapa en transición a color rojo) y maduros, así mismo, se descartaron aquellos deformes y de tamaños pequeños.

Variables Postcosecha

Las variables postcosecha se midieron en tomates de un estado de maduración de pintón a rojo. Se recolectaron tres frutos maduros de cada UE para poder evaluar el diámetro ecuatorial y el diámetro polar de cada fruto. Utilizando un pie de rey (Caliper) se tomaron en mm el diámetro polar y ecuatorial para poder calcular el área superficial de los frutos frescos de tomate.

Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST)

El refractómetro digital HI 96801®, permitió medir los sólidos solubles totales de los frutos de tomate. En los frutos se realizó un corte por la mitad y la parte que mayor contenido de jugo tenía se exprimió para realizar el análisis.

Materia Seca

Se realizó la recolección de tres frutos maduros de tamaño promedio de cada UE. Cada fruto se dividió en ocho partes, se tomó el peso fresco y luego se llevó al horno a 75 °C por 48 horas aproximadamente. Para terminar, se tomó el peso seco. En total eran 54 muestras y para obtener la materia seca se usó la siguiente ecuación 3.

$$MS = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso seco})}{\text{peso inicial}} \quad [3]$$

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El estudio fue establecido con un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con seis tratamientos y seis repeticiones respectivamente dando origen a 36 unidades experimentales en total. El experimento constó en total de 20 plantas/unidad experimental y un área de 8 m². El análisis estadístico se realizó empleando el programa estadístico SAS versión 9.4 (Statistical Analysis System), analizando los datos correspondientes a la varianza por medio de un análisis ANDEVA y prueba Duncan para la separación de medias, con una probabilidad de ≤ 0.05.

Resultados y Discusión

Altura de la Planta

En el Cuadro 3 se puede observar la altura que se obtuvieron en los tres híbridos de tomate evaluados en la distancia de siembra de 40 cm entre plantas. Los híbridos Bianco y SV8579TE fueron estadísticamente superiores al híbrido Pony en la altura de la planta.

Cuadro 3

Altura de la planta (cm) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.

Híbrido	Altura (cm)
Bianco	155.00 a†
SV8579TE	160.83 a
Pony	132. 83 b
Significancia	<.0001
CV (%)	3.04
R2	0.92

Nota: † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05

En el Cuadro 4 podemos observar la altura que obtuvieron los 3 híbridos de tomate evaluados en la distancia de siembra de 60 cm. El híbrido SV8579TE fue estadísticamente superior a los híbridos Bianco y Pony, así mismo, el híbrido Bianco fue superior al híbrido Pony en la altura de la planta.

Cuadro 4

Altura de la planta (cm) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.

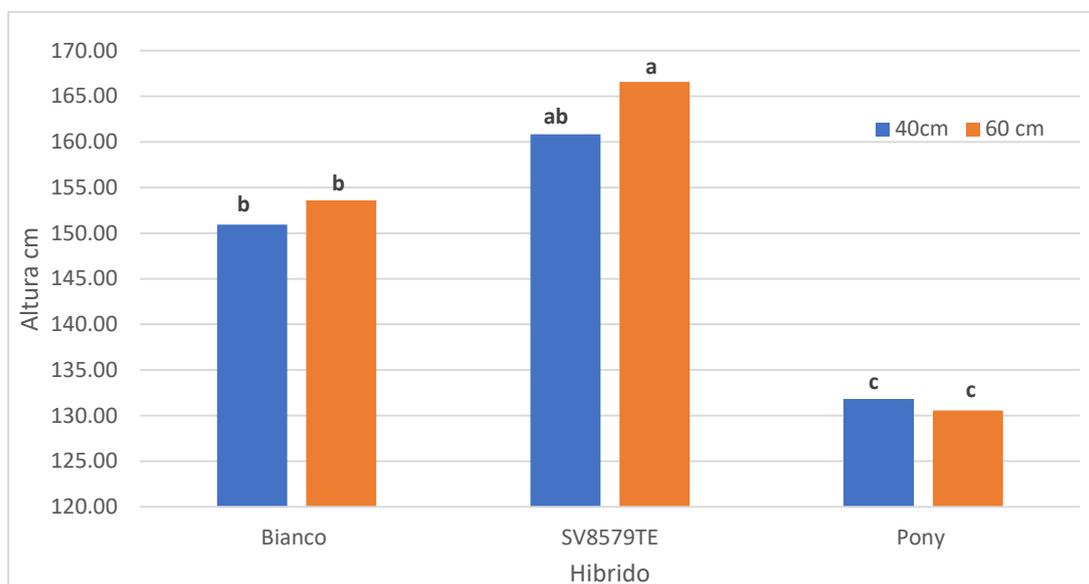
Híbrido	Altura cm
Bianco	155.90 b
SV8579TE	171.80 a†
Pony	133.1 c
Significancia	<.0001
CV (%)	6.68
R2	0.76

Nota: † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de ≤ 0.005 .

En la Figura 1 podemos observar la altura que obtuvieron los 3 híbridos de tomate evaluados en la densidad de 16,666 (40 cm entre plantas) y 11,111 (60 cm entre plantas) plantas ha⁻¹. El híbrido SV8579TE no mostró diferencias estadísticas en las dos densidades (166.58 y 160.83 cm respectivamente), sin embargo, este mismo híbrido en la densidad de 11,111 fue estadísticamente superior en comparación con los híbridos Bianco y Pony. Por otra parte, el híbrido Bianco no mostró diferencias estadísticas en las dos densidades (153.58 y 150.92 cm, respectivamente), no obstante, fue diferente estadísticamente y superior al híbrido Pony en las dos densidades. El híbrido Pony no mostró diferencias estadísticas en las dos densidades de siembra (130.58 y 131.83 cm, respectivamente).

Figura 1

Altura de la planta (cm) de tres híbridos de tomate para tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

Oscar et al. (2020) y Wamser y Mueller (2009), mencionan que la altura de la planta es ocasionalmente mayor cuando se aumenta la densidad de plantación. Sin embargo, Pérez (2016), obtuvo resultados opuestos, tal como se ha visto en el presente estudio específicamente con el híbrido SV8579TE, donde se pudo observar la altura del híbrido fue ligeramente menor cuando las plantas

estaban distanciadas 40 cm entre sí, con respecto a las plantas a 60 cm. Mientras que los otros híbridos (Pony y Bianco) no mostraron diferencias en sus valores de altura en ambas densidades. De igual manera, en la investigación realizada por Carvalho F et al. (2019), nos muestra que no se detectaron diferencias significativas en la altura de planta en ningún distanciamiento de siembra.

Número de Flores

En el Cuadro 5 se puede observar la cantidad de flores que obtuvieron en los tres híbridos de tomate evaluados en la distancia de siembra de 40 cm. Los híbridos SV8579TE y Bianco fueron estadísticamente superiores al híbrido Pony en el número de flores de la planta, tanto a los 76 como a los 87 días después de trasplante (DDT).

Cuadro 5

Número de flores planta⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 y 87 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.

Híbrido	Número de flores	
	76 DDT	87 DDT
Bianco	56.83 ab	74.50 a
SV8579TE	61.17 a†	74.16 a
Pony	48.50 b	57.16 b
Significancia	0.0216	0.0218
CV (%)	11.83	14.75
R2	0.68	0.66

Nota. †Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de

Duncan a una probabilidad de ≤ 0.005 ; **DDT**: días después de trasplante.

