

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

Implicancias de la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos en la región San Martín

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Wilder Culqui Villalobos

<https://orcid.org/0000-0002-7423-1915>

Asesora:

Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara

<https://orcid.org/0000-0002-9702-8434>

Tarapoto, Perú

2023



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

**Implicancias de la producción del tomate
(*Solanum lycopersicum*) en sistemas
hidropónicos en la región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor

Wilder Culqui Villalobos

Sustentado y aprobado el 29 de mayo del 2023, ante el honorable jurado.



Presidente de Jurado
Dr. Jaime Walter Avarado Ramirez



Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Harry Saavedra Alva



Vocal de Jurado
Dra. Patricia Elena García Gonzales



Asesora:
Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara

Tarapoto, Perú

2023



"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

**Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo
Modalidad Informe de Tesis**

**(Resolución N° 762-2022-UNSM/CU-R, de fecha 04 de octubre del 2022)
(Resolución de Consejo de Facultad N° 090-2022-UNSM/FCA/CF)**

En la Universidad Nacional de San Martín, Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias-
Ciudad Universitaria, a las 9:30 horas, del día Jueves 29 del mes Mayo
del año dos mil veintitrés, se reunió el Jurado de Tesis, integrado por:

PRESIDENTE : Dr. JAIME WALTER ALVARADO RAMÍREZ
SECRETARIO : Ing. M.Sc. HARRY SAAVEDRA ALVA
VOCAL : Dra. PATRICIA ELENA GARCÍA GONZÁLES
ASESOR : Dra. ANA NOEMI SANDOVAL VERGARA

Para evaluar el Informe de tesis titulado: "Implicancias de la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos en la región San Martín", Presentado por la Bachiller en Agronomía: WILDER CULQUI VILLALOBOS.

Los Miembros del Jurado de Informe de Tesis, después de haber observado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran APROBADO con el calificativo de MUY BUENO en fe de lo cual se firmó la presente acta, siendo las 10:20 horas del mismo día, dándose por terminado el acto de sustentación.

Dr. Jaime Walter Alvarado Ramirez
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. Harry Saavedra Alva
SECRETARIO

Dra. Patricia Elena Garcia González
VOCAL

Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara
ASESOR

Wilder Culqui Villalobos
SUSTENTANTE

RECIBIDO POR:
DNI N°

Wilder Culqui Villalobos
48382915 FECHA: 29/05/2023

Declaratoria de autenticidad

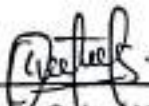

Wilder Culqui Villalobos, con DNI N° 48382915, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Implicancias de la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos en la Región San Martín.**

Declarajo bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 29 de mayo de 2023



Wilder Culqui Villalobos
D.N.I. N. 48382915

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Implicancias de la producción del tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) en sistemas hidropónicos en la región San Martín.</p>	<p>Área de investigación: Ciencias Agrícolas y Forestales</p> <p>Línea de investigación: Fitotecnia</p> <p>Sublínea de investigación: Horticultura Amazónica</p> <p>Grupo de investigación: N° 036-2022-UNSM/FCA/CF</p> <p>Tipo de investigación: Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor:</p> <p>Wilder Culqui Villalobos</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0000-0002-7423-1915</p>
<p>Asesor:</p> <p>Dr. Ana Noemi Sandoval Vergara</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía https://orcid.org/0000-0002-9702-8434</p>

Dedicatoria

Dedico este proyecto de tesis a Dios, quien ha estado a mi lado en cada momento, protegiéndome y dándome la magnitud de esfuerzo necesaria para seguir adelante, a mis padres Santiago Elmer Culqui Ugaz y Leonor Villalobos Tantalean, quienes han estado presentes a través de mis vivencias, velando por mi educación y bienestar, ofreciéndome su respaldo en cada situación y confiando plenamente en mi habilidad para superar cada reto, dedico este reconocimiento con especial gratitud a mi señora Llesica Amasifuen Amasifuen y mi pequeño hijo Diego Addiel Culqui Amasifuen, quienes son mi motivo para seguir superándome y creciendo profesionalmente, a mis hermanos y familiares por el respaldo constante que siempre me ofrecieron para poder culminar satisfactoriamente mis estudios superiores.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por el regalo de la existencia y el regalo de la salud y por guiarnos día a día, a mis queridos padres por todo lo que hacen por mí, mi eterna gratitud para ustedes por forjarme valores y darme los mejores consejos, a toda mi familia, por su compañía y confianza que han brindado. Agradezco profundamente a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín por el valioso acompañamiento que me han brindado a lo largo de este camino, por compartir su sabiduría durante nuestra preparación profesional, y en especial a la Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara por ser mi asesora durante el proceso de tesis, quien me ha guiado con paciencia y actitud.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de la investigación	17
2.2. Fundamentos teóricos	19
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	28
3.1.1. Ubicación política	28
3.1.2. Ubicación geográfica.....	28
3.1.3. Condiciones climáticas.....	28
3.1.4. Periodo de ejecución.....	29
3.1.5. Autorizaciones y permisos	29
3.1.6. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	29
3.1.7. Aplicación de principios éticos internacionales.....	29
3.2. Sistema de variables	29
3.2.1. Variable de estudio	29
3.3 . Procedimiento de la investigación	30
3.3.1 Objetivo específico 1	30
3.2.2 Objetivo específico 2.....	30
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSION	32
4.1 Resultados del objetivo específico 1	32

4.2 Resultados del objetivo específico 2.....	39
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de variables por objetivo específico.....	29
Tabla 2 Manejo del tomate y sus implicancias en sistemas hidropónicos en 3 experiencias en la región San Martín.....	33
Tabla 3 Experiencias de la producción del cultivo de tomate en sistema hidropónico en la región San Martín.	39

Índice de figuras

Figura 1 Perfil productivo del cultivo de tomate.....	51
Figura 2 Cultivo de tomate en el sistema hidropónico NFT	52
Figura 3 Sistema hidropónico con cultivos de tomate	52
Figura 4 Datos climatológicos por Provincia - Región San Martín.....	53

RESUMEN

El presente trabajo descriptivo tuvo como objetivo recopilar información bibliográfica sobre las implicancias de la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos en la región San Martín. respecto a la metodología el estudio fue de tipo descriptivo y exploratorio, se utilizó fuentes y antecedentes bibliográficos confiables de los últimos años. Para ello se analizó el manejo, sus implicancias y la producción del tomate en sistemas hidropónicos en 3 experiencias realizadas en la región San Martín, concluyendo que el manejo tomate en sistemas hidropónicos en 03 experiencias en la región San Martín, se requiere de una serie de prácticas y cuidados específicos como la instalación, siembra, trasplante, fertilización, riego, labores culturales, control de plagas y enfermedades y cosecha para garantizar un crecimiento saludable de las plantas y una alta productividad. De las experiencias de la producción del cultivo de tomate en sistema hidropónico en la región San Martín, se realizaron 3, una con sistema NFT y 2 con sustrato, siendo la experiencia 02 que obtuvo mayor rendimiento proyectado por hectárea de 310.09 tn, mientras que la experiencia 01 fue la de menor costo de producción proyectado por hectárea de S/ 95,557.64, y un mejor precio de venta a S/.1.50 por kilogramo generando mejor rentabilidad de 224.31% en comparación con las otras experiencias que obtuvieron 35.62% y 141.25%.

Palabras clave: Economía, hidroponía, implicancias, producción, tomate.

ABSTRACT

The objective of this descriptive study was to compile bibliographic information on the implications of tomato (*Solanum lycopersicum*) production in hydroponic systems in the San Martin region. The methodology of the study was descriptive and exploratory, using reliable bibliographic sources and background information from recent years. For this purpose, management, its implications and tomato production in hydroponic systems in 3 experiences in the San Martin region were analyzed, concluding that tomato management in hydroponic systems in 03 experiences in the San Martin region requires a series of practices and specific care such as installation, planting, transplanting, fertilization, irrigation, cultural work, pest and disease control and harvesting to ensure healthy plant growth and high productivity. The 3 experiences of tomato crop production in hydroponic system in the San Martin region were as following: one with NFT system and 2 with substrate. The experience 02 was the one that obtained the highest projected yield per hectare of 310.09 tn, while experience 01 was the one with the lowest projected production cost per hectare of S/ 95,557.64, and a better selling price of S/.1.50 per kilogram, generating a better profitability of 224.31% compared to the other experiences that obtained 35.62% and 141.25%.

Key words: economics, hydroponics, implications, production, tomato.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El creciente número de habitantes a nivel mundial ha provocado un aumento en la necesidad de alimentos, lo que ha llevado al sector agrícola a buscar soluciones que aumenten la producción sin dañar el medio ambiente. Algunos de los principales productores de tomate en sistemas hidropónicos son Holanda, Estados Unidos, México, Canadá, España e Israel. La hidroponía surge como una alternativa viable, ya que permite la producción de alimentos de alta calidad sin requerir grandes extensiones de tierra, ya que la calidad del suelo no es un factor determinante, aunque es crucial contar con un recurso hídrico de alta calidad. Sin embargo, el éxito de este tipo de sistema está influenciado por diversos factores que influyen en el proceso.

En la década de los 90, la primera compañía peruana en dedicarse al cultivo hidropónico fue "Invernaderos Hidropónicos del Perú", ubicada en la zona de Lurín, Lima. El área de cultivo con este sistema se expandió de 2,500 metros cuadrados a 5 hectáreas. La gran parte de los cultivos en sistemas hidropónicos se encuentran ubicados en Lima, seguidos por Cajamarca y Ayacucho en menor proporción (Pérez y Tellez, 2020)

Reategui (2018), detalla que, el tomate, una hortaliza cultivada en áreas de clima cálido y semitropical. En Perú se cultiva por su destacada productividad y valor nutritivo, lo que lo hace muy valorado a nivel global en unas 8,242 hectáreas anualmente, con una productividad media de 27.4 toneladas por hectárea. Su ciclo vegetativo, que puede variar entre tres y seis meses, depende de la variedad y la temperatura; temperaturas más altas acortan el ciclo, mientras que temperaturas más bajas lo prolongan.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020), reportan que, San Martín, se registró un incremento en la producción de los cultivos principales, como el tomate (181,1%), la papaya (54,8%), el maíz amarillo duro (17,3%) y la yuca (15,0%). El cultivo tradicional de tomates con riego manual o sin riego, presenta niveles de producción bajos, lo que disminuye la rentabilidad para los agricultores que se dedican a su cultivo.

