

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, MARCILLO PIZARRO JOHAN VINICIO y ORDOÑEZ HERRERA ERICK MARCEL, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado INFLUENCIA DE LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE 2 VARIEDADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* Degener), otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

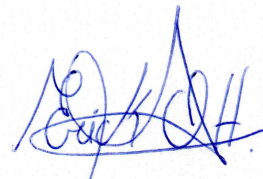
Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 22 de febrero de 2022



MARCILLO PIZARRO JOHAN VINICIO
0941393449



ORDOÑEZ HERRERA ERICK MARCEL
0705276665

RESUMEN

El objetivo del estudio experimental fue evaluar el efecto de interacción de variedades de maracuyá (amarilla y púrpura) y distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m), mediante la medición de parámetros morfo-agroproductivos en el cultivo frutícola. La investigación se realizó en áreas de la Granja Santa Inés, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador; y se utilizó un experimento factorial completamente al azar fraccionado 2x4, con tres repeticiones, generándose 24 unidades experimentales (parcelas con una superficie de 90 m²). Las variables evaluadas fueron el número de flores y frutos por planta, diámetro central del fruto, peso del fruto, porcentaje de pulpa y cáscara, grosor de cáscara, grados Brix y rendimiento agrícola. El mejor rendimiento se obtuvo en la variedad amarilla-3 m x 3 m) con 10.406 kg/ha⁻¹, sin embargo, el mayor número de frutos por planta se produjo en la combinación variedad amarilla-4 m x 5 m) con 83 frutos, además influyó en el diámetro del fruto, peso del fruto y porcentaje de pulpa. No se observó efecto de interacción en las combinaciones de tratamientos realizadas en la variable grados Brix, lo que puede atribuirse a las características de cada variedad.

Palabras clave: maracuyá, distancia de siembra, rendimiento agrícola.

ABSTRACT

The objective of the experimental study was to evaluate the interaction effect of passion fruit varieties (yellow and purple) and planting distances (3 m between rows x 5 m between plants, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m and 3 m x 3 m), by measuring morpho-agroproductive parameters in fruit cultivation. The research was carried out in areas of the Santa Inés Farm, of the Faculty of Agricultural Sciences, Technical University of Machala, El Oro, Ecuador; and a completely randomized 2x4 fractional factorial experiment was used, with three repetitions, generating 24 experimental units (plots with an area of 90 m²). The variables evaluated were the number of flowers and fruits per plant, central diameter of the fruit, weight of the fruit, percentage of pulp and peel, thickness of the peel, Brix degrees and agricultural yield. The best yield was obtained in the yellow variety-3 m x 3 m) with 10,406 kg/ha⁻¹, however, the highest number of fruits per plant was produced in the combination yellow variety-4 m x 5 m) with 83 fruits, it also influenced the diameter of the fruit, the weight of the fruit and the percentage of pulp. No interaction effect was observed in the combinations of treatments carried out in the Brix degrees variable, which can be attributed to the characteristics of each variety.

Keywords: passion fruit, planting distance, agricultural yield.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una actividad fundamental en la economía de un país e involucra el uso del área de un agroecosistema para la producción de alimentos y materia prima necesaria para la humanidad. En la actualidad se fundamenta en una alta productividad, enfocada en obtener el mayor rendimiento por unidad de área, por ello, los diferentes cultivos que se utilicen (tubérculos, cereales, leguminosas, hortalizas, frutos, entre otros) necesitan de condiciones idóneas para expresar su máximo potencial genético y agronómico (Sarandón, 2020).

El consumo de frutas tropicales ha tenido un aumento en los mercados nacionales e internacionales debido a su alto valor nutricional y terapéutico. Estas frutas constituyen una oportunidad para que los productores locales accedan a mercados especiales donde los consumidores dan importancia al carácter exótico y a la presencia de nutrientes capaces de prevenir enfermedades degenerativas (Alves et al., 2008). Además de los nutrientes esenciales, la mayor parte de las frutas contienen cantidades considerables de micronutrientes, como minerales, fibras, vitaminas y compuestos fenólicos secundarios (Rufino et al., 2010).

Numerosas plantas del género *Passiflora* producen frutos comestibles y generalmente, se denomina como fruta de la pasión, se encuentran dentro de la Familia Passifloraceae, la cual registra alrededor de 450 especies, siendo *Passiflora edulis* Degener la principal especie (Caleño & Morales, 2019). Debido a la gran variabilidad morfológica que presenta *P. edulis*, su taxónomo diferenció las poblaciones de esta especie en función del color del fruto; y denominó a la población de frutos amarillos como *Passiflora edulis f. flavicarpa* (maracuyá amarillo) y los frutos de color púrpura como *Passiflora edulis Sims f. edulis* (maracuyá púrpura) (Li et al., 2011).

Además del predominio del maracuyá amarillo, los frutos de la variedad púrpura han tenido una gran demanda en el mercado internacional, principalmente en los países europeos, debido a que poseen algunos rasgos organolépticos que agradan a los consumidores, como una menor acidez y un aroma más fuerte (Araújo et al., 2017). Debido a las exigencias climáticas y las preferencias de la fruta en los mercados locales y mundiales, el maracuyá se cultiva sobre todo en zonas tropicales y subtropicales de África oriental (Kenia, Tanzania y Zimbabue), América Latina (Brasil, Colombia,

Ecuador y Perú) y en gran medida en Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), donde el clima es cálido (Castillo et al., 2020).

El cultivo del maracuyá en el Ecuador ocupa una extensa área sembrada, que abarca unos 10.000 pequeños y medianos productores. El precio de esta fruta no es regular, ya que, se presentan temporadas donde no se tiene suficiente producción y en otras, sobreproducción. La producción que se genera en el litoral ecuatoriano, mayoritariamente se encuentra destinada a fábricas extractoras de pulpa. Entre las principales zonas productoras hasta el año 2019 se encuentran Manabí, Santo Domingo De Los Tsáchilas y Los Ríos, con una producción de 15.029, 6.047 y 2.548 toneladas, respectivamente (Quito & García, 2021). La posición geográfica del país permite que la cosecha se realice en todos los meses del año, por tal motivo, el país se encuentra entre uno de los principales exportadores de jugo concentrado de esta fruta (Álvarez et al., 2018).

El manejo agronómico del maracuyá involucra todas las actividades agrícolas previas y post productivas; desde la obtención de semillas de calidad, selección y preparación del suelo, momentos oportunos de las labores agrícolas, diagnóstico y control de plagas, hasta la cosecha y comercialización. Una buena gestión agronómica incluye la planificación de las necesidades hídricas, control fitosanitario y una adecuada nutrición de las plantas (Zavaleta, 2016).

La densidad de siembra se vincula con el rendimiento y producción de los cultivos, está relacionada con el efecto de la competencia de otras especies vegetales e individuos de su misma especie y con la capacidad de una mayor o menor eficacia en la radiación solar (Zapata et al., 2021). El cultivo de maracuyá a distancias de siembra cortas se obtienen rendimientos mayores comparados con distancias de siembra mayores, sin embargo, al segundo año de producción, las producciones son similares, debido al exceso de masa foliar que se utiliza en distancias cortas (Cañizares & Jaramillo, 2016).

