

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

Código: AI-2306

Nombre de la investigación.

Efecto de dos tipos de podas de formación en el rendimiento y calidad de los frutos en cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponía bajo condiciones de invernadero.

TÍTULO A OBTENER: Ingeniera Agrónomo

AUTORES.

Nombres, apellidos y formación académica	Institución y Dirección	Teléfono y correo electrónico	Firma
Sony Aleyda Cortez Alvarado	Residencial San Pedro, polígono 39, pasaje Chaparrastique, Mejicanos, San Salvador.	6923-5953 CA09053@ues.edu.sv	
Mario Alfredo Pérez Ascencio.	Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Fitotecnia.	7437-4013 mario.perez@ues.edu.sv	
Santos Wilmar Morales Arévalo		7955-8504 santos.morales@ues.edu.sv	

VISTO BUENO

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento de Fitotecnia:
Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio **Firma:** _____

Director General de Procesos de Graduación Facultad de Ciencias Agronómicas:
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García **Firma:** _____

Jefe del Departamento de Fitotecnia:
Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berrios **Firma:** _____

Sello:

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, agosto de 2023

NOMBRE DE LA INVESTIGACION:

Efecto de dos tipos de podas de formación en el rendimiento y calidad de los frutos en cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponía bajo condiciones de invernadero.

AUTORES: Cortez-Alvarado SA.¹, Pérez-Ascencio MA.², Morales Arévalo -SW³

RESUMEN.

La investigación se realizó en el período de enero a junio de 2021, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se encuentra a una elevación de 750 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas latitud 13°43'7.68" N, longitud 89°12'1.53" W. El estudio consistió sobre el efecto de dos tipos de podas de formación (uno y dos ejes) en el rendimiento y calidad de los frutos en cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) "Domi", "Dodel", "Decia", "Magine" y "Carrucha", aplicando la técnica de hidroponía, con el propósito obtener fruto de mayor peso y mejor calidad.

Se utilizó el Diseño Bloques Completos al Azar con arreglo Bifactorial, con 15 tratamientos distribuidos en cinco repeticiones al azar; se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey y para el análisis de los resultados se utilizó el software estadístico InfoStat versión estudiantil. Se evaluó el rendimiento y calidad, evaluando la variable cualitativa: color de fruto maduro y las variables cuantitativas: días a germinación, días a trasplante, días a floración, días a cosecha, altura de la planta, altura de la bifurcación, número de hojas, diámetro del tallo, número de frutos por planta, peso de frutos por planta, diámetro del fruto, dureza de fruto, sólidos solubles en fruto maduro. En los resultados obtenidos la poda testigo (sin poda) presentó mayor número de fruto, con un promedio de 33 frutos, mientras que la P1 (poda a un eje), produce el menor número de frutos por planta, con un promedio de 22 frutos. La variedad Dodel presentó los mejores resultados en cuanto al peso del fruto de 111 gramos, aunque menor cantidad de frutos con 22 frutos promedio y las variedades Domi, Decia, Magine y Carrucha mostraron mayores cantidades de frutos con 30, 31, 29 y 33 frutos y menor peso del fruto de 74, 75, 75 y 67 gramos respectivamente, con la poda a un eje se obtuvo mayor peso promedio mostrando estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$) para ambas variables, se clasificaron de acuerdo al peso en las siguientes categorías: primera, segunda y tercera. Los resultados obtenidos las variedades Domi, Dodel y Decia mostraron el mayor porcentaje en la categoría 1° y 2° en la poda a un eje. La variedad Magine obtuvo mayor firmeza y grado brix en la calidad del fruto.

Palabras claves: variedad, tomate, calidad, categorías, grados brix, El Salvador, hidroponía.

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

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

³ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

RESEARCH NAME:

Effect of two types of training pruning on yield and fruit quality in five tomato varieties (*Lycopersicon esculentum* Mill) in hydroponics under greenhouse conditions.

AUTHORS: Cortez-Alvarado SA.1, Pérez-Ascencio MA.2, Morales Arévalo -SW 3

SUMMARY.

The research was carried out in the period from January to June 2021, in the greenhouse of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, located at an elevation of 750 meters above sea level, with geographic coordinates latitude 13° 43'7.68" N, longitude 89°12'1.53" W. The study consisted of the effect of two types of formation pruning (one and two axes) on the yield and quality of the fruits in five varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) "Domi", "Dodel", "Decia", "Magine" and "Carrucha", applying the hydroponics technique, with the purpose of obtaining fruit of greater weight and better quality.

The Complete Random Block Design with Bifactorial arrangement was used, with 15 treatments distributed in five random repetitions; Tukey's mean comparison test was applied and the statistical software InfoStat student version was used for the analysis of the results. Yield and quality were evaluated, Evaluating the qualitative variable: ripe fruit color and quantitative variables: days to germination, days to transplant, days to flowering, days to harvest, plant height, bifurcation height, number of leaves, stem diameter, number of fruits per plant, fruit weight per plant, fruit diameter, fruit hardness, soluble solids in ripe fruit. In the results obtained, the control pruning (without pruning) presented a greater number of fruits, with an average of 33 fruits, while P1 (pruning to one axis) produces the lowest number of fruits per plant, with an average of 22 fruits. The Dodel variety presented the best results in terms of fruit weight of 111 grams, although fewer fruits with an average of 22 fruits and the Domi, Decia, Magine and Carrucha varieties showed higher amounts of fruits with 30, 31, 29 and 33 fruits. and lower fruit weight of 74, 75, 75 and 67 grams respectively, with pruning to one axis a higher average weight was obtained, showing statistically significant differences ($p < 0.05$) for both variables, they were classified according to weight in the following categories: first, second and third. The results obtained from the Domi, Dodel and Decia varieties showed the highest percentage in the 1st and 2nd category in pruning to one axis. The Magine variety obtained greater firmness and brix degree in the quality of the fruit.

Keywords: variety, tomato, quality, categories, brix degrees, El Salvador, hydroponics.

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

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

³ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

1. Introducción

En el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de crecimiento semideterminado, las podas constituyen una práctica cultural indispensable. A través de ellas se obtienen plantas balanceadas y con mejores rendimientos. Las podas se clasifican en función del órgano a eliminar, estos pueden ser tallos, hojas, flores y frutos, Culajay 2017.