Asimismo, Ríos et al. (2019), explica que, en San Martín, la aplicación de invernaderos con sistemas hidropónicos destinados al cultivo de hortalizas resulta una alternativa emergente. Sin embargo, su uso aún no es muy común debido a la falta de inversión en la construcción de invernaderos y a la falta de acceso a tecnología por parte de los agricultores.

En sistemas hidropónicos, los sustratos reemplazan al suelo y ofrecen a las plantas un medio para desarrollar sus raíces. Por lo tanto, es importante que el sustrato tenga las

propiedades físicas adecuadas para asegurar un óptimo crecimiento de la planta. La elección del sustrato dependerá de factores como la disponibilidad, la falta de actividad química, la baja salinidad, el pH neutro y la capacidad de intercambio catiónico, la durabilidad, la ausencia de microorganismos y contaminantes.

Abad (2019), hace referencia en su investigación que, la demanda de incrementar la producción de cultivos vegetales, la aplicación inapropiada de la tierra, la escasez de los recursos hídricos disponibles para la producción agrícola y la degradación ambiental son algunas de las causas que impulsan la búsqueda de opciones sostenibles a nivel mundial para el desarrollo de la agricultura, diferentes a las prácticas convencionales.

Castro (2019), afirma que la producción de cultivos en sistemas hidropónicos es factible, ya que hay mejoras significativas en cuanto a mayores rendimientos, floración más temprana, mejor calidad de productos, mayor ahorro de la cantidad de agua utilizada en la producción. La producción de cultivos hidropónicos se puede llevar a cabo mediante diferentes métodos o sistemas de sustitución del suelo, tratando de adecuarse a las formas, tamaños, procesos fisiológicos y crecimiento de las plantas (p.4).

Meza y Bustamante (2019), describen que, el cultivo sin suelo, al considerarse un sistema más integral y eficiente en relación con las técnicas de cultivo convencionales basados en el suelo, proporciona más ventajas que desventajas en el desarrollo de los cultivos, lo cual se evidencia en un mejor control de la nutrición, que resulta más manejable, la eliminación de problemas con malezas y la prevención del estrés hídrico debido a la disponibilidad constante de agua.

Para alcanzar este propósito, el objetivo principal fue reunir información bibliográfica acerca de las implicancias de la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos en la región San Martín para lo cual se determinó los siguientes objetivos específicos:

- a) Analizar el manejo del tomate y sus implicancias en sistemas hidropónicos.
- b) Describir las experiencias en la producción del cultivo de tomate en sistemas hidropónicos en la región San Martín

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Castro (2019), en su tesis sobre la producción hidropónica de tomate menciona que Se analizó el impacto en la recolección de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) cultivado mediante hidroponía, integrando micronanoburbujas (MNB) al sistema de riego por goteo (con la solución nutritiva) y empleando dos tipos de sustratos: arena (Ar) y una mezcla de arena con cascarilla de arroz (CAr). Se analizaron variables biométricas, tales como la altura de la planta, el tiempo hasta la floración, la fructificación y la cosecha, así como la longitud y el peso seco y fresco de las raíces. Además, se revisaron las variables de rendimiento, que incluyen el número de frutos por planta, el peso promedio de cada uno, tanto en su forma fresca como seca, y el peso total en fresco y seco de por planta, la productividad total y la cantidad de frutos que no son comercializables. Concluyó que las MNB no afectaron la altura de la planta, pero sí estimularon la acumulación de materia seca en las raíces y aumentaron la producción de frutos en el abono elaborado con cáscara de arroz combinado con arena exhibió un rendimiento mejorado al aplicar MNB y emplear un medio de oxigenación para la solución nutritiva. Por otro lado, el sustrato de arena demostró un rendimiento más eficaz en otras condiciones de rendimiento sin MNB ni oxigenación.

Ponce-Gamarra *et al.* (2019), en su trabajo de investigación “Cultivo y venta de hortalizas mediante sistemas hidropónicos en Lima Metropolitana”, tienen como objetivo principal de implementar un sistema a gran dimensión y suministrar artículos de alta calidad, sanos y limpios, orientados a los sectores A y B de la población de Lima, con edades comprendidas entre 18 a 55 años. Los investigadores llevaron a cabo un análisis interno del proyecto, con una previsión de desarrollo para un período de 5 años, obteniendo como resultados indicadores económicos y financieros de rentabilidad para el proyecto.

Rios-Rios (2019), menciona en su trabajo de investigación sobre “Sistema automatizado de monitoreo de la temperatura y la humedad del entorno sustrato en un invernadero para el cultivo de tomates, situado en el distrito de Morales” en su investigación describe la insuficiencia en la producción de tomates (*Lycopersicum esculentum*); la investigación descrita es de tipo aplicada ya que tiene como objetivo aplicar los resultados en la práctica, en este caso en la productividad del cultivo de tomate. También es experimental, ya que busca establecer una relación causal entre el uso del invernadero

que gestiona tanto la T° y la humedad del sustrato, y su impacto en la producción de tomates. También se busca identificar la relación entre estas dos variables. Los resultados obtenidos sugieren que la regulación de la T° y la humedad del suelo dentro del invernadero no es suficiente para obtener una buena productividad del tomate, sino que también es necesario regular la exposición a la luz solar, únicamente el 8% de las plantas en el exterior del invernadero fructificaron, produciendo un promedio de 3 frutos por cada ejemplar. En definitiva, la regulación automática de la T° y la humedad del sustrato en un invernadero no asegura por sí misma la eficiencia en la producción del cultivo.

Ccahua et al. (2020), en su trabajo de investigación de “Análisis de prefactibilidad para un proyecto de cultivo hidropónico de lechuga iceberg, espinaca baby y tomate cherry”. El objetivo planteado es evaluar la viabilidad del establecimiento de una empresa enfocada en la producción y venta de hortalizas cultivadas a través de la implementación de un sistema hidropónico NFT y sustrato orgánico. Como metodología del estudio es recopilar información estadística para evaluar las demandas del mercado objetivo en relación con el consumo de hortalizas y proporcionar productos adecuados diferenciados y satisfacer las expectativas de los consumidores, concluyen que, el sector de hortalizas hidropónicas es un desarrollo relativamente reciente, con las primeras empresas comprometidas con este tipo de cultivo establecidas hace aproximadamente 20 años. Aunque no hay diversas empresas enfocadas en la producción hidropónica de hortalizas, las tendencias reveladas por los censos agropecuarios indican que este sector está experimentando un rápido crecimiento debido a la demanda de productos inocuos.

Pérez y Téllez (2020), en su tesis titulada “Cultivo y venta utilizando el sistema hidropónico NFT de lechuga y tomate cherry en la ciudad de Arequipa”, se implementó un sistema hidropónico NFT a gran escala para la siembra de lechuga y tomate cherry y satisfacer la demanda del mercado objetivo de manera eficiente, se realizó un plan de negocio que incluya la determinación del tamaño del área de instalación, la capacidad y desempeño de los sistemas hidropónicos NFT. En conclusión, el volumen de materia prima, la formulación de los nutrientes, la cantidad de personal involucrado y la logística para la distribución de los productos, dando como resultado una producción favorable.

Conlago (2021), en su estudio sobre el cultivo de tomate hidropónico, que incluyó la evaluación de 4 variedades de tomate corazón de buey (*Solanum lycopersicum* L.), se encontró que los resultados agronómicos del tomate riñón bajo los dos sistemas de producción eran opuestos a los esperados. En el sistema de cultivo hidropónico se logró

una altura de planta superior en relación con el suelo convencional. Del mismo modo, la variable días hasta la floración presentó una interacción compleja entre los diferentes sistemas de producción, las variedades y el tipo de sustrato, resultando en un patrón de crecimiento indeterminado. Además, el estudio sobre la formación del fruto indicó una interacción entre los sistemas de cultivo, las variedades y el tipo de sustrato respecto a los días requeridos para la formación del fruto, con diferencias en el tiempo de formación entre los dos sistemas de producción.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Generalidades del tomate

Eroski (2015), explica que, la familia Solanáceas, que abarca aproximadamente 75 géneros y unas 2,300 especies vegetales, se encuentra el tomate. La mayoría de las plantas de esta familia son productoras de alcaloides tóxicos, como la belladona, la mandrágora y el beleño, aunque algunas, como el tomate, son seguras para el consumo.

Castro (2019) menciona que, el género *Lycopersicum* tiene su origen por zona andina, extendiéndose desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile, aunque estudios indican que es originario de México, el tomate es la segunda hortaliza más cultivada globalmente. Forma parte de la familia Solanaceae y su especie es *Solanum lycopersicum* Mill. Es una planta perenne que presenta un desarrollo arbustivo anual, que puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta. La raíz principal presenta una epidermis con pelos absorbentes al ser seccionada transversalmente, mientras que el tallo principal cuenta con un grosor de 2 a 4 cm en su base y da origen a hojas, tallos secundarios e inflorescencias.

Eroski (2015), detalla que, hay alrededor de cien tipos de tomates se agrupan en función de su uso, tamaño y forma, distinguiéndose entre tomates para cocinar y para ensaladas. Entre los tomates para ensalada encontramos variedades como Dan-Ronc, Monserrat, Cereza o Cherry, mientras que en lo que respecta a los tomates para cocinar destacan Daniela y Pera.

2.2.2. Taxonomía

De acuerdo con la información brindada por el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2022) la taxonomía del tomate es:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Sub división: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: *Solanaceae*

Género: *Solanum L.*

Especie: *Solanum lycopersicum L.*

2.2.3. Producción

Abad (2019), refiere que, el tomate es una hortaliza de considerable significancia económica a nivel global. China es el país con la mayor producción de tomates, con un total de 50.125 millones de kilos, lo que representa el 31% del total. India ocupa el segundo lugar con una producción de 17.500 millones de kilos, lo que equivale al 10,82%, mientras que Estados Unidos se encuentra en tercer lugar con una producción de 13,206.95 millones de kilos, equivalente al 8.16% del total.

Mejía (2022), menciona que, el tomate es una de las hortalizas de mayor relevancia económica a nivel global, con una producción anual que sobrepasa los 180 millones de toneladas. Esta producción se utiliza tanto para consumo directo como fresco, como también para la elaboración de productos industriales.