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de interacción de dos variedades de maracuyá (amarilla y púrpura) y distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m), mediante la medición de parámetros morfo-agroproductivos en el cultivo frutícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y caracterización del área experimental

El área experimental se encuentra ubicada en La Granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, a los 03° 17' 16" de latitud sur y 79° 54' 05' longitud Oeste, a una altitud de 5 msnm. Según los registros del INAMHI la zona se caracteriza por poseer una temperatura media anual de 25°C, precipitación media anual de 427 mm y heliofanía de 2 a 3 horas. El suelo pertenece al Orden Inceptisol y Suborden Ustepts, compuesto por material aluvial de piedemonte y fluvial, con buen drenaje y clase textural variable dependiendo de la profundidad del perfil, con una densidad aparente entre 1,34 y 1,64, con un pH de ligeramente ácido a ligeramente básico, una conductividad eléctrica (CE) entre 0,10 y 0,26 y un bajo contenido de materia orgánica (MO) que fluctúa entre 0,02 y 2,2% (Villaseñor et al., 2015) (Tabla 1).

Tabla 1. Características del suelo en la Granja Santa Inés, Universidad Técnica de Machala.

Profundidad del perfil (cm)	Clase textural	Densidad Aparente (g cm ⁻³)	pH (H ₂ O)	CE (dS m ⁻¹)	MO (%)
0 - 20	Arenoso	1,64	6,8	0,26	2,20
20 - 32	Franco Limoso	1,56	7,4	0,15	1,10
32 - 48	Franco Limoso	1,34	7,1	0,10	0,02

Fuente: Villaseñor et al. (2015).

Características de las variedades objeto de estudio en la investigación

***Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener (maracuyá amarillo).** El fruto es de forma globosa, siendo una baya, de un diámetro ecuatorial promedio de 7 a 8 cm, cuando alcanza la madurez fisiológica es de color amarillo intenso, con un peso de 130 a 150 g, su pericarpio es grueso, contiene alrededor de 200 a 300 semillas por frutos (Figura 1A). ***Passiflora edulis* Sims (maracuyá púrpura).** Sus frutos son ovalados, de tamaño pequeño en comparación con la variedad amarilla y semillas de color morado oscuro, con un peso de 90 a 110 g promedio, debido a que son frutos más pequeños, entre 5 a 6 cm de diámetro ecuatorial, sus flores son pequeñas de 4,5 cm a 6 cm, sus frutos maduran en un periodo de 60 a 80 días (Figura 1B) (Knight et al., 2006).



A



B

Figura 1. Frutos de maracuyá. A. Variedad amarilla. B. Variedad púrpura.

Diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un experimento factorial completo completamente al azar fraccionado 2x4, donde se generaron ocho combinaciones de tratamientos, en función de dos variedades de maracuyá (amarilla y púrpura) y cuatro distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m), replicados tres veces y distribuidos de forma completamente al azar a nivel de todo el experimento, generando un total de 24 unidades o parcelas experimentales (10,0 m de largo x 9,0 m de ancho=90 m²) (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos objeto de estudio generados a partir de la interacción de los tratamientos de cada factor de estudio.

Tratamientos	Factor de estudio A (Variedades)	Factor de estudio B (Distancias de siembra) (entre hileras y entre plantas)	Combinación de tratamientos
1	Amarilla	3 m x 5 m	Amarilla - 3 m x 5 m
2	Amarilla	4 m x 3 m	Amarilla - 4 m x 3 m
3	Amarilla	4 m x 5 m	Amarilla - 4 m x 5 m
4	Amarilla	3 m x 3 m	Amarilla - 3 m x 3 m
5	Púrpura	3 m x 5 m	Púrpura - 3 m x 5 m
6	Púrpura	4 m x 3 m	Púrpura - 4 m x 3 m
7	Púrpura	4 m x 5 m	Púrpura - 4 m x 5 m
8	Púrpura	3 m x 3 m	Púrpura - 3 m x 3 m

Manejo y conducción del estudio

La preparación del suelo inició con anticipación al trasplante de las plántulas en campo, actividad realizada simultáneamente con el desarrollo de las plántulas en vivero. En la pregerminación de las semillas se seleccionaron frutos de las variedades amarilla y púrpura, extrayéndose las semillas de mejor viabilidad agronómica, las cuales fueron sembradas en bandejas germinadoras. Posteriormente, las plántulas emergidas se trasplantaron a fundas de polietileno para vivero, el sustrato utilizado fue en proporciones de 50% suelo de clase textural franco arcilloso, 35% cáscara de cacao y café, 15% aserrín, desinfectado con formol de solución al 1%, evitándose la presencia de hongos fitopatógenos que puedan afectar el crecimiento de las plántulas. El trasplante de las plantas en campo se realizó después de 45 días de la siembra en bandejas germinadoras, se incorporaron 40 g de vermicompost en el sitio final de plantación. El riego se efectuó con una frecuencia de tres veces a la semana, y se mantuvo el suelo en capacidad de campo. Se aplicó una solución a base de ají y ajo como control preventivo contra la hormiga arriera (*Atta cephalotes* Linnaeus, 1758) y cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa, 1835). Se realizó una poda de formación (corte axilar de yemas y brotes) y se dejó un tallo por planta; en los cortes realizados se aplicó una solución a base de fungicida y fertilizante foliar, para evitar la afectación por hongos y alcanzar la estimulación del desarrollo vegetativo.

Variables a evaluar y recolección de datos

Se midieron parámetros morfológicos (flores por planta, frutos por planta y diámetro ecuatorial del fruto) y agronómicos (peso del fruto, porcentaje de pulpa, porcentaje de cáscara, grados Brix, rendimiento por kg/planta⁻¹ y kg/ha⁻¹). Los datos de la variable flores por planta se registró desde

el inicio de la floración hasta 110 días después. El número de frutos por planta se contabilizó en cada tratamiento y se obtuvo la media de la cantidad de frutos por planta. Mediante el uso de una balanza digital se llevó a cabo el peso de los frutos evaluados de cada tratamiento. Los datos del diámetro del fruto se realizaron mediante el uso de un calibrador registrando el promedio de esta variable en cada uno de los tratamientos. El porcentaje de pulpa y cáscara se procedió a retirar la pulpa contenida en el interior del fruto, mediante el uso de una balanza anotar el peso de la misma y a través de una regla de tres %pulpa= (peso de pulpa x 100/peso total del fruto) determinando el porcentaje correspondiente en relación al peso total del fruto. Al momento de la cosecha se evaluó los grados Brix del fruto con el empleo de un refractómetro manual, mediante presión mecánica sobre la pulpa se extrajo gotas del jugo del maracuyá, las mismas que fueron puestas sobre el lector del equipo; y posteriormente hacer registro del valor observado. El rendimiento agrícola se calculó a partir de las siguientes fórmulas: Rendimiento kg/planta⁻¹= Frutos por planta x Peso del fruto en kg), Rendimiento kg/ha⁻¹= Frutos por planta x Peso del fruto en kg x Unidad de manejo).

