

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**“CONTROL DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT PARA
MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA
SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE
LURIGANCHO, LIMA 2024”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**AUTORES: Bach. GUZMAN LUGO, AARON DAVID
 Bach. PACORA SEGURA, RONALD MARTIN
 Bach. QUIROGA HEIGHES, SANTIAGO**

ASESOR: Dr. Ing. MENDOZA APAZA, FERNANDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**Callao, 2024
PERÚ**

TESIS FINAL

GUZMAN_PACORA QUIROGA

6%
Textos sospechosos

3% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

3% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TESIS FINAL GUZMAN_PACORA QUIROGA.pdf ID del documento: 1092d521298f98e20c02fc9a0bb0870d298efc80 Tamaño del documento original: 1,01 MB	Depositante: FIEE PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION Fecha de depósito: 5/7/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 5/7/2024	Número de palabras: 16.397 Número de caracteres: 112.660
---	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	PT CHAVEZ FERNANDEZ RAMOS.pdf PT CHAVEZ FERNANDEZ RAMOS #c8f76a El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (73 palabras)
2	repositorio.uncp.edu.pe http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/9036/1/T010_74124208_T_CONDOR.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (54 palabras)
3	dx.doi.org Determinacion del efecto de procesos de coccion en papas nativas pig... http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.254 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
4	renati.sunedu.gob.pe Registro Nacional de Trabajos de Investigación: Sistema hi... https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3322704 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
5	repositorio.unamba.edu.pe https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1259/T_065.pdf?sequence=1	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repository.ucatolica.edu.co Prototipo lot de monitoreo y control de variables am... https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/27034	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
2	PROYECTO_ISIDRO NUÑEZ JULIO WALTHER.pdf PROYECTO_ISIDRO NU... #43ca12 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
3	alicia.concytec.gob.pe Descripción: Aplicación de un sistema de control basado e... https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMB_87b68d162b3317f7f8a8fc4f746ac29d	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
4	repositorio.ucv.edu.pe https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/104916/Inga_CWY-SD.pdf?sequence=1	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
5	www.academia.edu (PDF) Análisis de ciclo de vida de lechuga (Lactuca sativa) cul... https://www.academia.edu/80942539/Análisis_de_ciclo_de_vida_de_lechuga_Lactuca_sativa_cultivad...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE
TESIS SIN CICLO DE TESIS

Al día 16 del mes de septiembre de 2024 siendo las 15:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución Decanal N°249-2024-DFIEE, conformado por los siguientes docentes ordinarios:

Dr. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS	Presidente
Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ	Secretario
Mg. Lic. WILMER PEDRO CHÁVEZ SÁNCHEZ	Vocal
M.Sc. Ing. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ	Suplente

Asimismo, con ello se dio inicio a la exposición de TESIS de los Bachilleres **GUZMAN LUGO, Aaron David; PACORA SEGURA, Ronald Martín; y QUIROGA HEIGHES, Santiago**, quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao; como lo señalan los Arts. N°s 08 al 10 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada: “**CONTROL DEL SISTEMA HIDROPONICO NFT PARA MEJORAR LA PRODUCCION DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2024**”; con el quórum Reglamentario de Ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en el Art. N° 80 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 150-23-CU, en el Sub Capítulo II, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis sin Ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por *Aprobado* Calificativo *Muy Bueno* nota: *16* a los expositores **GUZMAN LUGO, Aaron David; PACORA SEGURA, Ronald Martín; y QUIROGA HEIGHES, Santiago**; con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las *15:50*... horas del día del mes y año en curso.

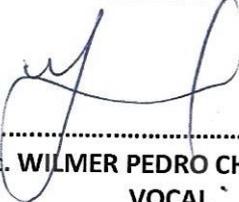
Es copia fiel del folio N° 268 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.

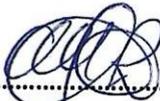
.....

.....
Dr. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS
PRESIDENTE

.....

.....
Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ
SECRETARIO

.....

.....
Mg. Lic. WILMER PEDRO CHÁVEZ SÁNCHEZ
VOCAL

.....