Eroski (2015), afirma que, los tomates están disponibles a lo largo del año, aunque los de mejor calidad para ensaladas se cosechan en los meses más cálidos del verano. Su contenido nutricional y aroma son más intensos cuando el tomate se madura al sol en el campo. Al igual que los pimientos y las berenjenas, que pertenecen a la misma familia botánica, los tomates son más resistentes a las altas temperaturas y más susceptibles al frío.

Lara y López (2020), reportan que, los tomates son una de las hortalizas más conocidas a nivel global y en el año 2016 se cultivaron alrededor de 177 millones de toneladas, lo que representa un aumento del 30% en la producción en comparación con 10 años atrás. La producción se extiende por una extensión de cerca de 5 millones de hectáreas, con una media de rendimiento de 3,7 kilos por metro cuadrado. Los principales productores son China e India, siendo esta última inferior a China con una producción promedio de 2,50 kilos por metro cuadrado.

2.2.4. Aportes nutricionales

Vásquez (2017), refiere que el cultivo de tomate comprende un 95% de agua, lo que convierte a esta hortaliza en un alimento de muy bajo aporte calórico. Pese a esto,

cuenta con hidratos de carbono, con mayoría de azúcares simples, confiriéndole así un sabor más dulce que el resto de los vegetales comunes, así como también es una fuente interesante de fibra, de minerales como el potasio, el magnesio y de vitaminas C, E y A (p.9).

2.2.5. Condiciones edafoclimáticas

La temperatura adecuada para el cultivo de tomates se encuentra en un rango de 20 a 30 °C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche. el diseño de plantación el más comúnmente utilizado es de 1.5 m entre las filas y 0.5 m entre las plantas en el cultivo convencional, mientras que, en plantas de tamaño intermedio, se emplea una distancia de 1 m entre las filas y 0.5 m entre las plantas. Las variedades de crecimiento indeterminado necesitan tutorado y poda de formación, procedimientos que se realizan después del trasplante y con la aparición de los primeros brotes laterales, se eliminan los tallos laterales y las hojas viejas, dejando solo uno o dos tallos y se realiza un desbrote de frutos para uniformar y mejorar el tamaño de los que quedan en la planta (Castro, 2019).

2.2.6. Manejo agronómico

Preparación de suelo

Castagnino (2008), citado por Mejía (2022) argumenta que la preparación del suelo tiene por objetivo mejorar las condiciones para el crecimiento y desarrollo del cultivo, formando en el suelo una estructura granular que mejore el almacenamiento y absorción de agua y la circulación de aire, el cual permitirá a las plantas profundizar sus raíces para la absorción de nutrientes (p.7).

Trasplante

El trasplante es una estrategia de siembra indirecta que consiste en mover plantas jóvenes, previamente desarrolladas en semilleros o almácigos, al sitio definitivo de cultivo, SAG (2006) citado por Mejía (2022). Esta práctica se utiliza principalmente en métodos de cultivo intensivo, se emplea para coordinar las siembras y economizar tiempo, permitiendo que las plantas lleguen al campo definitivo con una estructura bien formada.

Riego

Richardson y Brauer (1987), citado por Mejía (2022) indica que la aplicación del riego en el cultivo de tomate debe ser cuidadosa, ya que tanto la falta como el exceso de agua repercuten en la calidad y producción del fruto. Se ha encontrado una correlación

estrecha entre sequías intensas y rajaduras en el fruto, así como el exceso de agua con la presencia de enfermedades radicales de la planta. En suelos especialmente fértiles, el exceso de agua causa también un crecimiento una gran cantidad de ramas y una baja producción. Por otro lado, si el suelo se seca en exceso, puede provocar agrietamientos en los frutos (p.8).

Mejía (2022), menciona que, el cultivo de tomate requiere agua de manera crítica en tres momentos específicos: durante la germinación de las plántulas, durante la floración y cuando los frutos han logrado alrededor de un 20% de su crecimiento total. La escasez de agua en estos períodos influirá significativamente el crecimiento del cultivo y, en consecuencia, su rendimiento.

Ríos et al. (2019), en su informe explican que, para evaluar la producción de una planta es esencial analizar sus factores de rendimiento, como sucede con el tomate, comprenden la cantidad de frutos por planta y el peso individual de cada fruto. La cantidad de frutos que una planta produce depende de cuántas flores se polinizan y logran desarrollarse en frutos.

Mejía (2022), reporta que, en el Perú, los pequeños y medianos agricultores producen tomates para el consumo en fresco de manera continua durante todo el año, concentrándose principalmente en el departamento de Lima. En 2020, se cosecharon alrededor de 4,837 hectáreas de tomate, siendo Ica la región con la mayor extensión (1,031.50 ha), seguida de Lima (929.50 ha) y Arequipa (714.00 ha). La producción total llegó a 203,780 toneladas, con un promedio de rendimiento de 42.13 toneladas por hectárea. Ica tuvo la productividad media más alto con 103.52 t/ha, mientras que Arequipa y Lima tuvieron rendimientos de 49.48 t/ha y 28.42 t/ha, respectivamente

Fertilización

Ronchi et al. (2010), manifiestan que, la fertilización adecuada es esencial para lograr una cosecha de tomates de alta calidad y rendimiento. Según la investigación realizada, se ha encontrado requiere elevadas cantidades de nitrógeno N-P-K, para lograr un desarrollo adecuado. Para alcanzar un rendimiento de aproximadamente 40 toneladas de fruto por hectárea, se necesitan cerca de 93 kg de nitrógeno por hectárea, 20 kg de P₂O₅/ha y 126 kg de K₂O/ha. En suelos con baja fertilidad, se sugiere aplicar dosis más elevadas, tales como 75-100 kg de nitrógeno (N) por hectárea, 150-200 kg de fosfato de potasio (P₂O₅) por hectárea y 150-200 kg de óxido de potasio (K₂O) por hectárea.

Control de malezas

La presencia de malezas puede generar complicaciones al competir con el cultivo de tomate depende de recursos como la luz, el agua, nutrientes y espacio. Si no se lleva a cabo un control adecuado, estas plantas pueden disminuir el rendimiento del tomate en más del 30%. (Ronchi et al., 2010).

Plagas y enfermedades

La presencia de insectos dañinos en el cultivo de tomate varía significativamente según la zona donde se lleve a cabo. Entre las principales plagas que pueden afectar el cultivo se encuentran *Bemisia argentifolli*, *Aphis gossypii*, *Thrips tabaci*, *Melanagromiza tomaterae*, *Liriomyza huidobrensis*, *Agrotis spp.*, *Heliothis virescens*, *S. eridania*, *Spodoptera ochrea*, *Tuta absoluta*, *Prodiplosis longifila*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Trialeurodes vaporariorum*.

Diversas enfermedades causadas por patógenos pueden afectar al cultivo de tomate, tanto en las plántulas como en las hojas (tizones tempranos y tardíos), en los tallos dañados por (*Fusarium spp.*) y también en los frutos (pudrición en la parte apical y pudrición ocasionada por *Alternaria*) (Ronchi et al., 2010).

Cosecha

La cosecha del tomate puede hacerse a mano o con el uso de maquinaria. Por lo general, los tomates que se utilizan para la industria se cosechan de forma mecánica, mientras que los destinados para consumo fresco se prefieren cosechar de manera manual, lo cual demanda una mayor cantidad de trabajo humano y, por consiguiente, mayores costos (Ronchi et al., 2010).

2.2.7. Métodos de cultivo del tomate

Castro (2019), reporta que, ante la carencia de suelos fértiles y agua de buena calidad, se ha innovado para generar sustratos, tomando mucho auge en los últimos años, ya que mejoran la cantidad y calidad de los productos. En comparación con cultivos en sistema convencionales en invernadero (p.4).

Beltrano y Giménez (2015), mencionan que, la hidroponía es una técnica de cultivo que permite a las plantas desarrollarse sin la necesidad de tierra. De hecho, este tipo de cultivo se remonta a los tiempos antiguos cuando las plantas se desarrollaban en océanos primitivos y grandes cuerpos de agua que precedieron a la formación de la Tierra. La hidroponía, por lo tanto, precedió al cultivo tradicional en el suelo. Si bien los Jardines Colgantes de Babilonia son uno de los primeros ejemplos exitosos de cultivo

sin tierra, las herramientas utilizadas para el cultivo sin tierra fueron desarrolladas mucho antes en la historia humana.

Lara y López (2020), describe que, La técnica de cultivo hidropónico se basa en la creación de una mezcla líquida que incorpora oxígeno disuelto y los nutrientes fundamentales que permiten el óptimo crecimiento de las plántulas de manera totalmente disociada. La interacción entre los diferentes iones minerales, la conductividad eléctrica y el pH es crucial en este proceso. Para garantizar un óptimo resultado, es importante conocer la calidad del agua que se utilizará en la formulación de la solución nutritiva, dado que esto permitirá identificar los cationes presentes y verificar el grado de dureza del agua.

Galvis (2019), describe que, los frutos se cultivan tanto para su consumo directo como para su transformación industrial, y se pueden cultivar en diversas condiciones a lo largo del año debido a la gran demanda que tienen en todo el mundo. El tomate es un ingrediente muy valorado en la cocina internacional y es utilizado en una gran variedad de platos y recetas.

Guzmán et al. (2019), detallan que, Existen múltiples técnicas y tecnologías para producir cultivos de tomate, tales como sistemas de producción con cubiertas de plástico de polietileno, el uso de mallas anti áfidos y la utilización de porta injertos que permiten ajustar la tolerancia a plagas, la salinidad del suelo, la resistencia y la longitud entre nudos de las plantas. El objetivo es mantener altos niveles de producción durante todo el año.

Reategui (2018), afirma que, el cultivo de tomate en la región se ve favorecido por sus condiciones agroecológicas. Sin embargo, las fluctuaciones en la T° y la humedad relativa del aire pueden propiciar la aparición de epidemias causadas por hongos, virus, nematodos y bacterias.

2.2.8. Condiciones para un buen sistema hidropónico

Beltrano y Giménez (2015), hacen referencia a la mezcla nutritiva puede aplicarse de manera continua o intermitente en sistemas de canales profundos o semiprofundos. En el sistema NTF, creado por Cooper en la década de 1970, no se requiere un suministro adicional de oxígeno, ya que la solución se mueve constantemente. El oxígeno es proporcionado por la mezcla y el aire circundante a las raíces de las plantas. Sin embargo, a medida que la temperatura sube, el consumo de oxígeno se duplica, mientras que la concentración de oxígeno disuelto en la mezcla se reduce de 9.6 mg/L a 7.8 mg/L al incrementar la temperatura de 20°C a 30°C.

