

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



“Estudio de potencial industrial de cinco variedades de tomate (*Lycopersicum sculentum* Miller) cultivadas en condiciones de hidroponía e invernadero con aplicación de tres dosis de fertilizante foliar quelatado.”

POR:

BR. DOUGLAS IGNACIO SOLÓRZANO ALFARO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



“Estudio de potencial industrial de cinco variedades de tomate (*Lycopersicum sculentum* Miller) cultivadas en condiciones de hidroponía e invernadero con aplicación de tres dosis de fertilizante foliar quelatado.”

POR:

BR. DOUGLAS IGNACIO SOLÓRZANO ALFARO

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

LIC. M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL

ING. M.Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

ING. AGR. M.Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRIOS

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO.

LIC. SANTOS WILMAR MORALES ARÉVALO.

ING.AGR.M.Sc. SIGFREDO RAMOS CORTEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. AGR. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO

Resumen.

La investigación se realizó dentro de los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la universidad de El Salvador, durante el periodo comprendido entre febrero-agosto de 2022.

La investigación tuvo por propósito la determinación del potencial de uso industrial para cinco variedades de tomate Magine, Carrucha, Domi, Dodel y Decia a las que se les aplicó tres dosis de fertilizante foliar quelatado de 15, 25 y 35 cc; para efectos de la investigación se midieron a nivel de laboratorio cinco características físico/químicas siendo estas pH, acidez titulable, sólidos totales, diámetro ecuatorial de frutos, consistencia y rendimiento en jugo siendo y el grado de aceptabilidad por medio de una prueba hedónica. El cultivo de los tomates se realizó mediante la técnica de hidroponía en sustrato inerte bajo condiciones de invernadero y las pruebas de laboratorio con las que se determinaron las características físicas/químicas fueron hechas en las instalaciones del laboratorio de química agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Para analizar la información se emplearon diversas técnicas estadísticas tanto descriptivas (media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación y representaciones gráficas) como estadísticas inferenciales por medio de la técnica del análisis de varianza (ANOVA) utilizando un arreglo factorial de 3x5 bajo el diseño completamente al azar (DCA) finalizando con el método multivariante de datos de análisis de componentes principales (ACP). Como resultado las variedades presentaron valores promedios similares en las características físico/químicas con aquellas especializadas para la industria y se determinó que su mayor potencial de industrialización es para productos que no requieran altos espesores como las salsas y los jugos debido a que mostraron altos rendimientos en jugo y consistencias mayoritariamente poco. Las pruebas hedónicas mostraron que el tratamiento de 25cc de fertilizante aplicado a la variedad carrucha presentó la mejor aceptación por parte de los catadores.

Palabras clave: rendimiento en jugo, sólidos solubles, pH, acidez titulable, consistencia, diámetro ecuatorial de fruto, prueba hedónica.

Agradecimientos.

A mi creador por protegerme y guiarme en toda esta etapa de mi vida.

A mis padres Fernando Aníbal Solórzano Hernández y Elba Melania Alfaro Ceballos por su incondicional amor.

A mi tío Juan Manuel Alfaro Ceballos quien sin su apoyo este sueño no hubiese sido posible.

A mis tíos José Rafael Solórzano Hernández y Dora Consuelo de Solórzano por creer en mi persona.

A mi primo Carlos Fernando Mejía Solórzano por su invaluable ayuda.

A mi primo Haroldo Fabricio Solórzano Hernández por ayudarme en mi formación como profesional.

A mi tía Regina Eloísa Solórzano Hernández por su ayuda y creer en mí.

Al Ingeniero Mario Alfredo Pérez Ascencio por su guía como profesor y tutor profesional.

Al licenciado Santos Wilmar Morales Arévalo por su enseñanza y guía.

A todos aquellos compañeros y profesores que han marcado y ayudado en este viaje de formación profesional.

Douglas Ignacio Solórzano Alfaro.

Dedicatoria.

A mi creador por la vida.

A mis padres Fernando Aníbal Solórzano y Elba Melania Alfaro por amarme y apoyarme en toda mi vida sin importar las adversidades.

A mi tío Juan Manuel Alfaro quien con su gran esfuerzo y dedicación pudo hacer posible mis estudios superiores.

A mis primos Carlos Mejía y Haroldo Solórzano quienes pusieron su grano de arena para mi formación profesional.

A mi difunto abuelo Fernando Solórzano cuyo recuerdo, amor y enseñanzas siempre marcaran mi vida.

A mis asesores de tesis Ingeniero Mario Alfredo Pérez Ascencio y licenciado Santos Wilmar Morales Arévalo por su enseñanza tanto para mi vida profesional como personal.

Douglas Ignacio Solórzano Alfaro.

Índice general.

Resumen.....	iv
Agradecimientos.....	v
Dedicatoria.....	vi
1. Introducción.....	1
2. Revisión bibliográfica.....	2
2.1 Antecedentes de investigación.....	2
2.2 Generalidades del tomate.....	3
2.3 Cultivo hidropónico de tomate.....	3
2.3.1 Hidroponía.....	3
2.3.2 Sustratos.....	3
2.3.3 Solución nutritiva y sus características.....	3
2.4 El tomate de industria.....	5
2.4.1 Parámetros de calidad en el tomate de industria.....	5
2.4.2 Cadena de campo a industrialización.....	6
2.4.3 Clasificación comercial de tomate.....	6
2.5 Poda en tomate en un eje.....	8
2.6 Índices de cosecha.....	8
2.7 Fertilización quelatada.....	9
2.8 Cultivo en invernaderos.....	11
2.9 Importancia económica del tomate.....	11
2.10 Determinación de la calidad de frutas y hortalizas.....	12
2.11 Evaluación sensorial de alimentos.....	12
3. Materiales y métodos.....	13
3.1 Descripción del estudio.....	13
3.2 Metodología de campo.....	13
3.2.1 Descripción de área de invernadero.....	13
3.2.2 Establecimiento del cultivo.....	13
3.2.4 Fertilización.....	14
3.2.5 Control de plagas.....	14
3.2.6 Tutorio.....	15
3.2.7 Poda.....	15
3.2.8 cosecha.....	15
3.3.9 Toma de muestras.....	15
3.3 Metodología de laboratorio.....	15
3.3.1 Rendimiento en jugo.....	15

3.3.2	Determinación de pH.....	16
3.3.3	Determinación de acidez titulable.....	16
3.3.4	Determinación de solidos totales.....	17
3.3.5	Determinación de tamaño de diámetro ecuatorial de fruto.....	17
3.3.6	Determinación de consistencia.....	17
3.3.7	Prueba hedónica.....	17
3.4	Metodología estadística.....	18
4.	Resultados y discusión.....	20
4.1	Rendimiento en jugo (%).....	20
4.1.1	Rendimiento en jugo factor "A" Concentración de fertilizante foliar quelatado.....	20
4.1.3	Rendimiento en jugo factor A x B tratamiento.....	22
4.2	Solidos Solubles (°Brix).....	23
4.2.1	Solidos solubles factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.....	23
4.2.2	Solidos Solubles factor "B" variedad de tomate.....	23
4.2.3	Solidos solubles factor A x B tratamiento.....	24
4.3	pH.....	25
4.3.1	pH factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.....	25
4.3.2	pH factor "B" variedad de tomate.....	26
4.3.3	pH factor A x B tratamiento.....	26
4.4	Acidez titulable (% ácido cítrico).....	27
4.4.1	Acidez titulable factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.....	27
4.4.2	Acidez titulable factor "B" variedad de tomate.....	28
4.4.3	Acidez titulable factor A x B tratamiento.....	29
4.5	Consistencia (Cm/ 30 s).....	30
4.5.1	Consistencia factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.....	30
4.5.2	Consistencia factor "B" variedad de tomate.....	30
4.4.3	Acidez titulable factor A x B tratamiento.....	31
4.6	Diámetro ecuatorial de fruto (mm).....	32
4.6.1	Diámetro ecuatorial de fruto factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.....	32
4.5.2	Diámetro ecuatorial de fruto factor "B" variedad de tomate.....	33
4.6.3	Diámetro ecuatorial de fruto factor A x B tratamiento.....	34
4.7	Análisis de componentes principales (ACP) para características de potencial industrial.....	35

4.8 Análisis de parámetros hedónicos.....	37
5. Conclusiones.....	40
6. Recomendaciones.....	40
7. Bibliografía.....	41
8. Anexo.....	43

Índice de cuadros.

Cuadro 1. Clasificación comercial por diámetro de frutos de tomate.....	7
Cuadro 2. Clasificación por peso de fruto.....	7
Cuadro 3. Parámetros de clasificación por categoría de peso de fruto.....	8
Cuadro 4. Descripción de la escala de madurez para cosecha de tomate.....	9
Cuadro 5. Programa de fertilización cultivo de tomate.....	14
Cuadro 6. Tratamientos en estudio.....	19
Cuadro 7. Tabla de análisis de varianza – diseño completamente al azar con arreglo bifactorial AxB (DCA)	19
Cuadro 8. Resumen medidas de tendencia central y dispersión para características de potencial industrial.....	35
Cuadro 9. Matriz de correlación entre variables originales y componentes. Análisis de potencial industrial.....	36
Cuadro 10. Hoja resumen para datos de prueba hedónica para 5 variedades de tomate por medio de panel de catación semi entrenado.....	38
Cuadro 11. Matriz de varianza-covarianza entre variables originales y componentes. Prueba hedónica.....	38

Índice de figuras.

Figura 1. Escala de madurez para cosecha de tomate.....	9
Figura 2. Imagen de campo de ubicación de invernadero para montaje de cultivo.....	13
Figura 3. Modelo de escala hedónica.....	18
Figura 4. Plano de distribución de tratamientos.....	20
Figura 5. Gráfico de barras para rendimiento en jugo por concentración de fertilizante foliar quelatado.....	21
Figura 6. Gráfico de barras para rendimiento en jugo por variedad de tomate.....	21
Figura 7. Gráfico de barras para rendimiento en jugo por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).....	22
Figura 8. Gráfico de barras para solidos solubles por concentración de fertilizante Foliar quelatado.....	23
Figura 9. Gráfico de barras para solidos solubles por variedad de tomate.....	24
Figura 10. Gráfico de barras para solidos solubles por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).....	25
Figura 11. Gráfico de barras para pH por concentración de fertilizante foliar quelatado	25
Figura 12. Gráfico de barras para pH en variedades de tomate.....	26

Figura 13. Gráfico de barras para pH por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).	27
Figura 14. Gráfico de barras para acidez titulable por concentración de fertilizante foliar quelatado.	28
Figura 15. Gráfico de barras para acidez titulable por variedades de tomate.	28
Figura 16. Gráfico de barras para acidez titulable por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).	29
Figura 17. Gráfico de barras para consistencia por concentración de fertilizante foliar quelatado.	30
Figura 18. Gráfico de barras para consistencia por variedades de tomate.	31
Figura 19. Gráfico de barras para consistencia por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).	32
Figura 20. Gráfico de barras para diámetro ecuatorial de fruto por concentración de fertilizante foliar quelatado.	33
Figura 21. Gráfico de barras para diámetro ecuatorial de fruto por variedades de tomate.....	33
Figura 22. Gráfico de barras para diámetro ecuatorial de fruto por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).	34
Figura 23. Biplot del análisis de componentes. Análisis de potencial industrial.....	37
Figura 24. Biplot del análisis de componentes. Prueba hedónica.....	39

Índice de anexos.

Cuadro A - 1. Hoja de registro para valores de pruebas de laboratorio para determinar los valores de los parámetros de importancia industrial.....	43
Cuadro A - 2. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar quelatado en rendimiento en jugo.	44
Cuadro A - 3. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en rendimiento en jugo.	44
Cuadro A - 4. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en rendimiento en jugo.....	45
Cuadro A - 5. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en sólidos solubles (°Brix).	45
Cuadro A - 6. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en sólidos solubles (°Brix).	45
Cuadro A - 7. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en sólidos solubles (°Brix).	45
Cuadro A - 8. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en pH.	46
Cuadro A - 9. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en pH.	46
Cuadro A - 10. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en pH.	46
Cuadro A - 11. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de..	47
Cuadro A - 12. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en acidez titulable.....	47

Cuadro A - 13. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en acidez titulable.....	47
Cuadro A - 14. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en consistencia.....	48
Cuadro A - 15. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en consistencia.....	48
Cuadro A - 16. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en consistencia.	48
Cuadro A - 17. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en diámetro ecuatorial de fruto.	49
Cuadro A - 18. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en diámetro ecuatorial de fruto.	49
Cuadro A - 19. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en diámetro ecuatorial de fruto.	49
Figura A - 1. Siembra de semillas en bandeja de plantines.	50
Figura A - 2. Secuencia de emergencia plantines.	50
Figura A - 3. Riego y fertilización de plantines con solución nutritiva de inicio por el metodo de sub irrigación	51
Figura A - 4. Aplicación preventiva de insecticida y fungicida en plantines.....	51
Figura A - 5. Llenado de macetas con sustrato 40 % fibra de coco y 60% escoria volcánica.....	51
Figura A - 6. Instalación de goteros no auto compensables en cinta de riego.....	52
Figura A - 7. Instalación de macetas en invernadero.	52
Figura A - 8. Trasplante de plantines a los 20 días de emergencia.....	52
Figura A - 9. Preparación de solución nutritiva.....	53
Figura A - 10. Revisión de pH y conductividad eléctrica en solución nutritiva.	53
Figura A - 11. Llenado de tanque de fertilización.....	53
Figura A - 12. Tutorio de plantas.....	54
Figura A - 13. Monitoreo preventivo de plagas y enfermedades.....	54
Figura A - 14. Floración de cultivo.....	54
Figura A - 15. Fructificación de cultivo.....	55
Figura A - 16. Podredumbre apical en frutos por deficiencia nutricional de calcio.....	55
Figura A - 17. Determinación de índice de madurez por escala de color de fruto.....	55
Figura A - 18. Cosecha y toma de muestras.	56
Figura A - 19. Licuado de muestras.	56
Figura A - 20. Filtrado de jugo.....	56
Figura A - 21. Pesado de jugo.....	57
Figura A - 22. Determinación de solidos solubles (°Brix) con refractómetro análogo. .	57
Figura A - 23. Medición de pH con pH-metro de electrodo externo.....	57
Figura A - 24. Medición de consistencia con consistocimetro de Bostwick.....	58
Figura A - 25. Tratamiento de muestra de jugo con carbón activado.....	58
Figura A - 26. Extracción de pigmentos de jugo mediante filtración con carbón activado.	58
Figura A - 27. Determinación de Acidez titulable por viraje de color.	59
Figura A - 28. Formato de prueba hedónica.....	59

Figura A - 29. Preparación de muestras para prueba hedónica.....	59
Figura A - 30. Explicación de introducción a panel de catadores.....	60
Figura A - 31. Catado de muestras de tomate durante prueba hedónica.	60

1. Introducción.

El tomate es la hortaliza de mayor consumo en El Salvador produciéndose según las estadísticas de producción recopiladas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020) durante los años 2018-2019 un total de 21,869 toneladas métricas de tomate y se importó durante el mismo periodo 97, 720.43 toneladas métrica. Los sistemas de cultivo hidropónico permiten la obtención de mejores y más abundantes cosechas que los tradicionales en suelo, que son los que imperan en el país, al mismo tiempo toda esta producción se destina al consumo en fresco evitándose su uso para la elaboración de distintos productos industriales debido a los altos costos de la materia prima y la falta de información sobre las características físicas/químicas de las variedades que se cultivan, por lo que la investigación otorgará datos de estas características en cinco variedades con las que se cuentan en el país y con posible potencial para uso en procesos industriales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (s.f.) determina la calidad de frutas y hortalizas por medio de 4 componentes que son el valor nutricional, la seguridad de consumo, apariencia y sabor basándose principalmente en los patrones de elección por parte de los consumidores en la última década. Ciruelos et al. (2007) afirma que las características de calidad de mayor relevancia en el tomate de industria son el PH, acidez titulable, sólidos totales y la consistencia por su efecto directo en el rendimiento y calidad de los productos finales.

Los resultados obtenidos indicaron que el potencial de uso industrial en las variedades de tomate estudiadas está en la elaboración de productos que requieren bajos espesores como los jugos de tomate y las salsas debido a los valores de rendimiento en jugo y consistencia. Además que las mismas mostraron similitudes en las características estudiadas con respecto a los materiales genéticos especializados para el uso en industria.

La investigación realizada tiene el objetivo de dar a conocer las características físicas/químicas de cinco variedades de tomate cultivados de forma hidropónica en condiciones de invernadero para determinar cuál es el potencial industrial de uso según los parámetros de calidad evaluados.

2. Revisión bibliográfica.

2.1 Antecedentes de investigación.

Según Noale (2015), uno de los métodos de clasificación de tomate en campo para la industria es un sistema que ubica a los frutos en 4 categorías siendo estas A (con defectos menores al 5% en el fruto); B (defectos entre un 5 y 15 %); C (defectos menores a 20 y mayores a 15%) y D (defectos que superan el 20%) estas categorías son a partir del color, presencia de podredumbres, manchas, daños internos, presencia de pedúnculo, tamaño y magulladuras de los tomates, y el utilizado por los Estados Unidos de América en la recolección de frutos de tomate destinados al procesamiento de salsas y conservas.

Arredondo (2012), determino que el pH normal del jugo de tomate ronda valores de 4.2 a 4.4, siendo que valores superiores a este rango causan problemas durante la esterilización por lo que debe asegurarse que aquellos frutos destinados a la elaboración de productos procesados esté por debajo de este último para evitar recurrir a tratamientos térmicos por encima de 100 °C, al mismo tiempo menciona que los valores de sólidos solubles son la característica de mayor importancia económica para el procesamiento de concentrado o pasta de tomate; ya que entre mayor sea la cantidad de sólidos solubles menor cantidad de tomate será requerida para obtener la misma cantidad de producto terminado.

Brandan de Antoni et al. (2009), hacen hincapié en que los tomates a ser cosechados para industrialización deben cumplir las siguientes características: peso de entre 60 a 100 gramos; pH 4.2 a 4.4 maduro en un total del 75 al 99% de los frutos y ausentes de pedúnculo. Así mismo mencionan, que las características de viscosidad y rendimiento en jugo son determinantes de manera principal para los procesos de fabricación de salsa Ketchup y jugos de tomate.

Peña et al. (2013), determinaron en tomates cultivados por hidroponía en distintos sustratos las características siguientes: Acides titulable (en % de ácido cítrico) 0.3 – 0.4; sólidos solubles (Brix) 4.8 – 5; pH 4.3 – 4.6.

Ciruelos et al. (2007), obtuvieron los siguientes datos promedios sobre las características de distintos tomates según la fenología clasificándolos en temprana, media, tardía. Temprana sólidos solubles 4.81 °Brix, pH 4.48, acides titulable 0.36% de ácido cítrico; media sólidos solubles 5.27 °Brix, pH 4.45, acides titulable 0.38% de ácido cítrico; tardía sólidos solubles 4.66 °Brix, pH 4.64, acides titulable 0.41% de ácido cítrico.

De la Rosa et al. (2016). Encontraron que los valores de peso y tamaño de frutos de tomate están relacionados con el número de frutos obtenidos por planta, siendo inversamente proporcional la relación número de frutos/tamaño de frutos, encontrado que a menor número de frutos mayor la cantidad de foto asimilados destinado a estos mejorando su tamaño, durante la misma investigación en el análisis de calidad de frutos se determinó que el sistema de cultivo hidropónico no tiene efectos significativos en el valor de PH del jugo, y que los valores de sólidos solubles (grados Brix) sufren variaciones según la conductividad eléctrica de la solución nutritiva y el grado de estrés hídrico.

2.2 Generalidades del tomate.

Conocido bajo el nombre científico *Lycopersicon sculentum* siendo encontrado en literatura actual como *Solanum lycopersicum*. Familia de las Solanaceae.

Pueden clasificarse según su forma de crecimiento en:

Crecimiento indeterminado: Son plantas cuyo crecimiento vegetativo es continuo. Su tallo principal puede llegar a medir hasta unos 10 m de largo, si es manejado a un solo eje de crecimiento.

Crecimiento determinado: tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado (CENTA 2018).

2.3 Cultivo hidropónico de tomate.

2.3.1 Hidroponía.

Conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. La hidroponía logra en estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, etc. A partir de este concepto se desarrollaron técnicas que se apoyan en sustratos (medios que sostienen a la planta), o en sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes, sin perder de vistas las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes (Beltrano y Giménez 2015).

2.3.2 Sustratos.

El término “sustrato” se aplica a todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo *in situ*, que colocado en un contenedor, puro o en forma de mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. Se pueden clasificar como químicamente activos (turberas, cortezas de pino, etc.) o químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) (Montalba. 2009).

Los materiales utilizados habitualmente como sustratos son los siguientes:

Perlita o escoria volcánica: Es un material rojizo, de origen volcánico, en el país este sustrato es utilizado con éxito, sin embargo, posee partículas muy pequeñas, las cuales deben ser eliminadas mediante lavados, para evitar el encharcamiento, el tamaño de las partículas debe ser entre 5 y 15 milímetros (Quezada 2008).

Fibra de Coco: Tiene bajo contenido de nitrógeno, alto de potasio y aproximadamente 2 ppm de boro. Es una buena alternativa, ya que su costo es menor (López 2016). Constituye un excelente sustrato, por su buena capacidad de retención de humedad, ofreciendo grandes ventajas para la mezcla con otros sustratos. La fibra de coco empleada en hidroponía debe tener una alta relación carbono/nitrógeno, para que se mantenga estable químicamente en el sustrato (Mora 2012).

2.3.3 Solución nutritiva y sus características.

Solución acuosa que contiene oxígeno (O₂) disuelto así como todos los nutrientes minerales esenciales, necesarios para el normal crecimiento de las plantas, de forma totalmente disociados entre sí. El éxito del cultivo hidropónico está determinado por la

constitución de dicha solución nutritiva, la relación existente entre los diferentes iones minerales, la conductividad eléctrica y el pH. (Beltrano y Giménez 2015).