.....
M.Sc. Ing. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. Abilio Bernardino Cuzcano Rivas

SECRETARIO : Mg. Ing. Jorge Elías Moscoso Sánchez

VOCAL : Mg. Lic. Wilmer Pedro Chávez Sánchez

ASESOR : Dr. Ing. Fernando Mendoza Apaza

INFORMACIÓN BÁSICA	
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN	DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
TÍTULO	“CONTROL DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2023”
AUTOR(ES)	GUZMAN LUGO, AARON DAVID PACORA SEGURA, RONALD MARTIN QUIROGA HEIGHES, SANTIAGO
ASESOR	DR. FERNANDO MENDOZA APAZA
LUGAR DE EJECUCIÓN	SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA
UNIDADES DE ANÁLISIS	LECHUGA (LACTUCA SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO
TIPO DE INVESTIGACIÓN	TIPO APLICADA, CUANTITATIVO, NIVEL DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL
TEMA OCDE	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

DEDICATORIA

Queremos dedicar principalmente a nuestros padres, ya que son las primeras y últimas personas que nos brindaron el apoyo, soporte y son la motivación de nuestro día a día; siempre a nuestro lado con los altibajos que pudo resultar la elaboración de este proyecto.

A toda nuestra familia por la confianza que tuvieron en nosotros, por la paciencia que nos brindaron cuando no podíamos pasar el tiempo con ellos por la concentración en nuestro proyecto y el entendimiento.

A nuestros seres queridos que ya no se encuentran con nosotros porque también fueron el motivo por el cual sacamos adelante y desde donde se encuentren sabemos lo orgulloso que estarán de nosotros

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradecer a DIOS por darnos la fuerza de poder siempre levantarnos ante los momentos duros y caídas que pudimos tener en este camino.

En segundo lugar, a todas las personas que de alguna manera nos ayudaron dentro de este camino y sabemos nos acompañarán en adelante, nuestras familias, docentes, personas especiales que están a nuestro lado y amigos, ya que sin ellos no tendríamos el soporte y motivación para lograr este objetivo profesional.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Descripción de la realidad problemática	9
1.2. Formulación del Problema	10
1.3. Objetivos	11
1.4. Justificación	11
1.5. Delimitantes de la investigación	12
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales	14
2.2. Bases Teóricas	19
2.3. Marco conceptual	29
2.4. Definición de Términos básicos	32
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	33
3.1. Hipótesis	33
3.2. Definición Conceptual de Variables	34
3.2.1. Operacionalización de Variables	35
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	36
4.1. Tipo y diseño de Investigación	36
4.2. Método de Investigación	37
4.3. Población y muestra	37
4.4. Lugar de Estudio	38
4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la Información	38
4.6. Análisis y procesamiento de datos	40
4.7. Aspectos Éticos	41
V. RESULTADOS	43
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
VII. CONCLUSIONES	58

VIII.RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.)	20
FIGURA 2. MANUAL DE PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA PARA HORTALIZAS DE HOJA EN SISTEMA NFT	21
FIGURA 3. SISTEMA DE RAÍZ FLOTANTE	21
FIGURA 4. ARQUITECTURA IoT DE 3 CAPAS.....	24
FIGURA 5. SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO	24
FIGURA 6. SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO	25
FIGURA 7. SENSOR DE TEMPERATURA	25
FIGURA 8. SENSOR PH.....	26
FIGURA 9. SENSOR DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	27
FIGURA 10. ELECTROVÁLVULA DE 12 V	27
FIGURA 11. BOMBA DE AGUA DP-521	28
FIGURA 12. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	35
TABLA 2 VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO POR EXPERTOS.....	39
TABLA 3 DESCRIPTIVOS DEL PESO DE LAS LECHUGAS- PRE TEST VS POST TEST.....	43
TABLA 4 DESCRIPTIVOS DEL TIEMPO DE PRODUCCIÓN - PRE TEST VS POST TEST ...	45
TABLA 5 DESCRIPTIVOS DE LA CANTIDAD DE LECHUGAS PRODUCIDAS - PRE TEST VS POST TEST	47
TABLA 6 PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO WILKS	49
TABLA 7 PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE BARTLETT	49
TABLA 8 PRUEBA T DE STUDENT. PESO DE LAS LECHUGAS - PRE VS POST.....	51
TABLA 9 PRUEBA T DE STUDENT. TIEMPO DE PRODUCCIÓN - PRE VS POST	52
TABLA 10 PRUEBA T DE STUDENT. CANTIDAD DE PRODUCTO - PRE VS POST.....	53