Meléndez (2017), concluye que, la hidroponía incrementa tanto la productividad como la eficiencia en el cultivo de hortalizas. En el caso del tomate, se utiliza un medio físico que sostiene las raíces, pero se requiere de esfuerzo y aprendizaje para lograrlo.

Goossens (2019), detalla que, para establecer un sistema hidropónico se necesita una fuente cercana de suministro de agua y electricidad. Se recomienda utilizar agua potable, aunque también se puede usar agua de ríos, pozos, reservorios, recolección de agua de lluvia o lagunas artificiales, siempre y cuando se realice un análisis previo para asegurar que no contenga algas ni lodo. El terreno debe tener una pendiente del 5% para permitir el buen flujo del agua en las canaletas. Además, es necesario contar con un técnico a tiempo completo que supervise el sistema hidropónico y se encargue de detectar cualquier cambio en las propiedades del agua o el ambiente, como el incremento de la temperatura.

Beltrano y Giménez (2015), reportan que, la hidroponía ofrece un mayor rendimiento en volumen en comparación con las plantas cultivadas de manera tradicional, con una cosecha que puede ser de dos a diez veces mayor. Además, este incremento de se alcanza un rendimiento en un menor periodo y área en comparación con la agricultura tradicional. La hidroponía permite el cultivo de plantas, principalmente herbáceas, en estructuras que pueden ser simples o complejas, sin ignorar las necesidades de la planta en relación con la temperatura, humedad, agua y nutrientes.

Abad et al. (2020), describen que el procedimiento se realiza ubicando recipientes dónde se empleen los tipos de nutrientes mismo que pueden ser: arena, fibra de coco, lana de roca, perlita, no debemos dejar un lado el elemento principal como es el agua, la mayoría de las técnicas a usar en la hidroponía implica el uso del sistema cerrado donde la solución nutritiva que está en excedente se la recupera, esto para reestablecer su composición química y así poder usarse otra vez. (p.14-15).

García (2015), en su informe menciona que, se realizó una comparación En el estado de Querétaro, sobre los sistemas de producción de tomate al aire libre y en agricultura protegida (hidroponía). En una superficie de 1000 m² en ambos métodos, se alcanzó una producción de 12 toneladas en el cultivo al aire libre y de 40 toneladas en el sistema hidropónico dentro de un invernadero, lo que significa una diferencia Un incremento del 330% en el rendimiento y una disminución del 33% en el tiempo de producción bajo condiciones protegidas (12 meses en lugar de 16 meses). Además, se observaron diferencias en la calidad de la cosecha obtenida.

Meléndez (2017), concluye en su estudio que, la hidroponía, que se basa en el cultivo sin suelo, reduce el consumo de agua y fertilizantes, al mismo tiempo que maximiza el

rendimiento por metro cuadrado. En el cultivo de tomate cherry, este método genera un mayor rendimiento de cosecha en comparación con otras hortalizas.

Abad et al. (2020), mencionan que, una técnica utilizada en la agricultura hidropónica es el Sistema de Capa Nutricional (NFT), que consiste en permitir el flujo continuo de una delgada capa de solución nutritiva sobre las raíces de las plantas, proporcionando tanto agua como alimento. Las especies vegetales se cultivan en canales elaborados con una capa de polietileno o tuberías de cloruro de vinilo (PVC), con las raíces ubicadas en el interior, protegidas de la luz mientras la solución nutritiva fluye. Para impedir el crecimiento de algas, el interior del canal debe ser completamente opaco, aunque su exterior es de color blanco.

2.2.9. Costos y rendimientos del tomate mediante el sistema hidropónico

Ccahua et al. (2020), concluye en su trabajo que el proyecto de la instalación de un sistema hidropónico para hortalizas tiene costo económico equivalente a S/. 673 836,00, esta cifra al ser positivo representa que el proyecto es económicamente rentable los primeros 5 años, es decir, arroja un beneficio aún después de cubrir las expectativas. Adicional a ello, presenta un VANF de S/. 551 651,00 (p.220).

Zoilo et al. (2021), en su investigación sobre la producción de tomates bajo sistemas controlados concluyen que, los márgenes brutos para los distintos niveles de producción son los siguientes: con una producción mínima de 150,000 kg/ha, el margen bruto es del 20%, lo que equivale a \$1,721,284.88; con un rendimiento promedio de 180,000 kg/ha, el margen bruto alcanza al 27%, que equivale a \$2,778,053.21; y para un rendimiento alto de 210,000 kg/ha, el margen bruto es del 32%, o \$3,834,821.55. El gasto en insumos abarca entre el 42% y el 30% de los ingresos totales, dependiendo del nivel de producción, siendo los principales: la depreciación anual del sistema hidropónico, los plantines y la fertilización.

Hortalizas

Oficina de Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC, 2018), Se entiende como plantas herbáceas cultivadas tanto para autoconsumo como para su comercialización en mercados nacionales e internacionales, con el objetivo de generar ingresos adicionales para el hogar.

Ladron (2019), Se trata de un grupo de plantas cultivadas, usualmente en huertos o áreas de riego, que se utilizan como alimento, ya sea frescas o cocidas. El término "hortaliza" engloba tanto las verduras como las legumbres verdes.

Sistema hidropónico

Beltrano y Giménez (2015), Es una técnica de cultivo que permite el desarrollo de las plantas en un entorno sin suelo, aplicando técnicas que maximizan la eficiencia del uso de agua y nutrientes.

Cajo (2016), Es un sistema de cultivo que utiliza la recirculación de una solución nutritiva disuelta en agua mediante un circuito conectado. Este enfoque permite controlar las condiciones y características de las cosechas de hortalizas, mejorando tanto su rendimiento como su calidad.

Solanum lycopersicum

Galvis (2019), Es una especie perteneciente a la familia Solanaceae, caracterizada como dicotiledónea y herbácea, y cultivada anualmente. Según la variedad, puede desarrollarse de forma rastrera, semierguida o erguida. Las plantas exhiben un sistema radicular que incluye una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias, las cuales pueden llegar a profundidades superiores a los 0,5 metros.

Gorini (2018), se cultiva como anual por razones económicas, debido a que las condiciones climáticas en diversas regiones requieren este enfoque.

Solución nutritiva

Beltrano y Giménez (2015), Es una mezcla líquida que proporciona oxígeno disuelto y todos los nutrientes minerales esenciales, tanto esenciales como no esenciales, para el crecimiento y desarrollo de las plantas, con estos nutrientes disueltos en forma inorgánica completamente separada.

Castro (2019), Es una solución de sales minerales disueltas en agua, cuya concentración puede ajustarse en función de la especie y la fase de crecimiento de la planta.

Tomate

Burbano y Vallejo (2017), Son frutos de forma redonda o ovalada, con cuatro compartimentos internos, y tienen un peso que varía entre 70 y 220 gramos. Se utilizan en la preparación de guisos, ensaladas, encurtidos y más.

Eroski (2015), Es el fruto de la tomatara, comestible y con una piel que puede ser roja, verde o amarilla, con una textura lisa y brillante. Su pulpa es extremadamente jugosa, mientras que las semillas son planas y de color amarillo

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

3.1.1. **Ubicación política**

San Martín es un departamento situado en el norte del Perú. Su capital es Moyobamba, y Tarapoto es la ciudad con mayor población. El departamento abarca un área de 51,253.31 km² y tiene alrededor de 851,000 habitantes.

La región San Martín limita con:

Norte: departamento de Loreto y Amazonas.

Sur: departamento de Huánuco.

Este: departamentos de Loreto.

Oeste: departamentos La Libertad

3.1.2. **Ubicación geográfica**

Latitud : - 5°48'34.63" S a - 8°11'5.1" S

Longitud : - 77°23'35.56" W a - 76°30'28.4" W

Altitud máxima : 4500 m.s.n.m (Tocache – Shunte – Agua Blanca)

Altitud mínima : 190 m.s.n.m (Porvenir - Pelejo). (Senamhi, 2023)

3.1.3. **Condiciones climáticas**

Ecosistema : Bosque cálido y húmedo.

Precipitación : 1157 mm. / Año.

Temperatura : Max = 27° C, Min = 23°C Prom =25°C.

Altitud : Mínima 190 m.s.n.m. y máxima 4500 m.s.n.m.m.

Humedad relativa : 82%. (Senamhi, 2023)

3.1.4. Periodo de ejecución

Este estudio se llevó a cabo entre enero y marzo de 2023.

3.1.5. Autorizaciones y permisos

Para este estudio, no se requirió ninguna autorización, dado que no impacta de ninguna manera en el medio ambiente.

3.1.6. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

La Investigación presente no generó impactos negativos al medio ambiente.

3.1.7. Aplicación de principios éticos internacionales

La investigación realizada se adhirió a los principios éticos fundamentales, incluyendo la integridad, el respeto hacia las personas y el ecosistema, así como la justicia.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variable de estudio

- Manejo del tomate
- Experiencias en la producción de tomate

Tabla 1

Descripción de variables por objetivo específico

Objetivo específico 1: Analizar las experiencias del manejo del tomate y sus implicancias en sistemas hidropónicos en la región San Martín.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Manejo del tomate.	- selección de área		
	- elección del sistema		
	- estructura del sistema		
	- semilleros		
	- fertilización		
	- trasplante	-Referencias	
	- manejo de cultivo	Bibliográficas	-Tabla
	- prácticas culturales		
	- plagas y enfermedades		
- cosecha y post cosecha			

Objetivo específico 2: Describir las experiencias en la producción del cultivo de tomate en sistema hidropónico en la región San Martín.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Experiencias en el manejo de tomate.	- Sistemas hidropónicos	-Experiencias	-Tabla

3.3 . Procedimiento de la investigación

Este trabajo se definió como un estudio descriptivo, basado en la revisión de fuentes bibliográficas fiables y en los antecedentes recopilados, para la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos.

3.3.1 Objetivo específico 1

Analizar las experiencias del manejo del tomate y sus implicancias en sistemas hidropónicos en la región San Martín.

Investigación de Fuentes: Se llevó a cabo una búsqueda detallada sobre la variable del problema en distintos repositorios autorizados, citando a los autores correspondientes en cada fuente consultada para la tesis.

Evaluación de Datos: Se examinó y se eligió la información pertinente para enriquecer el documento final de la tesis.