En el Cuadro 6 podemos observar el número de flores que obtuvieron en los tres híbridos de tomate evaluados en la distancia de siembra de 60 cm. Los híbridos SV8579TE y Bianco fueron estadísticamente superiores al híbrido Pony en el número de flores de la planta a los 76 como a los 87 días después de trasplante.

Cuadro 6

Número de flores planta⁻¹ de tres híbridos de tomate para tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas ha⁻¹ a los 76 y 87 días después de trasplante (DDT) en Zamorano

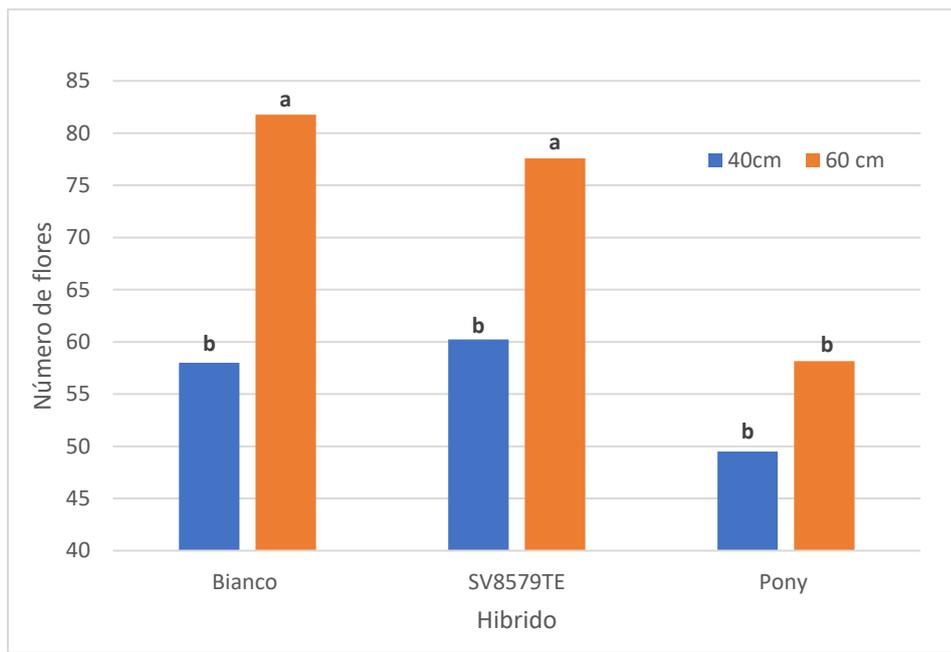
Híbrido	Número de flores	
	76 DDT	87 DDT
Bianco	83.00 a†	59.10 a
SV8579TE	76.40 a	60.60 a
Pony	56.70 b	43.30 b
Significancia	0.0017	0.015
CV (%)	20.6	24.81
R2	0.55	0.41

Nota. † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 .

En la Figura 2 podemos observar el número de flores que obtuvieron los tres híbridos de tomate evaluados a los 76 días DDT en las distancias de siembra de 40 y 60 cm. Los tres híbridos en el distanciamiento de 40 cm no presentaron diferencias estadísticas en el número de flores por planta, por otra parte, los híbridos Bianco y SV8579TE en el distanciamiento de 60 no presentaron diferencias estadísticas, pero fueron estadísticamente superiores al híbrido Pony. Por otra parte, el híbrido Bianco en el distanciamiento de 40 cm fue diferente estadísticamente al distanciamiento de 60 cm. Así mismo, el híbrido SV8579TE a 40 cm fue diferente estadísticamente al distanciamiento de 60 cm, no fue así, en el híbrido Pony que no presentó diferencias estadísticas en el número de flores en las dos densidades.

Figura 2

Número de flores planta^{-1} de tres híbridos de tomate para tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5×0.6) y 16,666 (1.5×0.4) plantas ha^{-1} a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano

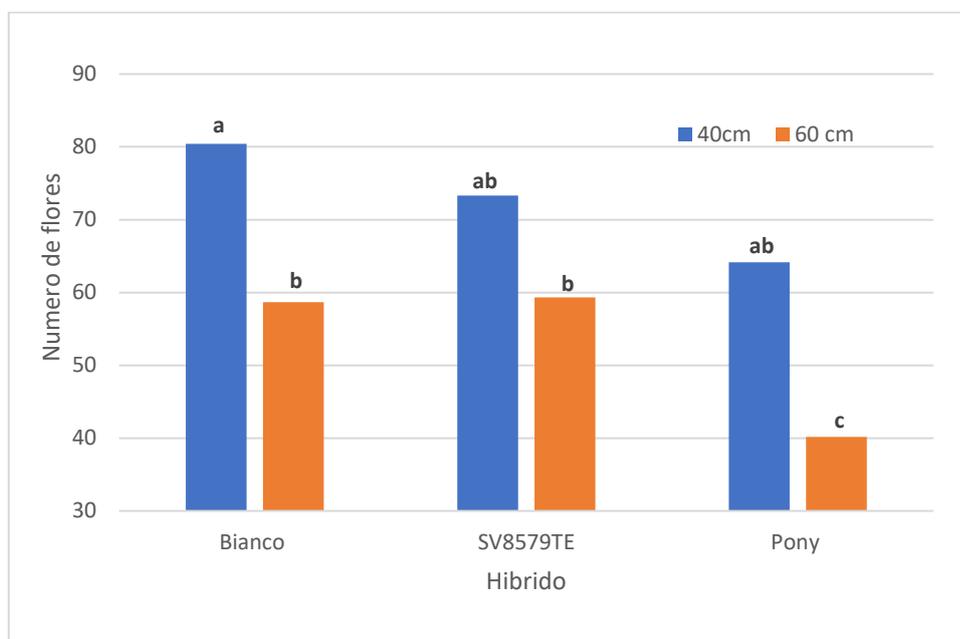


Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

En la Figura 3 podemos observar el número de flores que obtuvieron los tres híbridos de tomate evaluados a los 87 días DDT en el distanciamiento de 40 y 60 cm. Los tres híbridos en la densidad de 40 cm no presentaron diferencias estadísticas. Los híbridos Bianco y SV8579TE no fueron estadísticamente diferentes en el distanciamiento de 60 cm, sin embargo, el híbrido Pony sí fue estadísticamente diferente. El híbrido Bianco en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40 cm. Por otra parte, el híbrido SV8579TE en el distanciamiento de 60 cm fue superior estadísticamente al distanciamiento de 40 cm. Por último, el híbrido Pony en el distanciamiento de 40 cm, fue estadísticamente superior al distanciamiento de 60 cm.

Figura 3

Número de flores planta^{-1} de tres híbridos de tomate para tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5×0.6) y 16,666 (1.5×0.4) plantas ha^{-1} a los 87 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

Según Quispe (2014), el número de flores nos indica, que a mayor número de flores se tendrá una mayor número de frutos. La cantidad de flores está relacionada con el genotipo de la planta. Por otra parte, Saleh y Magdi (2014), mencionaron que el aumento en la densidad de población de plantas por unidad de área disminuyó el número de flores

Número de Frutos

En el Cuadro 7 se pueden observar los resultados de la cantidad de frutos que se obtuvieron en los tres híbridos de tomate evaluados en el distanciamiento de siembra de 40 cm. Se encontró que los híbridos Bianco, SV8579TE y Pony, estadísticamente presentaron el mismo número de frutos a los 76, 94, 101 días después de trasplante, sin embargo, el Pony mostró una diferencia estadísticamente significativa, menor a los 87 días después de trasplante en comparación con los otros híbridos.