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue mejorar la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima, en 2023, mediante el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique). Se empleó una metodología cuantitativa, diseño no experimental y transversal, con enfoque descriptivo-correlacional. La muestra incluyó huertos urbanos de la zona, seleccionados mediante muestreo opinático. Se utilizaron técnicas estadísticas como el coeficiente de correlación de Pearson y de Spearman, regresión lineal, prueba t, análisis de varianza y frecuencias, respaldadas por representaciones visuales como tablas de frecuencias, gráficos de barras, histogramas y diagramas de caja. Los resultados indicaron una mejora significativa en el peso, tiempo de producción y cantidad de lechugas con el uso del sistema NFT (Nutrient Film Technique), se observando un aumento de 236.875 gramos en el peso de las lechugas, una reducción de 37.19 días en el tiempo de producción, y un incremento de 177.125 lechugas por etapa de producción. Concluyendo, el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) se revela como una estrategia eficaz para promover la producción agrícola sostenible en entornos urbanos como San Juan de Lurigancho.

Palabras clave: Hidroponía NFT (Nutrient Film Technique), Lechuga (*Lactuca sativa* L.), Huertos urbanos

Innovación agrícola

ABSTRACT

The objective of this research was to improve the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in urban gardens in San Juan de Lurigancho, Lima, in 2023, by controlling the NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system. A quantitative methodology, non-experimental and cross-sectional design, with a descriptive-correlational approach was used. The sample included urban gardens in the area, selected through opinion sampling. Statistical techniques such as Pearson's and Spearman's correlation coefficient, linear regression, t-test, analysis of variance and frequencies were used, supported by visual representations such as frequency tables, bar graphs, histograms and box plots. The results indicated a significant improvement in the weight, production time and quantity of lettuce with the use of the NFT (Nutrient Film Technique) system, observing an increase of 236.875 grams in the weight of the lettuce, a reduction of 37.19 days in production time, and an increase of 177,125 lettuces per production stage. Concluding, the NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system is revealed as an effective strategy to promote sustainable agricultural production in urban environments such as San Juan de Lurigancho.

Keywords: NFT (Nutrient Film Technique) Hydroponics, Lettuce (*Lactuca sativa* L.), Urban gardens

Agricultural innovation

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la agricultura peruana se encuentra en peligro a causa del cambio climático. En las últimas cuatro décadas, se registró una reducción del 20% al 30% de los glaciares; amenazando la agronomía tradicional, originando la desertización del suelo, el desbalance en las zonas cultivables, la poca calidad de las cosechas y las condiciones de producción adversas [1]. Además, resulta relevante tener en consideración la disminución gradual de la extensión del suelo fértil, como resultado de los fenómenos de urbanización [2] y el vertimiento directo de las aguas residuales domésticas las aguas superficiales sin un tratamiento previo, lo que se ha transformado en un problema muy serio para la sociedad. Las aguas residuales a menudo se contaminan por vertidos industriales y domésticos [3] lo que puede contaminar el agua de riego, con materia fecal convirtiéndose en un foco de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp., *Shigella* spp., *Cryptosporidium* spp., virus entéricos, entre otros [4].

Los agricultores según el tipo de cultivo optan por usar métodos que permitan mitigar estas deficiencias, mejorar la calidad de sus cosechas y tener una mejor producción [5]. Con el crecimiento acelerado de la población, la agricultura tradicional puede no ser suficiente para cubrir las necesidades alimentarias, haciéndose necesario el desarrollo de sistemas inteligentes y técnicas que coadyuven a gestionar mejor los recursos naturales [6]. La hidroponía se ha convertido en una opción sostenible que favorece la producción de alimentos en áreas donde el cultivo es complicado debido al clima o a la escasez de espacio físico para sembrar [7]. La hidroponía permite la producción de hortalizas de manera concentrada en áreas limitadas, tanto en entornos rurales como urbanos, una de las hortalizas más utilizadas en la gastronomía peruana es la

lechuga [8]; por este motivo, la práctica de la hidroponía se extendió en los principales centros urbanos del Perú, debido a la excelente calidad y diversidad de las lechugas obtenidas, así como su abundante producción, la población, también recurre a esta producción porque se necesitan condiciones climáticas adecuadas para mejorar el producto y tener un producto que ofrece un mayor cuidado por la salud y la nutrición [9].