Calidad de agua: Las aguas para las preparaciones de las soluciones nutritivas contienen normalmente cantidades apreciables de CO_3HCa , CO_3HMg , SO_4^{-2} y NO_3^- ; pudiendo encontrarse también con frecuencia pequeñas cantidades de Fe, trazas de Mn, Zn y B. Otro factor importante a tener en cuenta es la alcalinidad del agua, u el equilibrio entre CO_3/HCO_3 . Esta relación es importante para determinar la resistencia del agua a la acidificación, ya que será necesario agregar ácido para reducir el pH a valores cercanos a 5,3-5,5 para su uso en hidroponía (Beltrano y Giménez 2015).

Las aguas duras así como aquellas que poseen altos niveles de cloro son poco recomendables para su uso dentro de la hidroponía por los altos niveles de sales que necesitarían ser corregidos aumentados los costos así como posibles casos de toxicidad relacionadas al Fe o al Mg dentro de la misma. Se recomienda un valor de conductividad eléctrica (C.E) de $< 0.70 \text{ mS/cm}$ (UES 2018).

Disponibilidad de oxígeno: La disponibilidad de O_2 juega un rol fundamental en la absorción iónica. La restricción de este elemento por estancamiento en los sustratos hidropónicos o la falta de aireación pueden producir acumulación de CO_2 en el medio radicular. Los bajos niveles de O_2 en la solución nutritiva disminuyen la disponibilidad de Fe en los sistemas NFT, asociándose con acumulaciones de Mn en las hojas de las plantas, inhibiendo además la absorción de iones K y NO_3^- esto producirá síntomas de deficiencias que se observarán visualmente. La disponibilidad de O_2 en la solución nutritiva es fundamental para el normal crecimiento y funcionamiento de las raíces (Beltrano y Giménez 2015).

Para asegurar un correcto flujo de oxígeno en la solución nutritiva y asegurar valores cercanos a $7 - 9 \text{ mg de O}_2 / \text{L}$ la solución debe ser agitada de manera constantemente ya sea de por medios mecánicos o manuales (UES 2018).

Influencia de la temperatura: Los órganos vegetales que están sumergidos en agua deben vivir en condiciones de temperatura adecuadas ya que incrementos excesivos afectan el metabolismo celular, llegando incluso a la muerte de los mismos. La disponibilidad de oxígeno es fundamental para la vida celular y este compuesto se disuelve mejor en aguas frías que calientes. El aumento de la temperatura incrementa la absorción de iones K y fosfatos, como así también la tasa respiratoria de las raíces que trae aparejado una disminución en la disponibilidad de Fe. A bajas temperaturas el ion NH_4^+ se absorbe más rápidamente que los iones NO_3^- (Beltrano y Giménez. 2015).

La temperatura promedio en soluciones para hidroponía esta en valores de $22^\circ\text{C} - 26^\circ\text{C}$ pudiéndose tolerar temperaturas como máximo de 30°C y mínimas de 14°C , valores fuera de estos rangos producirá efectos notorios en la salud del cultivo (UES 2018).

Influencia del PH: Tiene un efecto directo sobre la absorción iónica. Las soluciones con $\text{pH} \geq 7.5$ producen disminución en la absorción de NO_3^- independientemente de la concentración de éstos, ejerciendo un efecto similar sobre el ion fosfato. Descensos de pH restringen la absorción de NH_4^+ y aumenta la de NO_3^- las soluciones con $\text{pH} \leq 4$ disminuye la absorción de K produciendo un desbalance en la polaridad de las membranas celulares de las raíces. Los incrementos de pH en la solución nutritiva producen la precipitación de iones, como el Fe quien ve interrumpida su normal absorción (Beltrano y Giménez. 2015).

El pH de la solución debe ser modificada según la etapa fenológica y el tipo de cultivo como punto general los valores ideales son de 5.9 - 6.10 y los límites de 5.5 – 6.5 (UES 2018).

Influencia de la salinidad: Las soluciones nutritivas con elevados contenidos de sales, como los iones sodio y cloruro, influyen de manera directa en la absorción de los nutrientes. El sodio provoca una competencia directa en la absorción de K y el ion cloruro en la de NO_3 . Dichos incrementos salinos originan aumentos en la presión osmótica de la solución, frenando la absorción de agua e iones minerales que generan un desbalance hídrico en la planta. Es por esta razón que se afecta la absorción y el transporte de iones como el Ca y el B (Beltrano y Giménez 2015).

2.4 El tomate de industria.

2.4.1 Parámetros de calidad en el tomate de industria.

Color: se ve influenciado por el estado de maduración del fruto en el momento de la recolección. Es una característica de calidad extremadamente importante, ya que determina la madurez y vida post cosecha y su color al estar maduro debe ser uniforme y de rojo intenso (Ciruelos et al. 2007).

Puede ser determinado mediante el empleo de una carta de colores y/o mediante el uso de un colorímetro (Instituto de Formación Agraria y Pesquera. 2012).

Sólidos solubles y sólidos totales: Ambos índices informan sobre la cantidad de sólidos del fruto de tomate y están correlacionados. A nivel práctico se utiliza normalmente el contenido en sólidos totales conocido como °Brix, por ser más fácil de determinar analíticamente mediante el equipo denominado refractómetro. Es el índice que más influye sobre el rendimiento de la fabricación puesto que el objetivo del proceso de transformación es aumentar la concentración en sólidos solubles hasta los límites requeridos por la legislación (puré, concentrado simple, concentrado doble, triple concentrado, etc.) La mayor parte de las variedades contienen entre 4,5 y 5,5 °Brix (Ciruelos et al. 2007).

Para la determinación del contenido en sólidos solubles (°Brix) se utiliza un triturado de las muestras de tomate en estudio, que tras ser filtrado con una gasa, es analizado mediante un refractómetro (Instituto de Formación Agraria y Pesquera 2012).

pH: Informa el nivel de pH dentro del jugo de tomate. El pH del zumo se sitúa normalmente entre 4,2 y 4,4, siendo muy raro que se superen estos valores, lo que asegura la estabilidad microbiológica durante el procesado. Si en algún caso el pH es superior, se pueden presentar problemas en el procesado, siendo necesario acidular el zumo (Ciruelos et al. 2007).

El pH se determina a partir del zumo obtenido tras el triturado de las muestras de tomate estas son analizadas mediante equipos de medición de pH (pHmetro) donde se visualiza el valor en la escala ya conocida (Instituto de Formación Agraria y Pesquera 2012).

Consistencia: Este parámetro es fundamental en el tomate concentrado para la fabricación posterior de algunos elaborados que requieren alto espesor. Es una característica inherente a la variedad de tomate y se evalúa midiendo la fluidez del jugo de tomate en un periodo determinado de tiempo (Ciruelos et al. 2007).

Para llevar a cabo la determinación de firmeza se han de emplear un mínimo de 15 frutos. Este parámetro se ve significativamente influenciado por la

temperatura por lo que los frutos han de ser analizados una vez éstos han alcanzado la temperatura ambiente (Instituto de Formación Agraria y Pesquera 2012).

Acidez total y azúcares reductores: Ambos caracteres influyen sobre el sabor del fruto. La acidez total es debida a la presencia de diversos ácidos orgánicos en el tomate (ácidos tartárico, málico, acético, cítrico, succínico, glutámico, etc.). El mayoritario es el ácido cítrico y suele oscilar entre 0,35 y 0,40 g/100 ml de zumo. (Ciruelos campo et al. 2007). Los constituyentes orgánicos prevaecientes son los azúcares. Los azúcares reductores, fructosa y glucosa, representan cerca del 50 % de la materia seca y más del 95% de los azúcares totales en el tomate (Ciruelos et al. 2007).

2.4.2 Cadena de campo a industrialización.

Recolección de frutos:

Los tomates destinados a la industria deben estar completamente maduros y rojos. Estos frutos no deben tener el pedúnculo. La selección debe ser minuciosa, para evitar el desecho a la fábrica (Universidad Zaragoza 2013).

Los frutos recién cosechados poseen una temperatura interna influenciada por el medio ambiente en el que se encuentran (calor de campo) que puede influenciar la calidad final o su conservación durante el transporte así como el tiempo que pueden ser conservados sin perder sus características, por lo que se hace necesario reducir este calor de campo con métodos que pueden ir desde el uso de agua fría hasta corrientes de aire (UES 2019).

Limpieza: con esta operación se inicia el acondicionamiento de la fruta y su función primordial es la eliminación de todo tipo de material extraño, que mezclado o adherido empeora la presentación o altera el peso o volumen real del producto. Existen dos métodos: secos y húmedos (Universidad Zaragoza 2013).

La aplicación de productos de limpieza como desinfectantes o lejía debe ser en concentraciones tales que no aporten sabores u olores extraños al fruto tratado, el uso de sistemas de limpieza de flujo (que mueven los frutos dentro de un canal o línea de limpieza constante) son los más adecuados en cantidades industriales para minimizar los tiempos (UES 2019).

Selección: consiste en separar los frutos aptos para el consumo de aquellos que no lo son por presentar magulladuras, heridas, pudriciones, etc. Deben eliminarse los tomates que presenten las siguientes características. Según la Universidad de Zaragoza (2013) se deben eliminar los frutos que presenten las siguientes características:

- Frutos defectuosos.
- Frutos con partículas de suelo adheridas.
- Frutos sobre maduros.
- Frutos en mal estado general.
- Frutos en extremo verdes.
- Frutos atacados por microorganismos.

Clasificación: Tiene como finalidad purificar la calidad de acuerdo con una o varias características. Las más usuales son tamaño, forma, color y sanidad (Universidad Zaragoza 2013).

2.4.3 Clasificación comercial de tomate.

Categoría extra: Codex alimentarius (2007). Deberán tener la pulpa firme, y su forma, aspecto y desarrollo deberán ser característicos de la variedad. Deberán ser uniformes en cuanto al tamaño. Deberán estar exentos de dorso verde u otros defectos, salvo

defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

Categoría I: Codex alimentarius (2007). Los tomates de esta categoría deberán tener la pulpa suficientemente firme, y su forma, aspecto y desarrollo deberán ser característicos de la variedad, ser uniformes en cuanto al tamaño y estar exentos de grietas y de dorso verde visible. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase como Defectos leves de la piel. Magulladuras muy leves, un ligero defecto de forma y desarrollo. Un ligero defecto de coloración.

Categoría II: Codex alimentarius (2007). Esta categoría comprende los tomates que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos. Los tomates deberán ser suficientemente firmes (pero podrán ser ligeramente menos firmes que los clasificados en la Categoría I) y no deberán presentar grietas sin cicatrizar.

Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando los tomates conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación: defectos de forma, desarrollo, coloración, defectos de la piel o magulladuras, a condición de que no afecten seriamente al fruto, grietas cicatrizadas superficiales que no excedan de 3 cm de longitud para los tomates redondos, "asurcados" u oblongos.

Los tomates pueden clasificarse por medio del diámetro de fruto medido en milímetros (mm) las categorías según esta característica son 10 y se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación comercial por diámetro de frutos de tomate.

Código.	Diámetro (milímetros).
0	Menor o igual 20
1	Mayor a 20 igual o menor a 25
2	Mayor a 25 igual o menor a 30
3	Mayor a 30 igual o menor a 35
4	Mayor a 35 igual o menor a 40
5	Mayor a 40 igual o menor a 47
6	Mayor a 47 igual o menor a 57
7	Mayor a 57 igual o menor a 67
8	Mayor a 67 igual o menor a 82
9	Mayor a 82 igual o menor a 102
10	Mayor a 102

Fuente: Codex alimentarius 2007.

Estos también pueden clasificarse según su peso medido en gramos, pudiendo ser los tipos de acuerdo a esta, características los mostrados en el cuadro 2 y cuadro 3.

Cuadro 2. Clasificación por peso de fruto.

Tipo.	Peso en gramos
--------------	-----------------------

De primera	Mayor a 130
De segunda	Menor o igual a 130 mayor a 100
De tercera	Menor o igual a 100 mayor a 60
De cuarta	Menor o igual a 60

Fuente: de la Rosa et al. 2016

Cuadro 3. Parámetros de clasificación por categoría de peso de fruto.

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

Fuente: Culajay 2017.

Empaque: Puede reducir las pérdidas de humedad y así impedir la deshidratación, que afecta al aspecto, textura y comercialización. Previene el marchitamiento rápido en las hortalizas, retardando la pérdida de vitamina C (Universidad Zaragoza 2013).

Transporte: El acomodamiento de las cajas en los vehículos debe permitir la circulación de aire y para cargar los vehículos se debe contar con una plataforma en el lugar de acopio para que la parte trasera del vehículo quede en contacto con ella y disminuir la distancia de desplazamiento. Igualmente, deben evitarse las cargas mixtas, y si no queda otro remedio que los otros productos sean compatibles (Universidad Zaragoza 2013)

2.5 Poda en tomate en un eje.

En este sistema de poda se deja desarrollar desde el inicio un solo tallo principal, y se eliminan todos los brotes que salgan, dejando únicamente los ramilletes y hojas del tallo principal. Este sistema de poda es el más empleado en invernadero, la planta forma un fuerte sistema radicular en comparación con la parte aérea. Una vez que el tallo ha alcanzado la altura conveniente y cuando alcanzado 8 racimos florares y se despunta el brote terminal para que la planta no produzca más inflorescencias y se adelante la maduración de los frutos (Cortez 2020).

Los brotes del tallo principal se han de eliminar cuando aún son pequeños, para evitar grandes heridas. El desbrote, o destallado, hay que hacerlo lo antes posible sin que el brote nacido se convierta en un nuevo tallo. Ha de suprimirse cuando alcance unos 5 cm, no siendo recomendable que pase de 8-10 cm. Si se corta el brote apenas brotado, con 2-3 cm, su eliminación es dificultosa y puede dañarse el tallo principal (Cortez 2020).

2.6 Índices de cosecha.

Según ciclo vegetativo.

Las primeras frutas de tomate pueden estar listas a cosechar a alrededor de 70 a 80 días después del trasplante de las plántulas al campo. En algunas variedades tempranas esto puede tomar solo 60 días y en las tardías hasta 90 días o más. Estos períodos de tiempo dependen de la variedad que se siembre, pero también de la etapa

de madurez en que se coseche la fruta y de las condiciones prevalecientes durante su crecimiento y desarrollo (Fornaris 2007).

Según escala de madurez.

La descripción de la escala de madurez para la cosecha de tomate se resume en el cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de la escala de madurez para cosecha de tomate.

Grado de madurez	Descripción
A	La piel de tomate está completamente verde en color. El matiz del color puede variar de claro a oscuro figura 1.
B	Hay un rompimiento definitivo en color verde a amarillo bronceado, rosa o rojo, en no más del 10% de la superficie figura 1.
C	Más del 10% pero no más del 30% de la superficie, en el agregado presenta un cambio definido de color verde a amarillo-marrón, rosa, rojo o una combinación figura 1.
D	Más de 30% pero menos del 60% de la superficie en el agregado presenta un color rojo o rosa figura 1.
E	Más del 60% de la superficie en el agregado presenta un color rojo-rosado u rojo: provisto que no más del 90% de la superficie sea rojo figura 1.
F	Más del 90% de la superficie en el agregado presenta un color rojo figura 1.

Fuente: Fornaris. 2007.

Fuente: Fornaris. 2007



Figura 1. Escala de madurez para cosecha de tomate.

2.7 Fertilización quelatada.

Comportamiento de los nutrientes en la absorción por la planta.

La mayor parte de los elementos se absorben por medio de las raíces y trasladados al resto de la planta a través del xilema. Los nutrientes en el suelo se encuentran disueltos en agua en una forma denominada como solución de suelo la cual es absorbida por la planta a través de los siguientes medios según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (2016):

- Flujo de masa: cuando los elementos se mueven por el suelo con el agua en movimiento, es el mecanismo por el cual se mueven la mayoría de los elementos.
- Intersección radicular: se basa en el movimiento constante de las raíces a través del suelo en busca de áreas con solución del suelo para tomar los nutrientes por este sistema.
- Difusión: mecanismo por el cual los nutrientes disueltos se mueven hacia las raíces de áreas de mayor a menor concentración, creando un gradiente de concentración en la solución del suelo

La distribución y traslado de nutriente dentro de la planta depende de la actividad metabólica de los tejidos vivos en los diferentes órganos.

Quelato: es una estructura en anillo que resulta de la unión de un compuesto con dos o más ligandos potenciales o agente quelatante y un ion metálico. El proceso de quelación produce una molécula con propiedades químicas diferentes a las del metal original (diferencia de color, solubilidad o reactividad química). El quelato es un compuesto con carga cero o a diferencia del catión que tiene carga positiva (Disagro s.f.).

Importancia del quelatado de elementos y su comportamiento en el suelo: los elementos nutritivos que se desean incorporar a los cultivos se quelatan para que no se precipiten en el suelo, en soluciones nutritivas ni en el medio extracelular, de manera que sean asimilables por las plantas. Los quelatos, al ser moléculas sin carga no reaccionan en el suelo. Cuando el quelato se aplica al suelo sufre reacciones de disociación y competencia por otros iones o puede retenerse en las superficies del metal, por lo que el agente quelante liberado puede reaccionar con el suelo o disolver más el elemento nativo para volver a comenzar el ciclo (Disagro s.f.).

Función de calcio y boro en la planta:

- Calcio: la principal función del calcio se relaciona con la división celular fortalecimiento de la pared celular, también regula la absorción de nutrientes a través de las membranas plasmáticas de las células, es sumamente importante para mantener la fuerza e integridad de los tallos de las plantas y es fundamental para prevenir la necrosis apical (Disagro s.f.).
- Boro: esencial para la viabilidad del polen y cuajado del fruto, parte del metabolismo de carbohidratos y ácidos nucleicos, promueve la diferenciación y madurez celular, mejora la absorción de calcio, magnesio y potasio, promueve la síntesis de cito quininas y asegura la translocación de auxinas, promueve la iniciación de la punta de la raíz (Disagro s.f.).

Movilidad de calcio y boro en la planta:

El calcio y el boro son elementos de muy baja movilidad o no se movilizan una vez que han sido distribuidos dentro de la planta y localizados en la corriente floemática, donde el pH tiende a ser alcalino, aquí hay presencia de cargas negativas en la pared celular del floema y los compuestos orgánicos se disocian totalmente, estos elementos son atrapados por las cargas del tejido floemático (CENTA 2016).

Factores que afectan la absorción foliar.

Temperatura: a medida que aumenta la temperatura, la cutícula se ablanda y es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución foliar aplicada. Temperaturas superiores a los 28°C comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la penetración de la solución (CENTA 2016).

Humedad relativa: al aumentar la humedad relativa ambiental se posibilita la mayor permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando la posibilidad de absorción (CENTA 2016).

Edad de la hoja: las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas, por presentar mayor cantidad de estomas (CENTA 2016).

2.8 Cultivo en invernaderos.

Invernaderos: se refiere a construcciones altas (4.0 – 4.5m), herméticamente cerradas mediante el material de cobertura, plástico o vidrio, que poseen cortinas frontales y laterales, pudiendo incluir aberturas en el techo. La forma del techo puede ser:

Triángulo que permite más penetración de luz; Serrucho que no se recomienda por las dificultades que implica las variaciones de la inclinación y Combinación de aberturas que se trata de la de mayor avance tecnológicamente hablando ya que permite liberar masas de calor acumulado dentro del invernadero. Estos pueden construirse de madera u hierro con coberturas que van desde el vidrio hasta los plásticos como el polietileno o policarbonato así como también con malla mosquitera que cumpla con 50 hoyos por pulgada cuadrada (50mesh). (Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. 2004).

Consideraciones de diseño y ubicación de los invernaderos.

La ubicación y el diseño del invernadero están en función de una serie de factores técnicos y climáticos como son:

Tipo de suelo: evitar aquellos con pobre drenaje

Topografía: Son preferibles terrenos que presenten pendientes poco pronunciadas.

Orientación: en lugares con climas templados es conveniente orientarlos de norte a sur para que exista una homogeneidad en la radiación solar durante el día. En caso de los lugares tropicales se debe orientar en dirección este a oeste para ayudar con el enfriamiento interno. (Chaverria et al. 2011).

2.9 Importancia económica del tomate.

El tomate es la hortaliza más consumida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. La importación mundial de tomate ascendió en el 2011 a 5.7 millones de toneladas, equivalentes a US\$7,266 millones. Los tres principales países importadores son Estados Unidos, Rusia y Alemania. El primero representa el 19.5% de las importaciones mundiales, equivalentes a 1.12 millones de toneladas métricas anuales. Es importante mencionar que las importaciones de El Salvador representan 1.6%, equivalentes a noventa y cinco mil toneladas métricas, ubicándose en la posición trece de los países más importantes en términos de volumen importado (Aldana y Velázquez 2015).

Según organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y agricultura (2020) el tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel nacional. En el periodo 2018-

2019 se produjeron 19,915 y 19,454 toneladas de tomate respectivamente, presentando un total de área cultivada de 592 hectáreas y 639 hectáreas.

2.10 Determinación de la calidad de frutas y hortalizas.

Calidad: la palabra calidad proviene del latín *qualitas*, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es “grado de excelencia o superioridad”

El destino o uso también puede determinar distintos criterios de calidad para un mismo producto. Por ejemplo, el tomate para el consumo en fresco es valorado fundamentalmente por su uniformidad, madurez y ausencia de defectos, mientras que la calidad para ketchup está dada por el color, la viscosidad y el rendimiento industrial como materia prima

Apariencia: es la primera impresión que el consumidor recibe y el componente más importante para la aceptación. Se ve compuesta de los factores forma, uniformidad, frescura, madurez, color y presencia de defectos. La textura y el brillo también son factores importantes de apariencia

Flavor: es la combinación de las sensaciones percibidas por la lengua (sabor o gusto) y por la nariz. En frutas y hortalizas, el sabor se expresa normalmente en términos de la combinación de principios dulces y ácidos, la que es un indicador de la madurez y de la calidad gustativa. El contenido de sólidos solubles es una buena estimación del contenido de azúcares totales y muchos frutos deben contener un contenido mínimo de sólidos para ser cosechados. Los ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, tartárico) son el otro importante componente del sabor y tienden a disminuir a medida que el fruto madura por lo que la relación con los sólidos solubles tiende a aumentar

Valor nutritivo: Desde el punto de vista nutritivo, las frutas y hortalizas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Es necesario mencionar que las condiciones de cultivo, variedades, clima y formas de preparación influyen en el contenido de nutrientes

Seguridad: consiste en la ausencia de sustancias dañinas para la salud y tradicionalmente la presencia de plaguicidas sobre el producto ha sido la principal preocupación de la opinión pública. Sin embargo, existen muchos otros contaminantes potencialmente tan o más peligrosos, como la presencia de microorganismos patógenos, mico toxinas, metales pesados, etc (FAO s.f.).