Para el año 2021 - 2022 se cultivaron 603 manzanas de tomate, produciendo 506,368qq, con un rendimiento por manzana de 840.30qq/mz, equivalente a 1,680.60 cajas/50lb por otra parte, para ese año se importaron 1,255,229.75qq equivalente a \$18,563,456.00 Dólares, MAG 2021.

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

La alternativa que toman los agricultores es la producción de tomates a doble eje, para obtener mejores rendimientos, y ciertamente lograron mejores producciones en número de libras cosechadas, pero los resultados en la calidad de frutos producidos descendieron, perdiendo tamaño, firmeza y calidad en cuanto a características organolépticas, Culajay 2017.

Por lo anterior, la investigación tuvo como objetivo evaluar dos tipos de podas de formación en cinco variedades de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con la finalidad de evaluar el rendimiento y calidad de fruto en condiciones de invernadero, mediante la técnica de hidroponía, y así aportar la información para obtener un rendimiento y calidad de tomate aceptable.

2. Materiales y métodos

2.1 Descripción del lugar de estudio

La investigación se realizó en el período comprendido de enero a junio del año 2021, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, ubicada en el municipio de San Salvador, departamento de San Salvador, a una elevación 730 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas latitud 13°43'7.68"N, longitud 89°12'1.53" O; y una presión atmosférica de 700.1 mm Hg, con una temperatura promedio de 24.2°C, humedad relativa del aire del 75%, y una precipitación promedio anual de 1,695 mm, MARN 2019.

2.2 Metodología de campo

2.2.1 Descripción del invernadero

La investigación se realizó en condiciones protegidas en un invernadero de forma semicircular de 5m de ancho por 10m de largo, con un área total de 50m². La

infraestructura consta de una altura lateral de 3.0m, y una altura central de 4.30m, con orientación de Este a Oeste, y una ventana cenital en la parte superior del techo; el cual está recubierto con un plástico de Etileno-vinilo de acetato (EVA) ultravioleta de 180 micrones ubicado en la parte superior junto con una tela sarán negro con calibre del 50% para reducir la incidencia de la radiación solar. En las partes laterales y frontal, recubierto de malla anti-virus de 120mesh.

Por otra parte, consta de un sistema de riego por goteo y nebulizadores accionado por una bomba eléctrica de 0.5HP, y controlado por un juego de electroválvulas automáticas mediante un programador electrónico de riego. Dispone de un Hidrotermógrafo OAKON®, equipo que miden la temperatura en grados Celsius y la humedad relativa en porcentaje durante las 24 horas del día.

2.2.2 Limpieza y desinfección del invernadero

Para ello, se realizó una limpieza de las paredes laterales, frontales y el piso con agua y detergente; posteriormente se utilizó hipoclorito de sodio comercial (5% de concentración), haciendo una disolución del 1% para un volumen de 200 litros agua (10 ml de hipoclorito de sodio por litro de agua).

2.2.3 Descripción de las variedades

Las cinco variedades mutantes de tomate fueron irradiadas con rayos gamma en el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear en Cuba. Actualmente se han producido once ciclos del cultivo. Fueron proporcionadas por el departamento de Fitotecnia a través de la asignatura de horticultura.

2.2.4 Semillero

Para la elaboración de plantines se utilizaron bandejas de polietileno de 84 alveolos los cuales se llenaron con sustrato comercial previamente humedecido; posteriormente se colocó una semilla por alveolo y se cubrió con un espesor de 2 a 3 mm de sustrato. Las variedades de tomate utilizadas en la investigación fueron: DOMI, DODEL, DECIA, MAGINE y CARRUCHA.

2.2.5 Manejo de los plantines

El mantenimiento de los plantines en la fase de semillero consistió en la revisión diaria para garantizar su crecimiento uniforme y vigor de las plántulas entre ellas: regulación de la sombra, riego, el monitoreo de organismos dañinos y la nutrición respectiva.

En relación a la nutrición, se preparó una solución nutritiva mediante el uso de fertilizante hidrosoluble de inicio con la formulación 15-30-15+1MgO, utilizando el método físico-químico; con un pH en la solución de seis y una conductividad eléctrica (CE) de 1.0mS/cm, parámetros medidos con el conductímetro. Para su aplicación se utilizó la técnica de subirrigación durante 5 minutos por día durante tres semanas después de emergido las plántulas.

2.2.6 Preparación de sustrato para llenado de macetas

Para el establecimiento se utilizó macetas de polietileno con diámetro de 28cm y altura de 25cm, el sustrato fue mezclado de 40% fibra de coco y 60% escoria volcánica, para la desinfección se utilizó hipoclorito de sodio al 1%. Las macetas se

distribuyeron en el invernadero con forme a los tratamientos según el diseño experimental.

2.2.7 Trasplante de la plántula

Previo al trasplante, se humedeció a capacidad de campo el sustrato en cada maceta, trasplantándose a los 21 días de edad en horas frescas; para ello se humedeció las bandejas con la finalidad de separar el pilón de la superficie y se colocó una planta por maceta de las cinco variedades en estudio.

2.2.8 Riego

Se utilizó el “**Riego por Goteo de Baja Presión de 3 a 5 PSI**”, por gravedad el cual consistió de un barril con una capacidad de 200 litros colocado a una altura de 1.75 m sobre las cintas de riego. En cada una de las mangueras laterales de 16mm de diámetro se insertaron los goteros Nein Flujo Turbulento con un caudal de 8 litros por hora, distanciados a 0.45m, controlado con una mini válvula al inicio de cada lateral para el paso de solución nutritiva. Para ello, se realizó el aforo del sistema de riego con la finalidad de determinar el tiempo y la frecuencia de riego por día según el volumen empleado del sustrato por maceta.

2.2.9 Nutrición

Se formularon tres soluciones nutritivas de acuerdo al estado de desarrollo de la planta; para lo cual, se consideraron dos principios físico-químico para su elaboración: un pH de 6.00 y conductividad eléctrica no mayor a $CE = 2.5\text{mS/cm}$; este valor dependió de la etapa fenológica iniciándose con $CE = 1.50\text{mS/cm}$ después del trasplante.

Se prepararon cuatro depósitos, a las que se denominó A, B, C y D respectivamente.