Por ello en esta investigación se implementará un sistema que mejore el cultivo de lechugas por hidroponía mediante el control de los valores de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la solución nutritiva para asegurar que los parámetros se encuentren dentro del rango óptimo.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Para atender la necesidad, la agronomía en el 2050 requerirá aumentar la producción de alimentos en un 50% [8, p. 2];. Sin embargo, la estricta dependencia de la práctica agrícola de la disponibilidad de agua en una época de cambios climáticos drásticos (desertificación), contribuyó a que los escenarios sean aún más complejos [2, p. 5], particularmente cuando se empleaban aguas residuales o de río, en el cultivo de hortalizas de hoja como la lechuga, destinadas al consumo crudo, representaron una fuente de contagio potencial para los individuos con parásitos gastrointestinales, como bacterias, protozoos y huevos de helmintos que se adherían a las hojas. A pesar de que se habían establecido estrategias para mejorar la gestión del suelo y del agua, esto subrayó la urgencia de promover la adopción de métodos más eficientes que permitan mitigar los elementos de riesgo [10].

El método más empleado fue la hidroponía, que se planteaba como una posible solución a problemas globales como la falta de agua, la contaminación de los cultivos y otros desafíos similares [11]. Aunque, el conocimiento poco tecnificado que tienen las personas en el cuidado de los sistemas hidropónicos, hace que recurran a la búsqueda de información que les ayude con el mejoramiento de estos cultivos sin suelo, pero esto por sí solo no es suficiente debido a que se requiere una constante supervisión del suministro de la solución nutritiva, es por esto que el uso de sistemas de control ha obtenido popularidad [5, p. 3], ya que la falta de monitoreo los valores del pH del agua, la temperatura ambiental y la temperatura del agua influían en el desempeño de un sistema hidropónico. Además, otro desafío era la labor, el esfuerzo y la pérdida de tiempo asociados cuando se requería que el personal registrara datos manualmente durante el cultivo [12].

A raíz de los eventos ocurridos, surge la interrogante sobre de qué manera, cómo y qué conexión existe entre la aplicación del control en el sistema de hidroponía NFT (Nutrient Film Technique) y la producción de lechugas en huertos urbanos, que nos permitió abordar la cuestión de la investigación, por eso elaboramos la siguiente problemática de investigación

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

P.G.1 ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá mejorar la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1. ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá aumentar el peso de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?

P.E.2. ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá disminuir el tiempo de producción de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?

P.E.3. ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá aumentar la cantidad de Lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

O.G. Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para mejorar la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Caracterizar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para aumentar el peso de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

O.E.2 Desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para disminuir el tiempo de producción de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

O.E.3 Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para aumentar la cantidad de Lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

Según Hernández y Coello [13] indican que la fundamentación teórica se desarrolla cuando el objetivo del estudio es propiciar el análisis y el intercambio académico sobre el conocimiento establecido, cuestionar una teoría, equiparar resultados, examinar la epistemología del conocimiento existente o certificar las aplicaciones de un modelo.

De acuerdo a los expresado por los autores, este estudio tuvo una justificación teorías, puesto que la aplicación del sistema hidropónico nos proporcionó estudiar y evaluar los cambios que ocurran en la producción de lechugas en los huertos urbanos.

1.4.2. Justificación Práctica

Según Artigas y Robles [14] indican que se realiza cuando el avance de la investigación contribuye a la solución de un problema o sugiere tácticas que, al implementarse, podrían ayudar a resolverlo.

Basándose en lo presentado por los autores, este estudio nos permitió determinar los efectos en la aplicación del control en sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en los huertos urbanos del distrito de San Juan de Lurigancho.

1.4.3. Justificación Metodológica

Bernal [15] esta ocurre cuando el estudio propuso un enfoque fresco o una nueva táctica para forjar conocimiento válido y confiable.

En concordancia con el autor, este estudio propuso la implementación de un sistema de control hidropónico con un método organizado destinado a mejorar la producción de lechuga en la solución nutritiva en los huertos urbanos del distrito de San Juan de Lurigancho.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Límites de la investigación

Se refieren a los factores o circunstancias que pueden obstaculizar la capacidad del investigador para realizar un estudio completo y preciso, además de influir en la validez y precisión de los hallazgos [16].