Organización de la Información: La información se estructuró de acuerdo con las normas de la APA séptima edición, empleando herramientas como Mendeley y Zotero, y aplicando técnicas de reformulación.

Elaboración del Documento: La tesis fue redactada conforme a la configuración y regulaciones establecidas por la universidad, siguiendo las directrices y el manual de redacción de proyectos de investigación de la UNSM 2022.

3.2.2 Objetivo específico 2

Describir la caracterización de experiencias en la producción del cultivo de tomate en sistema hidropónico en la región San Martín.

Analizar las experiencias del manejo del tomate y sus implicancias en sistemas hidropónicos en la región San Martín.

Investigación de Fuentes: Se llevó a cabo una búsqueda detallada sobre la variable del problema en varios repositorios reconocidos, citando a los autores correspondientes en cada fuente consultada para la tesis.

Evaluación de Datos: Se examinó y se eligió la información pertinente para enriquecer el documento final de la tesis.

Organización de la Información: La información se estructuró de acuerdo con las normas de la APA séptima edición, empleando herramientas como Mendeley y Zotero, y aplicando técnicas de reformulación.

Elaboración del Documento: La tesis fue redactada conforme a la configuración y regulaciones establecidas por la universidad, siguiendo las directrices y el manual de redacción de proyectos de investigación de la UNSM 2022.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados del objetivo específico 1

El manejo del tomate en sistemas hidropónicos implica la aplicación de técnicas y prácticas específicas para el cultivo sin suelo, lo que permite un mayor control y optimización de las condiciones de cultivo, disminución del riesgo de plagas y enfermedades, y una mayor producción de tomate por metro cuadrado de cultivo. En la Tabla 2 se describe las experiencias del manejo agronómico y sus implicancias en sistemas hidropónicos del tomate en la región.

Tabla 2

Manejo del tomate y sus implicancias en sistemas hidropónicos en 3 experiencias en la región San Martín.

Etapa	Experiencias Desarrolladas en la Región San Martín		
	Experiencia 01, Chu (1995)	Experiencia 02, Beslinder (2009)	Experiencia 03, Culqui (2018) no publicada
Instalación de la estructura y el sistema hidropónico empleado	En la ciudad de Tarapoto a una altitud de 350 msnm, utilizando un área de 32 m ² se construyó una infraestructura con materiales de la zona (postes y cañabrava), y una cubierta de plástico transparente en el techo para la siembra de tomate utilizando el sistema hidropónico NFT.	Se construyó un área de 28 m ² en la ciudad de Tarapoto a una altura de 306 msnm, utilizando en la infraestructura materiales de la zona (listones de madera, caña brava y bambú), con cobertura de plástico transparente quedando libre a los lados, empleándose el sistema hidropónico (sistema de goteo con recuperación), en este sistema se utilizó arena más cáscara de arroz en una relación 1:1 del volumen.	Esta experiencia se ejecutó en la ciudad de Tarapoto a una altura de 304 msnm, en un área de 30 m ² , con una infraestructura hecha por recursos locales tales como madera, caña brava y bambú, con plástico transparente en el techo y malla raschel al 50% a los lados, cerrado completamente. Se utilizó el sistema de goteo con recuperación empleándose arena más cascarilla de arroz en proporción 1:2 del volumen.
Siembra y trasplante	Se realizó la siembra indirecta mediante el uso de semilleros en cubos de espuma (duniopillo), luego se trasplantó a tubos de PVC-4" cuando las plantas tenían 10 cm en promedio, a una distancia de 0.60m x 0.25m. se utilizó la variedad rio grande.	La siembra se realizó en forma directa en las botellas descartables con sustrato estéril (cascarilla de arroz y arena), utilizando 5 semillas por cada botella a una densidad 0.25m x 0.4m, utilizándose la semilla de la variedad rio grande.	Se realizó la siembra indirecta utilizando una bandeja de germinación de 50 cavidades y se mantuvo en este lugar hasta que las plantas tengan las 4 hojas verdaderas, posteriormente se trasplantó a bolsas de 3 kg que contenía el sustrato libre de contaminantes (combinación de cascarilla de arroz y arena), con una separación de 0.5m x 0.25m. se utilizó la variedad rio grande
Fertilización y riego	Se utilizó la siguiente formulación: Nitrógeno Total: 9%, Ácido fosfórico asimilable: 30%, Potasio Soluble: 12%, Hierro Quelatizado: 1%, Magnesio Quelatizado: 0.05%, Cobre Quelatizado: 0.02%, Zinc	Se utilizó una solución compuesta por humos de lombriz y fertilizantes químicos (nitrato de amonio, potasio en forma de cloruro y superfosfato triple), diluidos en 52.65 litros de agua, conteniendo la siguiente composición química: 378 gramos	Se utilizó las soluciones A, B y C conteniendo la siguiente formulación: Nitrógeno: 25.5%, Fosforo: 10.22%, Potasio: 34.09%, Calcio: 17.04, Magnesio 6.8%, Azufre 5.1%, Hierro 0.59%, Manganeso 0.2%, Cobre 0.05%, Zinc 0.21%, Boro 0.051% y Molibdeno 0.005%.

	<p>Quelativado:0.02%, Azufre: 4.2%, Magnesio Quelativado: 1%, Molibdeno:0.0005%, Calcio de Nitrato:3.5%, Boro Ácido Bórico:0.01%, Aplicándose constantemente en forma de riego por goteo en cada planta.</p>	<p>de Nitrógeno, 40.5 gramos de Fósforo, 642.6 de potasio, 20.1 de magnesio y 188.49 de calcio. Se aplicó durante 2 veces al día, utilizándose una jarra graduada para cada planta.</p>	<p>Se aplicó constantemente en forma de riego por goteo en cada planta.</p>
	Experiencia 01, Chu (1995)	Experiencia 02, Beslinder (2009)	Experiencia 03, Culqui (2018) no publicada
Labores culturales	<p>Se realizó poda y deschuponado, que consiste en extraer las hojas viejas y brotes axilares, dejando siempre un solo tallo. También se realizó el tutoraje entre los 30 – 45 días después del trasplante, mediante el uso de colgados o entable, con alambre #12 a una altura de 1.60m sobre los tubos de PVC, donde se ataron cordeles de propileno (rafia). Además, se realizó el monitoreo constante de las soluciones nutritivas y el control de plagas y enfermedades.</p>	<p>Se ejecutó la actividad de poda y deschuponado extrayendo las hojas antiguas y los brotes en cuanto se observaba se aparición en forma manual, también se estableció el sistema de tutoraje entre los 30 y 45 días después de la siembra, utilizando para este fin un sistema colgado en V, buscando un crecimiento vertical de las plantas, esta actividad consistió en colgar caña brava en alineación paralela con las hileras de las plantas a una altura de 2.3m de la superficie del suelo se ubicó una cañabrava en el centro de dos filas, donde se amarraron cuerdas de polipropileno. Además, se realizó el desahije durante las primeras 3 semanas de sembrado, dejando una sola planta por botella y el monitoreo de posibles daños ocasionados por insectos o alguna enfermedad presentada.</p>	<p>Con el apoyo de una tijera desinfectada se realizó la poda y deschuponado, extrayendo las hojas viejas y brotes de cada planta y el tutoraje se efectuó entre los 35 a 50 días después del trasplante con el apoyo de un hilo rafia a una altura de 2.00 metros desde la altura del suelo sujetado de una caña brava. Además, se realizó en monitoreo permanente de la solución nutritiva y los posibles daños ocasionados por las plagas y enfermedades.</p>
Plagas y Enfermedades	<p>No se presentó daño por insectos, pero si se presentó enfermedades</p>	<p>No se registró incidencia de daño por insectos, pero si observó la presencia de</p>	<p>No se presentó daños por plagas ni enfermedades</p>

	virósicas (mosaico) en 2 plantas, realizándose el control de leche de vaca, además se realizó la aplicación de fungicida (<i>Hieloxil mix</i>) como prevención del hielio fungoso (Rancho).	<i>Botrytis cinerea</i> , para el control se aplicó benzimidazol (Protexin 500 FW) fungicida sistémico en una concentración de 35 mililitros por cada 20 litros de agua, además para prevenir enfermedades foliares como <i>Stemphyllium solani</i> , se aplicó extracto de carambola cada 10 días a una dosis de 10 mililitros por cada litro de agua.	
Cosecha	La cosecha se realizó a partir de los 70 días del trasplante definitivo, cuando los frutos estaban completamente rojos, teniendo una producción promedio de 34.53 frutos por planta	La cosecha se realizó a partir de los 68 días después de la siembra recolectándose solamente aquellos frutos que adquirirían el color rojo, teniendo una producción promedio de 37,07 frutos por planta.	La recolección se llevó a cabo después de 75 días del trasplante definitivo cuando los frutos tenía color naranja a rojizo, teniendo una producción promedio de 32.7 frutos por planta.