2.11 Evaluación sensorial de alimentos.

Concepto: Disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos y materiales, esta nos proporciona información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor.

Las evaluaciones sensoriales se clasifican:

Pruebas discriminatorias: se usan para detectar diferencias aunque no necesariamente detectan el tipo de diferencia encontrada. Generalmente se usa cuando se desea introducir un nuevo producto y se quiere saber si este es diferente al anterior. Dentro de estas podemos encontrar pruebas de comparación pareada, prueba triangular y prueba dúo-trío

Pruebas afectivas o hedónicas: Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permiten no

sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial. Dentro de las pruebas afectivas o hedónicas podemos encontrar: pruebas de preferencia (preferencia pareada y categorías de preferencia) y pruebas de aceptabilidad

Prueba descriptiva: Constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas del análisis sensorial. El análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos, por grupos de personas entrenadas y estandarizadas. Dentro de las pruebas descriptivas podemos encontrar pruebas de: perfil del sabor, perfil de textura y análisis cuantitativo (estimación magnitud, grados o porcentajes, valoración de atributos) (Domínguez 2007)

3. Materiales y métodos.

3.1 Descripción del estudio.

El estudio se llevó a cabo dentro de los invernaderos ubicados en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, departamento de San Salvador, El Salvador Figura 2; coordenadas 13°43'06"N 89°12'11"O, temperatura promedio 29.5 °C y humedad relativa del 82% a 658 msnm durante el periodo febrero – agosto de 2022.



Figura 2. Imagen de campo de ubicación de invernadero para montaje de cultivo.

3.2 Metodología de campo.

3.2.1 Descripción de área de invernadero.

El experimento fue establecido en el área correspondiente al invernadero cuyas dimensiones son de 10 metros x 5 metros, fabricado con hierro galvanizado, malla anti vírica para las paredes, piso de cemento y techo de plástico ultravioleta. Este cuenta con un sistema de riego por goteo.

3.2.2 Establecimiento del cultivo.

Se inició con la limpieza y acondicionamiento del invernadero que consistió en preparar una solución en un barril de 300 litros con 2 litros de lejía al 2% y 600 ml de fungicida Fluopicolide + Propamocarb esto para rociar el área del piso, macetas y otros implementos que estuvieron en contacto con el material vegetal incluyendo el sustrato y luego se ubicaron según el plano de distribución de tratamientos.

Para la producción de plantines se procedió primeramente a realizar una prueba de germinación para cada uno de los materiales a utilizados. Esta actividad consistió en colocar 100 semillas en papel absorbente de cocina humedecido. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de germinación mediante la fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{total de semillas germinadas}}{\text{total de semillas}} \times 100$$

Total de semillas a germinar

Para los plantines se contó con bandejas de 85 alveolos de polietileno las cuales se llenaron con sustrato estéril comercial usándose una bandeja para cada variedad Figura A-1 haciéndose uso de la técnica de subirrigación Figura A3 para mantener húmedo el sustrato y proveer a los plantines de nutrientes. El trasplante figura A8 se realizó en horas de la mañana a los 21 días posterior a la emergencia.

3.2.3 Riego.

Se realizó un aforo del sistema de riego para determinar la cantidad de tiempo que se usaría durante el día para aplicar la solución nutritiva a cada maceta procurando que esta posea un pH de 6 y una salinidad de 0.8 micro siemens por centímetro cubico (mS/cm) medidos con conductivímetro. La lámina de riego se ajustó a la necesidad de la planta según su edad. El sistema utilizado fue es el de riego por goteo.

3.2.4 Fertilización.

Se aplicó fertirrigación con una solución nutritiva diseñada en base a las necesidades de la planta según su estado de desarrollo midiéndose el PH y la salinidad figura A-10. Se utilizaron los siguientes productos en las siguientes dosis para la fertilización del cultivo:

Cuadro 5. Programa de fertilización cultivo de tomate.

Fertilizante	Riqueza	Cantidad (5L de solución concentrada)	Solución nutritiva (200 L)
Nitrato de calcio	17% N; 33% CaO	680g	700 ml
Muriato de Potasio	62 % K ₂ O	150 g	
Nitrato de amonio	34% N	340 g	
Sulfato de potasio	52 % K ₂ O + 17 % S	140 g	
Ácido fosfórico	85%	76 ml	18 ml
Micro elementos		30 g	350 ml

Aplicación de fertilizante foliar.

El fertilizante foliar aplicado fue base calcio/boro que posee las siguientes proporciones minerales: 10% de calcio soluble en agua, 0.5 % de boro, nitrógeno 70 g/l y magnesio 22 g/l. Este posee los agentes quelantes EDTA, ácido fúlvico y lignosulfato de sodio. La aplicación se realizó en tres dosis las cuales se detallan a continuación: 15 centímetros cúbicos (cc); 25 cc; 35 cc. La fórmula fue diluida en una razón de 0.5 litros/ 200 litros de agua según instrucción del fabricante y aplicado a partir del inicio de la floración en un intervalo de una a dos semanas para un total de cuatro a cinco aplicaciones durante todo el ciclo del cultivo.

3.2.5 Control de plagas.

La principal estrategia fue la barrera de malla que poseía el invernadero para la prevención de entrada de insectos y algunas enfermedades que son transmitidas por estos el monitoreo de la salud fitosanitaria Figura A-13 fue constante. Al hacerse necesario el tratamiento correctivo se utilizaron los productos beta-cyfluthrin + thiacloprid SE (insecticida) y Fluopicolide + Propamocarb (funguicida) ambos en dosis de 2 ml de producto por cada litro de agua.

3.2.6 Tutorio.

Para levantar las plantas del suelo y evitar daños relacionados con el contacto con el mismo se colocó alambre galvanizado a 2 m de altura donde se sujetaron las plantas con pitas de nylon para darle soporte según esta crezca Figura A-12.

3.2.7 Poda.

Se realizaron dos tipos de poda: sanitaria y de formación de un eje, estas se hicieron manualmente mediante una tijera de podar en brotes y tallos axilares durante los primeros 30 días de cultivo, también se redujo el número de hojas para controlar el micro clima y mejorar la calidad de los frutos.

3.2.8 cosecha.

La cosecha se realizó entro los 70 – 80 días después del trasplante (en promedio) cuando los tomates mostraron un estado de madurez de tipo E (figura 1), esta se realizó de forma manual Figura A-18A y los tomates cosechados fueron puestos en bolsas de polietileno Figura A-18B.

3.3.9 Toma de muestras.

Muestras para rendimiento de jugo, pH, viscosidad, acidez titulable y solidos totales: se tomaron del tercer racimo de la planta durante la tercera cosecha, esta será de 500 gramos de fruto y de dos repeticiones por tratamiento con un grado de madurez tipo E, figura 1.

Muestras para determinación de diámetro de fruto: se tomaron del mismo racimo y cosecha que las muestras anteriores. El tamaño de la muestra fue de 10 frutos por tratamiento y de dos repeticiones.

Muestras para prueba hedónica: se utilizaron los tomates muestreados en para la determinación de diámetro de frutos.

Todas las muestras fueron puestas en bolsas de polietileno perforadas y previamente marcadas con su número de tratamiento y fecha de cosecha.

3.3 Metodología de laboratorio.

3.3.1 Rendimiento en jugo.

Procedimiento realizado.

1. Eliminación de pedúnculo del tomate y lavar con abundante agua para asegurar que no exista ninguna impureza o suciedad.
2. Lavado y desinfectado con jabón la licuadora Oster modelo Blender, el guacal de aluminio y los frascos de vidrio para muestra así como todo material que estará en contacto directo con el tomate o el jugo.
3. Ingresar el tomate a la licuadora y triturar hasta conseguir una pasta fina.
4. Separar la pulpa del jugo mediante un papel filtro.
5. Poner el jugo filtrado en el frasco de muestra correspondiente, rotular y conservar en el refrigerador Oster OS-CFI3501W en caso de no realizarse las pruebas en el mismo momento.
6. Calcular el rendimiento según la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento en jugo} = \frac{\text{peso de jugo de tomate obtenido}}{\text{Peso de tomate procesado}} \times 100$$

3.3.2 Determinación de pH

El pH se determinara usando un pHmetro digital HANNA modelo HI981032 electrodo externo.

Procedimiento realizado:

1. Calibrado el pHmetro con la solución tampón estándar incluida en el paquete del producto se sumerge el electrodo en la misma diluida en una cantidad de agua destilada recomendada por las instrucciones de uso, ajustando el valor del aparato hacia el de la solución por medio del botón correspondiente antes de iniciar la medición.
2. Poner la muestra en un vaso beaker de 150 ml.
3. Ingresar el electrodo de del aparato dentro de la muestra y esperar a que marque el valor.
4. Tomar nota del valor.
5. Lavar con agua destilada el electrodo y secar con algodón. Se deberá realizar la calibración antes de realizar la medición de cada muestra para mayor precisión.

3.3.3 Determinación de acidez titulable.

Se determina por medio de un método volumétrico que implica titular la solución de la muestra en estudio por medio de una solución alcalina (NaOH) por medio de un cambio de color dado a través de un colorante que reacciona a dicho cambio de acidez.

Procedimiento realizado:

1. Tomar 20 ml de muestra y poner dentro de un vaso Becker de 100 ml, agregar 22 g de carbón activado luego agitar durante 5 minutos para eliminar los pigmentos del jugo de tomate.
2. Filtrar la dilución anterior utilizando papel filtro dentro de un embudo y un Erlenmeyer de 50 ml.
3. Tomar una muestra del filtrado con pipeta de 10 ml, transferir al Erlenmeyer de 50 ml y diluir con 10 ml agua destilada.
4. Titular la muestra con solución de hidróxido de sodio al 0.1255 N, utilizando 3 gotas de fenolftaleína al 1% hasta que la muestra virase a color rosa ligero. Calcular el porcentaje de acidez por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times 0.064}{V \text{ en ml}} \times 100$$

Donde:

V_{NaOH} : Volumen de hidróxido de sodio gastado en la titulación

N_{NaOH} : Normalidad de hidróxido de sodio

0.064: Mili equivalentes de ácido cítrico.

V en ml: Volumen de jugo de tomate en mililitros

El resultado se registra en % de ácido cítrico.

3.3.4 Determinación de sólidos totales.

Los sólidos solubles se determinaron por medio de un refractómetro análogo Viresa 300001 con una escala de 0 a 32 °Brix.

Procedimiento realizado:

1. Encender el refractómetro y dejar 5 minutos para que se estabilice
2. Limpiar el prisma con algodón humedecido con alcohol etílico al 90% y dejar secar.
3. Tomar muestra con la pipeta de jugo de tomate, luego poner sobre el prisma inferior y unir ambas piezas hasta cerrar.
4. Poner contra la luz el aparato y realizar la lectura de los grados Brix.
5. Abrir los prismas, limpiar con alcohol etílico y realizar la prueba nuevamente para corroborar la lectura.

Dichos resultados fueron registrados en grados Brix (°Brix)

3.3.5 Determinación de tamaño de diámetro ecuatorial de fruto.

El tamaño de fruto se refiere al valor del diámetro de la baya de tomate registrada en milímetros mediante el uso del equipo de medición Pie de rey.

Procedimiento:

1. Se seleccionó los tomates correspondientes a cada tratamiento y se eliminó cualquier suciedad.
2. Se realizó la medición de los frutos mediante el pie de rey ajustándolo al diámetro ecuatorial de cada uno.
3. Se calculó un promedio en milímetros del total de 10 frutos por cada tratamiento.

3.3.6 Determinación de consistencia.

La consistencia se determinó por medio del consistosímetro Bostwick en un proceso de comparación física el recorrido de flujo en un tiempo determinado de un líquido que se extiende o de un material pastoso. Este procedimiento de medición empleado con viscosímetro Bostwick ZXCON también se conoce como test de Bostwick.

Equipos:

Consistosímetro Bostwick.

Procedimiento realizado:

1. Colocar el instrumento en la mesa de trabajo y nivelarlo.
2. Bajar y ajustar la corredera.
3. Poner 75 ml de jugo de tomate de muestra en el viscosímetro.
4. Subir la corredera y registrar la distancia que recorrió la muestra en 30 segundos.

3.3.7 Prueba hedónica.

Parámetros a someter a prueba: estos fueron acidez, dulzor, firmeza, color y jugosidad.

Ubicación de la prueba: las pruebas hedónicas se realizaron dentro de un local ubicado en Chalatenango.

Panel de catación: fue conformado por 10 panelistas semi-entrenados.

Preparación y presentación de muestras: las muestras se presentaron en forma de 2 rodajas de tomate frescas, servidas en un plato desechable marcado con el número de

tratamiento, también se les facilitara a los catadores agua mineral gasificada para lavar el paladar entre cada muestra.

Escala hedónica: la que se utilizó consto de una línea de 10 cm que representa el grado de apreciación de cada parámetro hedónico para su uso se le pedio a cada panelista marcar con una "X" un punto de la línea según el grado de apreciación del atributo. El modelo de escala a utilizar fue similar el siguiente ejemplo de la figura 3:

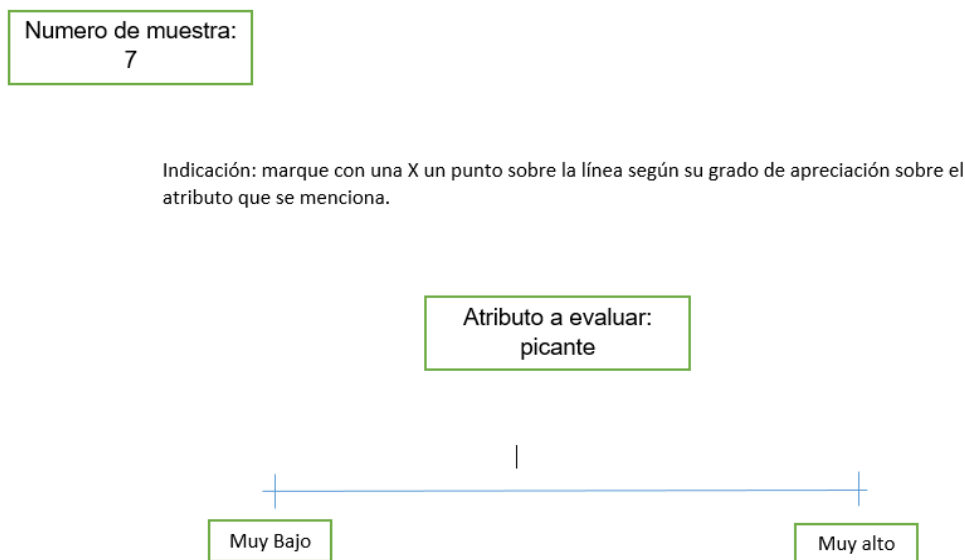


Figura 3. Modelo de escala hedónica.

3.4 Metodología estadística.

Para el análisis de datos se utilizaron métodos estadísticos descriptivos como tabla de frecuencias y representaciones gráficas para describir el comportamiento de los datos de las variables rendimiento en jugo, sólidos solubles, pH, Acidez titulable, consistencia y diámetro ecuatorial de fruto (variables industriales) según las variedades de tomate y dosis de fertilizante. Con ello, se tiene una descripción de cuáles son las mejores variedades o dosis de fertilizantes teniendo presente las variables industriales. Por lo tanto, se necesita probarlo con los métodos estadísticos inferenciales. Para ello, se utilizó el arreglo bifactorial 3x5, siendo el factor A las tres concentraciones de fertilizante foliar de 15 cc, 25 cc y 35cc y el factor B las cinco variedades siendo estas Magine, Carrucha, Domi, Dodel y Decia, con el diseño completamente al azar (DCA), debido a que el experimento está condiciones de invernadero y las unidades experimentales son similares. El modelo lineal aditivo del arreglo bifactorial con el diseño completamente al azar es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \text{ con } i = 1,2; j = 1,2; k = 1, \dots, n_{ij}$$

En este modelo Y_{ijk} representa la respuesta de la k -ésima repetición en el i -ésimo nivel del factor A y j -ésimo nivel de factor B, μ representa una media general, α_i el efecto que produce el i -ésimo nivel del factor A, β_j corresponde al efecto del j -ésimo nivel del factor

B, δ_{ij} los efectos adicionales (interacciones) para cada combinación de los niveles de los factores y ε_{ijk} es el error asociado a la observación ijk -ésima que como siempre se supone normal e independiente con esperanza cero y varianza común σ^2 . Debe notarse que el subíndice k se mueve entre 1 y n_{ij} , es decir, el número de repeticiones para el tratamiento puede ser distinto.

Al combinar los niveles del factor A y los niveles del factor B, se tuvieron 15 tratamientos correspondientes a las 5 variedades de tomate del factor A y las 3 concentraciones de fertilizante foliar del factor B (cuadro 6), cada tratamiento tuvo 2 repeticiones para estimar el error experimental, siendo en total 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental fue constituida por 100 gramos.

Cuadro 6. Tratamientos en estudio.

Factores en estudio		Concentración de fertilizante.		
		C1 = 25	C2 = 35 cc	C0 = 15 cc (Testigo)
Variedades	V1 = MAGINE	T1= C1 V1	T6= C2 V1	T11= C0 V1
	V2 = Carrucha	T2= C1 V2	T7= C2 V2	T12= C0 V2
	V3 = Domi	T3= C1 V3	T8= C2 V3	T13= C0 V3
	V4= Dodel	T4= C1 V4	T9= C2 V4	T14= C0 V4
	V5 = Decia	T5= C1 V5	T10= C2 V5	T15= C0 V5

Previo al análisis de varianza se hizo necesario la comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, por medio de la prueba Kolmogorov y la prueba de Leneve, este se realizó por cada variable de potencial industrial.

Una vez fueron comprobados los supuestos del análisis de varianza se procedió a determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos utilizando el análisis de varianza (ANVA) para diseño completamente al azar (DCA) con dos factores.

Cuadro 7. Tabla de análisis de varianza – diseño completamente al azar con arreglo bifactorial AxB (DCA).

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Factor A	$SCF = \sum_{i=1}^a \frac{(y_{i..})^2}{n_{i.}} - \frac{(y_{...})^2}{n_{..}}$	$gla = a - 1$	$CMA = \frac{SCA}{gla}$	$\frac{CMA}{CMD}$
Factor B	$SCC = \sum_{j=1}^b \frac{(y_{.j.})^2}{n_{.j}} - \frac{(y_{...})^2}{n_{..}}$	$glb = b - 1$	$CMB = \frac{SCB}{glb}$	$\frac{CMB}{CMD}$
Interacción AB	$SCAB = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{(y_{ij.})^2}{n_{ij}} - \frac{(y_{...})^2}{n_{..}}$	$Gl_{ab} = (a-1)(b-1)$	$CMAB = \frac{SCAB}{gl_{ab}}$	$\frac{CMAB}{CMD}$
Dentro (Error Experimental)	$SCD = SCT - SCA - SCB - SCAB$	$gld = glt - gla - glb - gl_{ab}$	$CMD = \frac{SCD}{gld}$	
Total	$SCT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ijk}^2 - \frac{(y_{...})^2}{n_{..}}$	$glt = n_{..} - 1$		

Si la fuente de variación interacción reportaba diferencias estadísticamente significativas en la tabla del ANVA, se procedió a aplicar la prueba de comparación múltiple de medias Tukey para determinar cuál de los tratamientos es superior en cuanto la variable

industrial que se está estudiando. En caso de la interacción no reporto diferencias estadísticamente significativas se procede a analizar los factores A y B por separado. Todos los análisis estadísticos inferenciales se realizaron mediante el software InfoStat 2020, con un nivel de significancia del 1%.

Para determinar que variedad muestra la mayor aceptabilidad por el consumidor se utilizó análisis multivariante de datos de interdependencia, específicamente el método de componentes principales con el objetivo de resumir un conjunto de variables en pocas nuevas variables, construidas como transformación de las originales con la mínima pérdida de información relevante. Este análisis nos permite encontrar si algunas características sensoriales (acidez, dulzor, color y jugosidad) están relacionadas entre sí y que caracterizan los distintos tratamientos. Además de clasificar las observaciones en grupos.

A continuación, se muestra el siguiente plano de distribución de tratamientos.

T5	T3	T2	T12	T8	T5
T11	T7	T9	T6	T13	T15
T1	T15	T4	T14	T13	T10
T10	T4	T1	T2	T6	T9
T12	T8	T3	T7	T14	T11

5 m

----- 10 m -----

Figura 4. Plano de distribución de tratamientos.