En cuestión a lo expresado en el párrafo anterior, esta investigación se limitó a evaluar el impacto de un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) controlado en la producción de lechuga, por ende no se incluirán otros métodos de cultivo hidropónico o sistemas agrícolas tradicionales para su comparación. Además, se limitará a huertos urbanos ubicados en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú. El estudio se enfocó exclusivamente en la lechuga (*Lactuca sativa* L). No se considerarán otros tipos de vegetales o cultivo.

1.5.2. Delimitaciones de las investigaciones

Según Artigas y Robles [14, p. 3], la delimitación se llevó a cabo en términos de tiempo y espacio, con el fin de ubicar nuestro problema dentro de un contexto específico y coherente.

Según lo expuesto, se establecieron las siguientes limitaciones:

Delimitación Espacial

Se centró en el huerto urbano ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, excluyendo cualquier otro lugar debido a las diversas condiciones específicas de cada área.

Delimitación Temporal

El estudio actual se llevó a cabo en octubre de 2023 y se extendió por un intervalo de 10 meses, lo cual resultó precario para analizar de manera exhaustiva la variación que se presenta en la aplicación del sistema de control en diferentes tipos de cultivos o técnicas de hidroponía diferentes al NFT (Nutrient Film Technique).

Delimitación Social

Este estudio examinó el impacto que tiene el control de la solución nutritiva para optimizar la producción de la lechuga en huertos urbanos, lo que beneficiará a la población de San Juan de Lurigancho que tenga poco espacio para cultivo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Yate y Zambrano [17] en su estudio “PROTOTIPO IOT DE MONITOREO Y CONTROL DE VARIABLES AMBIENTALES PARA UN CULTIVO HIDROPÓNICO DE HORTALIZAS” para conseguir el título en ingeniería electrónica y comunicaciones, su objetivo fue diseñar un prototipo de IoT con supervisión y gestión de condiciones ambientales para una siembra hidropónica de lechuga crespa. Utilizaron una metodología tipo experimental, ya que se evalúan los efectos de las variables ambientales sobre los cultivos hidropónicos de hortalizas y se realiza la intervención mediante sistemas de control y monitoreo para mejorar la efectividad y producción de hortalizas en cultivos urbanos. Concluyeron que la ejecución de un sistema de energía mediante paneles solares o micro hidroeléctrica y un banco de baterías brinda la alimentación necesaria al sistema.

Citando a los autores, fue crucial distribuir los nutrientes necesarios a las plantas que tienen las raíces suspendidas, con el propósito de optimizar la efectividad y generación de hortalizas, este suceso proporcionó una guía para el análisis de la variable “Sistema hidropónico NFT”.

Correa [18] en su estudio “COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS NFT EN EL CULTIVO DE PEPINO” para conseguir su título de Ingeniero Agrónomo, su objetivo fue evaluar el crecimiento

morfológico y la productividad del cultivo del pepino utilizando dos sistemas hidropónicos NFT (Nutrient Film Technique), utilizó una metodología experimental que en la búsqueda de innovadoras tecnologías para el cultivo de frutas y verduras. Como resultado, se identificó que la siembra de pepino bajo dos sistemas hidropónicos NFT (Nutrient Film Technique) prosperó con una tasa de supervivencia del 100%, produciendo frutos de alta calidad.

Citando a los autores, fue crucial el uso de sistemas de canales porque aporta oxígeno y facilita que las plantas absorban eficientemente los nutrientes. Sin embargo, cuando la temperatura es elevada, la absorción de nutrientes se complica, ya que el consumo de estos nutrientes se duplica con el incremento de la temperatura, este hecho nos proporcionó una referencia para el estudio de la variable “SISTEMA hidropónico NFT”.

Acosta [7] en su trabajo “SISTEMA HIDROPÓNICO INTELIGENTE APLICADO A LA PRODUCCIÓN DEL FORRAJE VERDE CON ARQUITECTURA IoT” para conseguir su título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, su objetivo fue desarrollar un sistema hidropónico inteligente aplicado a la producción de forraje con arquitectura IoT, para ello utilizó una metodología que abarca las tecnologías de análisis, monitoreo y control para la creación y montaje de aparatos electrónicos. Proporcionando una opción nutritiva para la dieta de animales de granja. Concluyó que se debió de elegir los sensores y actuadores más adecuados para las condiciones de desarrollo del cultivo, considerando al menos el rango de medición y la precisión para obtener mediciones de alta calidad, lo que contribuyó a un control óptimo en el cultivo.