En el cuadro 1, se indican las cantidades totales de cada fertilizante para preparar 1000 litros de solución nutritiva; equivalente a 5 litros de solución concentrada (200 veces concentradas).

Cuadro1. Cantidades de fertilizantes para 1000 litros de solución nutritiva.

Fertilizantes	Etapas fenológicas		
	Vegetativa	Floración	Fructificación y cosecha
Tanque A			
Nitrato de amonio	340g	189g	129g
Sulfato de potasio	138g	138g	138g
Muriato de potasio	140g	140g	240g
Tanque B			
Micronutrientes	25g	25g	25g
Tanque C			
Nitrato de calcio	680g	680g	680g
Tanque D			
Ácidos fosfórico 85%	76 ml	109 ml	76 ml

2.2.10 Tutorio del cultivo

Permitió lograr mayor estabilidad de las plantas y evitar daños físicos como quebraduras de tallos y racimos, evitar que los frutos toquen el suelo y lograr la estabilidad del peso producido por los frutos.

2.2.11 Fitosanidad

Se realizó un monitoreo semanal con el objetivo de verificar la presencia de plagas y enfermedades durante el ciclo del cultivo con la finalidad de tomar acciones preventivas.

2.2.12 Podas

Se realizaron dos tipos: la primera consistió en la poda sanitaria de tallos y hojas dañadas y la segunda de producción dejando tallo a uno y dos ejes, eliminando los brotes axilares menor a 5cm en forma manual.

2.2.13 Medición el micro clima en el invernadero

Para ello se tomaron datos de temperatura y humedad relativa cada hora de 8 am a 5 pm tres días por semana, durante el periodo del ensayo.

2.3 Metodología estadística

Para la organización, procesamiento y análisis de datos, se utilizó métodos estadísticos descriptivos e inferenciales. Dentro de los métodos estadísticos descriptivo se utilizó medidas resumen, representaciones gráficas y el análisis de componentes principales, y en los métodos inferenciales, se aplicó el diseño estadístico Bloques Completamente al Azar con arreglo bifactorial 2*3 y prueba estadística de comparación múltiple de medias. Cada bloque tenía 30 macetas (unidad experimental), en total fueron 150 unidades experimentales, que se manejaron de igual forma asegurándose que la variación del experimento se debiera únicamente a los tratamientos en estudio.

2.3.1 Diseño estadístico

Se utilizó un diseño en Bloques Completos al Azar, con 5 repeticiones, con un arreglo bifactorial (3x5): 3 niveles para el factor A (2 podas + testigo) y 5 niveles para el factor B (variedades). Obteniendo un total de 15 tratamientos que resulta de la combinación de los niveles del factor A y los niveles del factor B, Cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución de los factores y tratamientos en estudios.

Factores en estudio		Podas		
		P1 = poda con un eje	P2 = poda con dos ejes	P0 = sin poda (Testigo)
Variedades	V1 = DOMI	T1= P1 V1	T6= P2 V1	T11= P0 V1
	V2 = DODEL	T2= P1 V2	T7= P2 V2	T12= P0 V2
	V3 = DECIA	T3= P1 V3	T8= P2 V3	T13= P0 V3
	V4= MAGINE	T4= P1 V4	T9= P2 V4	T14= P0 V4
	V5 = CARRUCHA	T5= P1 V5	T10= P2 V5	T15= P0 V5

2.3.2 Prueba estadística

Se utilizó el software InfoStat y la prueba estadística de medias de Tukey para identificar las diferencias significativas que se presentaron en la investigación y para el análisis respectivo de los resultados.

3. Resultados y Discusión

3.1 Etapas fenológicas de las cinco variedades en estudio.

En el cuadro 3, se presenta rangos de días acumulados de las variedades en cada una de las etapas fenológica del cultivo. Estos valores son similares a los obtenidos por Hernández *et al.* (2021).

Cuadro 3. Etapas fenológicas de las cinco variedades en estudio.

Fases	Días acumulados	Día por fase
Siembra	1	-
Emergencia	5 – 7	5 – 7
Plántula	18 – 22	13 – 15
Vegetativa	35 – 42	17 – 20
Floración	50 – 60	15 – 18
Fructificación	65 – 80	30 – 35
Cosecha	95 – 105	55 – 70
Ciclo del cultivo	150 – 175	150 – 175

3.1.1 Días a germinación

Los resultados obtenidos en las variedades en estudios oscilaron entre cinco a siete días después de la siembra con un porcentaje promedio del 90 a 95%; dichos valores son similares a Hernández *et al.* (2021), reportando 91% Domi, 93% Decia, 96% Carrucha, 97% Magine y 99% Dodel.

3.1.2 Días a floración

El parámetro de floración en la investigación para las variedades Decia, Magine, Domi, Dodel, y Carrucha presentaron un rango 50 -60 días, Cuadro 10. Sin embargo, dichos valores se encuentran en los rangos establecidos por Hernández *et al.* 2012, y Hernández *et al.* 2021, la etapa de floración comprendió entre 48 y 53 días de las cinco variedades en estudio.

3.1.3 Días a cosecha

Para las variedades en estudio, los días a cosecha oscilaron entre 95 y 100 días; valores muy similares a los encontrados por Hernández *et al.* 2021.

3.2 Variables

3.2.1 Altura de la planta

Para la medición de esta variable, se consideró la altura acumulada en cada una de las etapas fenológica para determinar el crecimiento en cm/día; obteniéndose que las variedades Domi, Dodel y Decia presentaron mayor crecimiento en la etapa de

floración con valores de 2.35, 2.64 y 2.69cm/día respectivamente. Con respecto a las variedades Magine y Carrucha expreso que el mayor crecimiento en cm/día correspondió en la fase vegetativa debido a su morfología estructural de crecimiento que representa mayor número de ramificaciones similar al estudio de Hernández *et al.* 2012. En relación a las alturas totales, registraron desde 104.33cm hasta 120.81cm. Determinado sé cómo materiales genéticos de crecimiento semideterminado.