4. Resultados y discusión.

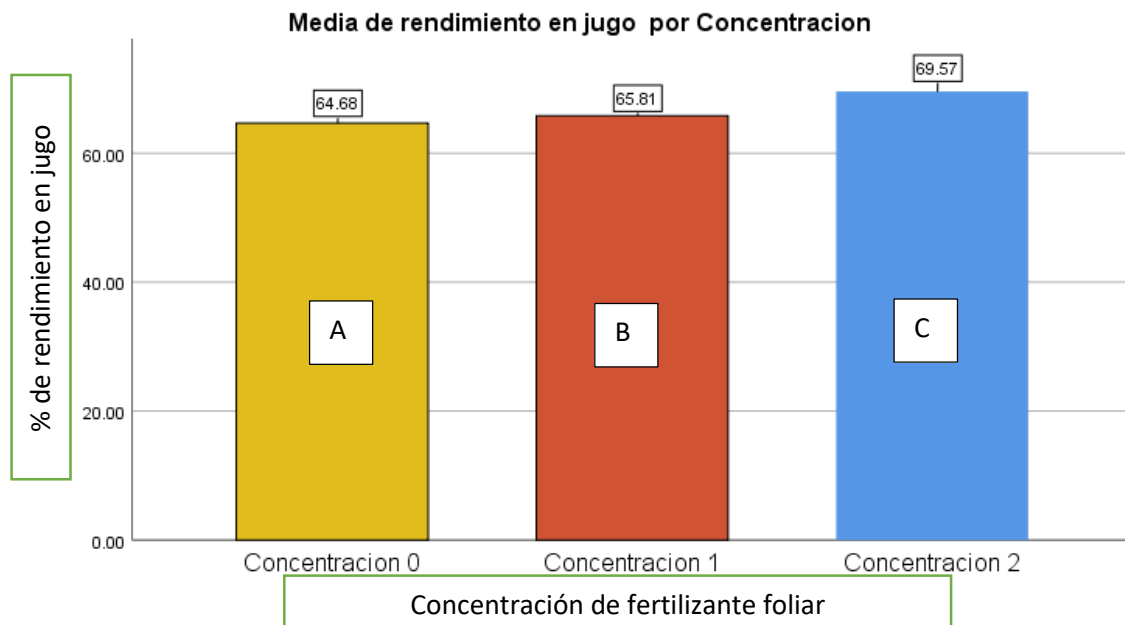
La información obtenida en la presente investigación, expresa las características de potencial industrial de las variedades de tomate Magine, Carrucha, Domi, Dodel, Decia a las que se les aplicaron 3 concentraciones de fertilizante foliar quelatado de 15, 25 y 35 cc; haciendo uso de estadística descriptiva básica como media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación y representación gráfica. También se aplicó la técnica estadística del análisis de varianza a través de un arreglo factorial de 3 x 5 bajo el diseño completamente al azar; finalizando con el método multivariante de datos análisis por componentes principales. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la investigación:

4.1 Rendimiento en jugo (%)

4.1.1 Rendimiento en jugo factor "A" Concentración de fertilizante foliar quelatado.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las concentraciones de fertilizante foliar quelatado (concentración 0 = 15 cc; concentración 1 = 25 cc y concentración 2 = 35 cc) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en el rendimiento en jugo

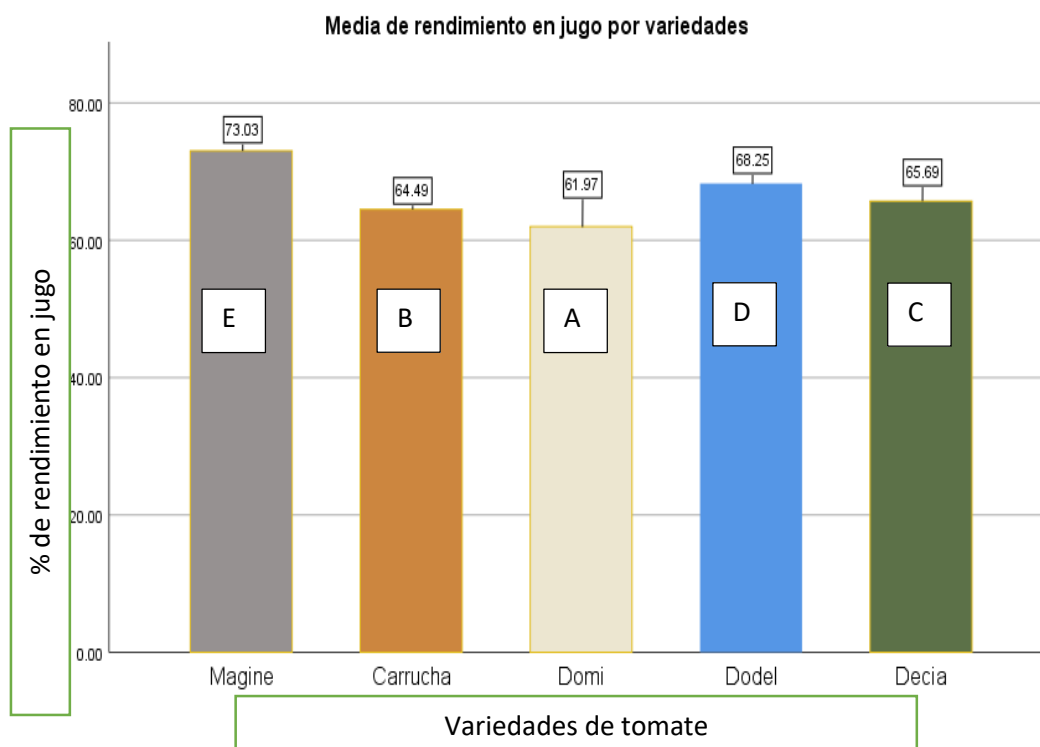
(%) cuadro 8 siendo la concentración 2 de 35 cc la que produjo el mayor rendimiento en jugo con un valor promedio de 69.57% y la concentración 0 de 15 cc el menor rendimiento en jugo con un valor promedio de 64.68 % figura 5 y cuadro A-2



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 5. Gráfico de barras para rendimiento en jugo por concentración de fertilizante foliar quelatado.

4.1.2 Rendimiento en jugo factor "B" Variedad de tomate.

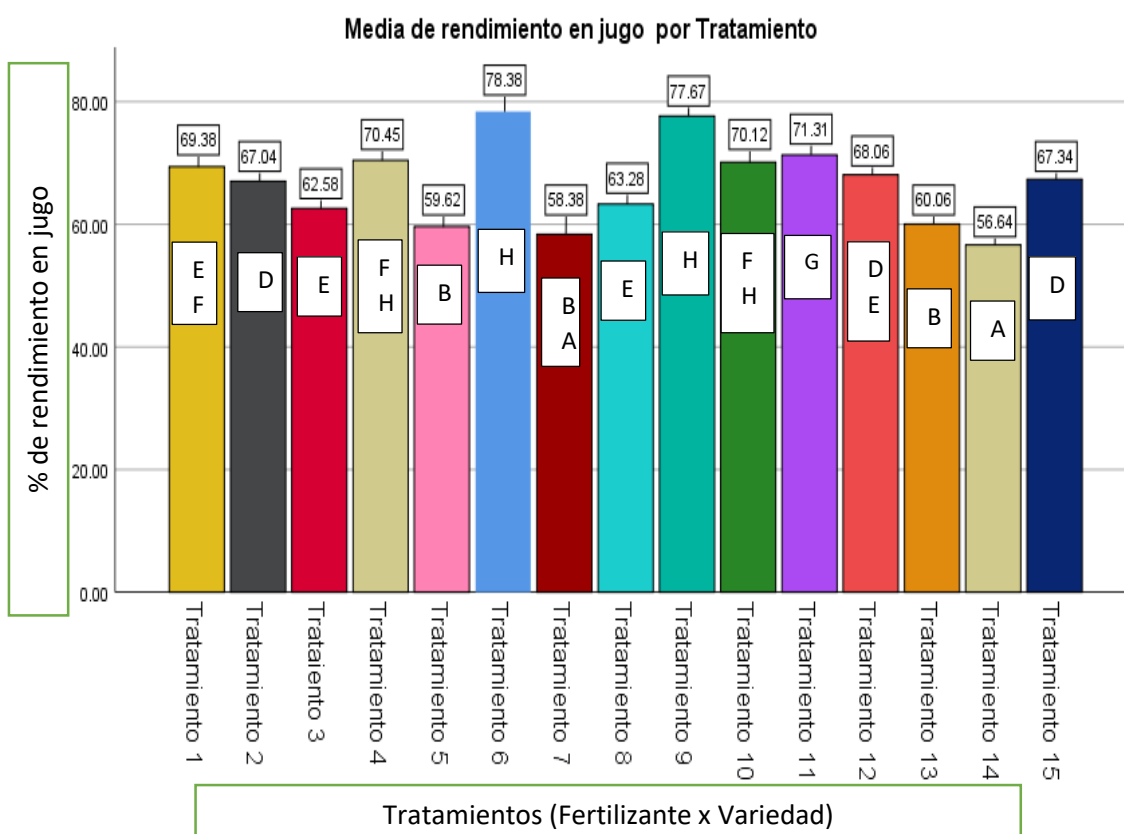


Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 6. Gráfico de barras para rendimiento en jugo por variedad de tomate.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las variedades de tomate (Magine; Carrucha; Domi; Dodel; Decia) presentaron diferencias altamente significativas en el rendimiento en jugo (%) cuadro 8 siendo la variedad Magine la que presentó el mayor rendimiento en jugo con un valor promedio de 73.03 % y la variedad Domi la que presentó el menor rendimiento en jugo con un valor promedio de 61.97 % figura 6 y cuadro A-3

4.1.3 Rendimiento en jugo factor A x B tratamiento.



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 7. Gráfico de barras para rendimiento en jugo por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que la interacción A x B (T1: 25 cc- Var. Magine; T2: 25 cc-Var. Carrucha; T3: 25cc-Var. Domi; T4: 25 cc-Var. Dodel; T5: 25 cc-Var. Decia. T6: 35 cc- Var. Magine; T7: 35 cc-Var. Carrucha; T8: 35cc-Var. Domi; T9: 35 cc-Var. Dodel; T10: 35 cc-Var. Decia. T11: 15 cc- Var. Magine; T12: 15 cc-Var. Carrucha; T13: 15cc-Var. Domi; T14: 15 cc-Var. Dodel; T15: 15 cc-Var. Decia) presentaron diferencias altamente significativas en el rendimiento en jugo (%) cuadro 8 siendo los tratamientos 9 y 6 los que presentaron el mayor rendimiento en jugo con valores promedio de 78.38% y 77.67 % y el tratamiento 14 el que presentó el menor con una media de 56.64 % figura 7 y cuadro A-4

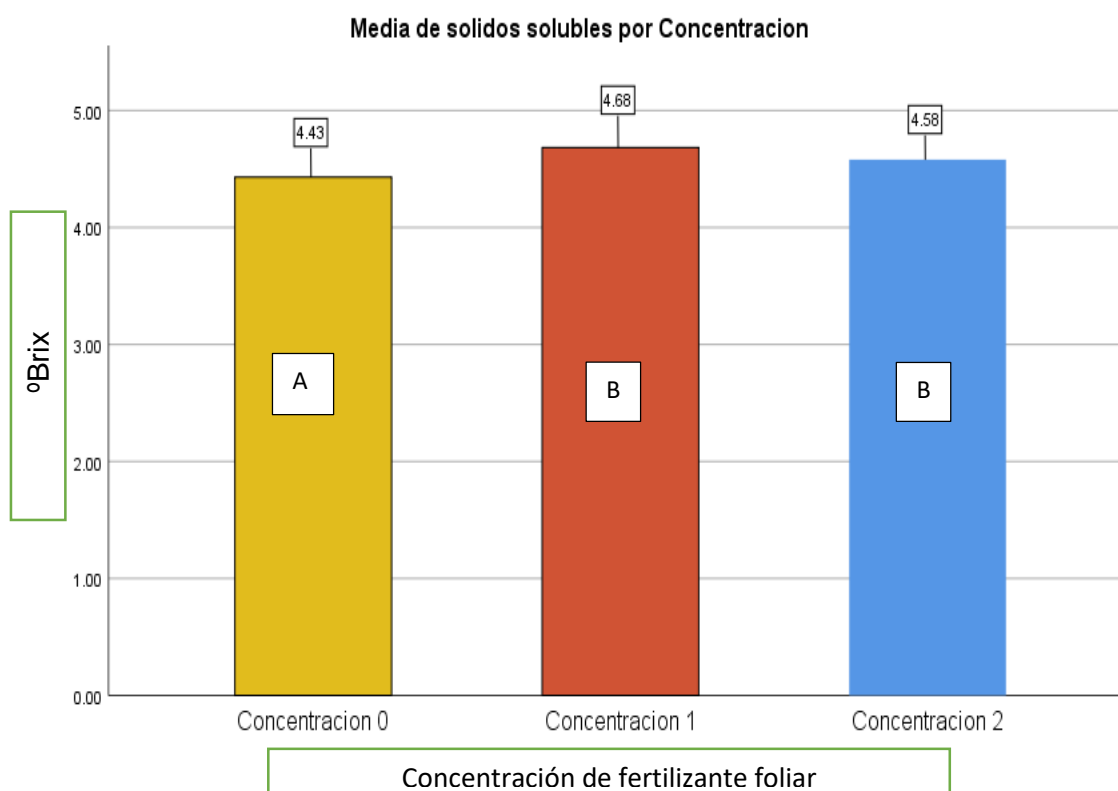
En relación a la información mostrada en las figuras 5, 6 y 7 correspondientes al efecto de las concentraciones foliares, variedades y su interacción sobre la variable rendimiento en jugo (%), expresa que el potencial industrial de las variedades de tomate

Magine, Carrucha, Domi, Dodel y Decia es para los productos que no requieran altos espesores (Jugos de tomate, salsas, entre otros.) debido a que el peso que se obtendría como jugo respecto al peso del tomate entero que entra al procesamiento estaría por encima del 50% como lo indica el cuadro 8 al utilizar cualquiera de las variedades. Cabe resaltar que este análisis parte de la experiencia en campo del investigador ya que no existen normativas u estándares que rijan esta característica industrial del tomate para procesamiento.

4.2 Sólidos Solubles (°Brix).

4.2.1 Sólidos solubles factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las concentraciones de fertilizante foliar quelatado (concentración 0 = 15 cc; concentración 1 = 25 cc y concentración 2 = 35 cc) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en la concentración de sólidos solubles (°Brix), cuadro 8 siendo la concentración 1 de 25 cc la que produjo la mayor concentración de sólidos solubles con un valor promedio de 4.68 °Brix y la concentración 0 de 15 cc la menor con un valor promedio de 4.43 °Brix figura 10 y cuadro A-5



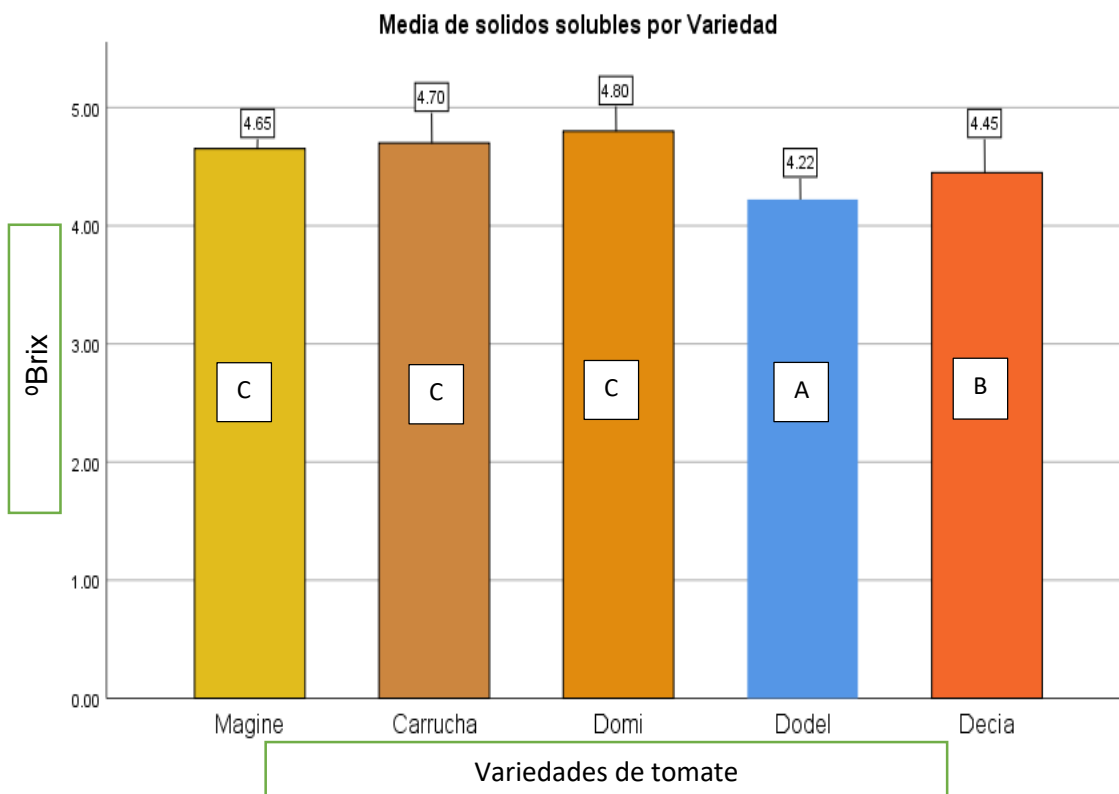
Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 8. Gráfico de barras para sólidos solubles por concentración de fertilizante Foliar quelatado.

4.2.2 Sólidos Solubles factor "B" variedad de tomate.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las variedades de tomate (Magine; Carrucha; Domi; Dodel; Decia) presentaron diferencias altamente significativas en la concentración de sólidos solubles siendo la variedad Domi la que presentó la mayor

concentración de ($^{\circ}$ Brix), cuadro 8 con un valor promedio de 4.80 $^{\circ}$ Brix y la variedad Dodel la que presentó la menor con un valor promedio de 4.22 $^{\circ}$ Brix figura 9 y cuadro A-6



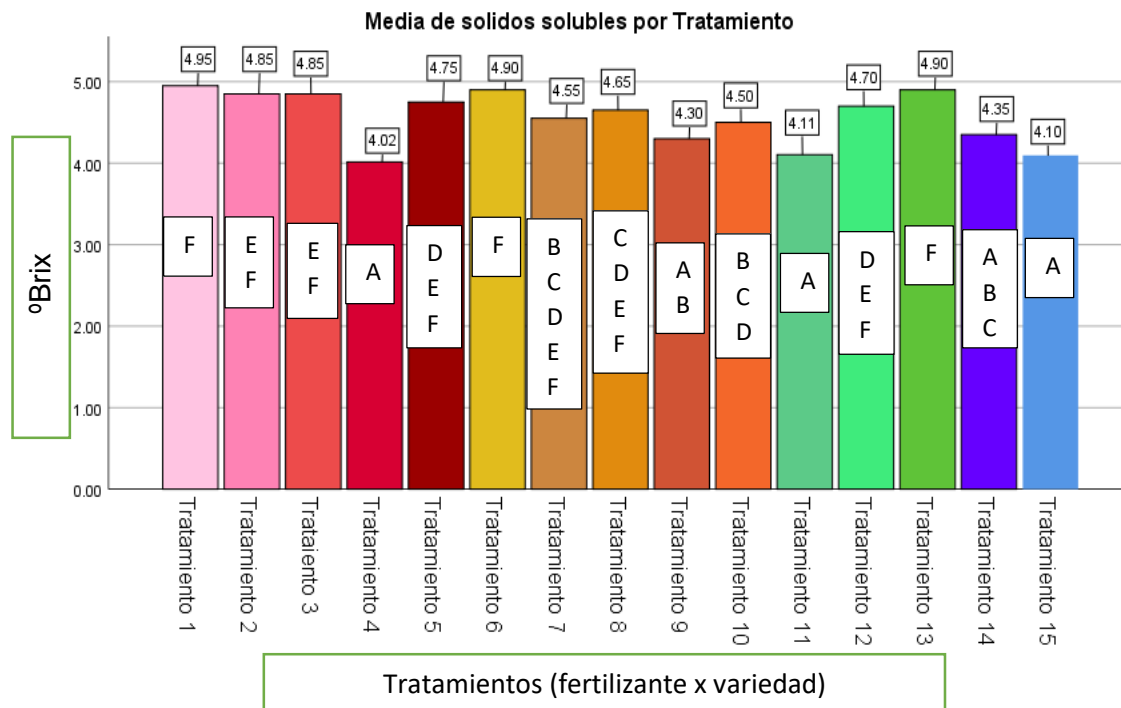
Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)
 Figura 9. Gráfico de barras para sólidos solubles por variedad de tomate.

4.2.3 Sólidos solubles factor A x B tratamiento.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que la interacción A x B (T1: 25 cc-Var. Magine; T2: 25 cc-Var. Carrucha; T3: 25cc-Var. Domi; T4: 25 cc-Var. Dodel; T5: 25 cc-Var. Decia. T6: 35 cc- Var. Magine; T7: 35 cc-Var. Carrucha; T8: 35cc-Var. Domi; T9: 35 cc-Var. Dodel; T10: 35 cc-Var. Decia. T11: 15 cc- Var. Magine; T12: 15 cc-Var. Carrucha; T13: 15cc-Var. Domi; T14: 15 cc-Var. Dodel; T15: 15 cc-Var. Decia) presentaron diferencias altamente significativas en la concentración de sólidos solubles siendo los tratamientos 1, 6 y 13 los que presentaron la mayor concentración ($^{\circ}$ Brix), cuadro 8 con unos valores promedios de 4.95 $^{\circ}$ Brix y 4.90 $^{\circ}$ Brix y el tratamiento 4 el que presentó el menor con un valor promedio de 4.02 $^{\circ}$ Brix figura 10 y cuadro A-7

En relación a la información mostrada en las figuras 8, 9 y 10 correspondientes al efecto de las diferentes concentraciones de fertilizante foliar quelatado, variedad de tomate y la interacción entre estas sobre los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) se determinó que las variedades estudiadas presentaron una concentración de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) promedio menor a las analizadas por su Ciruelos et al. En el año 2007 a excepción según la figura 9 de las variedades Domi y Carrucha las cuales mostraron una concentración de $^{\circ}$ Brix similar a las estudiadas por Ciruelos et al. También las variedades de tomate estudiadas tuvieron un desempeño menor en promedio con respecto a los presentados por la investigación sobre tomate hidropónico de Peña et al.

Del año 2013; esto podría deberse a factores genéticos así como a la conductividad eléctrica en la solución nutritiva utilizada durante el cultivo que según de la Rosa et al. 2016. Es un factor que influye en la concentración de sólidos solubles en tomate cuando se cultivan bajo el sistema de hidroponía.