Cuadro 7

Número de frutos planta⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 plantas ha⁻¹ a los 76, 87, 94 y 101 días después de trasplante (DDT) en

Zamorano

Híbrido	Número de frutos			
	76 DDT	87 DDT	94 DDT	101 DDT
Bianco	57.83 ns	91.83 a †	69.00 †	43.33ns
SV8579TE	55.16	85.16 a	70.50	44.66
Pony	65.00	72.67 b	61.33	40.17
Significancia	0.18	0.02	0.28	0.77
CV (%)	14.66	11.24	14.84	25.60
R2	0.58	0.69	0.79	0.40

Nota. † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de

Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 ; **DDT**: días después de trasplante; **NS**: no significativo

En el Cuadro 8 podemos observar el número de frutos que obtuvieron en los tres híbridos de tomate evaluados en el distanciamiento de 60 cm. El híbrido Pony y SV8579TE fueron estadísticamente superiores al híbrido SV8579TE en número de frutos por planta a los 76 y 87 días después de trasplante, por otro lado, los híbridos Bianco, SV8579TE y Pony, tuvieron una productividad estadísticamente similar en el número de frutos de la planta a los 94 días después de trasplante. Así mismo, el híbrido Bianco mostró una diferencia estadísticamente significativa menor, a los 101 días después de trasplante en comparación con los otros híbridos.

Cuadro 8

Número de frutos planta⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas ha⁻¹ a los 76, 87, 94 y 101 días después de trasplante (DDT) en

Zamorano

Híbrido	Número de frutos			
	76 DDT	87 DDT	94 DDT	101 DDT
Bianco	84.20 a †	79.30 a	89.00 †	42.30 b
SV8579TE	69.60 b	66.40 b	98.30	52.20 a
Pony	85.00 a	83.60 a	88.50	43.50 a
Significancia	0.0112	0.0132	0.5143	0.0248
CV (%)	14.69	16.15	22.94	17.78
R2	0.40	0.48	0.40	0.68

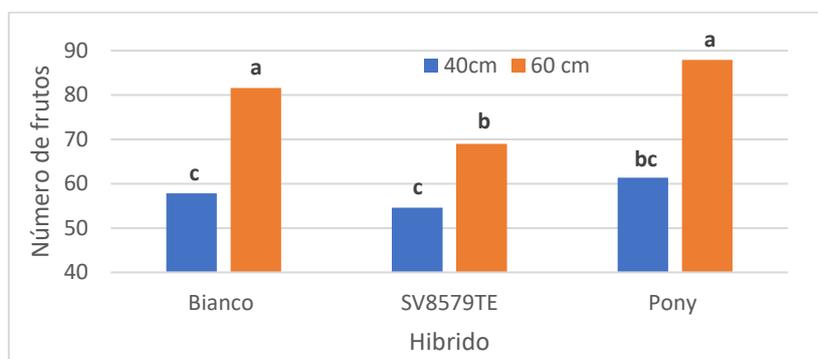
Nota. † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 ; **DDT**: días después de trasplante; **NS**: no significativo.

Saleh y Magdi (2014), mencionan que el aumento en la densidad de la densidad de población de plantas por unidad de área disminuyó el número de frutos por planta, esta reducción podría deberse a la competencia entre plantas, ya que se espera que la competencia sea menor en las densidades de plantación bajas que en las altas. Así mismo, Tuan y Mao (2015) mencionan que el número de frutos por planta disminuyeron a medida que aumentaba la densidad de plantación, por lo que concuerda con nuestro estudio. Por otra parte, el número de frutos por planta está determinado por el número de flores que son fecundadas y alcanzan a desarrollarse en fruto Santiago J et al. (1998). También está determinado por la cantidad de hojas que actúan como fuente de asimilados de acuerdo con su filotaxia Quintana et al. (2010) .

En la Figura 4 podemos observar el número de frutos que obtuvieron los tres híbridos de tomate evaluados a los 76 días DDT en el distanciamiento de 40 y 60 cm. Los híbridos Bianco y Pony en el distanciamiento de 60 cm fueron estadísticamente iguales, sin embargo, el híbrido SV8579TE fue estadísticamente menor. Así mismo, los tres híbridos en el distanciamiento de 40 cm fueron estadísticamente iguales. Por otra parte, el híbrido Bianco en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior, al distanciamiento de 40 cm. Al mismo tiempo, el híbrido SV8579TE a los 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40 cm. Por último, el híbrido Pony en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40 cm.

Figura 4

Número de frutos planta^{-1} de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 ($1.5 \times 0.6 \text{ m}$) y 16,666 plantas h^{-1} a ($1.5 \times 0.4 \text{ m}$) a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano

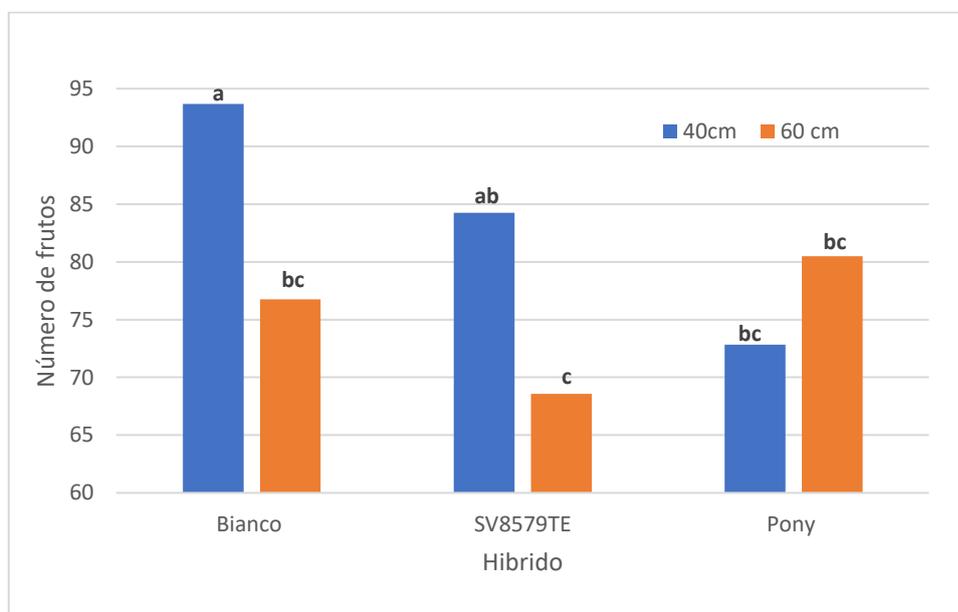


Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

En la Figura 5 podemos observar el número de frutos que obtuvieron los tres híbridos de tomate evaluados a los 87 días DDT en el distanciamiento de 40 y 60 cm. Los híbridos Bianco y SV8579TE en el distanciamiento de 40 cm fueron estadísticamente iguales, sin embargo, el híbrido Pony fue estadísticamente diferente. Por otro lado, los tres híbridos en el distanciamiento de 60 cm fueron estadísticamente iguales. Por otra parte, el híbrido Bianco en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40 cm. De igual manera, en el híbrido SV8579TE en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40 cm. Sin embargo, el híbrido Pony en las dos densidades fue estadísticamente igual.