Procedimiento estadístico

Para determinar la presencia o no de efecto de interacción entre las dos variedades (amarilla y púrpura) y las distancias de siembra (3 m entre hileras x 5 m entre plantas, 4 m x 3 m, 4 m x 5 m y 3 m x 3 m) en relación al número de flores y fruto por planta, peso de la fruta, diámetro ecuatorial del fruto, porcentaje de pulpa y cáscara, rendimiento kg/planta⁻¹ y kg/ha⁻¹, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) factorial intergrupos, previo cumplimiento de los supuestos del modelo lineal no aditivo empleado. De presentarse efecto de interacción entre las combinaciones de tratamientos estudiadas, en función de cada variable analizada, se realizó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan (prueba post-hoc), para establecer entre cual o cuales se encuentran diferencias o similitudes. Para la representación de los resultados se usaron gráficos de barras simples. El procesamiento de los datos obtenidos se realizó con la utilización del programa estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba estadística muestra que en el número de flores por planta se presenta efecto de interacción entre las variedades y distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,008; menor a 0,05; evidenciándose que, la cantidad de flores por planta de maracuyá se encuentra influenciada por el material genético que se utilice y por la densidad de población (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba de efectos intergrupos para el número de flores por planta en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	79987,474	7	11426,782	439,336	0,000
Intersección	1737708,008	1	1737708,008	66811,279	0,000
Var-DS	320,627	3	106,876	4,109	0,008
Error	4161,472	160	26,009		
Total	1865843,000	168			

Nota: Var-DS=variedad-densidad de siembra.

El tratamiento 2 (variedad amarilla-4 m entre hileras x 3 m entre plantas) presentó el mayor valor en comparación con el resto de combinaciones de tratamientos, con una media de 127 flores por planta, sin diferencias estadística con el T4 (amarilla-3 m x 3 m con 125 flores por planta) y T3 (amarilla-4 m x 5 m con 124 flores por planta), sin embargo, diferente estadísticamente a T1 (amarilla-3 m x 5 m con 122 flores por planta), T8 (púrpura-3 m x 3 m con 85 flores por planta), T7 (púrpura-4 m x 5 m con 82 flores por planta), T6 (púrpura-4 m x 3 m con 80 flores por planta) y T5 (púrpura-3 m x 5 m con 77 flores por planta), en el cual, se obtuvo el menor valor, entre todas las combinaciones (Figura 2). La respuesta del cultivo de maracuyá a la floración se encuentra mayormente influenciada por el tipo de variedad utilizada y en menor medida por la densidad de plantas que se utilice.

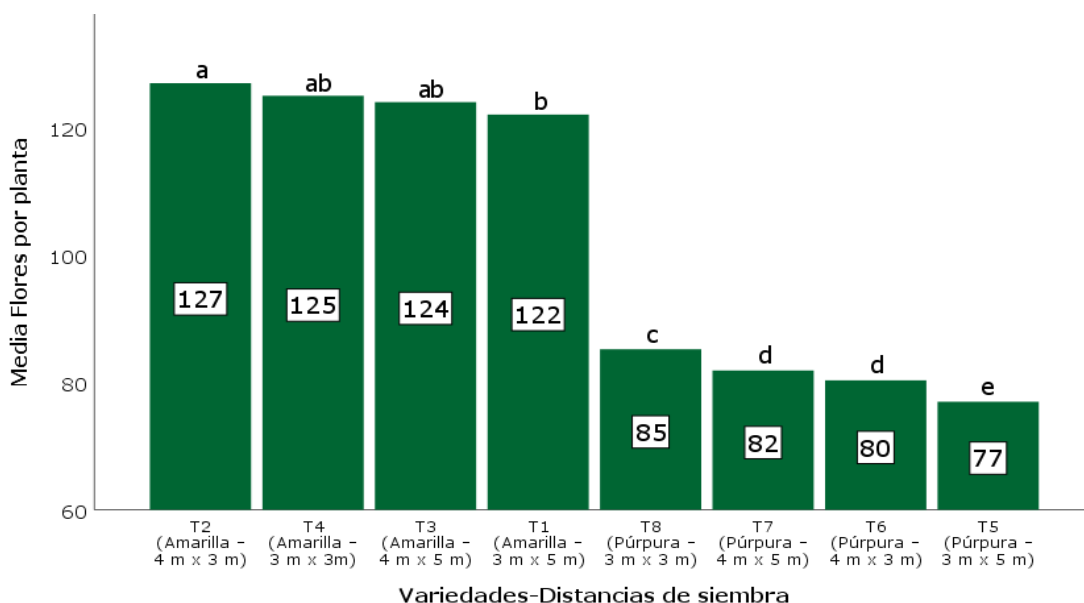


Figura 2. Efecto de las combinaciones de variedades de maracuyá y distancias de siembra en el número de flores por planta.

El resultado obtenido en el T1 (amarilla-3 m x 5 m con 122 flores por planta) en el presente estudio, difiere con lo obtenido por Pereira (2015), que registró una media de 321 flores por planta, valor influenciado por la dosis de fertilización.

En relación con el número de frutos por planta se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que las combinaciones de las variedades y las distancias de siembra, presentan influencia en el número de frutos por planta (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de efectos intergrupos para el número de frutos por planta en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	71213,030	7	10173,290	497,845	0,000
Intersección	519204,667	1	519204,667	25408,071	0,000
Var-DS	1026,251	3	342,084	16,740	0,000
Error	3269,542	160	20,435		
Total	594632,000	168			

Los resultados obtenidos en los frutos por planta (Figura 3), muestran que el T6 obtuvo el menor valor con una media de 33 frutos, sin diferencias estadísticas con los T8 (34 frutos por planta), T5 (37 frutos por planta) y T7 (39 frutos por planta) que se comportan de manera similar conformándose los mismos subconjuntos homogéneos, pero diferente estadísticamente al T3 (83 frutos por planta) y T1 (80 frutos por planta) que alcanzaron los mayores valores con una media de 83 y 80 frutos por planta, siguiéndole en orden decreciente las combinaciones de tratamientos T2 y T4. Arias et al. (2014), en la combinación de tratamiento T4 registraron un promedio de 88 frutos por planta, el cual es mayor a los 67 frutos por planta obtenido en el experimento.

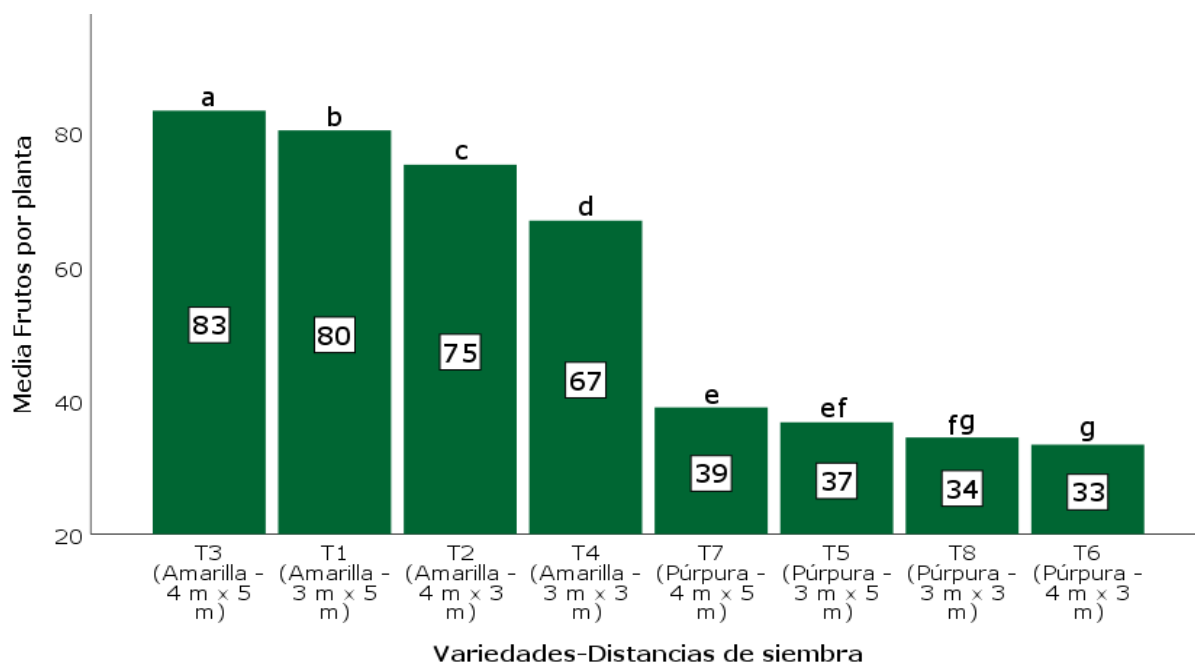


Figura 3. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el número de frutos por planta.