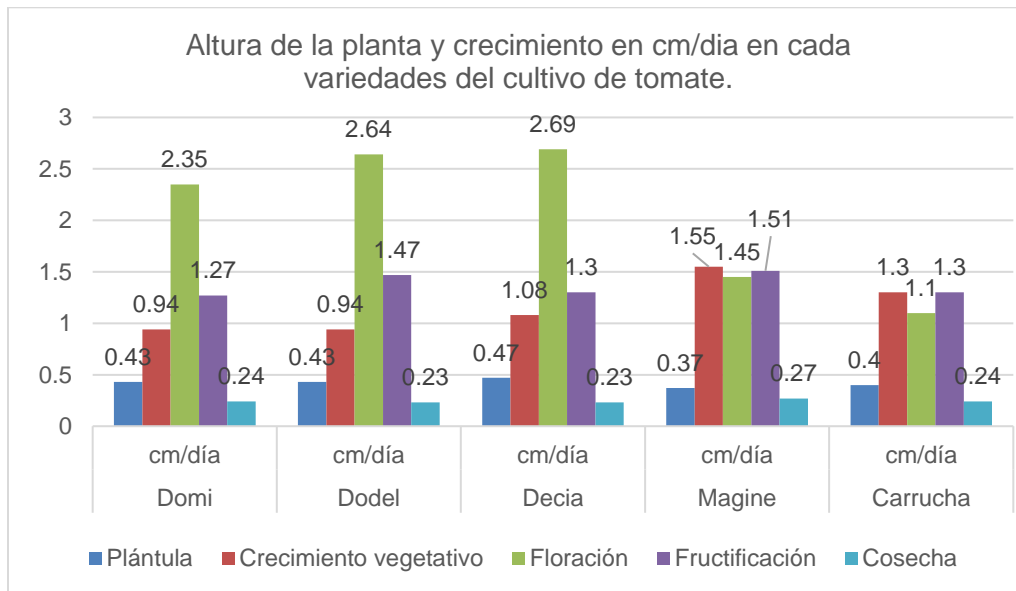


Figura 1. Altura de la planta y crecimiento en cm/día con base a de las variedades de tomate.

3.2.2 Altura de la bifurcación

Al aplicar el análisis de varianza a la altura de bifurcación, se obtiene que las variedades Domi, Decia, Dodel, Magine y Carrucha presentaron diferencias altamente significativas en la altura de bifurcación por planta, cuadro 4. Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey, indicando que la variedad de tomate Dodel produce la mayor altura, con 38.6cm, seguido de la variedad Magine y Decia, con 35.78cm, 35.29cm, mientras que la variedad Domi y Carrucha presentan menor altura de bifurcación, con 33.10cm, 29.98cm.

3.2.3 Número de hojas

Al aplicar el análisis de varianza al número de hojas, se obtiene que las variedades de tomate y las podas Po, P1, P2 no presentaron diferencias estadísticamente significativas, cuadro 4. No obstante, la interacción de las variedades de tomate Domi, Decia, Dodel, Magine y Carrucha y podas Po, P1, P2 presentaron diferencias altamente significativas en la variable número de hojas por planta. Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias Tukey, indicando que la interacción de la variedad Carrucha y la poda testigo obtuvieron mayor número de

hojas por planta, con 9.16 y la interacción que tuvo menor número de hojas fue la variedad Decia y poda P1, con 6.78.

De acuerdo Barraza *et al.* 2004, se observaron los máximos valores en la poda testigo con mayor número de hojas es favorable para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta, el cual contribuye a obtener más altos rendimientos, a medida que se desarrolla la planta de tomate, las hojas se vuelven más complejas y por lo tanto más funcionales, sugieren una mayor actividad fotosintética laminar, las plantas con mayor área foliar y ambiente favorable, son capaces de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente.

3.2.4 Diámetro del tallo

Las podas en estudio presentan diferencias altamente significativas en el diámetro del tallo (mm), cuadro 4, por lo que, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias Tukey, indicando que: la P1 (poda a un eje) es la que produce mayor diámetro de tallo (mm) independiente de las variedades de tomate estudiadas, seguido de la P2 con 5.88mm y finalmente la P0 (testigo) es la que produce menor diámetro con 5.22mm.

3.2.5 Número de fruto por planta

Las variedades tomate Domi, Decia, Dodel, Magine y Carrucha presentaron diferencias altamente significativas en el número de fruto por planta, cuadro 4. Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey, indicando que la variedad Carrucha produce mayor número de frutos por planta, con 33 frutos y similares a la variedad Decia, mientras que la variedad Dodel es la que produce menor número de frutos por planta, con 22 frutos. Estos resultados coinciden con los reportados por Hernández *et. al.* (2012) y Hernández *et. al.* (2021), dando que la variedad Carrucha produce el mayor número de fruto por planta.

Las podas en estudio presentan diferencias altamente significativas en el número de fruto por planta. Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias Tukey, indicando que: la P0 (poda testigo) y P2 (poda de dos ejes) producen similar efecto y mayor número de frutos por planta, con un promedio de 33 frutos y 32 frutos, mientras que la P1 (poda de un eje) produce el menor número de frutos por planta, con un promedio de 22 frutos, Figura 2.

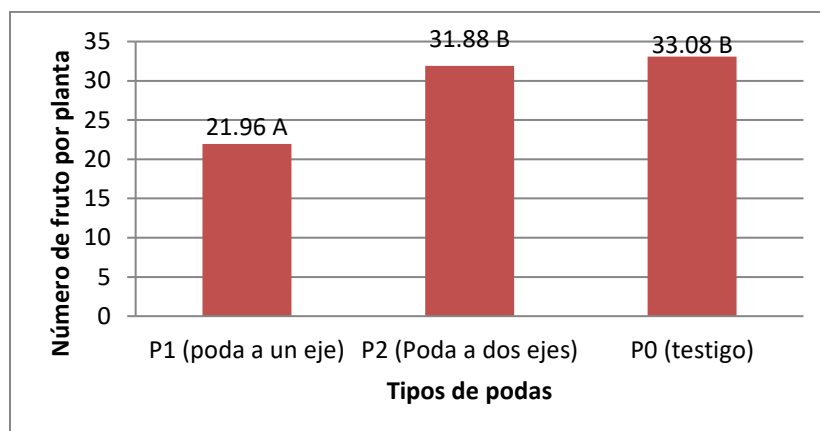


Figura 2. Número de fruto por planta con tres tipos de podas. Letras iguales son no estadísticamente significativas $p > 0.05$.