Citando al autor, resultó crucial diseñar y ensamblar los dispositivos electrónicos con el fin de aportar una alternativa para la mejora del rendimiento del cultivo, este suceso me facilitó una guía para investigar la variable “Producción de lechuga”.

Mamani [19] en su trabajo titulado "EFECTO DEL CAUDAL EN EL RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE (*Lactuca sativa*, L.) EN EL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT EN PATACAMAYA" para conseguir el título de ing. agrónomo, su objetivo fue identificar el mejor caudal para la producción de lechuga en sistema NFT (Nutrient Film Technique). Empleó un carácter cuantitativo, que permitió recoger y analizar los hallazgos de la inspección realizada. Como resultado, se identificaron aspectos contraproducentes en los extremos térmicos, que se pueden mejorar manteniendo temperaturas por

debajo de los 30°C. Al implementar esta propuesta de mejora, se puede optimizar el rendimiento del cultivo en diferentes estaciones del año.

Citando a la autora, resultó relevante realizar un examen bromatológico en ese sistema para comprobar los nutrientes que aporta, garantizando que las condiciones del sustrato nutritivo fueron apropiadas y estandarizadas. Este dato nos proporcionó una base para analizar la variable, "Producción de Lechuga".

Ayres [20] en su trabajo titulado "CRECIMIENTO Y CONSUMO DE NUTRIENTES DE LECHUGA Y RÚCULA EN SISTEMA HIDROPÓNICO NFT" para conseguir el título de Ing. Agrónomo, su objetivo fue evaluar la productividad, así como en la medición del uso de nitrógeno y calcio de las plantas. Empleó un carácter cuantitativo. Como resultado, el estudio demostró que, aunque la conductividad eléctrica fue adecuada, las bajas concentraciones de nitrato y potasio y el pH elevado afectaron la absorción de nutrientes, sugiriendo la necesidad de un monitoreo y mejora sistemática de la calidad del agua.

Citando al autor, este estudio es crucial para optimizar la producción hidropónica en Uruguay mediante un manejo más preciso de nutrientes. Este detalle me proporcionó una base para analizar la variable, "Sistema hidropónico NFT".

ANTECEDENTES NACIONALES

Portilla [21] en su estudio “SISTEMA HIDROPÓNICO AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE PARÁMETROS DE SOLUCIÓN NUTRITIVA EN HUERTOS URBANOS” para conseguir el título de ingeniería mecánica en electricidad, su objetivo fue desarrollar un sistema automatizado de hidroponía urbana que permitió regular los componentes de la solución nutritiva. Para lograr esto, se utilizó un enfoque cuantitativo. Como resultado, identificó la reducción del uso de agua y fertilizantes y determinó que el sistema no tuvo ningún efecto adverso en el entorno urbano.

Citando al autor, es crucial desarrollar un sistema de control, con el propósito de optimizar la producción de hortalizas en sistemas hidropónico. Este detalle proporcionó una base para analizar la variable “Sistema hidropónico NFT.”

Granda [22] en su investigación “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE PH Y CONDUCTIVIDAD EN HIDROPONÍA NFT”, su objetivo fue comparar el cultivo de lechugas en un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) convencional y en uno con control automático de pH y conductividad eléctrica, utilizó un carácter cuantitativo en la metodología. Como resultado, el sistema automático mantuvo estos niveles en los parámetros preestablecidos, produciendo lechugas de alta calidad, contrastables a las obtenidas por métodos tradicionales.

Citando al autor, es crucial asegurar la adecuada composición de la solución nutritiva en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) con el fin de mejorar la calidad del cultivo, este detalle proporcionó una base para analizar la variable “Sistema hidropónico NFT.”

Boza [23] en su investigación titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN CUSCO” para conseguir el título de ing. Mecatrónico, su objetivo fue mejorar el rendimiento y la eficiencia temporal

en la producción de forraje verde hidropónico en el grupo Qali SAC. Utilizó un carácter cuantitativo. Tras el resultado de aplicar el sistema automatizado, mejoró el tiempo de producción y se mantuvo el cultivo de forraje verde hidropónico en condiciones ambientales óptimas.