La prueba estadística muestra que en el diámetro del fruto se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el diámetro ecuatorial del fruto es diferente estadísticamente (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de efectos intergrupos para el diámetro ecuatorial del fruto en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	61,549	7	8,793	45,591	0,000
Intersección	13923,267	1	13923,267	72192,872	0,000
Var-DS	6,129	3	2,043	10,593	0,000
Error	44,744	232	0,193		
Total	14029,560	240			

Las combinaciones de tratamiento T4 y T2 obtuvieron los valores más bajos en función del diámetro ecuatorial del fruto, mostrando una igualdad estadística con una media de 7,0 cm; siguiéndole en orden creciente los tratamientos T8 y T6. Los tratamientos T3 y T7 obtuvieron los mayores valores con una media de 8,6 y 8,1 cm, diferente estadísticamente al resto de combinaciones de tratamientos estudiadas (Figura 4). Estos resultados difieren de Guerra et al. (2013), quienes alcanzaron un diámetro de fruto de 8,25 cm; donde la variedad amarilla fue sembrada a una distancia de 3m x 3m, valor superior a lo obtenido en el T4.

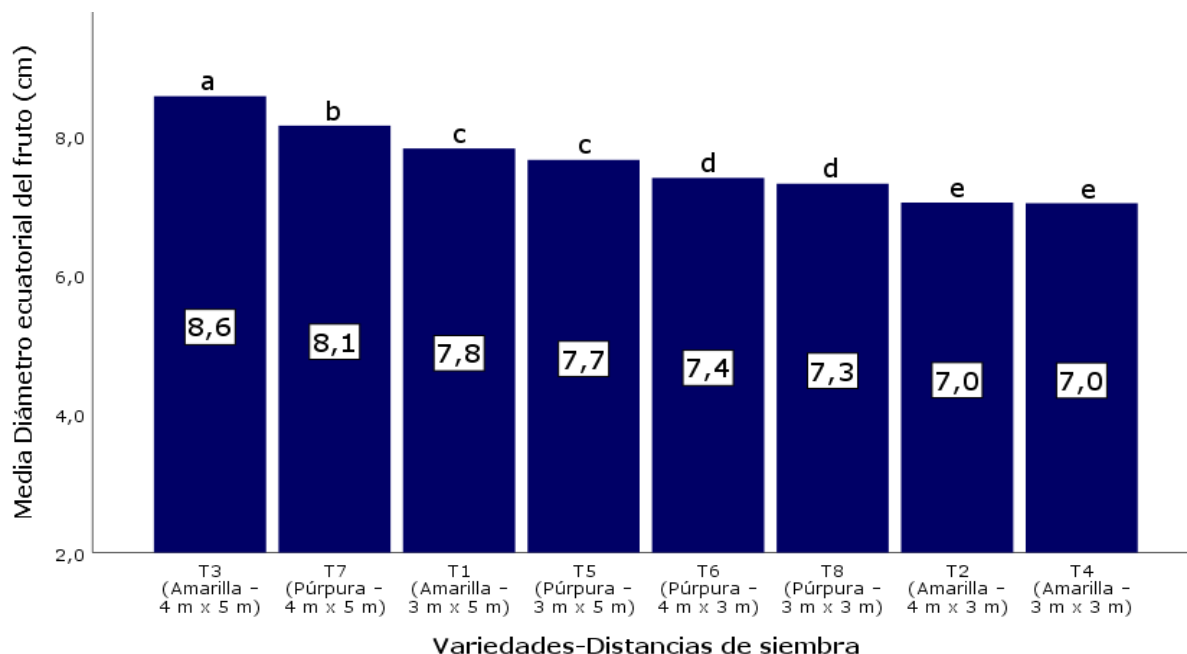


Figura 4. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el diámetro ecuatorial del fruto.

La prueba estadística muestra que en el peso del fruto se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el peso del fruto es diferente estadísticamente (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de efectos intergrupos para el peso del fruto en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	9963,945	7	1423,421	98,783	0,000
Intersección	5078503,173	1	5078503,173	352440,510	0,000
Var-DS	509,610	3	169,870	11,789	0,000
Error	3343,012	232	14,410		
Total	5091810,130	240			

Las combinaciones de tratamientos T2, T6, T4 y T8 mostraron un comportamiento similar agrupándose en el mismo subconjunto homogéneo, obteniendo los menores valores en función de la variable peso del fruto, pero diferente estadísticamente al T8 que presentó el mayor valor con una media de 158,8 g; siguiéndole en orden decreciente al T7 y T1 (Figura 5). El T5 obtenido con una media de 143,1 g difieren de Zapata et al. (2021), quienes registraron un peso de 157,5 g; superior a lo obtenido en el experimento.