De acuerdo Coronel 2017. La poda a un eje y la poda a dos ejes presento similares efectos en los números de frutos siento que la poda testigo obtuvo mayor número de frutos. “Siendo este experimento en suelo”

Según Castañeda. 1998, la poda a un eje presento menor número de fruto que la poda a dos ejes y la poda testigo promueve la producción de una mayor cantidad de frutos, pero pequeños, de inferior calidad, obtuvo similar resultado con la investigación.

3.2.6 Peso de frutos por planta

Las variedades tomate Domi, Decia, Dodel, Magine y Carrucha presentaron diferencias altamente significativas en el peso de fruto por planta, cuadro 4. Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey, indicando que la variedad Dodel produce mayor peso en los frutos en gramos, con 111.03g, mientras que las variedades Domi, Magine, Decia y Carrucha producen el menor peso de fruto por planta, con 75.02g, 74.62g, 74.24g y 66.54g, estas cuatro últimas variedades producen similares efectos.

De acuerdo en la investigación de Hernández *et al.* (2021) se observa diferentes comportamientos en el peso promedio por fruto. La variedad Dodel obtuvo el mejor peso promedio con 67.16g, las variedades Decia, Domi y Magine obtuvieron resultado similar de 33.88g, 35.39g y 34.23g respectivamente, y la variedad Carrucha obtuvo el resultado más bajo en comparación a las anteriores de 29.41g.

Las podas en estudio presentan diferencias altamente significativas en el número de fruto por planta. Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias Tukey, indicando que: la P1 (poda a un eje) produce el mayor peso del fruto, con 86.39g y similar a la P2 (poda dos ejes), mientras que la P0 (testigo) produce el menor peso en los frutos, con 73.18g, Figura 3.

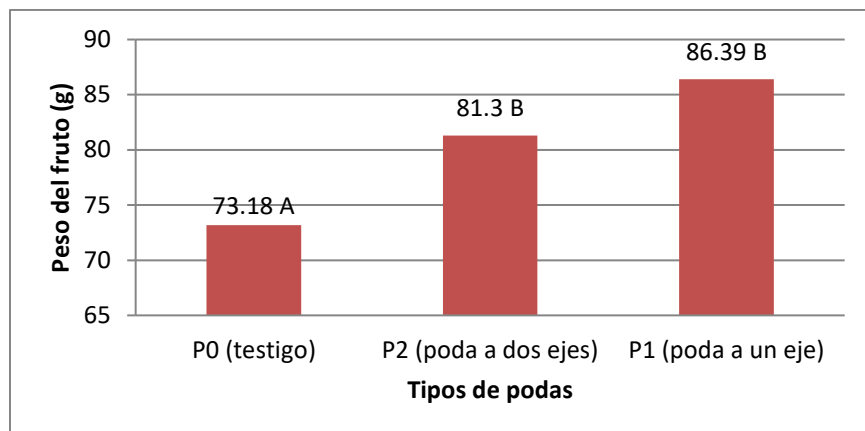


Figura 3. Peso del fruto en tres tipos de podas.
Letras iguales son no estadísticamente significativas $p > 0.05$.

De Acuerdo Vargas 2014, la poda a un eje presento mayor peso en los frutos a comparación con la poda a dos ejes. Con lo cual se llegó al mismo resultado en esta investigación.

Según Castañeda. 1998, la poda a un eje presento mayor peso de fruto seguido la poda a dos ejes y la poda testigo presento menor peso de frutos, obtuvo similar resultado con la investigación.

3.2.7 Diámetro del fruto

Las variedades tomate Domi, Decia, Dodel, Magine y Carrucha presentaron diferencias altamente significativas en el diámetro del fruto (mm), cuadro 4. Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey, indicando que la variedad Dodel produce mayor diámetro del fruto (mm), con 55.76mm, mientras que las variedades Magine, Domi, Decia y Carrucha producen los menores diámetros del fruto, con 51.14mm, 50.65 mm, 50.12mm y 49.13mm, estas últimas cuatro variedades producen similares efectos en el diámetro de frutos por planta.

De acuerdo en la investigación de Hernández *et al.* (2012), son similares resultados Dodel con un diámetro de 7cm, magine 4.97cm, decía 7.3cm, Domi 5.26cm, y Carrucha 5.46cm. Según los resultados obtenidos en las diferentes variedades de tomate, la variedad Dodel presento el mayor diámetro del fruto con 55.76mm, la variedad magine tuvo el diámetro de fruto 51.14mm, mientras que las variedades Decia y Domi obtuvo similar diámetro de 50mm y la variedad Carrucha tiene menor diámetro con 49.13mm en los frutos. En términos generales el rango oscila entre 50 mm a 70mm, en la calidad del tomate para mesa, CODEX 2013.

Las podas en estudio presentan diferencias altamente significativas en el diámetro del fruto (mm). Por lo tanto, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias Tukey, indicando que la P1 (poda a un eje) y P2 (poda a dos ejes) producen similares efectos y los mayores diámetros del fruto, con medias 52.97mm, 51.9mm, mientras P0 (testigo) producen el menor diámetro del fruto, con media 49.2mm, Figura 4.

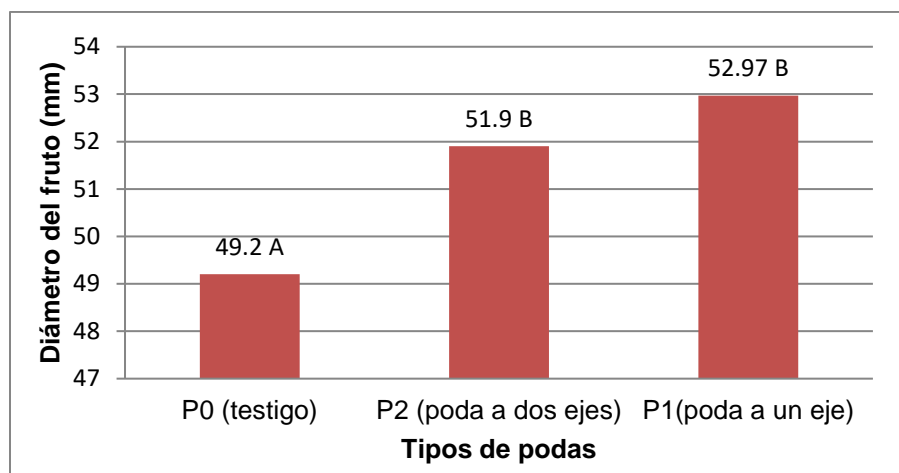


Figura 4. Diámetro del fruto para diferentes tipos de poda. Letras iguales son no estadísticamente significativas $p > 0.05$.