Culqui (2018) experiencia propia no publicada

Para las experiencias del manejo del tomate y sus implicancias en sistemas hidropónicos en la tabla 2, se refleja todo el proceso de producción de tomate bajo el sistema hidropónico en tres experiencias en la región San Martín, para la primera experiencia se desarrolló en la ciudad de Tarapoto, con una infraestructura hecha de materiales de la zona (postes y caña brava) y el techo de plástico transparente, donde se utilizó el sistema hidropónico NFT en tubos de 4", la semilla utilizada fue de la variedad rio grande y se realizó una siembra indirecta, el trasplante cuando tenían aproximadamente 10 cm, a un distanciamiento de 0.60mx0.25m, aplicándose un formulación de la solución hidropónica 9-30-12 de N-P-K respectivamente, realizándose labores culturales como poda y deschuponado, además se observó la presencia de enfermedades virósicas (mosaico) en 2 plantas, controlándose con leche de vaca, y la cosecha se realizó a partir de los 70 días cuando los frutos estaban completamente rojos, teniendo una producción promedio de 34.53 frutos por planta. Chu (1995)

Para la experiencia 2 se realizó en la ciudad de Tarapoto, con una infraestructura hecha de con materiales propias de la zona, con cobertura de plástico transparente quedando libre a los lados, empleándose el sistema hidropónico (sistema de goteo con recuperación), donde se utilizó arena más cascarilla de arroz en una relación de 1:1 del volumen, realizando la siembra directa a una densidad 0.25mx0.4m, utilizándose la semilla de la variedad rio grande y una solución compuesta por humos de lombriz y fertilizantes químicos (nitrato de amonio, cloruro de potasio y el superfosfato triple de potasio), también se realizó labores culturales como en desahije, poda y deschuponado y se observó la presencia de Botrytis cinerea, para el control se aplicó benzimidazol (Protexin 500 FW) fungicida sistémico a una dosis de 35 mililitros por cada 20 litros de agua, y la cosecha se realizó a los 68 días después de la siembra con una producción 37.07 frutos por planta. Beslinder (2009)

Para la experiencia 3 se realizó en la ciudad de Tarapoto, con una infraestructura hecha por recursos de la región, con plástico transparente en el techo y malla raschel al 50% a los lados, donde se utilizó el sistema de goteo con recuperación empleándose arena más cascarilla de arroz en proporción 1:2 del volumen, con una siembra indirecta, realizándose el trasplante cuando las plantas tenían 4 hojas verdaderas a una distancia de 0.5x0.25m de la variedad rio grande, se utilizó las soluciones nutritivas A,B y C, también se realizó labores culturales como poda y deschuponado, no se presentó el ataque de plagas ni enfermedades y la cosecha se realizó a los 75 días después de la siembra con una producción de 32.7 frutos por planta. Culqui (2018)

Instalación de la estructura y el sistema hidropónico empleado

Estos resultados están sustentados por Guzmán et al. (2019), quienes detallan que, existen múltiples técnicas y tecnologías para producir cultivos de tomate, tales como sistemas de producción con cubiertas de plástico de polietileno, el uso de mallas anti áfidos y la utilización de porta injertos que permiten ajustar la tolerancia a plagas, la salinidad del suelo, la resistencia y la longitud entre nudos de las plantas. El objetivo es mantener altos niveles de producción durante todo el año; asimismo Abad et al. (2020), mencionan que, una técnica utilizada en la agricultura hidropónica es el sistema de película nutricional (NFT), que consiste en hacer circular continuamente una delgada capa de solución nutritiva alrededor de las raíces de la planta, suministrando agua y nutrientes. Las plantas se cultivan en canales elaborados con una película de polietileno o tubos de cloruro de vinilo (PVC), donde las raíces se encuentran en su interior, protegidas de la luz, mientras la solución nutritiva fluye. Para prevenir el crecimiento de algas, el interior del canal debe ser completamente opaco, mientras que su exterior es de color blanco.

Siembra y trasplante

Campos (2008), en su trabajo realizado en Tarapoto, menciona que utilizó la variedad Rio Grande realizando labores de pre germinado por 12 horas, posteriormente efectuó la siembra de forma directa, utilizando humus de lombriz como sustrato a un distanciamiento de 0.25 entre hileras por 0.25 entre plantas y 5 semillas por golpe; asimismo Castro (2019) empleó el sistema de siembra indirecta utilizando vasos térmicos perforados y llenos a la mitad de arena para la germinación por un periodo de 25 días, posteriormente realizó el trasplante a unas mangas que contenían abono de cascarilla de arroz y arena de río a una proporción de 1:1, con un distanciamiento entre plantas de 40 cm.

Fertilización y riego

García y Thompson (2019), indican que, en los sistemas hidropónicos, los nutrientes se suministran a través de soluciones nutritivas. Es crucial mantener un equilibrio adecuado de nutrientes para cubrir las necesidades particulares del tomate en cada etapa de crecimiento. El monitoreo regular de la conductividad eléctrica (CE) y el pH de la solución nutritiva permite ajustar la concentración de nutrientes y mantener un ambiente óptimo para la absorción de nutrientes por parte de las raíces; asimismo Castro (2019) en su trabajo de investigación en sistema hidropónico en tomate menciona que las plantas fueron regadas con solución nutritiva A y B de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo suministrando micronanoburbujas al sistema de riego, donde utilizó la

siguiente formulación para 600 litros de agua (312 g de Nitrato de potasio, 240 g de Nitrato de calcio, 120 g de Nitrato de Magnesio, 108 g de Fosfato monopotásico, 120 g de sulfato de magnesio, 25 g de quelato de hierro, 4 g de sulfato de manganeso, 4 g de ácido bórico, 1 g de Sulfato de zinc, 0.60 g de Sulfato de cobre y 0.20 de Molibdato de amonio); de la misma manera Campos (2008) en su proyecto de tesis utilizó 3 dosis de humus de lombriz en tomate, con un sistema de cultivo organopónico, empleando una solución madre de 1.58 de Nitrógeno, 2,5 ppm de Fosforo, 2,4 ppm de Potasio y un pH de 6,8, utilizando un regador para la aplicación de las soluciones durante dos veces al día (una vez en la mañana y una vez en la tarde); por su parte Silva y Vela (2022), quienes plantean que, el suministro adecuado de agua es esencial en los sistemas hidropónicos. Se debe establecer un programa de riego regular y constante para mantener las raíces de las plantas hidratadas. Es fundamental prevenir el riego excesivo, ya que esto puede causar problemas de pudrición en las raíces. El seguimiento del nivel de humedad del sustrato o la solución nutritiva es clave para ajustar la frecuencia y duración del riego

Labores Culturales

Brown y Davis (2016), aducen que el tomate es una planta trepadora que requiere soporte para su crecimiento vertical. Se utiliza el tutorado para guiar y sostener las plantas a medida que crecen. Además, se realiza la poda de brotes laterales para redirigir la energía hacia la producción de frutos y mantener una estructura de planta adecuada. El manejo correcto del tutorado y la poda contribuyen a un desarrollo óptimo de la planta y facilitan la cosecha; así mismo Turner y Martinez (2015), enfatizan que, en sistemas hidropónicos, la polinización puede requerir atención adicional, ya que no hay polinizadores naturales, como abejas, presentes en el entorno controlado. Se pueden utilizar técnicas manuales, como el uso de vibradores o pinceles, para transferir polen de las flores masculinas hacia las femeninas y promover la polinización y el desarrollo de frutos, de la misma manera Castro (2019), en su trabajo de investigación manifiesta que fue imprescindible edificar una estructura para el soporte desde la fase vegetativa hasta la recolección, y realizó la eliminación de hojas viejas y tallos laterales.

Plagas y Enfermedades

Rodriguez (2020), señala que los sistemas hidropónicos no están exentos de plagas y enfermedades. Es importante implementar medidas preventivas, como el monitoreo regular de plagas y la implementación de prácticas de bioseguridad. El uso de métodos de gestión integrada de plagas y enfermedades, como la introducción de organismos beneficiosos y el uso de productos fitosanitarios adecuados, es esencial para mantener

el cultivo saludable; asimismo Savvas y Savva (2018), aseguran que, el cultivo hidropónico puede aprovechar al máximo el espacio disponible, y al evitar el suelo, se reduce el riesgo de enfermedades por este medio, como nematodos y patógenos fúngicos; de la misma manera Castro (2019), en su tesis titulada “Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum Mill*) suministrando micronanoburbujas al sistema de riego por goteo” menciona que para prevenir el ataque de plagas y enfermedades, se aplicaron productos orgánicos de manera preventiva.

Cosecha

Hidalgo (2000), en su proyecto de tesis para evaluar el rendimiento de tomate en la provincia de Lamas menciona que realizó la cosecha a los 75.25 días después del trasplante cuando los frutos estaban en estado pintón y maduro, asimismo Campos (2008) en su proyecto de tesis realizado en Tarapoto, menciona que la cosecha fue a los 95 días después de la siembra obteniendo en promedio 21 frutos por planta.

Finalmente, el manejo del tomate en sistemas hidropónicos implica una atención cuidadosa al riego, nutrición, tutorado, poda, control de plagas y enfermedades, y polinización. Estas prácticas contribuyen al crecimiento saludable de las plantas, la obtención de frutos de alta calidad y la maximización de la productividad en este sistema de cultivo.

4.2 Resultados del objetivo específico 2

La producción de tomate en San Martín es una actividad importante para la economía de la región, llevada a cabo principalmente por pequeños y medianos agricultores que utilizan técnicas tradicionales y algunas tecnologías modernas para el cultivo. En la tabla 3 se caracteriza la producción de tomate en sistema hidropónico en la Región San Martín.

Tabla 3

Experiencias de la producción del cultivo de tomate en sistema hidropónico en la región San Martín.

	Sistema	Área	N° Plantas	Costos producción	Rto Kg/ha	Precio Kg/S /	Beneficio bruto	Beneficio Neto	Relación B/C	Rentabilidad
Exp 1	NFT	1 ha	6666	95557.64	206604.60	1.50	309906.06	214349.26	3.24	224.31%

Ex p 2	Sustra to	1 ha	5785 7	228648.8 5	310090. 00	1.00	310090. 00	81,441. 15	1.35	35.62%
Ex p 3	Sustra to	1 ha	4000 0	96333.33	166000. 00	1.40	232400. 00	136066. 67	2.41	141.25%

Nota: adaptado de Chu (1995), Beslinder (2009), Culqui (2018) no publicada

Para las experiencias del cultivo de tomate, en la tabla 2 se reflejan los resultados, en donde se observa que en la experiencia 1, el resultado proyectado para una hectárea de 66,666 plantas, el costo de producción fue de S/ 95,557.64 y un rendimiento de 206.6 tn/ha, el mismo que se vendió a un precio de S/ 1.50, en donde se obtuvo una ganancia bruta de S/ 309,906.06, utilidad neta de S/ 214,349.26, una relación beneficio-costos de 3.24 y una rentabilidad del 224.31%, lo cual significa que por cada sol invertido se genera una ganancia de S/ 2.24. Chu (1995)

Para la experiencia 2, el resultado proyectado para una hectárea, con 57857 plantas el costo de producción fue de S/228,648.85 y el rendimiento de 310.09 tn/ha, se vendió a un precio de S/ 1.00, en donde se obtuvo un ingreso bruto de S/ 310,090.00, una ganancia neta de S/ 81,441.15, una relación de beneficio-costos de 1.35 y una rentabilidad del 35.62%, lo que señala por cada sol invertido genera una ganancia de S/ 0.35. Beslinder (2009)

Para la experiencia 3, el resultado proyectado para una hectárea, con 40,000 plantas el costo de producción fue de S/ 96,333.33 y un rendimiento de 166 tn/ha, se vendió a un precio de S/ 1.40, en donde se obtuvo un ingreso bruto de S/ 232,400.00, una ganancia neta de S/ 136,066.67, una relación beneficio-costos de 2.41 y una rentabilidad de 141.25%, lo cual indica que por cada sol invertido se obtiene una utilidad de S/ 1.41. Culqui (2018) no publicada

Estos datos están sustentados por Li y Omasa (2009), concluyeron que la deficiencia de luz azul en el cultivo de tomate mediante un sistema hidropónico con sustrato tiene un efecto adverso significativo en el rendimiento del cultivo. Los resultados indicaron una producción de 200 toneladas por hectárea, pero también revelaron que la ausencia de luz azul redujo tanto el número como el peso de los frutos, además de afectar negativamente la tasa de fotosíntesis. Esto subraya la importancia de optimizar las condiciones de iluminación en los sistemas hidropónicos para maximizar la producción y calidad de los tomates.