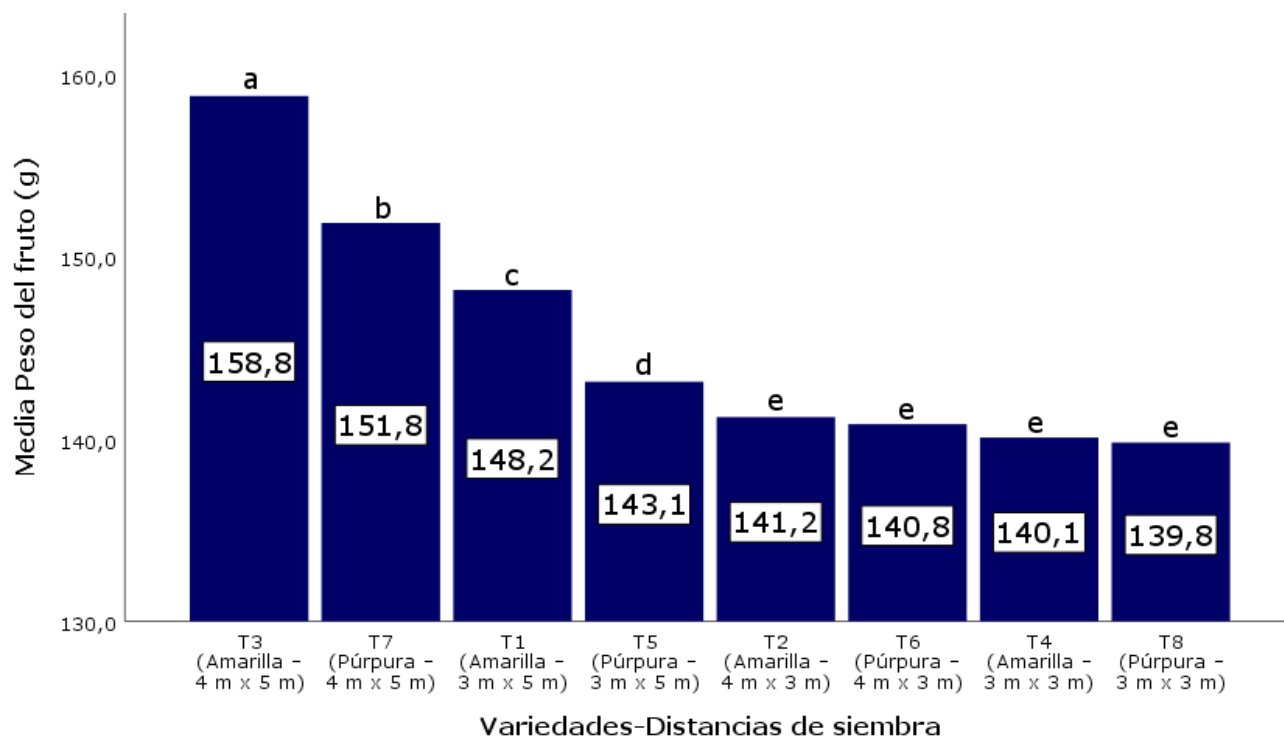


Figura 5. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el peso del fruto.

La prueba estadística muestra que en el porcentaje de pulpa se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,016; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el porcentaje de pulpa es diferente estadísticamente (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba de efectos intergrupos para el porcentaje de pulpa en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	3669,459	7	524,208	50,357	0,000
Intersección	647849,755	1	647849,755	62234,894	0,000
Var-DS	110,206	3	36,735	3,529	0,016
Error	2415,062	232	10,410		
Total	653934,276	240			

Los resultados obtenidos en el porcentaje de pulpa (Figura 6), muestran que el T3 obtuvo el mayor valor con una media de 57,99%, diferente estadísticamente al resto de combinaciones de tratamientos, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T1, T7 y T2; los tratamientos T6 y T8 mostraron los menores valores con una media de 47,10 y 46,61 % respectivamente, agrupándose en el mismo subconjunto homogéneo. El T1 obtenido en el experimento con una media de un 56,13 % es superior a lo alcanzado por Álvarez et al. (2018) que registraron un valor del 46% en el porcentaje de pulpa.

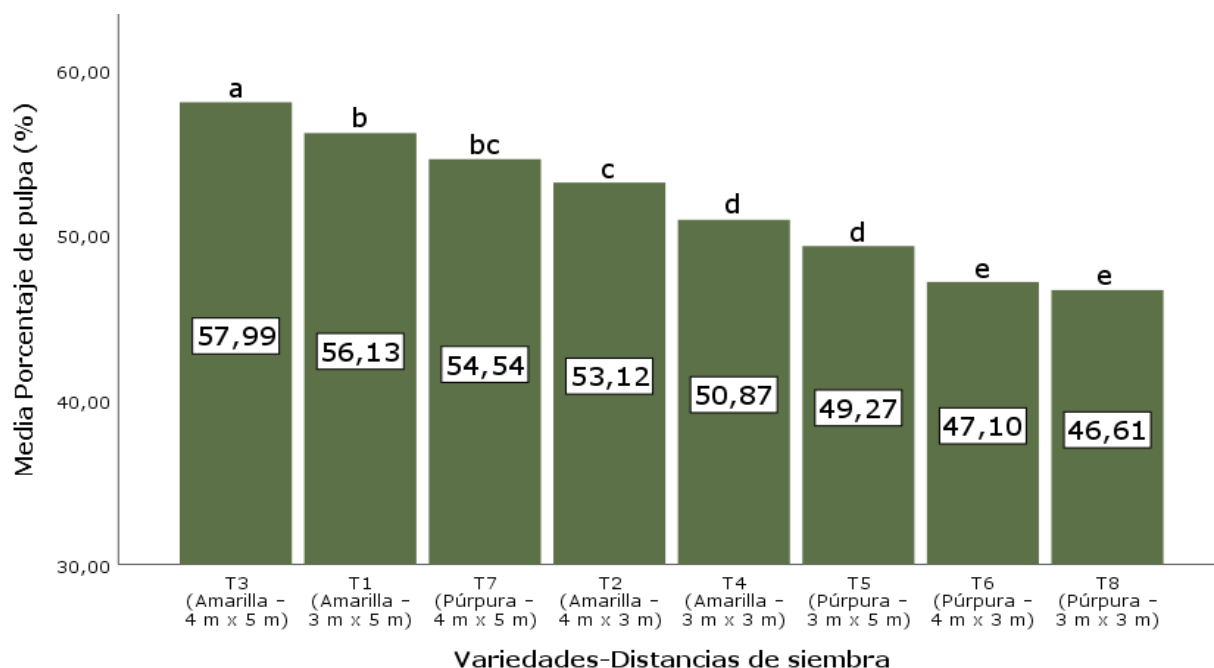


Figura 6. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el porcentaje de pulpa.

La prueba estadística muestra que en el porcentaje de cáscara se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,016; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el porcentaje de cáscara es diferente estadísticamente (Tabla 8).

Tabla 8. Prueba de efectos intergrupos para el porcentaje de cáscara en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	3669,459	7	524,208	50,357	0,000
Intersección	553985,755	1	553985,755	53217,963	0,000
Var-DS	110,206	3	36,735	3,529	0,016
Error	2415,062	232	10,410		
Total	560070,276	240			

Los tratamientos T8 y T6 con una media del 53,39 y 52,90 % respectivamente, obtuvieron los mayores valores en función del porcentaje de cáscara, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T5 y T4 que se comportar de manera similar conformando el mismo subconjunto homogéneo, pero diferente estadísticamente a los tratamientos T1 y T3 que presentaron los menores valores (Figura 7).