De acuerdo Vargas 2014, la poda a un eje presento mayor diámetro en los frutos a comparación con la poda a dos ejes, obteniéndose el mismo resultado en esta investigación bajo la técnica de hidroponía. En otra investigación de Castañeda. 1998, la poda a un eje presento mayor Diámetro de fruto seguido la poda a dos ejes y la poda testigo presento menor Diámetro de frutos, obtuvo similar resultado con la investigación.

Cuadro 4. Variables estadísticamente sobre la morfológicas y rendimiento.

Fuente de variación	Variable	p- valor	Significancia	CV %
Variedades	Altura de la bifurcación	0.0003	Significancia**	11.22
Podas		0.4248	No significancia	
Variedades*Podas		0.6240	No significancia	
Variedades	Número de hojas	0.1155	No Significativa	9.68
Podas		0.2477	No significancia	
Variedades*Podas		<0.0001	Significancia**	
Variedades	Diámetro del tallo (mm)	0.6028	No significativa	15.19
Podas		0.0003	Significancia**	
Variedades*Podas		0.3376	No significancia	
Variedades	Número de fruto	0.0020	Significancia*	25.34
Podas		<0.0001	Significancia**	
Variedades*Podas		0.3949	No significancia	
Variedades	Peso del fruto (g)	<0.0001	Significancia**	13.45
Podas		0.0003	No significancia	
Variedades*Podas		0.5387	No significancia	
Variedades	Diámetro del fruto (mm)	<0.0001	Significancia**	5.46
Podas		<0.0001	No significancia	
Variedades*Podas		0.0843	No significancia	

3.2.8 Clasificación de peso

En el cuadro 5 y figura 5 a, b, c, d y e, expresa los porcentajes de los frutos con base a las categorías en peso (g), la poda a un eje para la variedad Domi, Dodel y Decia; agrupando las dos primeras categorías por su aceptabilidad al consumidor representando como un valor más 58.47%, significa que el peso promedio de estas variedades de 80g a mayor o igual a 120g y como un 40% representa la categoría tres, mientras que las variedades Magine y Carrucha se representa en la categoría tres.

Al analizar las mismas variedades para la poda a dos ejes la categoría tres posee como un valor a 53.53%; siendo este mayor al comparar con la primera y segunda categoría, excepto que la variedad Dodel siempre se observa las primeras categorías con un 70.09%. Razón por la cual, la categoría tres desde el punto de vista fenotípico presenta mayor biomasa, esto significa que la producción de asimilados fotosintético tiene que distribuirlo en una mayor cantidad de biomasa.

En relación al testigo (sin poda) tiene mayor dominio la categoría tres como un 60.66% esto significa que el peso de los frutos oscila entre los 40-79g, inferior a la categoría una y dos que representan como el 39.34%, excepto que la variedad Dodel se observa mayor porcentaje en las primeras categorías uno y dos. Razón por la cual, la categoría tres presenta mayor biomasa, esto significa que la producción de asimilados fotosintético son distribuidos a una cantidad de biomasa.

Cuadro 5. Parámetros de clasificación por categoría de peso de fruto.

Calidad	Peso (g)
PRIMERA	Mayor 120
SEGUNDA	119 - 80
TERCERA	79 - 40

Fuente: Culajay 2017.