Figura 5

Número de frutos planta⁻¹ de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 87 días después de trasplante (DDT) en Zamorano

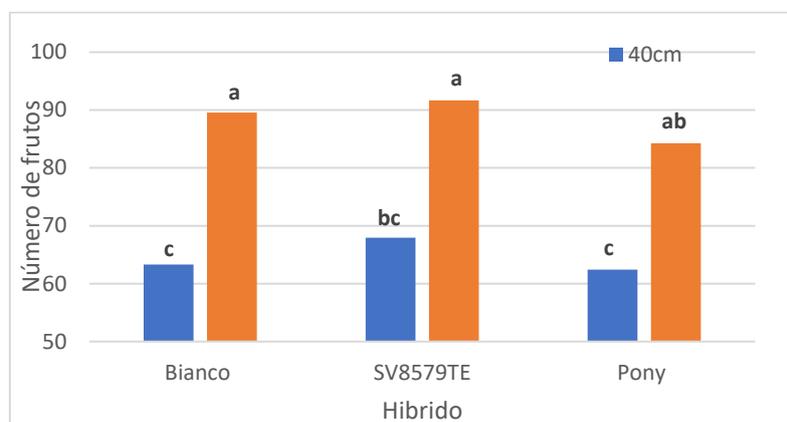


Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

En la Figura 6 podemos observar el número de frutos que obtuvieron los tres híbridos de tomate evaluados a los 94 días DDT en los distanciamientos de 40 y 60 cm. Los tres híbridos en el distanciamiento de 60 cm fueron estadísticamente iguales. De igual manera los tres híbridos en el distanciamiento de 40 cm fueron estadísticamente iguales. Sin embargo, el híbrido Bianco en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40. Por otra parte, el híbrido SV8579TE en el distanciamiento de 60 fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40. Por último, el híbrido Pony en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40 cm.

Figura 6

Número de frutos planta^{-1} de tres híbridos de tomate para tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5×0.6) y 16,666 (1.5×0.4) plantas ha^{-1} a los 94 días después de trasplante (DDT) en Zamorano

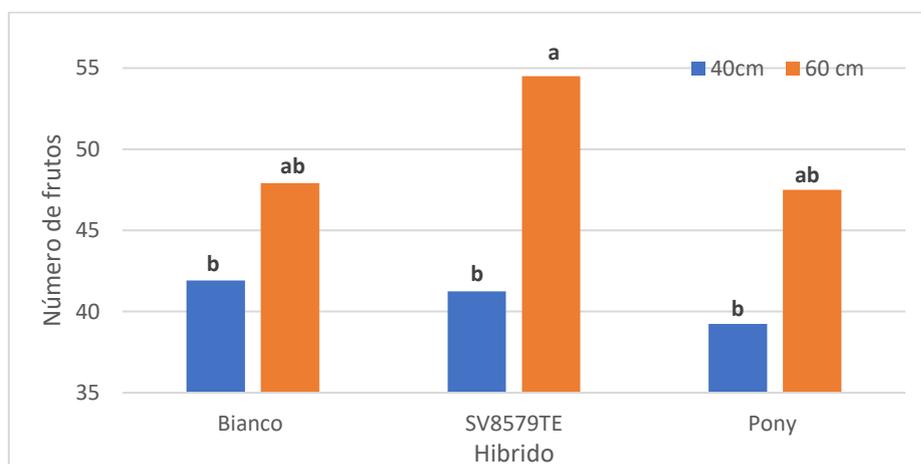


Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

En la Figura 7 podemos observar el número de frutos que obtuvieron los tres híbridos de tomate evaluados a los 101 días DDT en el distanciamiento de 40 y 60 cm. Los tres híbridos en el distanciamiento de 60 cm fueron estadísticamente iguales. De igual manera, los tres híbridos en el distanciamiento de 40 cm fueron estadísticamente iguales. Así mismo el híbrido Bianco y Pony en el distanciamiento de 60 cm fueron estadísticamente iguales al distanciamiento de 40 cm. Sin embargo, el híbrido SV8579TE en el distanciamiento de 60 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 40 cm.

Figura 7

Número de frutos planta^{-1} de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5×0.6) y 16,666 (1.5×0.4) plantas ha^{-1} a los 101 días después de trasplante (DDT) en Zamorano



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

Rendimiento

En el Cuadro 9 se puede observar el rendimiento en Kilogramos/hectárea y Kilogramos/planta en los distanciamientos de 40 y 60 cm. El híbrido SV8579TE fue estadísticamente superior en kilogramos/hectárea y kilogramos/planta en las dos densidades, a los híbridos Bianco y Pony.

En la Figura 8 y Figura 9 podemos observar el rendimiento en kilogramos por hectárea y peso por planta en las dos densidades de siembra. El híbrido SV8576TE en el distanciamiento de 60 cm fue el que presentó mejores rendimientos en las dos densidades de siembra ($76,239 \text{ kg ha}^{-1}$), así mismo, en el distanciamiento de 40 cm, este fue el que mejores rendimientos presentó en comparación con los otros dos híbridos en esta misma densidad. Por otra parte, el híbrido Pony y Bianco, fueron los que menores rendimientos presentaron en ambas densidades, y en las dos variables de rendimientos medidas.

Maboko y Du Plooy (2018) mencionaron que un aumento en la densidad de plantas resulta en una disminución en el rendimiento total, ya que esto puede estar influenciado por la competencia por nutrientes, agua, espacio físico y luz sola, por lo que estos resultados concuerdan con los de este estudio. Por otra parte, Tuan y Mao (2015), obtuvieron resultados similares a nuestro estudio (Figura

8), ya que ellos indican que la densidad de siembra de 35,714 plantas ha^{-1} fue donde se obtuvo los rendimientos más bajos y en la densidad menor (25,974), obtuvo los mejores rendimientos. Así mismo, Oscar et al. (2020) utilizando tres densidades de siembra, obtuvieron los mejores rendimientos en el distanciamiento de 60 cm; los resultados de dichas investigaciones concuerdan con el presente estudio.

Cuadro 9

Rendimiento de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6 m) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha^{-1} en Zamorano

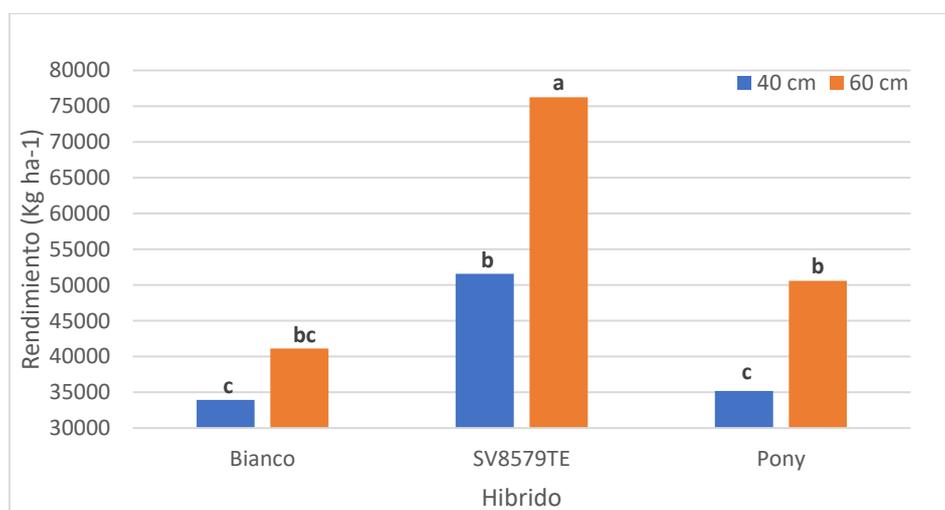
Híbrido	Rendimiento		Peso de fruto	
	-----kg ha^{-1} -----		-----kg planta $^{-1}$ -----	
	40 cm	60 cm	40 cm	60 cm
Bianco	33,942 b	41, 103 b	2.0383 b	2.4683 b
SV8579TE	51,570 a	76, 239 a	3.0967 a	4.5750 a
Pony	35,198 b	50,602 b	2.1117 b	3.0367 b
Significancia	0.0165	0.0017	0.0165	0.0017
CV(%)	23.32	22.09	23.76	22.09
R2	0.6632	0.7515	0.663	0.7512

Nota. * Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de

Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 .