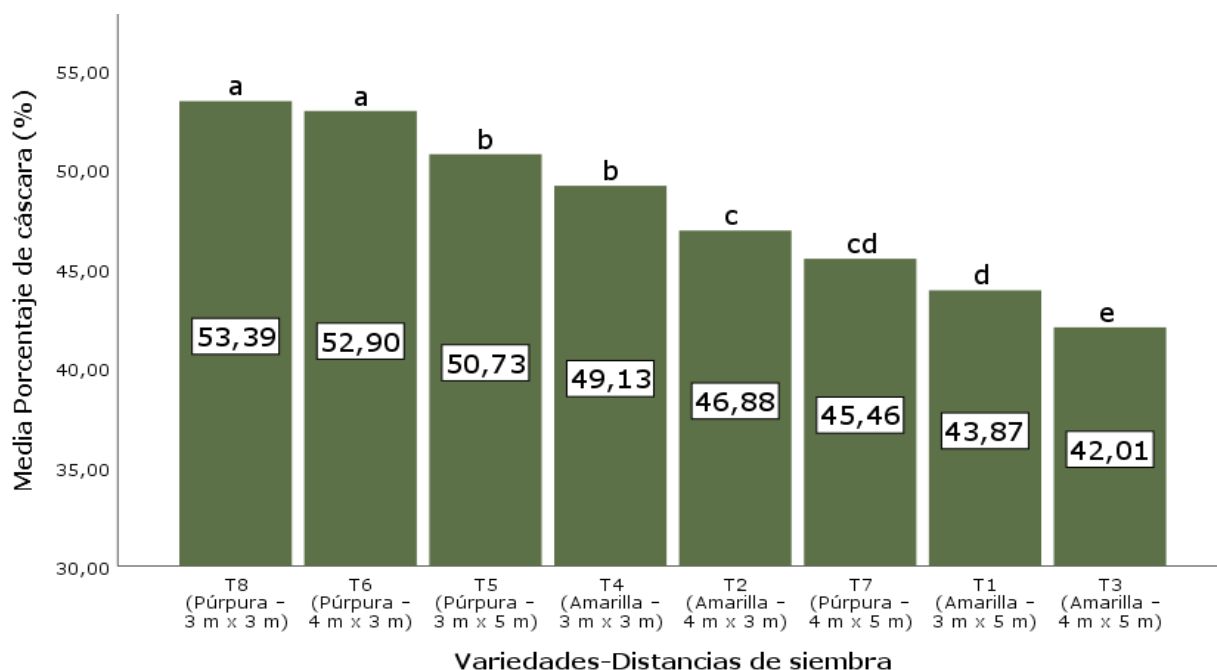


Figura 7. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el porcentaje de cáscara.

La prueba estadística muestra que en el grosor de cáscara se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,014; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el grosor de cáscara es diferente estadísticamente (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba de efectos intergrupos para el grosor de cáscara en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	0,957	7	0,137	16,266	0,000
Intersección	46,720	1	46,720	5560,111	0,000
Var-DS	0,091	3	0,030	3,618	0,014
Error	1,949	232	0,008		
Total	49,626	240			

Los resultados obtenidos en la variable grosor de cáscara (Figura 8), muestran que el T4, T5 y T2 presentaron valores intermedios, se comportan de manera similar conformando el mismo subconjunto homogéneo, pero diferente estadísticamente a los tratamientos T8, T6 y T7 que obtuvieron los mayores valores (0,52 cm, 0,49 cm y 0,47 cm) y los tratamientos T1 y T3 que alcanzaron los menores valores, con una igualdad estadística de 0,46 cm. El T1 con una media de 0,34 cm difiere de los resultados obtenidos por Zapata et al. (2021), que registraron una media de 0,6 cm; valor superior a lo obtenido en el experimento.

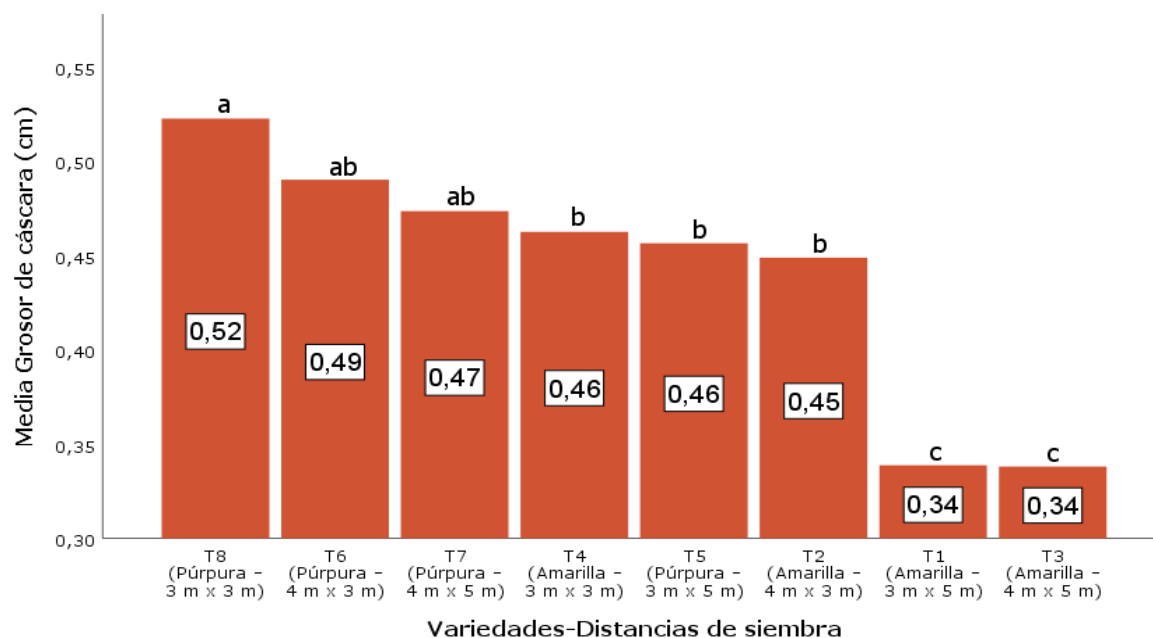


Figura 8. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación con el grosor de cáscara.

La prueba estadística muestra que en los grados Brix no se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un p-valor=0,898; mayor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, los grados Brix son similares estadísticamente (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de efectos intergrupos para los grados Brix en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	131,841	7	18,834	17,018	0,000
Intersección	51245,453	1	51245,453	46302,873	0,000
Var-DS	0,656	3	0,219	0,197	0,898
Error	256,765	232	1,107		
Total	51634,058	240			

En la variable grados Brix (Figura 9), la variedad amarilla presentó un mayor valor con 15,3 Brix, estadísticamente diferente a la variedad púrpura que mostró un valor de 13,9 Brix, las combinaciones realizadas entre las variedades y las diferentes distancias de siembra no influyó en los resultados de esta variable, lo que puede atribuirse a la adaptabilidad de las variedades a las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento. Las diferentes interacciones realizadas en las variedad y distancias de siembra no interfirieron de forma directa en los resultados, ya que los estados de madurez en cosecha determinan los valores de grados Brix en el fruto. Los resultados obtenidos de la variedad amarilla (15,3 Brix) es superior a lo demostrado por Bueno de Godoy et al. (2007), que registraron una media de 15,0 Brix. La media de grados Brix (13,9) de la variedad púrpura obtenida en el experimento es inferior a lo alcanzado por Pinzón et al. (2007), que registro una media de 15,91 Brix.

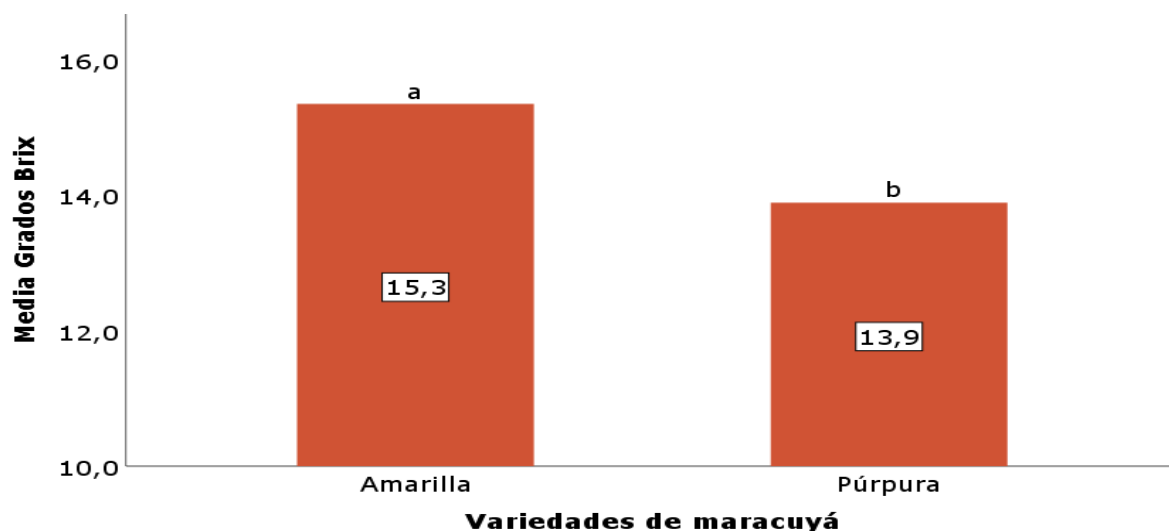


Figura 9. Resultados de los grados Brix en ambas variedades.