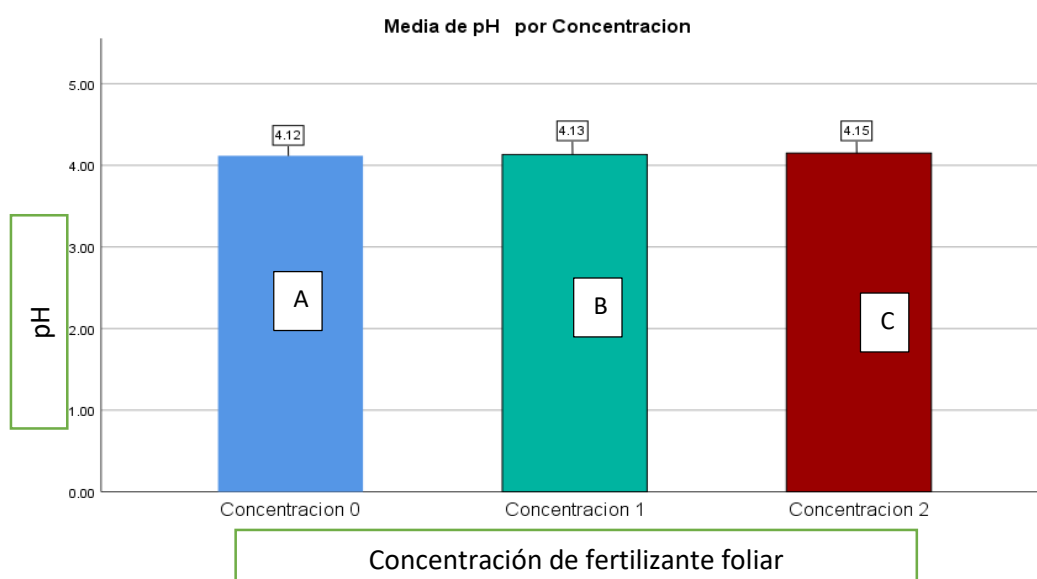


Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 10. Gráfico de barras para sólidos solubles por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).

4.3 pH

4.3.1 pH factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.

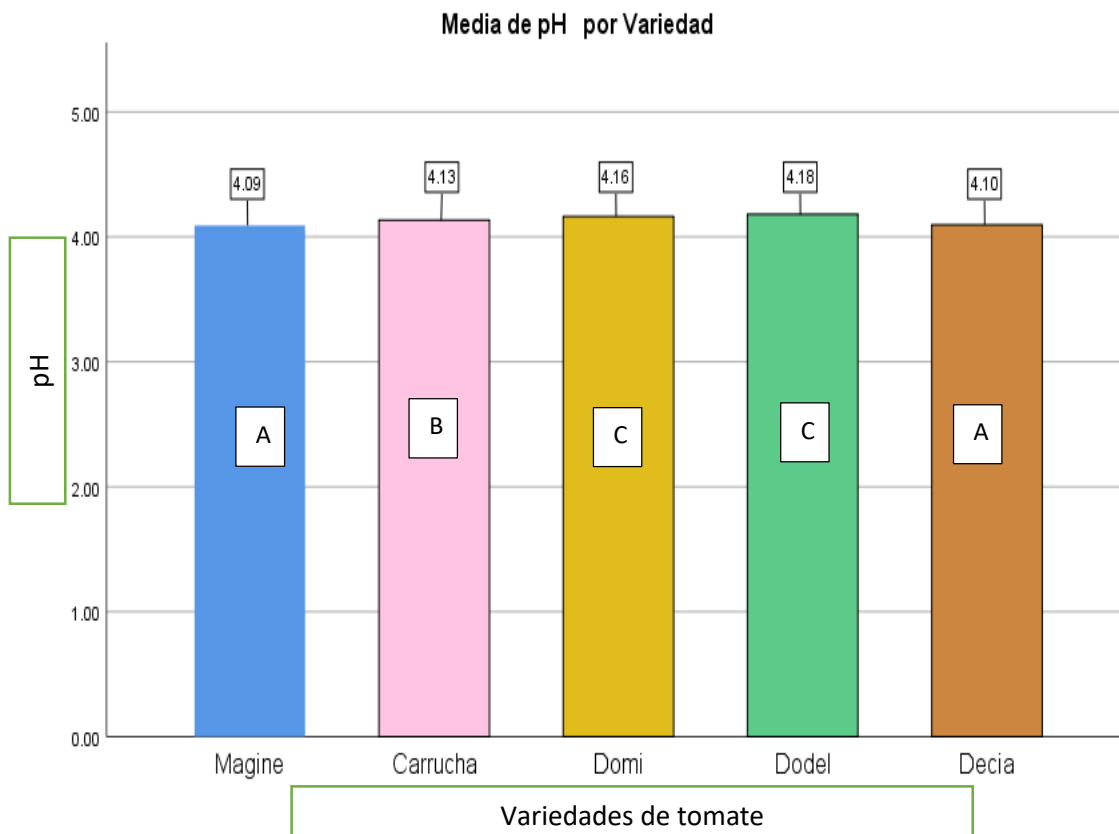


Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 11. Gráfico de barras para pH por concentración de fertilizante foliar quelatado.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las concentraciones de fertilizante foliar quelatado (concentración 0 = 15 cc; concentración 1 = 25 cc y concentración 2 = 35 cc) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en el pH, cuadro 8 siendo la concentración 2 de 35 cc la que produjo el pH más alto con un valor promedio de 4.15 y la concentración 0 de 15 cc el pH más ácido con un valor promedio de 4.12 figura 11 y cuadro A-8

4.3.2 pH factor "B" variedad de tomate.



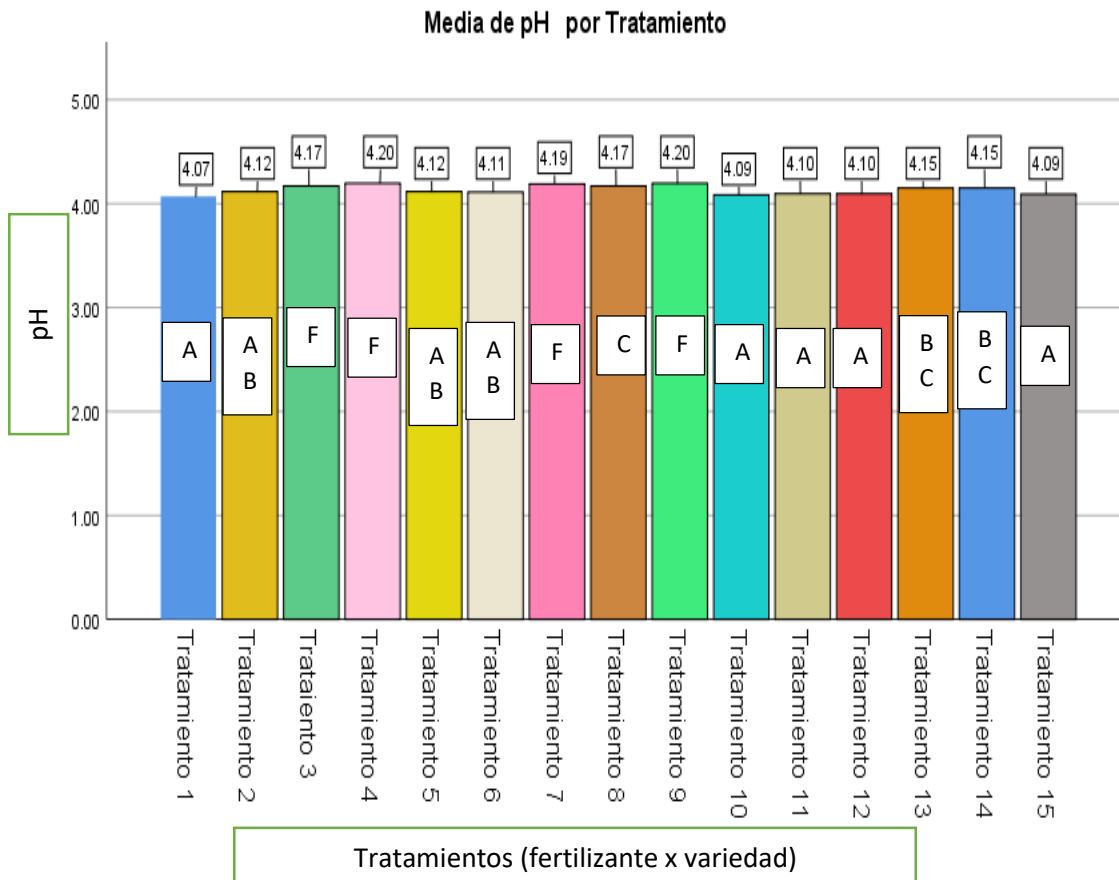
Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)
 Figura 12. Gráfico de barras para pH en variedades de tomate.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las variedades de tomate (Magine; Carrucha; Domi; Dodel; Decia) presentaron diferencias altamente significativas en el pH, cuadro 8 siendo las variedades Domi y Dodel las que presentaron el pH más alcalino con unos valores promedio de 4.18 y 4.16 y la variedad Magine la que presentó el más ácido un valor promedio de 4.09 figura 12 y cuadro A-9

4.3.3 pH factor A x B tratamiento.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que la interacción A x B (T1: 25 cc- Var. Magine; T2: 25 cc-Var. Carrucha; T3: 25cc-Var. Domi; T4: 25 cc-Var. Dodel; T5: 25 cc-Var. Decia. T6: 35 cc- Var. Magine; T7: 35 cc-Var. Carrucha; T8: 35cc-Var. Domi; T9: 35 cc-Var. Dodel; T10: 35 cc-Var. Decia. T11: 15 cc- Var. Magine; T12: 15 cc-Var. Carrucha; T13: 15cc-Var. Domi; T14: 15 cc-Var. Dodel; T15: 15 cc-Var. Decia) presentaron diferencias altamente significativas en el pH, cuadro 8 siendo los tratamientos 4, 9 y 7 los que presentaron el pH más alcalino con unos valores promedio de 4.20 y 4.19 y el

tratamiento 1 el que presento el menor con un valor promedio de 4.07 figura 13 y cuadro A-10



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

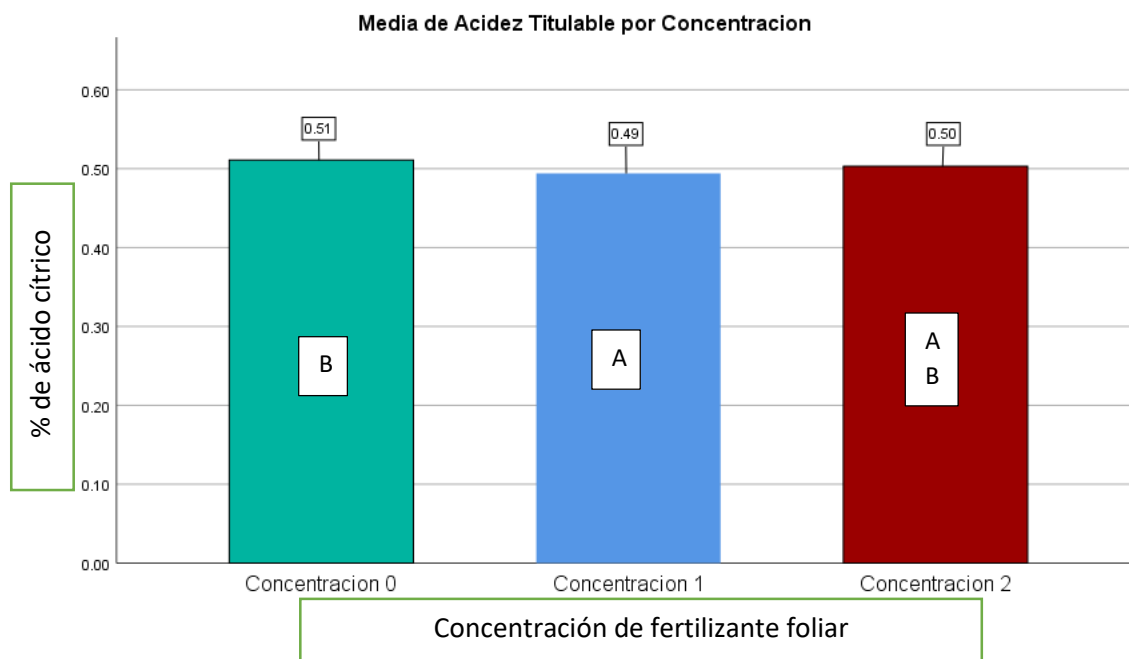
Figura 13. Gráfico de barras para pH por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).

En relación a la información mostrada en los cuadros 11, 12 y 13 correspondientes al efecto de las diferentes concentraciones de fertilizante foliar quelatado, variedad de tomate y la interacción entre estas sobre el pH indica se determinó que las variedades en estudio son óptimas para su procesamiento según la norma citada por Arredondo (2012), son de pH más ácido que las variedades estudiadas por Ciruelos et al. 2007 y de pH más ácido que las analizadas por Peña et al. 2013. Estos valores se podrían deber a motivos meramente genéticos de las variedades estudiadas ya que según Peña et al. Los sistemas hidropónicos no ejercen ninguna influencia significativa sobre esta característica.

4.4 Acidez titulable (% ácido cítrico).

4.4.1 Acidez titulable factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.

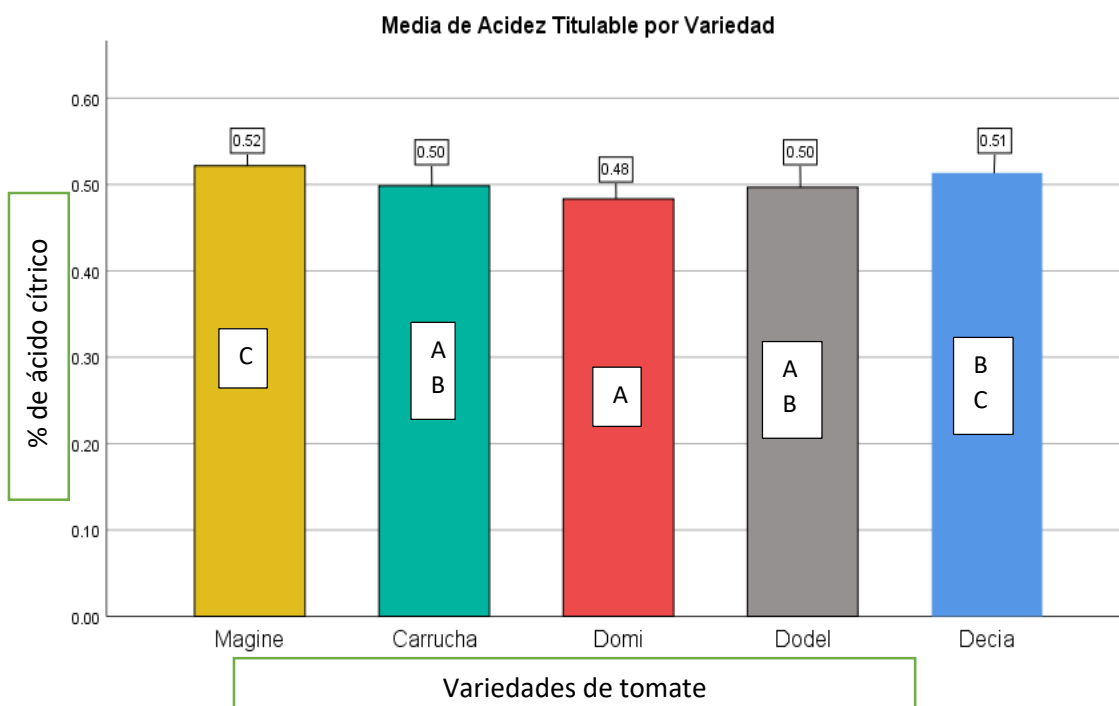
Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las concentraciones de fertilizante foliar quelatado (concentración 0= 15 cc; concentración 1 = 25 cc y concentración 2 = 35 cc) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en la acidez titulable (% de ácido cítrico), cuadro 8 siendo la concentración 0 de 15 cc la que produjo la mayor acidez titulable con un valor promedio de 0.51 % de ácido cítrico y la concentración 1 de 25 cc la menor con un valor promedio de 0.49 figura 14 y cuadro A-11



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 14. Gráfico de barras para acidez titulable por concentración de fertilizante foliar quelatado.

4.4.2 Acidez titulable factor "B" variedad de tomate.



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

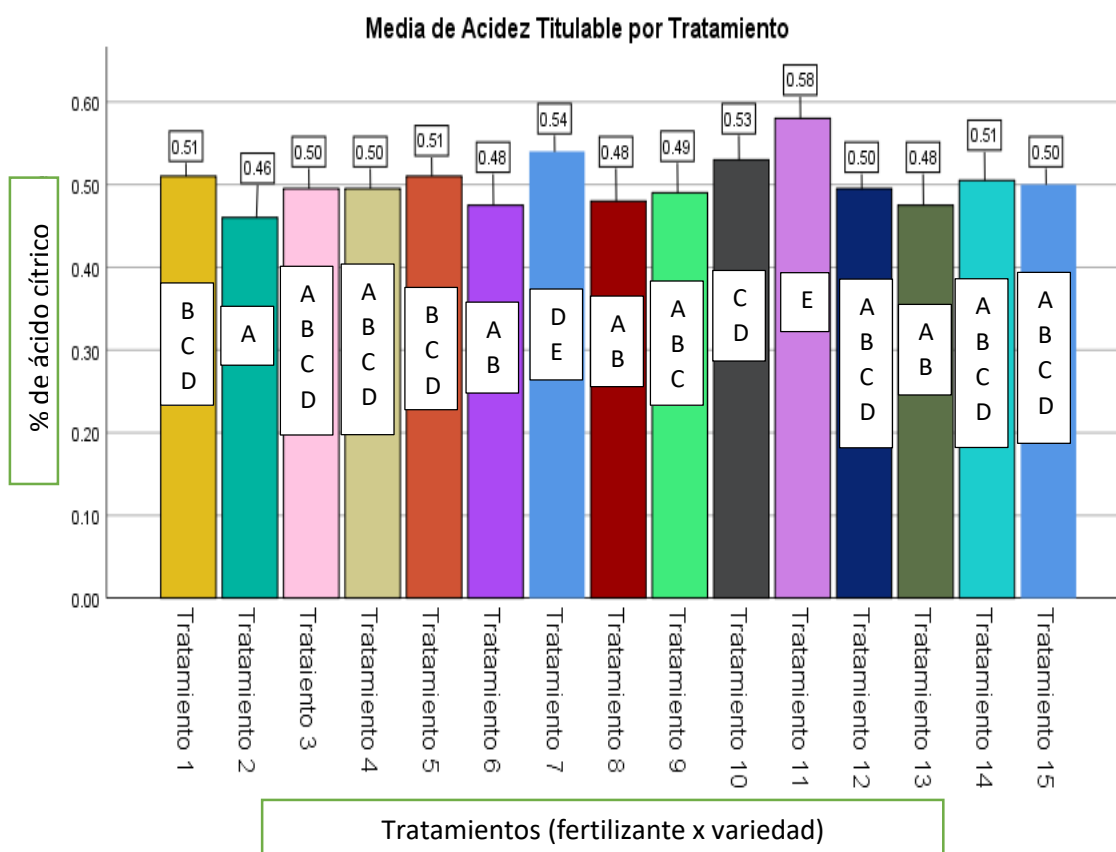
Figura 15. Gráfico de barras para acidez titulable por variedades de tomate.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las variedades de tomate (Magine; Carrucha; Domi; Dodel; Decia) presentaron diferencias altamente significativas en la acidez

titulable (% de ácido cítrico), cuadro 8 siendo las variedades Magine y Decia las que presentaron la mayor acidez titulable con unos valores promedio de 0.52 y 0.51 % de ácido cítrico y la variedad Domi la que presentó la menor un valor promedio de 0.48 figura 15 y cuadro A-12

4.4.3 Acidez titulable factor A x B tratamiento.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que la interacción A x B (T1: 25 cc- Var. Magine; T2: 25 cc-Var. Carrucha; T3: 25cc-Var. Domi; T4: 25 cc-Var. Dodel; T5: 25 cc-Var. Decia. T6: 35 cc- Var. Magine; T7: 35 cc-Var. Carrucha; T8: 35cc-Var. Domi; T9: 35 cc-Var. Dodel; T10: 35 cc-Var. Decia. T11: 15 cc- Var. Magine; T12: 15 cc-Var. Carrucha; T13: 15cc-Var. Domi; T14: 15 cc-Var. Dodel; T15: 15 cc-Var. Decia) presentaron diferencias altamente significativas en la acidez titulable (% de ácido cítrico), cuadro 8 siendo el tratamiento 11 el que presentó la mayor acidez con un valor promedio de 0.58% de ácido cítrico y el tratamiento 2 el que presentó el menor con un valor promedio de 0.46% de ácido cítrico figura 16 y cuadro A-13



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

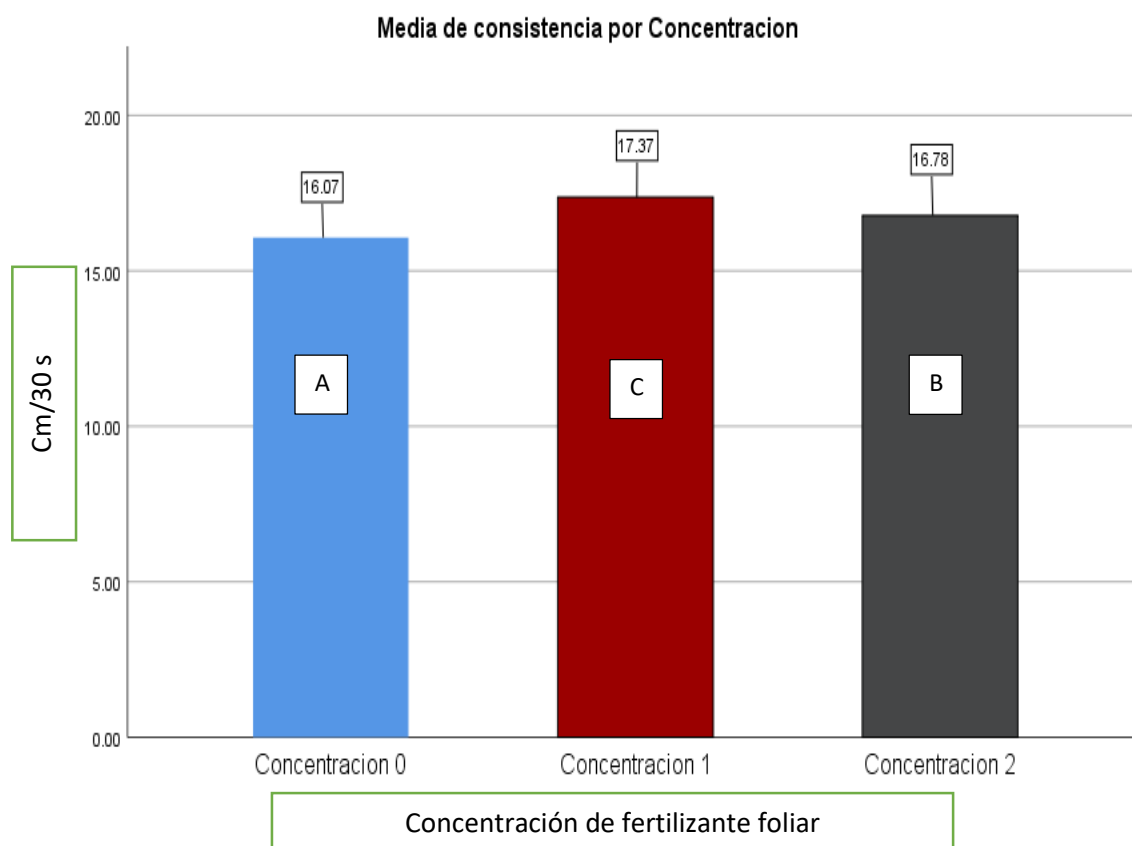
Figura 16. Gráfico de barras para acidez titulable por tratamiento (variedad de tomate/ concentración de fertilizante foliar quelatado).