Figura 8

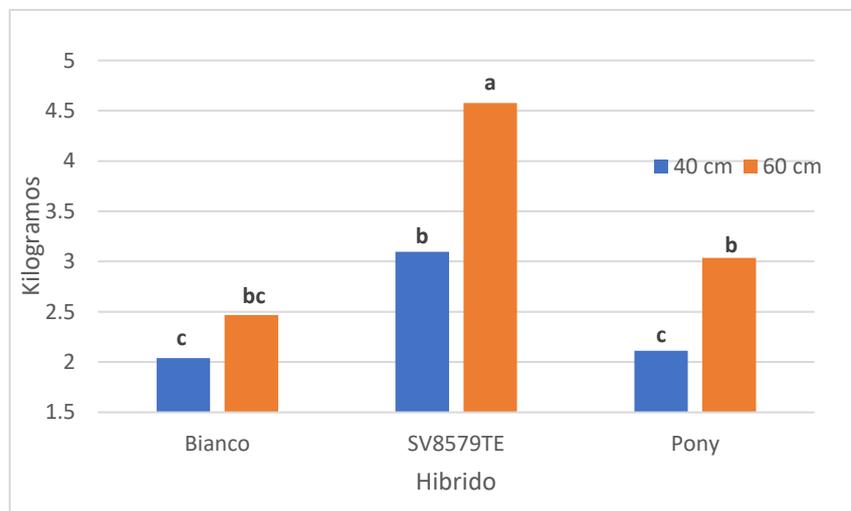
Rendimiento de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6 m) y 16,666 (1.5 x 0.6 m) plantas ha^{-1} en Zamorano



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

Figura 9

(Kilogramos planta⁻¹) de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ en Zamorano



Nota: * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

Componentes de Calidad Postcosecha: Peso del fruto, Diámetro Polar, Diámetro Ecuatorial, Área Superficial, Grados Brix (Solidos Solubles Totales, SST) y Materia Seca.

En el Cuadro 10 podemos observar el peso del fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial de los frutos en el distanciamiento de 40 cm. Los híbridos Bianco y SV8579TE fueron superiores estadísticamente al híbrido Pony.

Cuadro 10

Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ en Zamorano

Híbrido	Peso del fruto (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
Bianco	129.50 a †	6.85 a	5.51 a
SV8579TE	121.66 ab	6.45 ab	5.18 ab
Pony	112.83 b	6.08 b	4.75 b
Significancia	0.01	0.04	0.02
CV (%)	6.69	6.95	7.60
R2	0.62	0.58	0.63

Nota. † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de

Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 ;

En el Cuadro 11 podemos observar el Área Superficial, Grados Brix y Materia Seca de los frutos pintones en el distanciamiento de 40 cm. Los frutos pintones en los híbridos Bianco y SV8579TE en la

variable (área superficial), fueron estadísticamente superiores al híbrido Pony. Sin embargo, en las otras dos variables (grados brix y materia seca), el híbrido Pony fue estadísticamente superior en comparación con los otros dos híbridos.

Cuadro 11

Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ en Zamorano

Híbrido	Área superficial cm ²	Grados brix	% Materia seca
Bianco	69.66 a †	3.01 b	5.60 b
SV8579TE	61.33 ab	3.31 b	5.50 b
Pony	52.83 b	3.76 a	6.10 a
Significancia	0.0222	0.0015	0.0074
CV (%)	14.0876	7.5338	8.1266
R2	0.6231	0.7426	0.5405

Nota. † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de

Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 .

En el Cuadro 12 podemos observar el peso del fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial de los frutos pintones en el distanciamiento de 60 cm. El híbrido Bianco fue estadísticamente superior, a los híbridos SV8579TE y Pony en las tres variables evaluadas.

Cuadro 12

Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas ha⁻¹ en Zamorano

Tratamiento	Peso del fruto (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
Bianco	131.667 a †	6.9750 a	5.6833 a
SV8579TE	124.333 b	6.4167 b	5.1667 b
Pony	115.417 c	5.9667 c	4.6250 c
Significancia	<.0001	<.0001	<.0001
CV (%)	3.4101	6.3184	8.1921
R2	0.7676	0.6098	0.6059

Nota. † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de

Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 .

En el Cuadro 13 podemos observar el Área Superficial, Grados Brix y Materia Seca de los frutos en el distanciamiento de 60 cm. El híbrido Bianco fue estadísticamente superior a los otros dos híbridos en la variable de área superficial, así mismo, el híbrido Pony fue

estadísticamente menor al híbrido Bianco. En cuanto a la variable de materia seca, no se presentaron diferencias estadísticas.

Cuadro 13

Calidad postcosecha de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) plantas ha⁻¹ en Zamorano

Tratamiento	Área superficial cm ²	Grados brix	% Materia seca
Bianco	73.250 a †	3.075 c	5.3 †
SV8579TE	61.250 b	3.3333 b	5.575
Pony	50.500 c	3.9417 a	5.525
Significancia	<.0001	<.0001	0.7323
CV (%)	14.9249	9.8877	9.3523
R2	0.6004	0.5992	0.4248

Nota. † Medias con letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba estadística de medias de

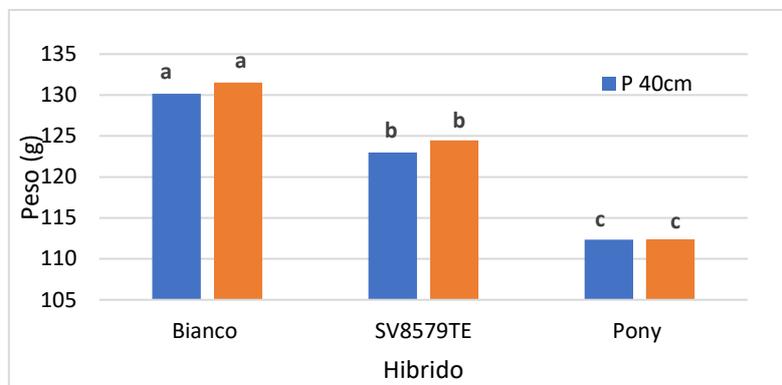
Duncan a una probabilidad de ≤ 0.05 ; ns: no significativo.

Peso del Fruto

En la figura 10 podemos observar el peso del fruto en tomates que en los 3 híbridos de tomate evaluados en el distanciamiento de 40 y 60 cm. El híbrido Bianco a diferencia de los otros dos híbridos, fue el que presentó mejores pesos (130.167 g y 131.542 g respectivamente) y no presentó diferencias estadísticas entre densidades. Así mismo, el híbrido SV8579TE no presentó diferencias estadísticas entre las dos densidades, pero si fue estadísticamente diferente a los otros dos híbridos. Por último, el híbrido Pony fue que menor peso obtuvo, no obstante, no presentó diferencias estadísticas entre densidades.