Citando al autor, es crucial gestionar los cultivos de manera constante para incrementar el rendimiento y reducir el tiempo de producción en el Grupo Qali SAC, este detalle proporcionó una base para analizar la variable “Producción de lechuga”.

Puelles [24] en su artículo de investigación titulado “PROTOTIPO DE UN IN MICROCLIMAS PARA EL HOGAR”, su objetivo fue diseñar e implementar un prototipo de invernadero que facilite el cultivo de una variedad de plantas sin fertilizantes. Se utilizó una metodología Tecnología Readiness Levels (TRL). En la primera fase, se realizó un estudio de mercado para validar la demanda y conocer a los potenciales clientes, así como las preferencias en plantas, verduras y hortalizas, y se determinaron las dimensiones adecuadas del invernadero para su instalación en espacios interiores. Posteriormente, se implementó una plataforma de Internet de las Cosas (IoT) como parte del proyecto de ingeniería para enviar los datos recolectados a la nube y procesarlos en un servidor remoto, permitiendo así la automatización y el control del invernadero hidropónico.

Citando a la autora, es importante promover el desarrollo sostenible a través de invernaderos inteligentes para uso doméstico, este detalle proporcionó una base para analizar la variable “Sistema hidropónico NFT.”

Inga [25] en su investigación denominada “REMOCIÓN DE COBRE EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO "NFT" CON AGUAS CONTAMINADAS UTILIZANDO COMO FITORREMEDIADOR EI (YUYO)” para conseguir el grado de Ing. Ambiental, su objetivo fue establecer la extracción de cobre del agua del río Mantaro mediante un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) y empleando el yuyo. Aplicó un carácter cuantitativo y un

diseño experimental. Como resultado, con un tiempo de contacto de 10 días y una dosis de 20 L de solución nutritiva, se logró una remoción del cobre del 59% con la solución A y del 65% con la solución B.

Citando a la autora, resulta crucial realizar un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) usando Brassica juncea para la remoción de diferentes metales pesados, este detalle proporcionó una base para analizar la variable, "Sistema hidropónico NFT."

2.2. Bases Teóricas

Lechuga

VERNADERO AUTOMATIZADO HIDROPÓNICO NFT CON DOS

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta herbácea con gran importancia dentro del grupo de hortalizas de hoja (Ver figura 1), con alto rendimiento por la capacidad de absorción de los nutrientes de mecanismo autógena, siendo muy conocida y además cultivada a nivel mundial, asumiendo el cuarto puesto del más importante vegetal cultivada en hidroponía [26]. Cuando se realiza el cultivo de las lechugas a campo abierto. Según Lei y Engeseth [27] se logra una producción de 2 a 3 kg/m², mientras que cuando son cultivadas por hidroponía se obtiene una mayor cantidad llegando a los 3,5 kg/m²



Figura 1.
Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

AREA DE CULTIVO EN LA HIDROPONÍA

Los cultivos hidropónicos en entornos urbanos representan una alternativa viable para las personas, ya que incrementan la productividad por unidad de superficie en períodos más cortos. Esta metodología de cultivo ha facilitado la utilización de ubicaciones atípicas para el cultivo, aprovechando la estructura del sistema sin requerir extensiones extensas de terreno, lo cual es ideal para áreas urbanas con limitaciones de espacio [28].

TIPOS DE SISTEMAS HIDROPÓNICOS

- **Sistema NFT** (Nutrient Film Technique).

El sistema de Nutrient Film Technique (NFT) consiste en el flujo continuo de una lámina delgada de solución nutritiva que circula directamente sobre las raíces de las plantas. Este método opera como un sistema cerrado, donde no hay pérdida ni drenaje externo de la solución nutritiva, optimizando así el uso y recirculación eficiente de los nutrientes. La figura 2 muestra cómo es un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) [29].