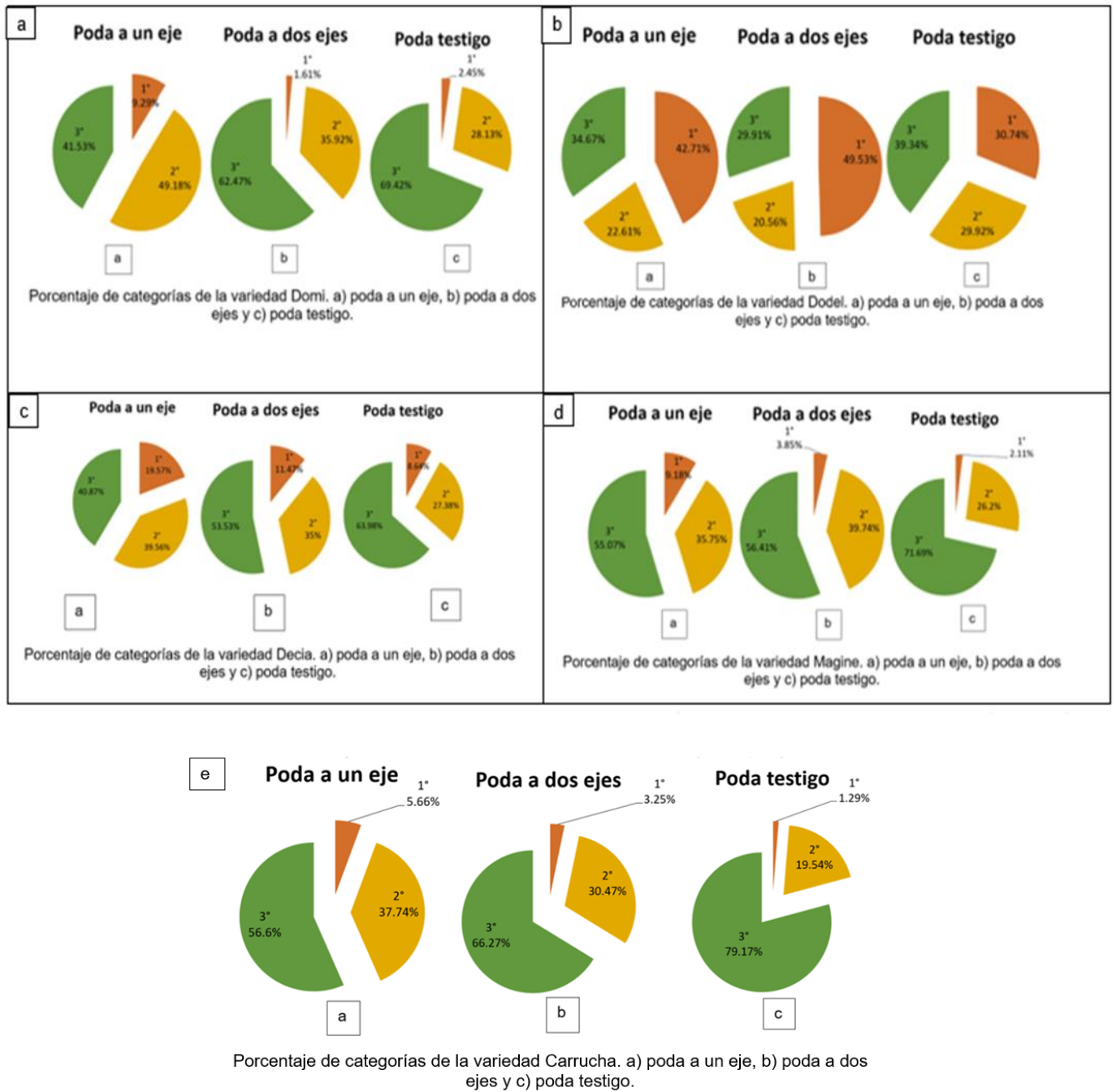


Figura 5. Porcentaje de categorías de cada una de las variedades.

3.2.9 Variables de las propiedades organolépticas.

Se evaluó las variables organolépticas sólidos solubles (ss), dureza total (dt) y color (co) en las variedades de tomate en estudio y los datos fueron analizados por el método multivariante de datos análisis de componentes principales, cuyo objetivo es resumir variables a dos componentes principales, donde la componente principal 1 explica el 82.33% y la componente principal 2 explica el 14.04%, ambas componentes explican el 96.37% de la variación total de datos. Por consiguiente, se concluye con base al biplot de análisis de componentes principales, Figura 6, lo cual indica que las variedades de tomate Carrucha, Domi, Dodel y Decia caracterizada por que poseen igual color (código) y la variedad Magine difiere en una unidad de escala en la tabla Munsell de color, mientras que la variedad Magine se caracteriza por poseer más sólido soluble (ss) y dureza total que las variedades Carrucha, Domi, Dodel y Decia. Discrepando con los resultados de Hernández *et al.* (2021), la cual mencionan que la variedad Dodel posee mayor dureza total.

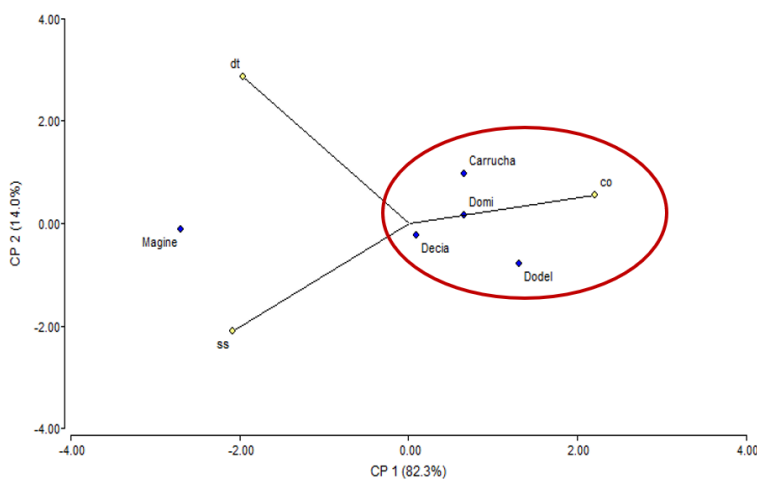


Figura 6. Análisis de componente principales de las variables calidad del fruto.

3.2.10 Regresión lineal

La correlación de Pearson entre el peso del fruto (g) y el diámetro del fruto (mm), indica que existe una correlación lineal positiva ($R=0.85$) y esto se describe en la figura 7, por consiguiente, a mayor incremento del diámetro del fruto (mm) mayor incremento del peso del fruto (g).

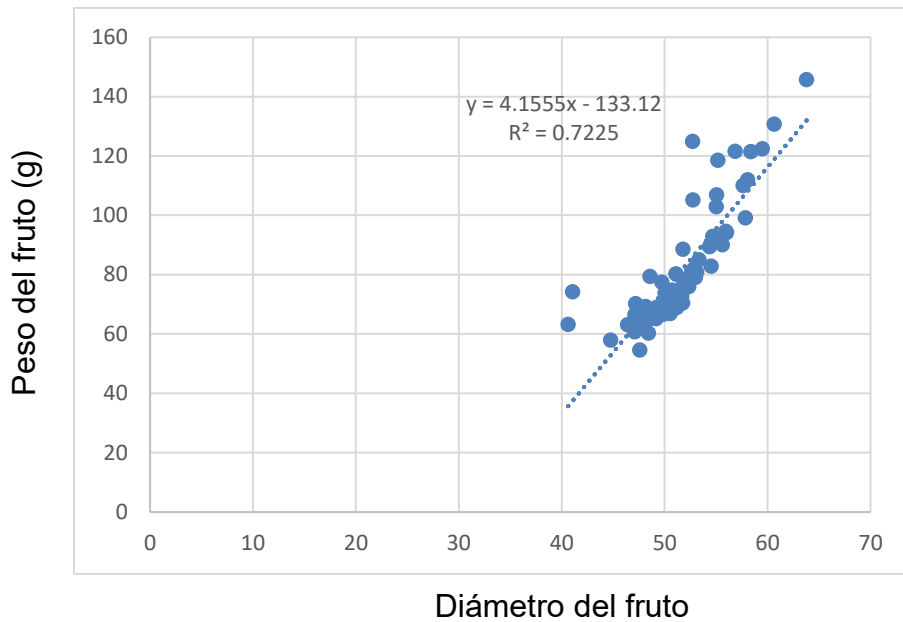


Figura 7. Correlación positiva de Pearson con el diámetro de fruto y peso.

La correlación de Pearson entre diámetro del fruto (mm) y el número de fruto indica que existe una correlación lineal negativa ($R=-0.68$), esto se describe en la figura 8, por consiguiente, a mayor número de frutos menor diámetro del fruto (mm).