En relación a la información mostrada en las figuras 14, 15 y 16 correspondientes al efecto de las diferentes concentraciones de fertilizante foliar quelatado, variedad de tomate y la interacción entre estas sobre la acidez titulable se determinó que las variedades estudiadas poseen una acidez menor a aquellas especializadas para la industrialización analizadas por Ciruelos et al. En el año 2007; esto puede deberse a factores genéticos de los materiales en estudio ya que según la investigación de Peña

et al. El uso de sistemas hidropónicos no tiene influencia sobre esta característica y las variaciones están más relacionadas con los valores de acidez a los que el jugo de tomate está habituado a tomar.

4.5 Consistencia (Cm/ 30 s)

4.5.1 Consistencia factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.



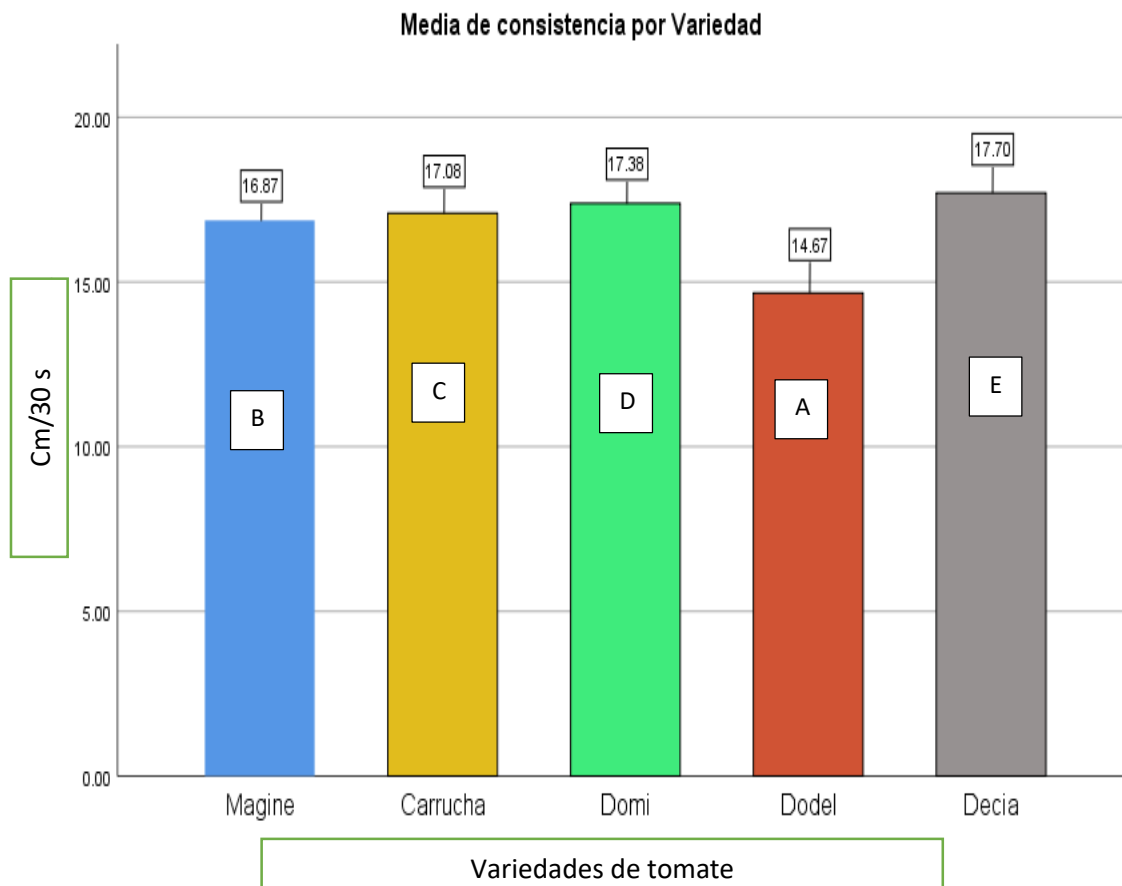
Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 17. Gráfico de barras para consistencia por concentración de fertilizante foliar quelatado.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las concentraciones de fertilizante foliar quelatado (concentración 0= 15 cc; concentración 1 = 25 cc y concentración 2 = 35 cc) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en la consistencia (cm/30 s), cuadro 8 siendo la concentración 1 de 25 cc la que produjo la consistencia menor en densidad con un valor promedio de 17.37 cm/30 s y la concentración 0 de 15 cc la de mayor densidad con un valor promedio de 16.07 cm/30 s figura 17 y cuadro A-14

4.5.2 Consistencia factor "B" variedad de tomate.

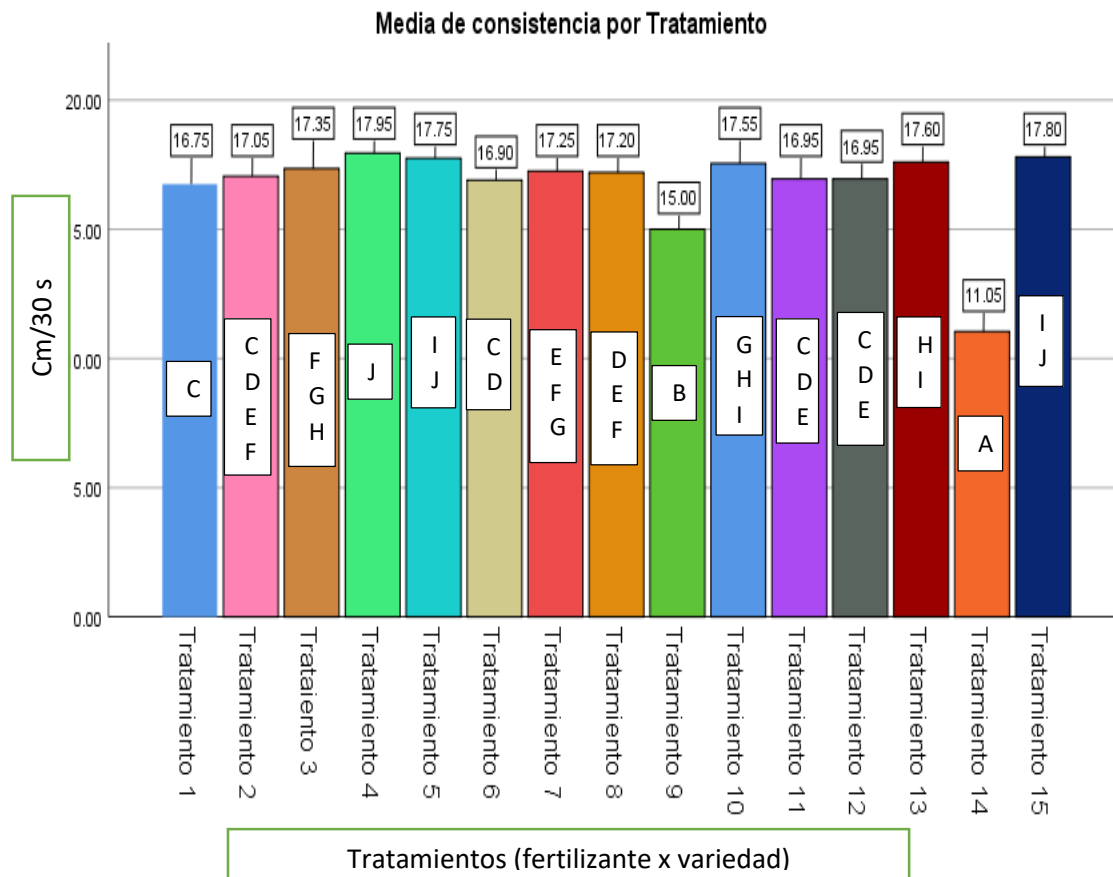
Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las variedades de tomate (Magine; Carrucha; Domi; Dodel; Decia) presentaron diferencias altamente significativas en la consistencia (cm/30 s), cuadro 8 siendo la variedad Decia la que presento la consistencia menormente densa con un valor promedio de 17.70 cm/30 s y la variedad Dodel la que presento la mayormente densa con un valor promedio de 14.67 cm/30 s figura 18 y cuadro A-15



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)
 Figura 18. Gráfico de barras para consistencia por variedades de tomate.

4.4.3 Acidez titulable factor A x B tratamiento.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que la interacción A x B (T1: 25 cc-Var. Magine; T2: 25 cc-Var. Carrucha; T3: 25cc-Var. Domi; T4: 25 cc-Var. Dodel; T5: 25 cc-Var. Decia. T6: 35 cc- Var. Magine; T7: 35 cc-Var. Carrucha; T8: 35cc-Var. Domi; T9: 35 cc-Var. Dodel; T10: 35 cc-Var. Decia. T11: 15 cc- Var. Magine; T12: 15 cc-Var. Carrucha; T13: 15cc-Var. Domi; T14: 15 cc-Var. Dodel; T15: 15 cc-Var. Decia) presentaron diferencias altamente significativas en la consistencia (cm/30 s), cuadro 8 siendo los tratamientos 4, 15 y 5 los que presentaron la consistencia menormente densa con unos valores promedio de 17.95, 17.80 y 17.75 cm/30 s y el tratamiento 14 el que presento la consistencia mayormente densa con un valor promedio de 11.05 cm/30 s figura 19 y cuadro A-16



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

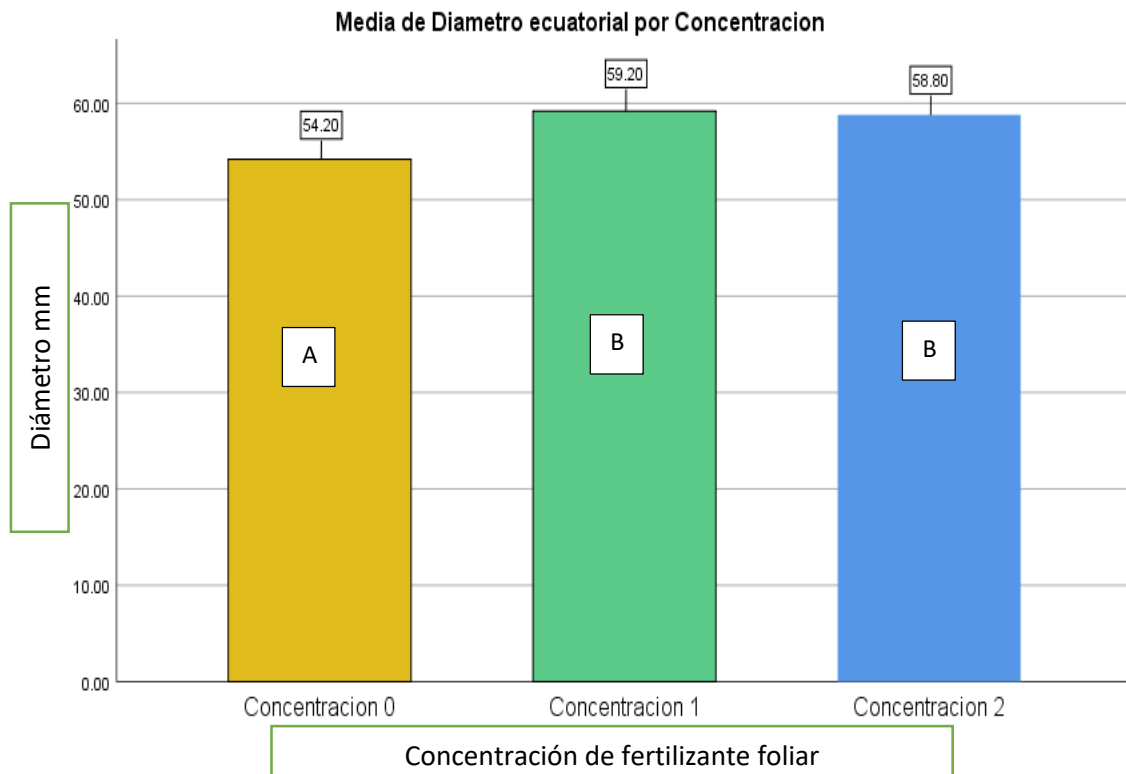
Figura 19. Gráfico de barras para consistencia por tratamiento (variedad de tomate/ Concentración de fertilizante foliar quelatado).

En relación a la información mostrada en las figuras 17, 18 y 19 correspondientes al efecto de las diferentes concentraciones de fertilizante foliar quelatado, variedad de tomate y la interacción entre estas sobre la consistencia se determinó que las variedades poseen poca densidad, esto puede constatarse con los resultados presentados en el apartado de rendimiento en jugo y sólidos solubles los cuales mostraron altos valores de jugo (mayores al 50 %) y sólidos solubles relativamente más bajos que los materiales especializados para su procesamiento, esto puede deberse a que las variedades estudiadas tienen la característica de ser altos en contenido de agua.

4.6 Diámetro ecuatorial de fruto (mm).

4.6.1 Diámetro ecuatorial de fruto factor "A" concentración de fertilizante foliar quelatado.

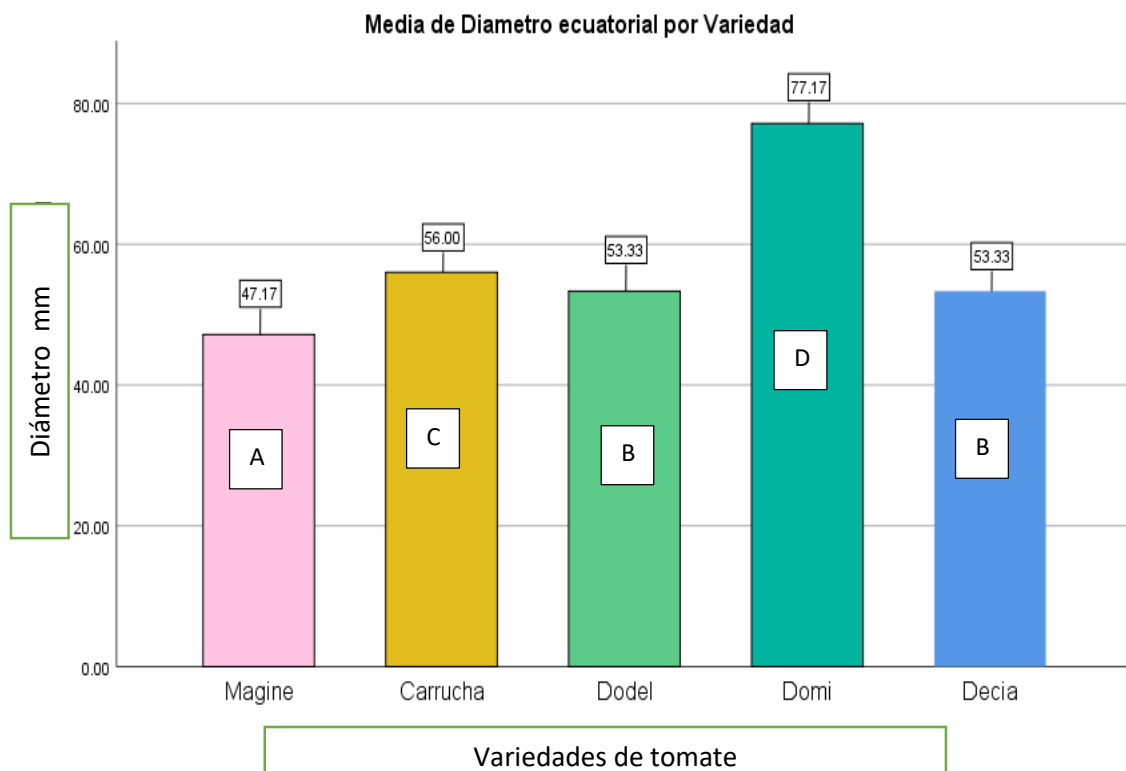
Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las concentraciones de fertilizante foliar quelatado (concentración 0 = 15 cc; concentración 1 = 25 cc y concentración 2 = 35 cc) presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en el diámetro ecuatorial de fruto (mm), cuadro 8 siendo la concentración 1 de 25 cc la que produjo los frutos de mayor diámetro con un valor promedio de 59.20 mm y la concentración 0 de 15 cc la de menor diámetro ecuatorial de fruto con un valor promedio de 54.20 mm figura 20 y cuadro A-17



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 20. Gráfico de barras para diámetro ecuatorial de fruto por concentración de fertilizante foliar quelatado.

4.5.2 Diámetro ecuatorial de fruto factor "B" variedad de tomate.



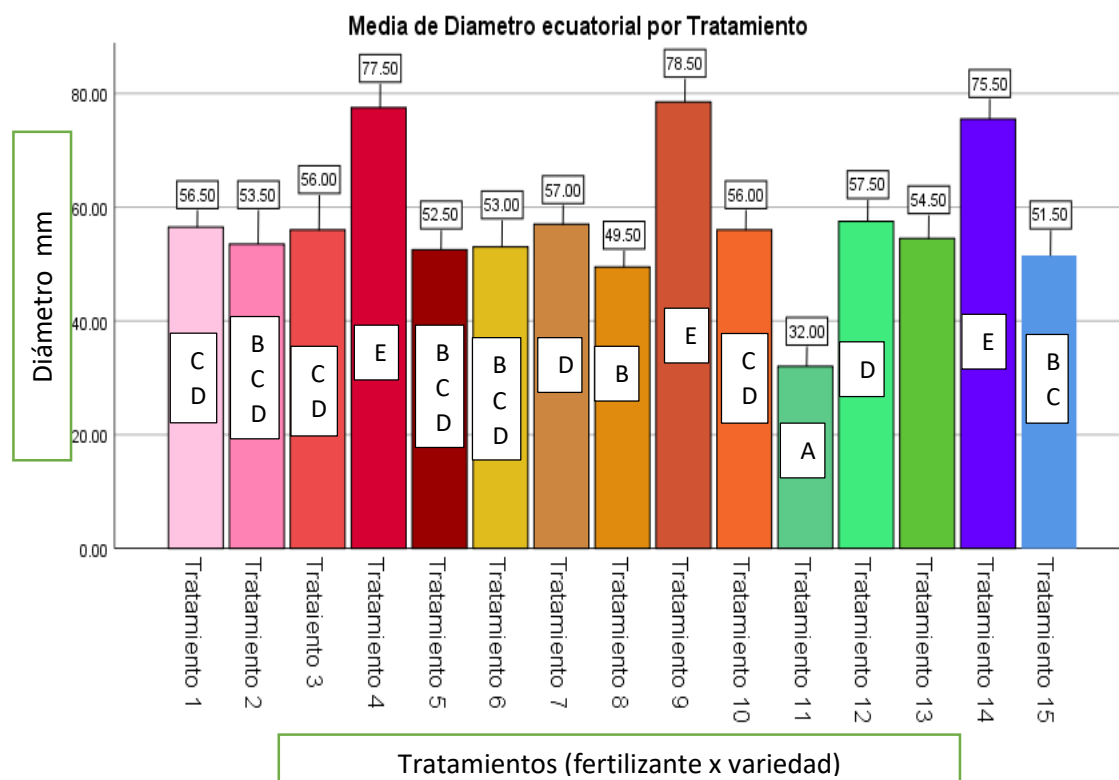
Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 21. Gráfico de barras para diámetro ecuatorial de fruto por variedades de tomate.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que las variedades de tomate (Magine; Carrucha; Domi; Dodel; Decia) presentaron diferencias altamente significativas en el diámetro ecuatorial de fruto (mm), cuadro 8 siendo la variedad Domi la que presentó los frutos de mayor diámetro con un valor promedio de 77.17 mm y la variedad Magine la que presentó los frutos de menor diámetro con un valor promedio de 47.17 mm figura 21 y cuadro A-18

4.6.3 Diámetro ecuatorial de fruto factor A x B tratamiento.

Al aplicar el análisis de varianza se demostró con una probabilidad de error de 0.0001 menor que la significancia $\alpha = 0.01$ que la interacción A x B (T1: 25 cc- Var. Magine; T2: 25 cc-Var. Carrucha; T3: 25cc-Var. Domi; T4: 25 cc-Var. Dodel; T5: 25 cc-Var. Decia. T6: 35 cc- Var. Magine; T7: 35 cc-Var. Carrucha; T8: 35cc-Var. Domi; T9: 35 cc-Var. Dodel; T10: 35 cc-Var. Decia. T11: 15 cc- Var. Magine; T12: 15 cc-Var. Carrucha; T13: 15cc-Var. Domi; T14: 15 cc-Var. Dodel; T15: 15 cc-Var. Decia) presentaron diferencias altamente significativas en el diámetro ecuatorial de fruto (mm), cuadro 8 siendo los tratamientos 9, 4, y 14 los que presentaron frutos de mayor diámetro con unos valores promedio de 78.50 y 75.50 mm y el tratamiento 11 el que presentó frutos de menor diámetro con un valor promedio de 32 mm figura 22 y cuadro A-19



Medias (n= 30) con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Figura 22. Gráfico de barras para diámetro ecuatorial de fruto por tratamiento (variedad de tomate/concentración de fertilizante foliar quelatado).