La prueba estadística muestra que en el rendimiento kg/planta^{-1} se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un $p\text{-valor}=0,044$; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el rendimiento kg/planta^{-1} es diferente estadísticamente (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de efectos intergrupos para el rendimiento kg/planta^{-1} en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	210,952	7	30,136	88,074	0,000
Intersección	1547,381	1	1547,381	4522,302	0,000
Var-DS	3,467	3	1,156	3,377	0,044
Error	5,475	16	0,342		
Total	1763,808	24			

Los resultados obtenidos en el rendimiento kg/planta^{-1} (Figura 10), muestran que los tratamientos T7, T5, T8 y T6 registraron los menores valores, se comportan de manera similar conformando los mismos subconjuntos homogéneos, sin diferencias estadísticas significativas, sin embargo, diferente estadísticamente a los tratamientos T1 y T3 que alcanzaron los mayores valores con una media de 11,91 y 11,65 kg/planta^{-1} respectivamente, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T2 y T4. La mayor media (11,91) obtenida en el experimento del T1, difiere a lo obtenido por Álvarez et al. (2018), que registraron un rendimiento de 21,10 kg/planta^{-1} , valor influenciado por la aplicación de fuentes nitrogenadas que aportan al rendimiento agrícola.

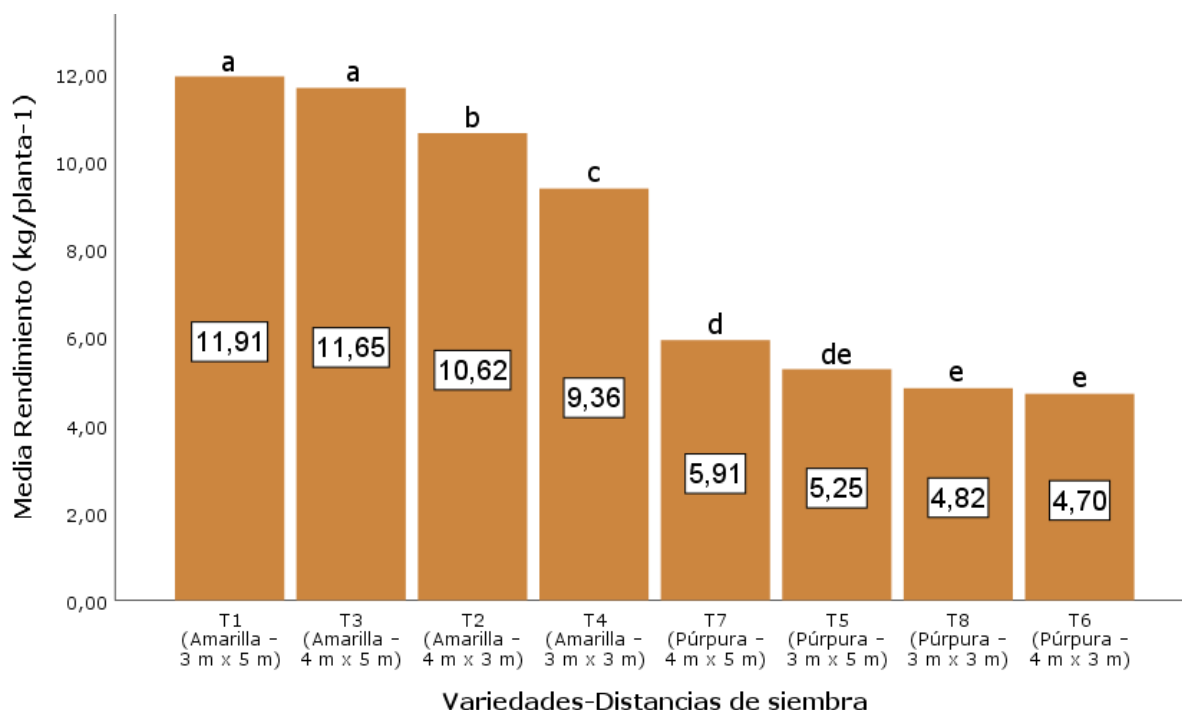


Figura 10. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación al rendimiento kg/planta^{-1} .

La prueba estadística muestra que en el rendimiento kg/ha^{-1} se presenta efecto de interacción entre las variedades y las distancias de siembra, debido a que se obtuvo un $p\text{-valor}=0,000$; menor a 0,05 evidenciándose que, en cada combinación de tratamiento formada, el rendimiento kg/ha^{-1} es diferente estadísticamente (Tabla 12).

Tabla 12. Prueba de efectos intergrupos para el rendimiento kg/ha^{-1} en cada combinación de tratamiento formada.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	154620886,802	7	22088698,115	207,907	0,000
Intersección	891399731,873	1	891399731,873	8390,17	0,000
Var-DS	4544002,929	3	1514667,643	14,257	0,000
Error	1699892,789	16	106243,299		
Total	1047720511,464	24			

Las combinaciones de tratamiento T6, T5 y T7 mostraron los menores valores en función de la variable rendimiento kg/ha^{-1} , se comportan de manera similar conformando los mismos subconjuntos homogéneos, pero diferente estadísticamente al tratamiento T4 que alcanzó una media de $10.405 \text{ kg/ha}^{-1}$, siguiéndole en orden decreciente los tratamientos T2 y T1 (Figura 11). El resultado obtenido en el T1 ($7.939 \text{ kg/planta}^{-1}$) difiere de lo obtenido por Álvarez et al. (2018), que registro un rendimiento de $14.075 \text{ kg/ha}^{-1}$, valor influenciado por la fertilización realizada a base de fuentes nitrogenadas.