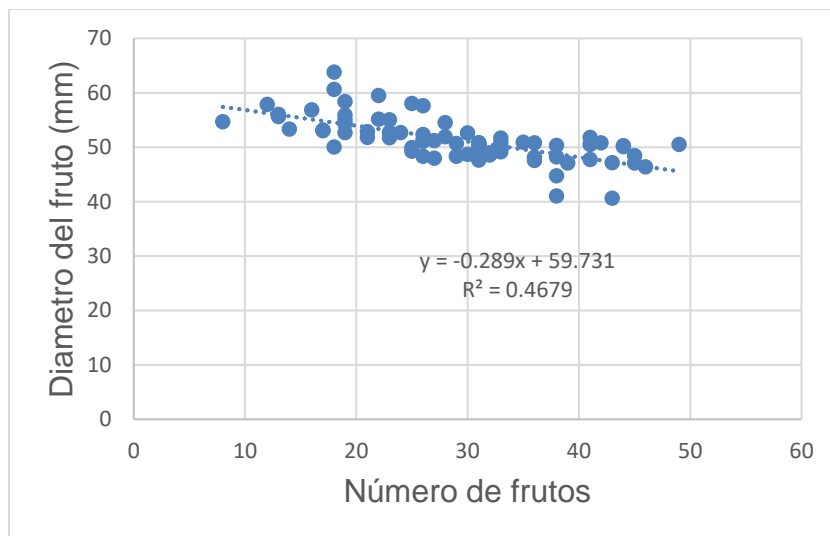


Figura 8. Correlación negativa de Pearson con número de fruto y Diámetro del fruto.

3.3 Análisis Económico

Para realizar la evaluación económica se tomaron en consideración los costos de producción y los ingresos obtenidos de la investigación en su totalidad, además de

la depreciación de la infraestructura, sistema de riego y equipo se consideró una vida útil de 8 años.

3.3.1 Relación Beneficio/costo

La determinación de la relación beneficio/costo; de acuerdo con los valores obtenidos cuadro 6, demuestra que se puede recuperar la inversión utilizada, se calculó una relación beneficio/costo de \$ 1.15, lo que significa que por cada dólar invertido se genera \$ 0.15 en concepto de beneficio.

Cuadro 6. Evaluación económica del proyecto en estudio. UES-CCAA 2022.

Variables	Monto \$
Costo de inversión	\$ 387.57
Costos variables	\$ 114.21
Costos fijos	\$ 84.00
Costo total	\$ 585.73
Ingreso bruto	\$ 672.75
Ingreso neto	\$ 87.02
Relación Beneficio/Costo	\$ 1.15

4. Conclusiones

- La variedad Dodel presento el mejor rendimiento en peso, tamaño y diámetro de fruto, al realizar poda de un eje.
- En la interacción variedades y tipos de podas el mayor número de fruto por planta lo presentó la variedad Domi con dos ejes.
- El mayor porcentaje de solidos solubles y dureza total correspondió a la variedad Magine
- En relación a la curva de crecimiento en cm/día de acuerdo al estado de desarrollo del cultivo, la etapa de floración presento el mayor crecimiento con valores de 2.35 a 2.69 cm/día.
- Al analizar la relación beneficio/costo nos indica que por cada dólar invertido se recuperan \$ 1.15; es decir \$ 0.15 de ganancia.

5. Recomendaciones

- Tener conocimiento previo sobre la arquitectura de la planta antes de implementar cualquier tipo de poda sanitaria, formación o producción.
- La poda de producción debe realizarse para cultivares de tomate de crecimiento indeterminado, seleccionando uno o dos ejes.

- Formular soluciones nutritivas de acuerdo al estado de desarrollo de la planta.
- De los materiales genéticos en estudio debe cultivarse la variedad Magine por presentar una vida de anaquel más prolongada en relación a su firmeza.
- Al realizar este tipo de investigaciones debe considerarse los aspectos de la depreciación de la infraestructura, sistema de riego y equipo para su análisis económico.

6. Bibliografías

- Argüelles. J. & Carvajal. G. 2013. Estadística y diseño de experimentos Aplicaciones prácticas para diseño de experimentos en sistemas agropecuarios tropicales. 1 ed. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Bogotá. Colombia. p.81, 83
- Barraza, V.; Gerhard. F; Cardona, E. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia.
- Castañeda. O. 1998. Evaluación de podas de formación en dos variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en el Valle de Tenza. Ingeniero Agrónomo. Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales "U.D.C.A". Colombia.
- CENTA. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". 2015. Seguridad Alimentaria. p 6
- CODEX. 2013. NORMA PARA EL TOMATE (CODEX STAN 293-2007). Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B293-2008%252FCXS_293s.pdf.
- Coronel. W. 2017. Efecto de poda en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) híbrido WSX-2205-F-1, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas. Ingeniero Agrónomo. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO, Perú.
- Culajay. E. 2017. Poda De Frutos En Tomate Híbrido Tabaré; San Raymundo. Ingeniero Agrónomo. Escuintla. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 20 p.
- Hernández, M; Pérez, M; Orellana, M. 2012. Proyecto de investigación docente: producción de semillas m6 de cinco variedades mutantes de tomate procedentes de cuba. San Salvador, El Salvador. p 10
- Hernández. C; Rodríguez. P; Rodríguez F. 2021. Caracterización Morfoagronómica de cinco variedades Mutantes de tomate (*Lycopersicon Esculentum* MILL) cultivadas mediante la técnica de hidroponía bajo condiciones de invernadero. Ingeniero Agrónomo Universidad de El Salvador
- Larín. M; Díaz, L; Serrano, R. 2018. Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum*). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". El Salvador. p.
- MAG. (Ministerio de agricultura y ganadería) 2021. Anuario de estadísticas agropecuarias. San Salvador, El Salvador.

- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2019. Boletín climatológico, Anual 2019. El Salvador. 16 p.
- Smadar 2014.Recomendaciones nutricionales para tomate en campo abierto, acolchado o túnel e invernadero. Haifa pioneering the future. P 9, 13,14,16.
- Vargas. S. 2014. "Evaluación de Cuatro Híbridos de Tomate con dos tipos de Poda de Conducción Cultivados bajo el Sistema Hidropónico". Ingeniero Agrónomo. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. p. 6,7, 11