Figura 10

Peso del fruto de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

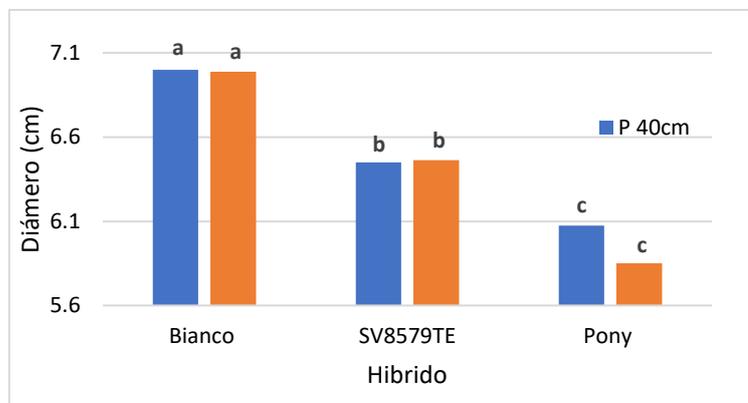
Sánchez (2019), menciona que el peso de los frutos puede atribuirse a la cantidad de luz recibida durante la fase de producción, esto indica que la fotosíntesis está altamente relacionada con el rendimiento. Tuan y Mao (2015), menciona que el peso medio de los frutos individuales disminuyeron a medida que aumentaba la densidad de plantación, como también pudimos observar en el presente estudio. Por otra parte, Maboko y Du Plooy (2018), menciona que las diferencias en peso de fruto entre los cultivares se deben a la constitución genéticas propias de cada línea y a la influencia ejercida por el ambiente.

Diámetro Polar

En la Figura 11 podemos observar el diámetro polar (pintones), en los 3 híbridos de tomate evaluados en los distanciamientos 40 y 60 cm. El híbrido Bianco a ambas densidades fueron los que mostraron mayor diámetro polar (7.00 cm y 6.98 cm, respectivamente), así mismo, no mostró diferencia estadísticamente entre densidad, sin embargo, si fue estadísticamente diferente a los otros dos híbridos. El híbrido SV8579TE fue estadísticamente igual en ambas densidades, no obstante, fue estadísticamente diferente a las dos densidades. Por otra parte, el híbrido Pony fue el que menor diámetro polar mostró, pero fue estadísticamente igual en ambas densidades.

Figura 11

Diámetro polar de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano



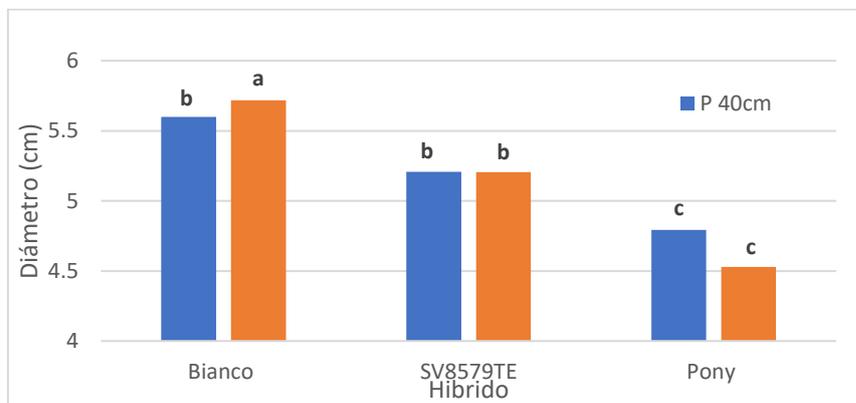
Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

Diámetro Ecuatorial

En la Figura 12 podemos observar el diámetro ecuatorial que mostraron los frutos en los tres híbridos de tomate evaluados en los distanciamientos de 40 y 60 cm. El híbrido Bianco en el distanciamiento de 60 cm fue el que mejor diámetro ecuatorial mostró (5.6 cm, respectivamente), por lo que este fue estadísticamente diferente al distanciamiento de 40 y los dos otros híbridos. Por otra parte, el híbrido SV8579TE no presentó diferencias estadísticas entre densidades, pero si fue estadísticamente diferente a los otros dos híbridos. Por último, el híbrido Pony fue estadísticamente diferente entre las dos densidades, siendo el valor más bajo en el distanciamiento de 60 cm (4.52 cm, respectivamente).

Figura 12

Diámetro ecuatorial de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

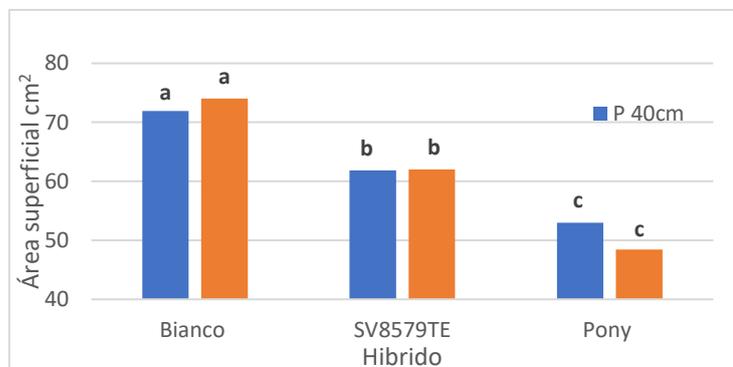
Los frutos durante su desarrollo temprano presentan tres fases: desarrollo del ovario, división celular (diámetro polar) y expansión celular (diámetro ecuatorial), que representa el crecimiento y desarrollo en diámetro de los frutos. La mayoría de resultados obtenidos en el diámetro Polar y Ecuatorial son similares con la investigación realizada por Oscar et al. (2020) quienes concluyeron que la distancia entre plantas no afectó significativamente los diámetros polares y ecuatoriales de los frutos de tomate, lo que concuerda con el presente estudio como podemos observar en la figura 13, figura 14 y figura 15. Sin embargo, en la figura 12, observamos lo contrario, lo cual se pudo ver afectado por el estado en que se encontraba el cultivo.

Área Superficial

En la figura 13 podemos observar el área superficial, que mostraron los tres híbridos de tomate evaluados en el distanciamiento de 40 y 60 cm. Los híbridos Bianco en el distanciamiento de 60 cm fueron los que mejor área superficial mostraron (74.04 y 71.91 mm, respectivamente), por lo que este fue estadísticamente diferente a los otros dos híbridos. Por otra parte, el híbrido SV8579TE no presentó diferencia estadística entre densidades, pero si fue estadísticamente diferente a los otros dos híbridos. Por último, el híbrido Pony no fue estadísticamente diferente entre las dos densidades.

Figura 13

Área superficial de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5×0.6) y 16,666 (1.5×0.4) plantas ha^{-1} a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano.



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

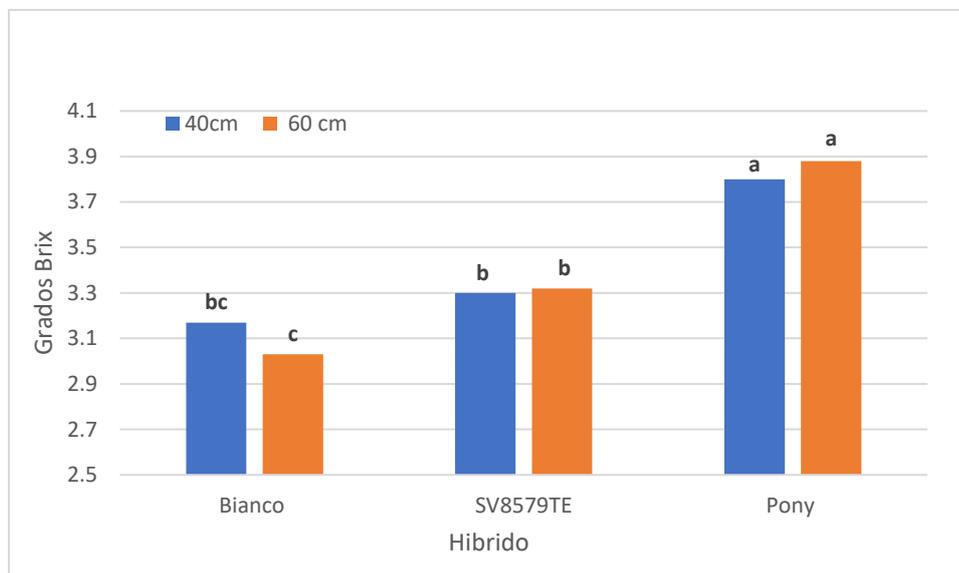
Según Galvis y Herrera (1995), los factores que mayor influencia tienen en la pérdida de agua de un producto es la relación área superficial / volumen. Físicamente las pérdidas por evaporación son más altas cuanto mayor sea el cociente área superficial / volumen. Es decir, si los demás factores permanecen constantes un tomate pequeño perderá más agua y peso más rápido que otro más grande.

Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST)

En la Figura 14, podemos observar los grados Brix, que obtuvieron los tres híbridos evaluados en los distanciamientos de 40 y 60 cm. El híbrido Pony fue el que presentó valores más altos en grados Brix (3.80 y 3.88, respectivamente), así mismo, fue estadísticamente similar entre densidades, pero estadísticamente diferente en comparación con los otros dos híbridos. Los híbridos Bianco y SV8579TE, obtuvieron valores similares, por lo que no presentaron diferencias estadísticas entre densidades, por otra parte, en comparación entre las dos densidades si hubo diferencias estadísticas.

Figura 14

Grados Brix de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

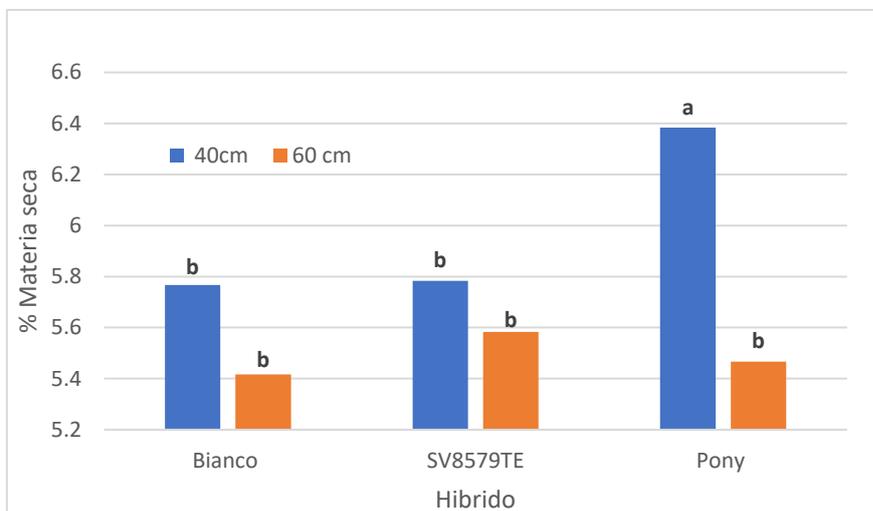
Estudios realizados Itoh et al. (2020) nos dice que el aumento en Brix de la fruta está determinado principalmente por el aumento en el contenido de MS de la fruta. Según estudios realizados por Fajardo y Mahecha (1992) encontraron que los brix, no presentan diferencias entre el estado pintón y maduro, concluyendo que estos no cambian al transcurrir la maduración desde el estado pintón a maduro; lo que concuerda que resultados obtenidos en el presente estudio. Sin embargo, nuestros resultados difieren a los obtenidos por Posada y Aguilar (2008) quienes encontraron que, al cosechar los frutos en un temprano grado de desarrollo, obtuvieron un porcentaje más bajo de sólidos solubles.

Materia Seca

En la Figura 15, podemos observar el porcentaje de materia seca, que obtuvieron los frutos de los tres híbridos evaluados en los distanciamientos de 40 y 60 cm. Donde podemos observar que el híbrido Pony a los 40 cm fue estadísticamente superior al distanciamiento de 60 cm, así mismo fue estadísticamente superior a los otros dos híbridos. Sin embargo, los híbridos Bianco y SV8579TE no presentaron diferencias estadísticas entre densidades ni en comparación entre los dos híbridos.

Figura 15

Materia seca de tres híbridos de tomate pera tipo saladette en la densidad de población de 11,111 (1.5 x 0.6) y 16,666 (1.5 x 0.4) plantas ha⁻¹ a los 76 días después de trasplante (DDT) en Zamorano



Nota. * Medias con letras diferentes indican diferencias significativas

Según Arbex et al. (2017), el contenido de materia de seca en el tomate depende en gran medida del genotipo (como podemos observar en nuestro estudio en los híbridos Bianco y SV8579TE) y la intensidad del estrés, así mismo, la materia seca del fruto comprende sólidos solubles (principalmente azúcares y ácidos) e insolubles (como pectinas y otros polisacáridos). El rendimiento o el contenido de materia seca de la fruta son muy importantes, pero también se debe considerar la condición de producción de la fruta y su capacidad para producir productos industriales estables y de alta calidad.

Conclusiones

Los hallazgos de esta investigación revelaron que la baja densidad tiene una influencia significativa en la producción de tomate, principalmente en las variables de rendimiento, número de flores y frutos, donde podemos concluir que el híbrido SV8579TE fue el que obtuvo mejores valores, respectivamente ($76,239 \text{ kg ha}^{-1}$ y $4.57 \text{ kg planta}^{-1}$ respectivamente) en las variables antes mencionadas en la densidad de población de 11,111 plantas/ha.

Por otra parte, la densidad de siembra en alta (16,666 plantas/ha) y baja densidad (11,111 plantas/ha) no afectó significativamente las variables altura de la planta, diámetro polar, diámetro ecuatorial, área superficial y grados brix de los frutos.

Así mismo, las variables materia seca (MS) y el contenido de sólidos solubles totales o grados brix (SST) no se vieron afectadas por las bajas o altas densidades de siembra, pero sí los genotipos, siendo el híbrido Pony el que obtuvo los mejores valores en comparación con los otros dos híbridos en estas dos variables (MS y SST).

Recomendaciones

Este estudio se realizó en la época de altas precipitaciones del año 2021 (abril a agosto), por lo que el cultivo se vio muy afectado por enfermedades fungosas (principalmente *Alternaria spp*); en este sentido se recomienda realizar el estudio en la temporada seca del año.

Realizar la evaluación postcosecha en todas las cosechas que se realicen en el ciclo del cultivo.

Realizar el mismo estudio incluyendo otras buenas prácticas hortícolas caso la aplicación de diferentes podas (hojas bajas, ramas, hojas y frutos enfermos, ramas simples, otras).

Evaluar el rendimiento y calidad postcosecha de los mismos híbridos en respuesta a otras densidades de siembra.