En relación a la información mostrada en las figuras 20, 21 y 22 correspondientes al efecto de las diferentes concentraciones de fertilizante foliar quelatado, variedad de tomate y la interacción entre estas sobre el diámetro ecuatorial de fruto se determinó

que las variedades según el cuadro 1 se clasifican los frutos obtenidos en la categoría 7 de la clasificación del Codex alimentarius, siendo según la figura 21 la variedad Domi la única que presentó frutos de categoría 8; esto puede explicarse según los resultados obtenidos por de la Rosa et al. En el año 2016 que determinó que esta característica está influenciada por el número de frutos en cada racimo siendo inversamente proporcional el tamaño de estos con respecto al número al mismo tiempo la aplicación de fertilización foliar ayuda a la obtención de cosechas de mayor tamaño y peso además la aplicación de calcio y boro vía foliar posee influencia en la obtención de frutos de mayor tamaño y calidad.

Las medidas de tendencia central que permiten observar el comportamiento de los datos como conjunto y determinar para el caso del coeficiente de variación el grado de confiabilidad de los mismos así como los p-valor de los factores de todas las características en estudio se resumieron dentro del cuadro 8:

Cuadro 8. Resumen medidas de tendencia central y dispersión para características de potencial industrial.

Característica De potencial industrial	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	p-valor factor A	p-valor factor B	p-valor factor AXB
Rendimiento en jugo	66.68	6.48	9.70%	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Sólidos solubles	4.56	0.32040	7.01%	0.0001**	0.0001**	0.0001**
pH	4.13	0.04340	10.40%	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Acidez titulable	0.50	0.03005	5.98%	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Consistencia Diámetro	16.7397	1.69	10.10%	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Ecuatorial de fruto.	57.40	11.74	20.40%	0.0001**	0.0001**	0.0001**

4.7 Análisis de componentes principales (ACP) para características de potencial industrial.

Con el fin de resumir las variables en estudio con una mínima pérdida de información se utilizó la técnica estadística de análisis de componentes principales (ACP) que transforma las variables cuantitativas originales que están correlacionadas entre sí, en unas pocas variables independientes (ortogonales) a las cuales les denominamos componentes principales los resultados de dicha prueba fueron los plasmados en el cuadro 9.

Cuadro 9. Matriz de correlación entre variables originales y componentes; variabilidad explicada por los componentes principales. Análisis de potencial industrial.

Variable.	CP 1	CP 2	CP 3	CP	Eigen-valores	% varianza
Rendimiento en jugo (%)	-0.09361	-0.13012	0.9065	1	2.03739	33.957
sólidos totales (°Brix)	-0.30922	0.65726	-0.16285	2	1.48832	24.805
pH	0.52363	0.048986	-0.077794	3	1.10107	18.351
Acidez titulable (% ácido cítrico)	-0.16675	-0.72236	-0.25344	4	0.857962	14.299
Consistencia (cm/30 s)	-0.45175	0.089891	0.2035	5	0.286636	4.7773
Diámetro ecuatorial (mm)	0.62414	0.13709	0.20013	6	0.228624	3.8104

En el cuadro 9 indica que:

Los componentes y Eigen valores descritos son construidos por la matriz de correlación ya que las variables están expresadas en diferentes unidades; la componente principal 1 explica el 33.96 % de la variación de los datos, la componente principal 2 explica el 24.81 % y la componente principal 3 explica 18.35%, siendo la variación total acumulada explicada de las componentes de 77% y sus eigenvalores son mayores a uno. Es decir, que las componentes principales 1, 2, 3 explican el 77% de la matriz de datos original con una pérdida mínima de información relevante.

Las variables que más contribuyen a la construcción del componente principal 1, el componente principal 2 y el componente principal 3, se detalla a continuación. Para el componente principal 1 tiene los valores mayores en valor absoluto: diámetro ecuatorial con 0.62414 y el pH con 0.52363, por ende, la componente principal 1 se encuentra caracterizada por el diámetro ecuatorial y mayor pH. El componente principal 2 tiene los valores mayores en valor absolutos: acidez titulable con 0.72236 y los sólidos totales con 0.65726, es decir, actúan en forma inversa, por lo que, la componente principal 2 se encuentra caracterizada por la acidez titulable y sólidos solubles. El componente principal 3 tiene el valor mayor en valor absoluto: rendimiento en jugo, por lo que, la componente principal 3 se encuentra caracterizada por dicha variable.

Debido a que ya se hizo la reducción de la dimensión de variables de potencial industrial a tres componentes principales por medio del ACP, y estas explican el 77% de la variación existen en los datos, por consiguiente se procedió a interpretar el Biplot de la figura 23, donde se observan tres clústeres de tratamientos bien diferenciados, y caracterizados por la cercanía de las variables en estudio que se encuentran correlacionadas, que en breve se detalla:

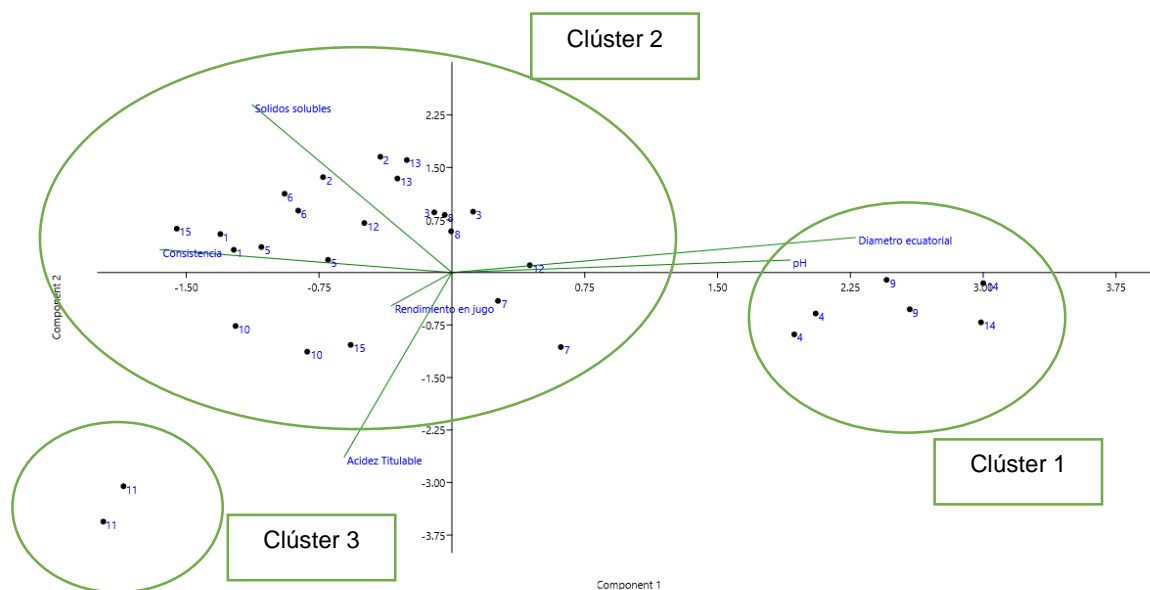


Figura 23. Biplot del análisis de componentes. Análisis de potencial industrial.

Dentro de la figura 23 se diferencian 3 grupos de datos o Clúster que indicaron la siguiente información:

Clúster 1 están aquellos tratamientos que mostraron mayor pH y diámetro ecuatorial siendo los tratamientos Dodel T14 R1 y R2; T4 R1 y R2 los que se caracterizan por un mayor diámetro ecuatorial y los tratamientos Dodel T9 R1 y R2 los que se caracterizan por pH más alcalino, sin embargo, por el efecto espejo, estos tratamientos tienen menor: rendimiento, consistencia y sólido soluble.

Clúster 2 están aquellos tratamientos con valores muy similares en las características rendimiento en jugo, sólido soluble y consistencia siendo los tratamientos Decia T 10 R1 y R2, Decia T15 los que se caracterizan por un presentar un alto rendimiento en jugo; los tratamientos Carrucha T2R1y carrucha T12R1 los que se caracterizan por un mayor contenido de sólidos solubles y los tratamientos Decia T15R1 y Magine T1 R1 y R2 los que se caracterizan por una consistencia más densa, sin embargo, por el efecto espejo, estos tratamientos tienen menor: diámetro ecuatorial y pH.

Clúster 3 están aquellos tratamientos con valores más altos de acidez titulable siendo estos los tratamientos Magine T11 R1 y Magine T11 R2 presentando la repetición 1 una acidez titulable más alta, sin embargo, por el efecto espejo, estos tratamientos tienen menor: rendimiento de jugo, consistencia, sólido soluble, diámetro ecuatorial y pH.

4.8 Análisis de parámetros hedónicos.

En la determinación del grado de aceptación de las variedades estudiadas se hizo uso de una prueba hedónica con un panel de 10 catadores semi entrenados donde se obtuvieron los resultados mostrados en el cuadro 10.

Cuadro 10. Hoja resumen para datos de prueba hedónica para 5 variedades de tomate por medio de panel de catación semi entrenado.

Tratamiento	Dulzor	Acidez	Color	Firmeza	Jugosidad
T1	7.24	5.92	7.45	5.59	8.65
T2	7.97	4.90	7.66	8.26	8.51
T3	6.81	5.02	7.56	7.72	9.09
T4	6.72	5.04	7.17	8.1	9.06
T5	6.98	5.03	7.6	8.19	9.04
T6	6.99	5.04	7.63	8.19	9.05
T7	7.07	5.14	7.79	8.15	9.01
T8	7.15	4.58	7.2	8.31	8.89
T9	7.26	5.66	7.77	8.19	9.40
T10	7.77	6.36	7.56	8.23	8.64
T11	7.81	3.88	8.45	6.32	9.25
T12	4.49	5.85	7.56	7.87	9.37
T13	5.23	4.99	8.23	8.55	8.18
T14	6.98	6.2	8.05	8.94	8.33
T15	6.76	5.12	8.43	7.39	9.36

Para el análisis de los datos de aceptación por parte de los catadores se utilizó en primera instancia la prueba de análisis de componentes principales (ACP) de los que se obtuvo la información del cuadro 11:

Cuadro 11. Matriz de varianza-covarianza entre variables originales y componentes; variabilidad explicada por los componentes principales. Prueba hedónica.

Parámetro	CP 1	CP 2	CP	Eigen valencia	% varianza
Dulzor	0.7588	0.63806	1	0.988443	43.036
Acidez	-0.24588	0.11983	2	0.650812	28.336
Color	0.036116	-0.09166	3	0.395733	17.23
Firmeza	-0.59862	0.73597	4	0.152481	6.6388
Jugosidad	0.064134	-0.16869	5	0.109337	4.7604

En el cuadro 11 indica que:

Los componentes y eigen valores descritos son construidos por la matriz de varianza-covarianza ya que los parámetros hedónicos están escritos en las mismas unidades; La

componente principal 1 explica el 43.04 % de la variación de los datos y la componente principal 2 explica el 28.34 % siendo la variación total acumulada explicada de las componentes de 71.38% y sus eigenvalores son mayores a uno. Es decir, que las componentes principales 1 y 2 explican el 71.38% de la matriz de datos original con una pérdida mínima de información relevante.

Los parámetros que más contribuyen a la construcción del componente principal 1 y el componente principal 2, se detalla a continuación. Para el componente principal 1 tiene los valores mayores en valor absoluto: dulzor con 0.7588 y firmeza con 0.5986, por ende, la componente principal 1 se encuentra caracterizada por el dulzor y firmeza, por su signo a mayor dulzor menor firmeza. El componente principal 2 tiene los valores mayores en valor absolutos: firmeza con 0.7360, dulzor con 0.6381 y jugosidad con 0.17, entonces la componente principal 2 se encuentra caracterizada por firmeza, dulzor y jugosidad.

Debido a que ya se hizo la reducción de la dimensión de variables por medio del Análisis de Componentes principales, se procedió a interpretar la figura 24 donde se observan tres clústeres de tratamientos bien diferenciados, y caracterizados por la cercanía de las variables en estudio que se encuentran correlacionadas, que en breve se detalla:

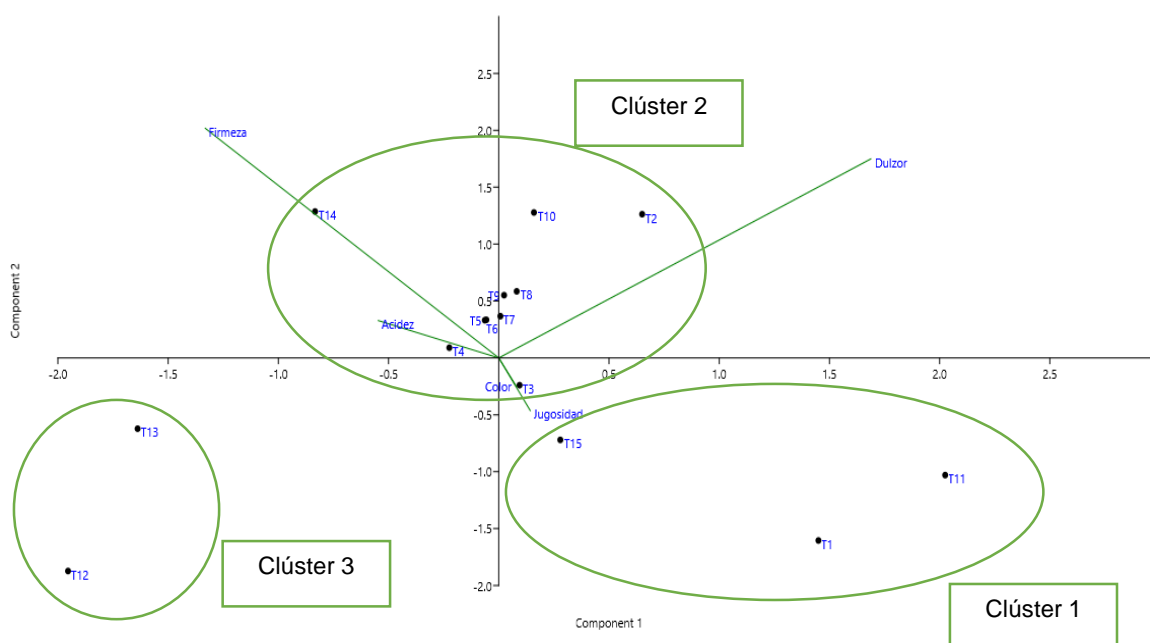


Figura 24. Biplot del análisis de componentes para prueba hedónica.

En el gráfico Biplot se diferencian 3 grandes cluster de datos..

El clúster 1 se encuentran aquellos tratamientos que recibieron una apreciación mayor en cuanto jugosidad por parte del panel de catadores no entrenados; siendo la variedad DECIA/15 cc de fertilizante (T15) aquella que mostro un valor más alto de este atributo, seguido de MAGINE/25 cc de fertilizante (T1) y por ultimo MAGINE/25 cc de fertilizante (T11). Dentro de este clúster se puede observar que T1, T11 y T15 están en dirección opuesta a los vectores que representa la firmeza y acidez, por ende, los tratamientos T1, T11 y T15 del clúster poseen menor firmeza y acidez según el panel de catadores.

El clúster 2 se encuentran aquellos tratamientos que obtuvieron una apreciación similar en los atributos de firmeza, acidez, dulzor y jugosidad; siendo la variedad DODEL/15 cc de fertilizante (T14), DECIA/25 cc de fertilizante (T5) y MAGINE/35 cc de fertilizante (T6) aquellas que mostraron una textura más firme; las variedades DOMI/35 cc de fertilizante (T8), CARRUCHA/35 cc de fertilizante (T7), DECIA/35 cc de fertilizante (T10) y CARRUCHA/25 cc de fertilizante/25 cc de fertilizante (T2) los que mostraron un sabor más dulce; la variedad DODEL/25 cc de fertilizante (T4) a que presento un sabor más ácido y la variedad DOMI/25 cc de fertilizante (T3) aquella que mostro una mayor jugosidad.

El clúster 3 están aquellos tratamientos que no recibieron una apreciación significativa en ninguno de los parámetros hedónicos evaluados por el panel de catadores, por ende, no se caracterizan por ninguna de las características mostradas, siendo las variedades DOMI T13 (T13) y CARRUCHA T12 (T12) las que conforman este grupo.

5. Conclusiones.

- Las características físico/químicas presentadas por las variedades en estudio hacen que su mayor potencial en industrialización sea para productos que no requieran altos espesores como salsas y jugos debido a los valores de rendimiento en jugo, consistencia y solidos totales.
- Los valores medios de solidos solubles de las variedades son menores que las presentadas por aquellas especializadas para su industrialización mientras que los valores de pH y acidez titulable indican que son más acidas que las variedades especializadas para su industrialización.
- Debido a la inexperiencia del panel de catadores utilizados en la prueba hedónica no se pudo definir de forma precisa si existen o no correlaciones entre los parámetros hedónicos evaluados.

6. Recomendaciones.

Destinar las variedades en estudio principalmente hacia el procesamiento de salsas y jugos ya que mostraron valores altos en la característica rendimiento en jugo y una densidad baja.

Para productos como los concentrados y pastas de tomate (productos que requieren concentrar mucho los °Brix) utilizar las variedades Domi y Carrucha que fueron las que presentaron valores promedio mayores en solidos solubles.

Para elaborar productos como tomates en conserva o tomate mínimamente procesado utilizar la variedad Domi que fue la que mostro los frutos de mayor diámetro.

Repetir la prueba hedónica con producto procesado y un panel especializado para obtener datos de aceptación de consumo de las variedades más precisos.

7. Bibliografía

Arredondo Sepúlveda, S. 2012. Cultivo de tomate industrial en Chile. Talca, Chile, Centro de estudios de alimentos procesados. 30 p.

Aldana Gutiérrez, MJ; Velásquez Mejía, WE. 2015. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de tomate de cocina con buenas prácticas agrícolas bajo sistemas de macro túneles, en el valle de Zapotitlán, ciudad Arce departamento de La Libertad. Tesis Master en consultoría empresarial. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 142 p.

Beltrano, J; Giménez, DO. 2015. Cultivo en hidroponía. La plata, Argentina, Editorial Universidad de la plata. 181 p.

Brandan de Antoni, EZ; Gonzales, AG; del Carmen Seco, E. 2009. Tomate destinado a industria. Catamarca, Argentina, Editorial científica universitaria. 35 p.

Cortez Alvarado, SA. 2020. Efecto de dos tipos de podas de formación en cinco variedades de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill.), en condiciones de invernadero e hidropónico en el rendimiento y calidad de los frutos. Tesis Ingeniería agronómica San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 34 p.

Culajay, E. 2017. Poda de frutos en tomate híbrido Tabaré; San Raymundo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuintla, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 20 p.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2016. Manual para la interpretación de resultados de análisis químicos y cálculos de enmiendas para suelos cafetaleros. San Salvador, El Salvador, s.e. 51 p.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2018. Programa de hortalizas: cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum*). San Salvador, El Salvador, s.e. 49 p.

Chaverria, CJ; Martínez Gamiño, MA; Alpuche Solís, AG; Garza Urbina, E. 2011. Guía para cultivar jitomate en condiciones hidropónicas y de invernadero en San Luis Potosí. México DF, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 57 p.

Ciruelos Campos, A; de la Torre Carreras, R; Gonzales Ramos, C. 2007. Parámetros de calidad en el tomate. Bilbao, España. s.e. 14 p.

Codex Alimentarius. 2007. Norma del Codex para tomate. 293. Especificaciones. Roma, Italia, FAO.

- De la Rosa Rodríguez, R; Lara Herrera, A; Lozano Gutiérrez, J; Padilla Bernal, LE; Avelar Mejilla, JJ; Castañeda Miranda, R. 2016. Rendimiento y calidad de tomate en sistemas hidropónicos abierto y cerrado. Ciudad de México, México, Revista Mexicana de ciencias agrícolas (17): 3439 - 3452
- Domínguez Lira, MR. 2007. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima, Perú, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 45 p.
- Disagro. s.f. Quelatos de calcio – magnesio – micro elementos. La libertad, El Salvador. 18 p
- Fornaris, GJ. 2007. Conjunto tecnológico para el cultivo de tomate: cosecha y pos cosecha. Mayagüez, Puerto Rico, colegio de ciencias agrícolas. 16 p.
- Instituto de Formación Agraria y Pesquera. 2012. Parámetros de calidad en tomate fresco. Domínguez, I (ed.). Andalucía, España, Junta de Andalucía. 15 p.
- Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA). 2004. Producción de hortalizas en condiciones tecnificadas. Rosenthal, E (ed.). Managua, Nicaragua, s.e. 65p.
- Mora, L. 2012. Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía (en línea). San José, Costa Rica. Consultado el 14 de ago. 2021. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_095.pdf
- Montalba, JN. 2009. Cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) en invernadero. Tesis Ingeniero de ejecución agropecuario. Punta Arenas, Chile. Universidad de Magallanes. 41 p.
- Maroto, J. 1995. Horticultura herbácea especial. 4 ed. Madrid, España, Editorial Mundi – Prensa. 611 p.
- Noale, N. 2015. Tomate para industria: revisión bibliográfica y selección de variedades en el valle medio de río negro. Tesis Ingeniero agrónomo. La Plata, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. 50 p.
- López M. 2016. Manual técnico de cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*). San José, Costa Rica. 17 p.
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). 2020. Datos sobre alimentación y agricultura (en línea). Roma, Italia. Consultado el 21 de jun. De 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). s.f. Capítulo 5: calidad en frutas y hortalizas (en línea). Roma, Italia. Consultado el 15 de sept. De 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y4893s/y4893s08.htm>

Peña, MY; Casierra Posada, F; Monsalve, OI. 2013. Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en cascarilla de arroz mezclada con materiales minerales y orgánicos. 2 ed. Bogotá, Colombia, Revista colombiana de ciencias hortícolas. 7 v, 11 p.