En el mismo contexto, Savvas, y Ntatsi, (2015), concluyeron que el uso de bioestimulantes de silicio en sistemas hidropónicos NFT para el cultivo de tomate produce efectos beneficiosos en el rendimiento del cultivo. Los resultados evidenciaron un incremento significativo en la cantidad y peso de los frutos, además de una mejora en su calidad, alcanzando una producción de 250 toneladas por hectárea. Estos resultados subrayan la importancia de integrar bioestimulantes en las técnicas agrícolas hidropónicas para maximizar la producción y realzar las características del tomate.

Resh (2013), concluyeron en su estudio que los sistemas de cultivo hidropónico, como el flujo y reflujos, el Nutrient Film Technique (NFT) y el cultivo en agua profunda, evidencia su alta rentabilidad al alcanzar un rendimiento de 145 toneladas por hectárea, lo que los convierte en opciones viables para aumentar la producción agrícola.

Cooper y Langhans (2015), concluyeron que el uso de la técnica NFT es altamente efectiva para lograr elevados rendimientos y rentabilidad. Sin embargo, es importante considerar que los costos de instalación son significativos, lo que debe evaluarse al adoptar esta tecnología.

Allen y Fonteno (2001), concluyeron que el sistema hidropónico ofrece condiciones ideales para el cultivo de tomate durante todo su ciclo vegetativo, lo que favorece una producción constante. La utilización de técnicas como el NFT y el empleo de sustratos son esenciales para el crecimiento del cultivo, permitiendo lograr rendimientos superiores a 200 tn/ha. No obstante, es importante considerar que los elevados costos de instalación constituyen un obstáculo para su adopción.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio y dentro de los lineamientos perseguidos a través de los objetivos trazados, se concluye lo siguiente:

1. De acuerdo al análisis de 03 experiencias en la región San Martín sobre el manejo del tomate en sistemas hidropónicos, se requiere de una serie de prácticas y cuidados específicos como la instalación, siembra, trasplante, fertilización, riego, labores culturales, control de plagas y enfermedades y cosecha para garantizar un crecimiento saludable de las plantas y una alta productividad.
1. Para las experiencias de la producción del cultivo de tomate en sistema hidropónico en la región San Martín, se realizaron 3, una con sistema NFT y 2 con sustrato, siendo la experiencia 02 que obtuvo mayor rendimiento proyectado por hectárea de 310.09 tn, mientras que la experiencia 01 fue la de menor costo de producción proyectado por hectárea de S/ 95,557.64, y un mejor precio de venta a S/.1.50 por kilogramo generando mejor rentabilidad de 224.31% en comparación con las otras experiencias que obtuvieron 35.62% y 141.25%, siendo muy recomendable realizar este sistema de producción en nuestra región.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al agricultor, llevar un registro y seguimiento constante de los parámetros clave como la humedad del sustrato, la conductividad eléctrica y el pH de la solución nutritiva. Esto permitirá realizar ajustes oportunos y asegurar un entorno óptimo para el crecimiento de las plantas.
2. A las Universidad Nacional de San Martín realizar investigaciones más detalladas sobre hidroponía en el cultivo de tomate en la región San Martín y transmitir a los productores para sus réplicas en campo ya que es rentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- abad, c., castillo, l., garcia, m., navarrete, f., & placencia, d. (2020). *diseño del proceso de implementación de cultivos hidropónicos en terrenos inutilizados en el distrito de piura*. obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13323/e-utb-faciag-agron-000031.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- abad, e. (2019). *evaluación de dos sustratos en la producción de tomate chonto (solanum lycopersicum) variedad rio grande bajo sistema de huerta urbana hidropónica*. obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28147/%20%09eabadn.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Allen, M.R., & Fonteno, W.C. (2001). *The Commercial Greenhouse*. CRC Press.
- beltrano, j., & gimenez, d. (2015). *cultivo en hidroponía: introducción al cultivo hidropónico*. obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4167/castro-blandin-eduardo-ariel.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- bernal bernal, á. a. (2017). *descripción de los sistemas automatizados y las tecnologías empleadas en el manejo de un cultivo hidropónico de tomate (solanum lycopersicum) , en portageville (ny), estados unidos*. tesis. obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1705/descripci%c3%93n%20de%20los%20sistemas%20automatizados%20y%20las%20tecnolog%c3%8das%20empleadas%20en%20el%20manejo%20de%20un%20>
- bres, w. (2016). *hydroponics: the essential hydroponics guide: a step-by-step hydroponic gardening guide to grow fruit, vegetables, and herbs at home*. createspace independent .
- brown, p. q., & davis, e. r. (2016). water management strategies for hydroponic tomato cultivation. en s. miller (ed.). *proceedings of the international conference on sustainable agriculture*, 78-92.
- burbano, e., & vallejo, a. (2017). *producción de líneas de tomate "chonto", solanum lycopersicum mill., con expresión del gen sp responsable del crecimiento determinado*. obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/5786

- cajo, a. (2016). *producción hidropónica de las tres variedades de lechuga (lactuca sativa l.), bajo el sistema nft, con tres soluciones nutritivas*. obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/tesis-136%20%20ingenier%c3%ada%20agron%c3%b3mica%20-cd%20413.pdf>
- castro blandin, e. (2019). *producción hidropónica de tomate (solanum lycopersicum mill) suministrando micronanoburbujas al sistema de riego por goteo*". obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4167/castro-blandin-eduardo-ariel.pdf?sequence=1>
- castro, e. (2019). *producción hidropónica de tomate (solanum lycopersicum mill) suministrando micronanoburbujas al sistema de riego por goteo*. obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4167/castro-blandin-eduardo-ariel.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- ccahua, a., chavez, a., bautista, c. a., chacon, j. j., & guillen, k. (2020). *estudio de prefactibilidad de un proyecto de producción de lechuga iceberg, espinaca baby y tomate cherry hidropónicos*. obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/19d6e436-0eb4-4044-8ee4-2aa37538bf8d/content>
- conlago, a. (2021). *evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de tomate riñon (solanum lycopersicum l.) en el sistema hidropónico en la granja yuyucocha, ibarra*. obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7448/2/articulo.pdf>
- cordova, j. d. (2017). *impacto del cambio climático en la producción de tomate en la región de san martín: un enfoque multidisciplinario*. tesis.
- Cooper, A.J., & Langhans, R.W. (2015). *Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower*. CRC Press.
- eroski , c. (2015). *hortalizas y verduras: guía práctica de verduras*. obtenido de <https://verduras.consumer.es/tomate/introduccion>
- estornell yanzi, m. e. (2018). *tomate hidropónico: una alternativa de producción y de valor agregado*. obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6761/estornell%20yanzi%2c%20m.%20e.%20tomate%20hidrop%20c3%b3nico%2c%20una%20alternativa%20de%20producci%c3%b3n%20y%20de%20valor%20agregado.pdf?sequence=1&isal](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6761/estornell%20yanzi%2c%20m.%20e.%20tomate%20hidrop%20c3%b3nico%2c%20una%20alternativa%20de%20producci%c3%b3n%20y%20de%20valor%20agregado.pdf?sequence=1&isal)

- galvis, d. a. (2019). *descripción de los sistemas automatizados y las tecnologías empleadas en el manejo de un cultivo hidropónico de tomate (solanum lycopersicum), en portageville (ny), estados unidos*. obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1705/descripci%c3%93n%20de%20los%20sistemas%20automatizados%20y%20las%20tecnolog%c3%8das%20empleadas%20en%20el%20manejo%20de%20un%20cultivo%20.pdf?sequence=1>
- garcia, m. (2015). *cultivo de tomate hidropónico: un análisis entre la producción de tomate a cielo abierto y bajo condiciones protegidas*. obtenido de chrome-extension://fheoggkfdfchfphceeifdbepaoicoaho/html/site_status_block_page.html
- garcia, m. j., & thompson, r. l. (2019). *hydroponic tomato production: best practices for optimal yield*. ny: academic press.
- gonzález, a. (2022). *análisis de la producción de tomate en la región de san martín: factores determinantes y perspectivas de desarrollo*. tesis.
- goossens, j. (2019). *guía técnica para la producción bajo hidroponía*. obtenido de www.rikolto.org/latinoamerica/rikoltola
- gorini, f. (2018). *guía completa del cultivo del tomate*. obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=_g5ddwaaqbaj&printsec=frontcover&dq=tomate&hl=es&sa=x&redir_esc=y#v=onepage&q=tomate&f=false
- guzman, a., corradis, f., martinez, j., allende, m., abarca, p., & felmer, s. (2019). *manual de cultivo del tomate al aire libre*. . obtenido de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/manualesdeproduccion/11%20manual%20tomate%20aire%20libre.pdf>
- huaman, m. a., & chavez, r. l. (2020). evaluación del rendimiento del cultivo de tomate en la región de san martín. *agricultura tropical*, 10(3), 45-62.
- inei. (2020). *san martí, marzo 2020*. obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inei.gov.pe/media/menurecursivo/publicaciones_digiales/est/lib1740/cuadros/snmartin/2_21_1.pdf
- itis. (2022). *solanum lycopersicum l.* obtenido de https://www.itis.gov/servlet/singlerpt/singlerpt?search_topic=tsn&search_value=521671#null