Referencias

- Arbex A, Page D, Giovinazzo R, Bertin N, Fanciullino AL. 2017. Combined Effects of Irrigation Regime, Genotype, and Harvest Stage Determine Tomato Fruit Quality and Aptitude for Processing into Puree. *Front Plant Sci.* 8:1–16. eng. doi:10.3389/fpls.2017.01725.
- Carrillo J, Ruiz J, Díaz G, Jiménez F, Sánchez P, Perales C, Arellanes A. 2003. Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*; [consultado el 20 de may. de 2022]. 14(1):85–88. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43714112.pdf>.
- Carvalho F, Carneiro L, Benett C, Benett K, Martins A, Da Silva A, Seleguini A. 2019. Plant density and growth regulator applications in a tomato crop for industrial processing. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.* 13(3):397–405. doi:10.17584/rcch.2019v13i3.8994.
- Fajardo R, Mahecha G. 1992. Seguimiento del proceso de maduración del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mili) y desarrollo de normas preliminares de calidad en las variedades Chonto y Milano. *Revista Colombiana de Química*; [consultado el 15 de jun. de 2022]. 21(1):43–54. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/15739>.
- [FHIA] Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 2018. Informe Técnico 2017 Programa de Hortalizas. [sin lugar]: FHIA; [actualizado 2018; consultado el 20 de may. de 2022]. 110 p. http://www.fhia.org.hn/descargas/informes_tecnicos/inf_Programa_de_Hortalizas-2017.pdf.
- Galvis J, Herrera A. 1995. El tomate manejo postcosecha. SENA; [consultado el 15 de jun. de 2022]. (1):1–57. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6543/tomate_manejo_postcosecha.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Galvis J, Livera M, Osuna T, Sánchez F, Carrillo J, Villegas R. 2004. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. *Revista Fitotecnia Mexicana.* *Revista Fitotecnia Mexicana*; [consultado el 20 de may. de 2022]. 27(004):1–8. https://www.researchgate.net/publication/26477246_Crecimiento_y_rendimiento_de_tomate_en_respuesta_a_densidades_de_poblacion_en_dos_sistemas_de_produccion.
- Itoh M, Goto C, Iwasaki Y, Sugeno W, Ahn D, Higashide T. 2020. Production of high soluble solids fruits without reducing dry matter production in tomato plants grown in salinized nutrient solution controlled by Electrical conductivity. *The Horticulture Journal*; [consultado el 17 de jun. de 2022]. 89(4):403–409. doi:10.2503/hortj.UTD-148.
- Larín M, Díaz L, Serrano R. 2018. Guía del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. [sin lugar]: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal; [actualizado 2018; consultado el 20 de may. de 2022]. 49 p.
- Larín Marco, Díaz Luis, Flor Reina. 2018. Guía Centa_Tomate 2019.
- Maboko M, Du Plooy C. 2018. Response of Field-Grown Indeterminate Tomato to Plant Density and Stem Pruning on Yield. *International Journal of Vegetable Science*; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 24(6):612–621. doi:10.1080/19315260.2018.1458265.
- Oscar C, Eulalio M, Pabla A, Amílcar N, Modesto O, Wilfrido L, Derlys F, Adolfo L, Ruth P. 2020. Influence of distance between plants and pruning of axillary buds on morphological and productive characteristics of tomato plants. *African Journal of Agricultural Research*; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 16(8):1088–1092. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/4ACC41C64415>. doi:10.5897/AJAR2020.15035.

- Pérez J. 2016. Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annum* L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. TM; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 29(2):125. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5622225.pdf>. doi:10.18845/tm.v29i2.2696.
- Posada F, Aguilar O. 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Agronomía Colombiana; [consultado el 15 de jun. de 2022]. 26(2):300–307. <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314732015.pdf>.
- Quintana R, Balaguera H, Álvarez G, Cárdenas J, Pinzón E. 2010. Efecto del número de racimos por planta sobre el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 4(2):199–208. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1240.
- Quispe V. 2014. Productividad de 63 Híbridos de Tomate (*Solanum lycopersicon* Miller) Introducidos en la Estación Experimental de Cota Cota. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. 119 p; [consultado el 14 de jun. de 2022]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/5645/T-2059.pdf?sequence=1>.
- Saleh M, Magdi A. 2014. Optimización de la Producción del Tomate y la Eficiencia en el Uso del Agua Utilizando Regímenes de Agua, Densidad de Plantas y Espacio Entre Hileras en Tierra Áridas. [sin lugar]: [sin editorial]. 11 p. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.1868>.
- Sanchez O. 2019. Evaluación de dos híbridos semicomerciales de tomate saladette producidos en campo abierto en Zamorano, Honduras. [sin lugar]: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 38 p; [consultado el 16 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/10a18c77-2a37-40db-8c23-d61d9f9dbd7d/content>.
- Sandhu R, Boyd N, Zotarelli L, Agehara S, Peres N. 2021. Effect of Planting Density on the Yield and Growth of Intercropped Tomatoes and Peppers in Florida. horts; [consultado el 20 de may. de 2022]. 56(2):286–290. <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/56/2/article-p286.xml>. doi:10.21273/HORTSCI15567-20.
- Santiago J, Mendoza M, Borrego F. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en invernaderos: criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 9(1):59–65. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v09n01_059.pdf.
- Tuan N, Mao N. 2015. Effect of Plant Density on Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) at Thai Nguyen, Vietnam. IJPSS; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 7(6):357–361. doi:10.9734/IJPSS/2015/18573.
- Wamser A, Mueller S. 2009. Combination of planting densities with top lopping heights of tomato plants. Horticultura Brasileira; [consultado el 17 de jun. de 2022]. 27:64–69. https://www.researchgate.net/publication/242627356_Combination_of_planting_densities_with_top_lopping_heights_of_tomato_plants.

Anexos

Anexo A

Análisis de suelos

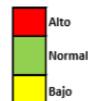

LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO
INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS

LSZ-F10708-1

Versión V02

Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025

Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Procedencia de la muestra	Página
Dr. Hugo Ramirez	2021-04-22	2021-05-17	Zona 3	1 de 1
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Informe N°	Anexo Recomendación
EAP, Zamorano	2021-06	Tomate	2021-103	Sí: No: x



Código Interno Lab	Muestra	Textura	g/100g			pH*	g/100g			mg/kg (extractable)										CE ds/m	
			Arena	Limo	Arcilla		C.O.	M.O.	N total	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn		B
Z1-S-0854	Lote Tomate	Franco	48	34	18	6.53	1.18	2.03	0.10	252	656	2450	210	16	13	2.4	310	117	7.3	ND	1.06

ND: NO DETECTADO

Rango Medio		2.00	0.20	13	Por: Saturación de bases		20	1.7	56	28	1.7	0.5
		4.00	0.50	30			80	6.5	112	112	3.4	8.0

Métodos: K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. % Carbono Orgánico: Metodo de Walkley & Black para suelos minerales no salinos. % N total: 5% de M.O. pH: 1:1 en agua: AOAC 994.16 rango de 4,00-10,00 con incertidumbre de ±0,10. Textura: Metodo de Bouyoucos. B, S: Solución extractora fosfato de calcio, determinados por colorimetría. CE: Método de la pasta saturada.

*Valores de pH en negrita y cursiva se encuentran dentro del Ensayo Acreditado: Ver alcance N° ENS-004 en

oha.hondurascalidad.org

El laboratorio no se hace responsable por el estado de la muestra al ingresar a nuestras instalaciones. Los resultados se relacionan solo con las muestras recibidas. El laboratorio se exonera de responsabilidad por reproducción parcial o total del informe, o el uso que pueda darsele. El lote de análisis remite la fecha de ejecución de análisis

Responsable del análisis: *E. Aguilera*
 Ing. Eunice Aguilera Núñez

Vo.Bo.: *AGC*
 Dra. Gloria Arceño de Gueguel
 Directora Unidad de Suelos



E-mail: laboratoriosuelos@zamorano.edu, ggaugget@zamorano.edu, Tel: (504) 2287-2000 ext. 231b Fax: (504) 2287-6242 Cel: 9969-6846
 Laboratorio de Suelos, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria Apartado Postal # 93 Tegucigalpa-Honduras. Km 30 Carret. Danlí