Quezada J. 2008. Respuesta de cultivo de tomate en sustrato de lana de roca a oxigenación de solución nutritiva. Proyecto fin de carrera. Almería, España. 10 p.

Universidad de El Salvador (UES). 2019. Catedra de manejo pos cosecha de productos agrícolas 2019: cosecha de productos agrícolas y su tratamiento. San Salvador, El Salvador, Departamento de Fitotecnia. 5 p.

Universidad de El Salvador (UES). 2018. Catedra de sistemas de producción agrícola II: cultivo hidropónico de hortalizas. San Salvador, El Salvador, Departamento de Fitotecnia. 10 p.

Sánchez, CF; Escalante, R; Espinosa, RP. 1991. Experiencias sobre la producción de flores y hortalizas en México con sistemas hidropónicos. Ciudad de México, México, editorial Chapingo. 74 p.

Universidad Zaragoza. 2013. El tomate. Francés, E (ed.). Aragón, España, s.e. 103 p.

8. Anexo.

Cuadro A - 1. Hoja de registro para valores de pruebas de laboratorio para determinar

los valores de los parámetros de importancia industrial.

Código de muestra	Rendimiento en jugo (%)	sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez titulable (% ácido cítrico)	Consistencia (cm/30 s)	Diámetro ecuatorial (mm)
CT2R1	67.71	4.9	4.11	0.47	17.1	54
CT2R2	66.37	4.8	4.12	0.45	17.0	53
CT7R1	58.58	4.5	4.20	0.55	17.2	58
CT7R2	58.17	4.6	4.18	0.53	17.3	56
CT12R1	68.07	4.7	4.10	0.48	16.9	57
CT12R2	68.05	4.7	4.09	0.51	17.0	58
DoT13R1	60.09	4.9	4.15	0.48	17.5	54
DoT13R2	60.03	4.9	4.15	0.47	17.7	55
Do T3R1	62.59	4.8	4.16	0.49	17.4	55
DoT3R2	62.57	4.9	4.18	0.50	17.3	57
DoT8R1	63.60	4.6	4.17	0.48	17.2	49
DoT8R2	62.96	4.7	4.17	0.48	17.2	50
MT1R1	69.46	5.00	4.07	0.51	16.8	57
MT1R2	69.30	4.9	4.07	0.51	16.7	56
MT6R1	78.39	4.9	4.12	0.48	16.9	52
MT6R2	78.38	4.9	4.10	0.47	16.9	54
MT11R1	71.24	4.1	4.10	0.59	17.00	31
MT11R2	71.38	4.11	4.09	0.57	16.9	33
DeT5R1	59.61	4.7	4.13	0.51	17.8	52
DeT5R2	59.63	4.8	4.10	0.51	17.7	53
DeT10R1	70.45	4.6	4.08	0.53	17.5	55
DeT10R2	69.79	4.4	4.09	0.53	17.6	57
DeT15R1	67.55	4.09	4.08	0.50	17.8	52
DeT15R2	67.12	4.1	4.10	0.50	17.8	51
DT4R1	70.47	4.00	4.19	0.50	18.00	78
DT4R2	70.43	4.03	4.20	0.49	17.9	77
DT14R1	57.24	4.3	4.14	0.51	11.00	75
DT14R2	56.04	4.4	4.16	0.50	11.09	76
DT9R1	77.66	4.4	4.20	0.49	15.00	78
DT9R2	77.68	4.2	4.19	0.49	15.00	79

Cuadro A - 2. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar quelatado en rendimiento en jugo.

Error: 0.1495 gl: 15

Concentración	Medias	n	E.E.	
0 (15 cc)	64.68	10	0.12	A
1 (25 cc)	65.81	10	0.12	B
2 (35 cc)	69.57	10	0.12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 3. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en rendimiento en jugo.

Error: 0.1495 gl: 15

Variedad	Medias	n	E.E.				
3 (Domi)	61.97	6	0.16	A			
2 (Carrucha)	64.49	6	0.16		B		
5 (Decia)	65.69	6	0.16			C	
4 (Dodel)	68.25	6	0.16				D
1 (Magine)	73.03	6	0.16				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 4. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en rendimiento en jugo.

Error: 0.1495 gl: 15

Concentración	Variedad	Medias	n	E.E.					
(T14) 0	4	56.64	2	0.27	A				
(T7) 2	2	58.38	2	0.27	A	B			
(T5) 1	5	59.62	2	0.27		B			
(T13) 0	3	60.06	2	0.27			B		
(T3) 1	3	62.58	2	0.27				C	
(T8) 2	3	63.28	2	0.27				C	
(T2) 1	2	67.04	2	0.27					D
(T15) 0	5	67.34	2	0.27					D
(T12) 0	2	68.06	2	0.27				D	E
(T1) 1	1	69.38	2	0.27				E	F
(T10) 2	5	70.12	2	0.27					F
(T4) 1	4	70.45	2	0.27					G
(T11) 0	1	71.31	2	0.27					G
(T9) 2	4	77.67	2	0.27					H
(T6) 2	1	78.39	2	0.27					H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 5. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en sólidos solubles (°Brix).

Error: 0.0050 gl: 15

Concentración	Medias	n	E.E.	
0 (15 cc)	4.43	10	0.02	A
2 (35 cc)	4.58	10	0.02	B
1 (25 cc)	4.68	10	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 6. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en sólidos solubles (°Brix).

Error: 0.0050 gl: 15

Variedad	Medias	n	E.E.		
4 (Dodel)	4.22	6	0.03	A	
5 (Decia)	4.45	6	0.03		B
1 (Magine)	4.65	6	0.03		C
2 (Carrucha)	4.70	6	0.03		C
3 (Domi)	4.80	6	0.03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 7. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento

(concentración x variedad) en sólidos solubles (°Brix).

Error: 0.0050 gl: 15

Concentración	Variedad	Medias	n	E.E.				
(T4) 1	4	4.02	2	0.05	A			
(T15) 0	5	4.10	2	0.05	A			
(T11) 0	1	4.11	2	0.05	A			
(T9) 2	4	4.30	2	0.05	A B			
(T14) 0	4	4.35	2	0.05	A B	C		
(T10) 2	5	4.50	2	0.05	B	C D		
(T7) 2	2	4.55	2	0.05	B	C D E		
(T8) 2	3	4.65	2	0.05		C D E F		
(T12) 0	2	4.70	2	0.05		D E F		
(T5) 1	5	4.75	2	0.05		D E F		
(T2) 1	2	4.85	2	0.05		E F		
(T3) 1	3	4.85	2	0.05		E F		
(T6) 2	1	4.90	2	0.05		F		
(T13) 0	3	4.90	2	0.05		F		
(T1) 1	1	4.95	2	0.05		F		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 8. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en pH.

Error: 0.0001 gl: 15

Concentración	Medias	n	E.E.		
0 (15cc)	4.12	10	3.4E-03	A	
1 (25cc)	4.13	10	3.4E-03		B
2 (35cc)	4.15	10	3.4E-03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 9. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en pH.

Error: 0.0001 gl: 15

Variedad	Medias	n	E.E.		
1 (Magine)	4.09	6	4.4E-03	A	
5 (Decia)	4.10	6	4.4E-03	A	
2 (Carrucha)	4.13	6	4.4E-03		B
3 (Domi)	4.16	6	4.4E-03		C
4 (Dodel)	4.18	6	4.4E-03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 10. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en pH.

Error: 0.0001 gl: 15

Concentración	Variedad	Medias	n	E.E.			
(T1) 1	1	4.07	2	0.01	A		
(T10) 2	5	4.09	2	0.01	A		
(T15) 0	5	4.09	2	0.01	A		
(T11) 0	1	4.10	2	0.01	A		
(T12) 0	2	4.10	2	0.01	A		
(T6) 2	1	4.11	2	0.01	A	B	
(T5) 1	5	4.12	2	0.01	A	B	
(T2) 1	2	4.12	2	0.01	A	B	
(T13) 0	3	4.15	2	0.01		B	C
(T14) 0	4	4.15	2	0.01		B	C
(T8) 2	3	4.17	2	0.01			C
(T3) 1	3	4.17	2	0.01			C
(T7) 2	2	4.19	2	0.01			C
(T9) 2	4	4.20	2	0.01			C
(T4) 1	4	4.20	2	0.01			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 11. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en acidez titulable.

Error: 0.0001 gl: 15

Concentración	Medias	n	E.E.		
1 (25 cc)	0.49	10	2.9E-03	A	
2 (35 cc)	0.50	10	2.9E-03	A	B
0 (15 cc)	0.51	10	2.9E-03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 12. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en acidez titulable.

Error: 0.0001 gl: 15

Variedad	Medias	n	E.E.			
3 (Domi)	0.48	6	3.8E-03	A		
4 (Dodel)	0.50	6	3.8E-03	A	B	
2 (Carrucha)	0.50	6	3.8E-03	A	B	
5 (Decia)	0.51	6	3.8E-03		B	C
1 (Magine)	0.52	6	3.8E-03			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 13. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en acidez titulable.

Error: 0.0001 gl: 15

Concentración	Variedad	Medias	n	E.E.					
(T2) 1	2	0.46	2	0.01	A				
(T6) 2	1	0.48	2	0.01	A	B			
(T13) 0	3	0.48	2	0.01	A	B			
(T8) 2	3	0.48	2	0.01	A	B			
(T9) 2	4	0.49	2	0.01	A	B	C		
(T3) 1	3	0.50	2	0.01	A	B	C	D	
(T4) 1	4	0.50	2	0.01	A	B	C	D	
(T12) 0	2	0.50	2	0.01	A	B	C	D	
(T15) 0	5	0.50	2	0.01	A	B	C	D	
(T14) 0	4	0.51	2	0.01	A	B	C	D	
(T1) 1	1	0.51	2	0.01		B	C	D	
(T5) 1	5	0.51	2	0.01		B	C	D	
(T10) 2	5	0.53	2	0.01			C	D	
(T12) 2	2	0.54	2	0.01				D	E
(T11) 0	1	0.58	2	0.01					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 14. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en consistencia.

Error: 0.0046 gl: 15

Concentración	Medias	n	E.E.		
0 (15 cc)	16.07	10	0.02	A	
2 (35 cc)	16.78	10	0.02		B
1 (25 cc)	17.37	10	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 15. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en consistencia.

Error: 0.0046 gl: 15

Variedad	Medias	n	E.E.				
4 (Dodel)	14.67	6	0.03	A			
1 (Magine)	16.87	6	0.03		B		
2 (Carrucha)	17.08	6	0.03			C	
3 (Domi)	17.38	6	0.03				D
5 (Decia)	17.70	6	0.03				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 16. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en consistencia.

Error: 0.0046 gl: 15

Concentración	Variedad	Medias	n	E.E.		
(T14)	0	4	11.05	2	0.05	A
(T9)	2	4	15.00	2	0.05	B
(T1)	1	1	16.75	2	0.05	C
(T6)	2	1	16.90	2	0.05	C D
(T12)	0	2	16.95	2	0.05	C D E
(T11)	0	1	16.95	2	0.05	C D E
(T2)	1	2	17.05	2	0.05	C D E F
(T8)	2	3	17.20	2	0.05	D E F
(T7)	2	2	17.25	2	0.05	E F G
(T3)	1	3	17.35	2	0.05	F G H
(T10)	2	5	17.55	2	0.05	G H I
(T13)	0	3	17.60	2	0.05	H I
(T5)	1	5	17.75	2	0.05	I J
(T15)	0	5	17.80	2	0.05	I J
(T4)	1	4	17.95	2	0.05	J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 17. Prueba de comparación de medias de Tukey para concentración de fertilizante foliar en diámetro ecuatorial de fruto.

Error: 0.0001 gl: 15

Concentración	Medias	n	E.E.	
0	1.72	10	2.8E-03	A
2	1.76	10	2.8E-03	B
1	1.77	10	2.8E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 18. Prueba de comparación de medias de Tukey para variedad de tomate en diámetro ecuatorial de fruto.

Error: 0.0001 gl: 15

Variedad	Medias	n	E.E.	
1 (Magine)	1.66	6	3.6E-03	A
3 (Dodel)	1.73	6	3.6E-03	B
5 (Decia)	1.73	6	3.6E-03	B
2 (Carrucha)	1.75	6	3.6E-03	C
4 (Domi)	1.89	6	3.6E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Cuadro A - 19. Prueba de comparación de medias de Tukey para tratamiento (concentración x variedad) en diámetro ecuatorial de fruto.

Error: 0.0001 gl: 15

Concentración	Variedad	Medias	n	E.E.	
(T11) 0	1	1.50	2	0.01	A
(T8) 2	3	1.69	2	0.01	B
(T15) 0	5	1.71	2	0.01	B C
(T5) 1	5	1.72	2	0.01	B C D
(T6) 2	1	1.72	2	0.01	B C D
(T2) 1	2	1.73	2	0.01	B C D
(T13) 0	3	1.74	2	0.01	B C D
(T10) 2	5	1.75	2	0.01	C D
(T3) 1	3	1.75	2	0.01	C D
(T1) 1	1	1.75	2	0.01	C D
(T7) 2	2	1.76	2	0.01	D
(T12) 0	2	1.76	2	0.01	D
(T14) 0	4	1.88	2	0.01	E
(T4) 1	4	1.89	2	0.01	E
(T9) 2	4	1.89	2	0.01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)



Figura A - 1. Siembra de semillas en bandeja de plantines.



Figura A - 2. Secuencia de emergencia plantines.



Figura A - 3. Riego y fertilización de plantines con solución nutritiva de inicio por el método de sub irrigación.



Figura A - 4. Aplicación preventiva de insecticida y fungicida en plantines.



Figura A - 5. Llenado de macetas con sustrato 40 % fibra de coco y 60% escoria volcánica



Figura A - 6. Instalación de goteros no auto compensables en cinta de riego.



Figura A - 7. Instalación de macetas en invernadero.



Figura A - 8. Trasplante de plantines a los 20 días de emergencia.



Figura A - 9. Preparación de solución nutritiva.



Figura A - 10. Revisión de pH y conductividad eléctrica en solución nutritiva.



Figura A - 11. Llenado de tanque de fertilización.



Figura A - 12. Tutoreo de plantas.



Figura A - 13. Monitoreo preventivo de plagas y enfermedades.



Figura A - 14. Floración de cultivo.



Figura A - 15. Fructificación de cultivo.



Figura A - 16. Podredumbre apical en frutos por deficiencia nutricional de calcio.



Figura A - 17. Determinación de índice de madurez por escala de color de fruto.

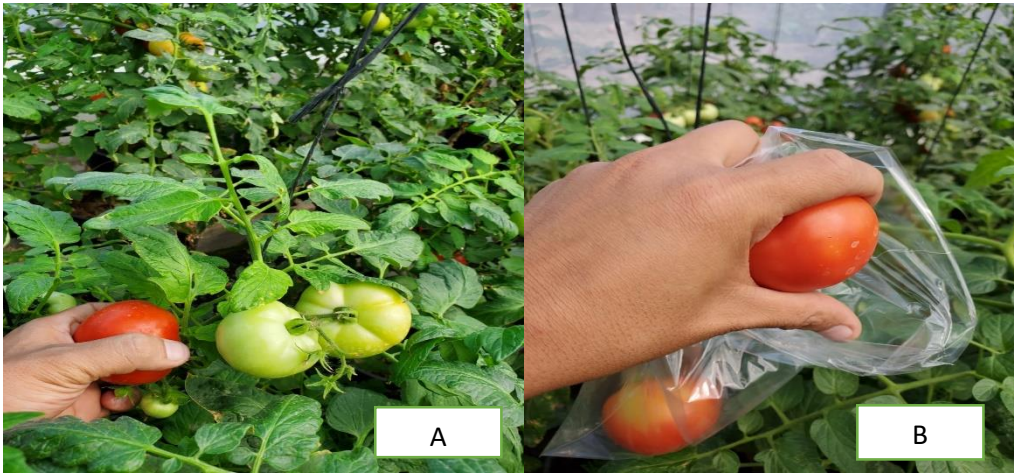


Figura A - 18. Cosecha y toma de muestras.



Figura A - 19. Licuado de muestras.

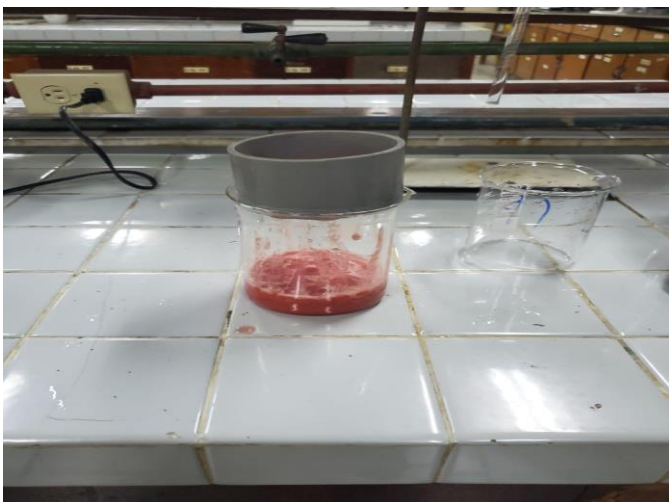


Figura A - 20. Filtrado de jugo.

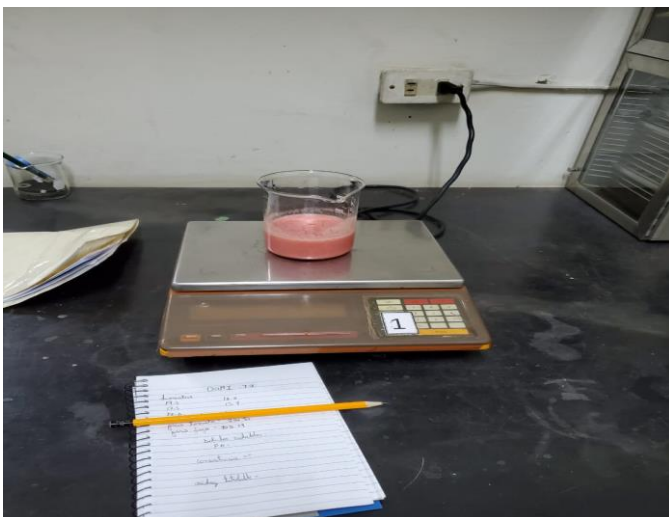


Figura A - 21. Pesado de jugo.



Figura A - 22. Determinación de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) con refractómetro análogo.



Figura A - 23. Medición de pH con pH-metro de electrodo externo.

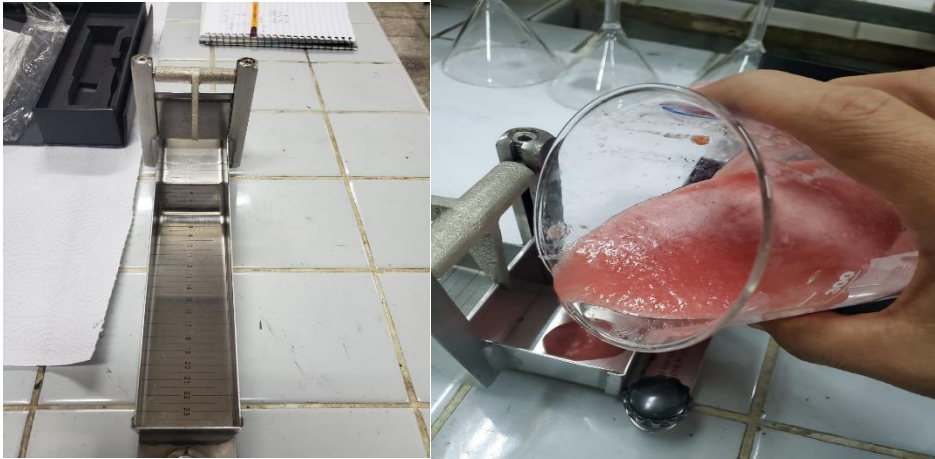


Figura A - 24. Medición de consistencia con consistocimetro de Bostwick.



Figura A - 25. Tratamiento de muestra de jugo con carbón activado.



Figura A - 26. Extracción de pigmentos de jugo mediante filtración con carbón activado.



Figura A - 27. Determinación de Acidez titulable por viraje de color.

Código de muestra:

Estudio de potencial industrial de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) cultivadas en condiciones de hidroponía e invernadero con aplicación de tres dosis de fertilizante foliar quelatado.

Prueba de aceptación hedónica.

Indicación: marque con una X un punto sobre la línea según su grado de apreciación del atributo que se menciona.

Color

Bajo ————— Alto

Firmeza

Bajo ————— Alto

Jugosidad

Bajo ————— Alto

A

Código de Muestra:

Estudio de potencial industrial de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) cultivadas en condiciones de hidroponía e invernadero con aplicación de tres dosis de fertilizante foliar quelatado.

Prueba de aceptación hedónica.

Indicación: marque con una X un punto sobre la línea según su grado de apreciación del atributo que se menciona.

Dulzor

Bajo ————— Alto

Acidez

Bajo ————— Alto

B

Figura A - 28. Formato de prueba hedónica.



Figura A - 29. Preparación de muestras para prueba hedónica.



Figura A - 30. Explicación de introducción a panel de catadores.



Figura A - 31. Catado de muestras de tomate durante prueba hedónica.