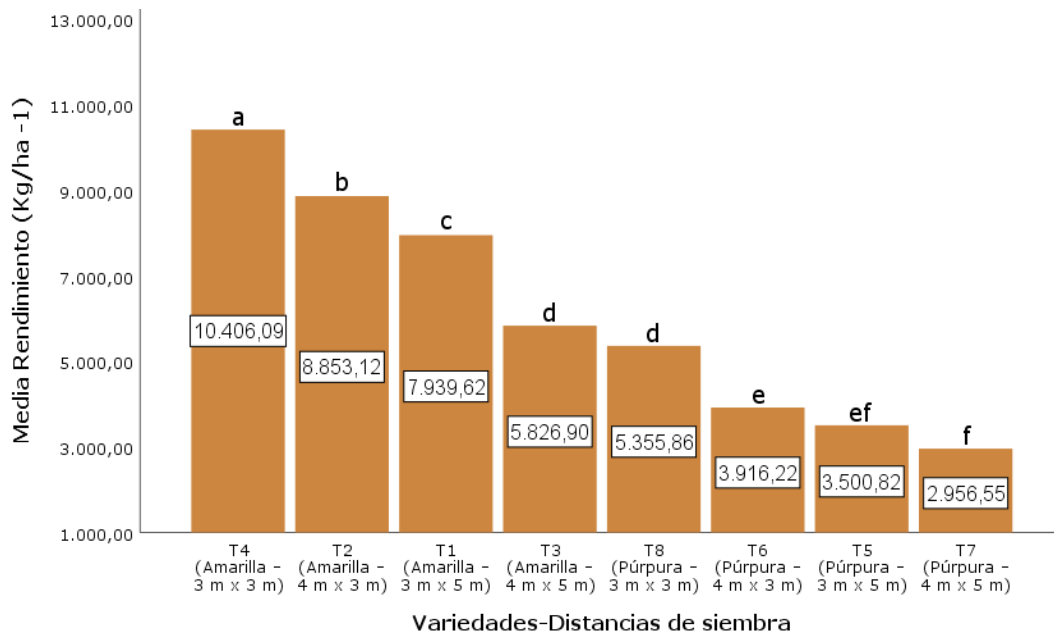


Figura 11. Comportamiento de las combinaciones entre las variedades de maracuyá y distancias de siembra en relación al rendimiento kg/ha^{-1} .

Conclusiones

La combinación de variedades de maracuyá y distancias de siembra presentaron efecto de interacción significativo en relación con las variables morfo-agro productivas (flores y frutos por planta, diámetro ecuatorial del fruto, peso del fruto, grosor de cáscara, porcentaje de pulpa y cáscara, grados Brix y rendimiento agrícola). En la variedad de maracuyá amarilla alcanzó el mejor resultado, con distancias de siembra estrechas (3 m entre hileras x 3 m entre planta), que generan una alta producción derivado del incremento de la cantidad de plantas por área cultivada, sin embargo, se aprecia afectaciones en la calidad, ya que el peso de los frutos disminuyó, mientras que en distanciamientos de siembra más separados (4 m entre hileras x 5 m entre plantas) la calidad del fruto no sufre afectaciones, favoreciéndose sus cualidades para consumo y exportación. La distancia de siembra influyó en el rendimiento agrícola en ambas variedades, derivado del incremento del número de plantas por área cultivada, obteniéndose una mayor cantidad de frutos a la medida que se redujo la distancia de plantación.

Bibliografía consultada

- Álvarez, H., Pionce, J., Catro, J., Viera, W., & Sotomayor, A. (2018). Densidades poblacionales y fertilización nitrogenada en maracuyá. Ecuador es calidad: Revista Científica Ecuatoriana, 5, 1-6. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5317>.
- Alves, R. E., De Brito, E. S., Rufino, M. S. M., & Sampaio, C. G. (2008). Antioxidant activity measurement in tropical fruits: A case study with acerola. *Acta Horticulturae*, 773, 299-305. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.773.45>.
- Araújo, L. da S., Costa, E. M. R., Soares, T. L., Santos, I. S. Dos, & Jesus, O. N. De. (2017). Effect of time and storage conditions on the physical and physico-chemical characteristics of the pulp of yellow and purple passion fruit. *Food Science and Technology*, 37(3), 500-506. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.20616>.
- Arias, J. C., Ocampo, J. A., & Urrea, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 73-83. <https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14200>.
- Bueno de Godoy, R. C., da Silva Ledo, C. A., Pereira dos santos, A., Santiago, E. L., de Almedia, A., & Wasczynskyj, N. (2007). Diversidade genética entre acessos de maracujazeiro amarelo avaliada pelas características físico-químicas dos frutos. *Revista Ceres*, 54(316), 54-547. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226804008>.
- Caleño, B. L., & Morales, G. (2019). Propagación asexual de especies endémicas y amenazadas del género *Passiflora* en los Andes colombianos. *Colombia forestal*, 22(2), 67-82. <https://doi.org/10.14483/2256201x.14302>.
- Cañizares, A., & Jaramillo, E. (2016). El cultivo de la Maracuyá en Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6894>.

- Castillo, N. R., Ambachew, D., Melgarejo, L. M., & Blair, M. W. (2020). Morphological and agronomic variability among cultivars, landraces, and genebank accessions of purple passion fruit, *passiflora edulis* f. *edulis*. *HortScience*, 55(6), 768-777. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14553-19>.
- Guerra, D. D., Hermann, H. T., & Rojas, L. (2013). Rendimiento Y Calidad De La Fruta Del Maracuyá Amarillo (*Passiflora Edulis* Fo. *Flavicarpa* O. Deg.) En Respuesta a La Combinación Del Riego Y La Fertilización. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 12, 109-117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231130851013>
- Knight, R. J., Sauls, J. W., Balerdi, C. F., & Crane, J. H. (2006). Maracuya o Parchita en Florida. *Edis*, 7, 1-5. <https://doi.org/10.32473/edis-hs295-2005>.
- Li, H., Zhou, P., Yang, Q., Shen, Y., Deng, J., Li, L., & Zhao, D. (2011). Comparative studies on anxiolytic activities and flavonoid compositions of *Passiflora edulis* «*edulis*» and *Passiflora edulis* «*flavicarpa*». *Journal of Ethnopharmacology*, 133(3), 1085-1090. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.11.039>.
- Pereira, V. (2015). Estudio a la aplicación de tres frecuencias y dos dosis de N-P-K más una fórmula de fertilizante foliar en el cultivo de maracuyá. En (Tesis de Ingeniería Agronómica). Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7384>
- Pinzón, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *Agronomía Colombiana*, 25(1), 83-95. http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S0120-99652007000100010&script=sci_arttext.
- Quito, E. P., & García, S. (2021). Economic and Productive Evaluation in Passion Fruit Production, Zone Vega Rivera, El Oro/Evaluación productiva y económica en la producción de maracuyá, zona Vega Rivera. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(2), 86-94. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v30n2/2071-0054-rcta-30-02-e09.pdf>
- Rufino, M. do S., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez Jiménez, J., Saura Calixto, F., & Mancini Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996-1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>
- Sarandón, S. (2020). El papel de la agricultura en la transformación Social-Ecológica de América Latina. *Cuadernos De Transformación*, 11, 1-46. https://www.researchgate.net/publication/345777972_El_papel_de_la_agricultura_en_la_transformacion_social-ecologica_de_America_Latina.
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la Provincia de El Oro. *Revista Científica Cumbres*, 1(2), 28-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.48190/cumbres.v1n2a5>.
- Zapata Pinto, M., Estrada Rivera, K., Peña Venegas, R., & Fernández Lizarazo, J. (2021). Rendimiento del maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) bajo tres densidades de siembra en la Orinoquía colombiana. *Producción agrícola de la Orinoquía colombiana: investigación aplicada*, 38-47. <https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/89>.
- Zavaleta, B. (2016). Manejo Agronómico de Maracuyá Amarillo *Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa* en Conache, Laredo-Trujillo. (Tesis de Ingeniería Agronómica). Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3130>.