- ladron, v. (2019). *hortalizas, las llaves de la energía*. obtenido de https://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep_art88.pdf
- lara, c. e., & lopez, j. a. (2020). *prefactibilidad para la producción hidropónica de lechuga y tomate en santa rosa de copán*. obtenido de <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/8896/21823038-junio2020-m01-t.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- lima, a., & gómez, e. (2020). análisis económico de la producción de tomate en pequeñas fincas de san martín. *revista de economía agrícola*, 12(2), 78-92.
- lópez, r., & rodríguez, m. (2019). desafíos y oportunidades en la producción de tomate en la región de san martín. *revista de agricultura y desarrollo rural*, 25(3), 45-60.
- mejia, j. c. (2022). *produccion y comercializacion del cultivo de tomate (solanum lycopersicum l.) en el peru*. universidad nacional agraria la molina. obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5279/mejia-olivas-juan-carlos.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- melendez , p. (2017). *estudio de la producción hidropónica de hortalizas solanáceas. s.l.* obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13323/e-utb-faciag-agron-000031.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- meza, d., & bustamante, m. (2019). *costos de producción y rentabilidad en el cultivo hidropónico sistema nft, ucajali 2019*. obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13323/e-utb-faciag-agron-000031.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- midagri. (2022). *perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector*. obtenido de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrijoinezntu2mmuty2ezzc00yjq2ltg5yzutyzzjodrhzjg5ngy5iividci6ijdmmdg0nji3ltdmndatndg3os04ote3ltk0yjq2zmqznwyzzi9>
- pérez cari, m., & tellez garrido, i. (2020). *producción y comercialización con sistema hidropónico nft de lechuga y tomate cherry, en la ciudad de arequipa*. obtenido de https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2096/2020_matp-are_17-1_06_t.pdf?sequence=3&isallowed=y
- ponce, m., tanta, j., joseph, k., marin, y., & mejia, b. (2019). *producción y comercialización de hortalizas con sistema hidropónico en lima metropolitana*.

obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a1f98514-b786-4dd6-a85b-e2000ba79642/content>

Resh, H.M. (2013). *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*. CRC Press.

reategui, m. (2018). *control biológico de stemphyllium solani utilizando biotipos de trichoderma en el cultivo de tomate (lycopersicum esculentum l), en sector acauloma - san martín - Perú*. obtenido de https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/660/1/tfca_24.pdf

rios rios, b., torres flores, e., & celis escudero, j. e. (2019). *monitoreo automatizado de la temperatura y la humedad del suelo de un invernadero para la producción de tomate, distrito de morales*. tesis. obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3545/1/inf.%20invest.%20-%20buenaventura%20r%c3%ados%20r%c3%ados%20.pdf>

rodriguez, l. m. (2020). *nutrient solution management for maximizing tomato production in hydroponic systems*. tesis.

ronchi, c., serrano, l., silva, a., & guimarães, o. (2010). *manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. revisão de literatura*. obtenido de <https://www.scielo.br/j/pd/a/bymhd7dnqbbbsbtphdmdymb/?lang=pt#>

savvas, d., & savva, a. (2018). *hydroponic lettuce and basil production in the mediterranean region: nutrient solution management perspectives*. *scientia horticulturae*, 17(7), 66-74.

senamhi. (2023). *normales climatológicas y estaciones*. obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

silva, a. b., & vela, c. d. (2022). *evaluating the effects of nutrient concentration on tomato yield in hydroponic systems*. *international journal of agricultural sciences*, 10(2), 45-58.

turner, k. l., & martinez, j. r. (2015). *technical report: integrated pest management for tomato crops in hydroponic systems*.

unodc. (2018). *cultivo de hortalizas. la oficina de las naciones unidas contra la droga y el delito*. obtenido de https://www.unodc.org/documents/bolivia/dim_manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf

vasquez, j. (2017). *efecto de materia orgánica (gallinaza) en el cultivo de tomate cherry (lycopersicum esculentum mill.)*, en el distrito de lamas - región san martín. obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13323/e-utb-faciag-agron-000031.pdf?sequence=1&isallowed=y>

vasquez, r. (2019). *el cultivo de tomate en regiones subtropicales: mejores prácticas para incrementar el rendimiento y la calidad*. editorial agrícola.

zoilo, j. o., bernardi, m. j., aguirre, j. m., matias, r., & alvino, n. (2021). *márgenes brutos de producción de tomate bajo invernadero: campaña 2020*. obtenido de https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8592/inta_eeabellavista_informest%c3%a9cnicos_zoilo_et_al_margenes_brutos_tomate_2020.pdf?sequence=1&isallowed=y

ANEXOS

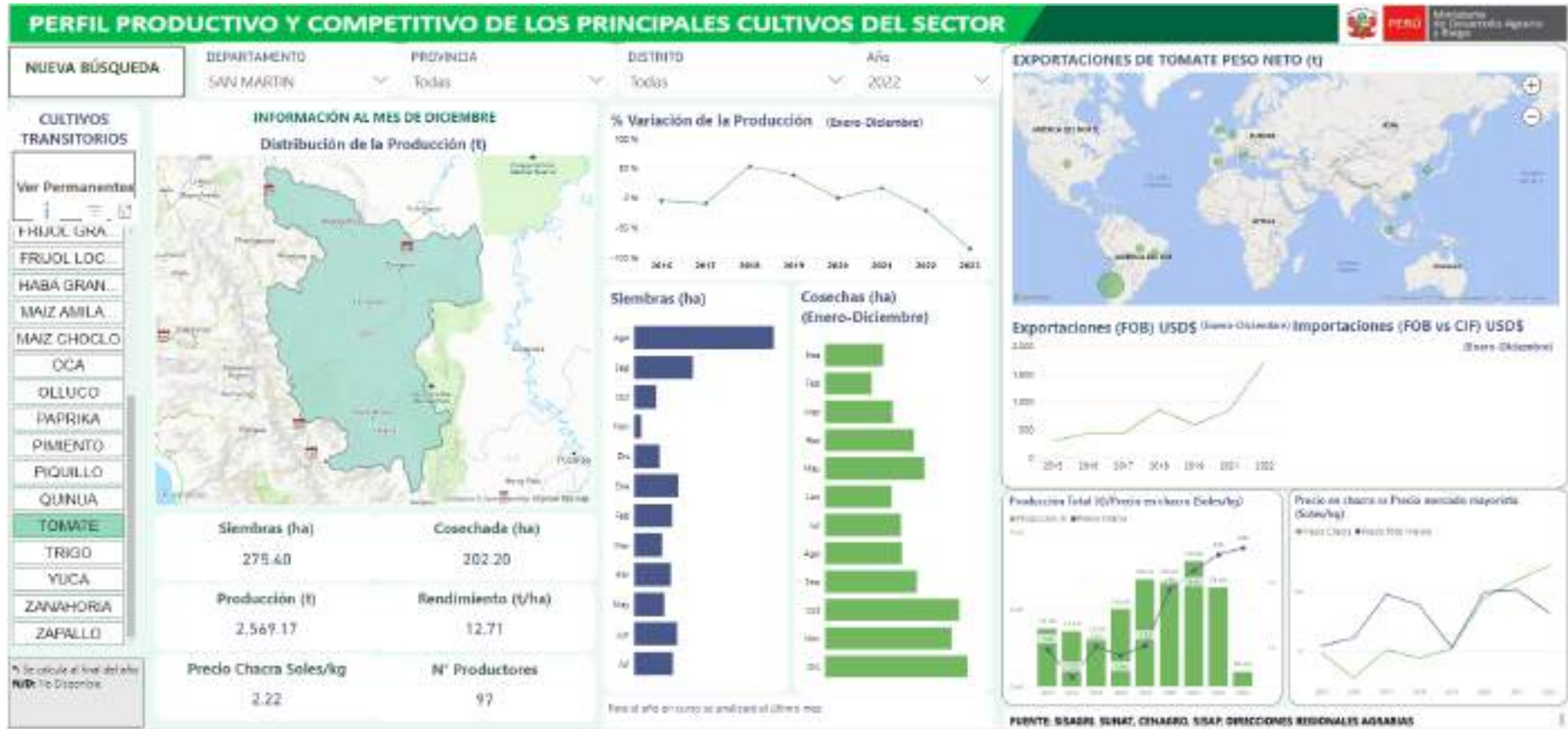


Figura 1
 Perfil productivo del cultivo de tomate
 Nota: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2022)



Figura 2

Cultivo de tomate en el sistema hidropónico NFT

Nota: Estornell (2018)



Figura 3

Sistema hidropónico con cultivos de tomate

Nota: Bernal (2017)



Cuadro: Datos Climatológicos por Provincia - Región San Martín

Provincia	Temperatura Promedio Anual °C	Precipitación Promedio Anual (mm)	Altitud msnm	Latitud y Longitud	Humedad Relativa %
Lamas	19 -32	977	814	6° 25' 19" Sur, 76° 30' 58" Oeste	84%
Mariscal Cáceres	25 - 38	1157	282	7° 10' 49" Sur, 76° 43' 35" Oeste	77%
Moyobamba	16.4 - 28.4	1247.5	860	6° 03' 00" Sur, 76° 58' 00" Oeste	90%
Rioja	18.2 - 29.2	1595.2	843	6° 02' 00" Sur, 77° 08' 30" Oeste	97%
San Martín	23 -27	1213	356	6° 29' 20" Sur, 76° 21' 43" Oeste	99%
Bellavista	21 - 35	926.6	285	7° 04' 01" Sur, 76° 35' 05" Oeste	97%
Tocache	21 - 33	2365	502	8° 11' 20" Sur, 76° 30' 57" Oeste	83%
Huallaga	21 - 35	1589.3	303	6° 56' 04" Sur, 76° 46' 22" Oeste	99%
El Dorado	25 - 38.4	1157	346	6° 37' 00" Sur, 76° 41' 33" Oeste	78.50%
Picota	22 - 35	966.3	223	6° 55' 02" Sur, 76° 20' 01" Oeste	100%

Figura 4

Datos climatológicos por Provincia - Región San Martín

Nota: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI

Implicancias de la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos en la región San Martín

por Wilder Culqui Villalobos

Fecha de entrega: 29-abr-2025 10:14a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2660951980

Nombre del archivo: Tesis_WILDER_CULQUI_VILLALOBOS_OK.docx (2.48M)

Total de palabras: 11911

Total de caracteres: 67961

Implicancias de la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*) en sistemas hidropónicos en la región San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	5%
3	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
5	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	2%
6	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	repositorio.usll.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.ucundinamarca.edu.co Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
11	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
12	José Rafael Paredes-Jácome, Raúl Allende-Molar, Mercedes María Cuenca Condoy, Rocío Rodríguez Cabrera et al. "Respuesta	<1%