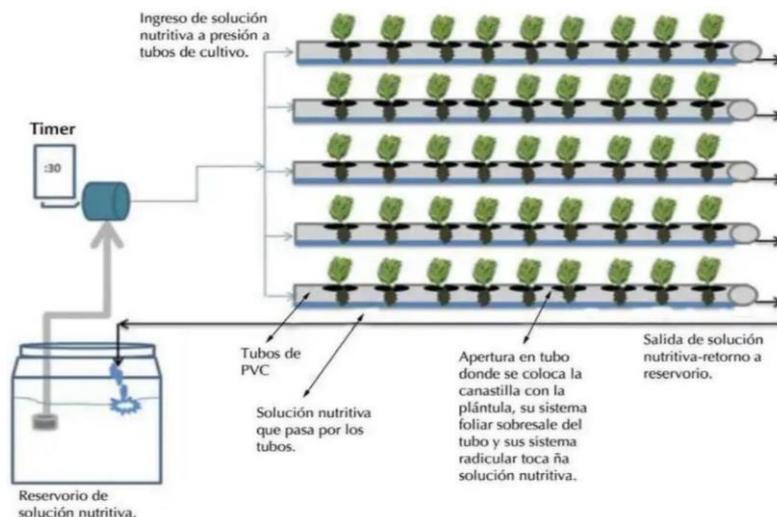


Figura 2.
Manual de Producción hidropónica para Hortalizas de hoja en Sistema NFT (Nutrient Film Technique)

- SISTEMA DE RAÍZ FLOTANTE

En el sistema de raíz flotante, no se emplea un sustrato sólido; en cambio, las raíces se sumergen directamente en la solución nutritiva. Se manejan láminas de polietileno expandido con perforaciones donde se colocan las plantas, las cuales flotan sobre la solución nutritiva. Es crucial airear periódicamente la solución para proporcionar oxígeno a las raíces (Ver figura 3). En esta situación, no se realizará ninguna perforación en el contenedor para el drenaje [30].



Figura 3.
Sistema de raíz flotante

Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

La técnica hidropónica ofrece ciertas ventajas favorables al permitir el control completo del desarrollo del cultivo y la obtención de productos de alta calidad, manteniendo al mismo tiempo las prácticas agrícolas tradicionales. A continuación, se detallan algunos beneficios y limitaciones [31].

- **Ventajas:**

- Permite cultivar la misma variedad tantas veces como sea requerido.
- Reduce considerablemente el uso de agua.
- Simplifica la gestión del pH y otras exigencias de la planta.
- Facilita lograr productor de mayor calidad
- Acorta el tiempo para la cosecha.

- **Desventajas:**

- Es necesario poseer un entendimiento básico acerca del producto que se va a cultivar.
- Es necesario realizar mantenimiento periódico a las instalaciones del sistema.

Función del pH en la hidroponía

Las plantas, siendo organismos vivos, se alimentan de manera continua a través de sus raíces, absorbiendo los elementos nutritivos disponibles. Un desequilibrio en el pH, ya sea demasiado ácido o alcalino, provoca estrés en la planta, afectando su capacidad para absorber nutrientes eficientemente y transportarlos a las hojas para realizar la fotosíntesis. Esto conlleva a una reducción en el rendimiento y calidad de los cultivos [32].

Función de la conductividad eléctrica (CE) en hidroponía

La C.E. refleja la concentración de sales en el agua o la solución nutritiva y se expresa en deciSiemens por metro (dS/m). Cuando se añaden fertilizantes o soluciones concentradas para preparar la solución nutritiva, es crucial que la Conductividad Eléctrica (C.E.) no supere los 2.0 dS/m. De lo contrario, las plantas, especialmente los cultivos sensibles a sales, podrían sufrir efectos adversos por toxicidad [33].

En la tabla 1 se presenta un ejemplo de los niveles de conductividad óptima para diversos tipos de cultivo.

Tabla 2.2.1. Niveles de conductividad eléctrica por cultivo

Niveles de conductividad eléctrica por cultivo	
Cultivo	Conductividad eléctrica dS/m
Lechuga	1.3
Espinaca	2.0
Tomate	2.5
Frutilla	1.0
Apio	1.8

Temperatura en hidroponía

La temperatura de la solución nutritiva afecta la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes. La temperatura ideal para la mayoría de las plantas es alrededor de 22 °C; a medida que la temperatura baja, también lo hace la absorción y asimilación de los nutrientes [34].

Internet de las cosas

El Internet de las Cosas o IoT se refiere a la interconexión de dispositivos tecnológicos a través de internet. Este concepto surgió como resultado del

progreso tecnológico y la creciente demanda de gestionar los objetos que nos rodean como se puede ver en la figura 4.

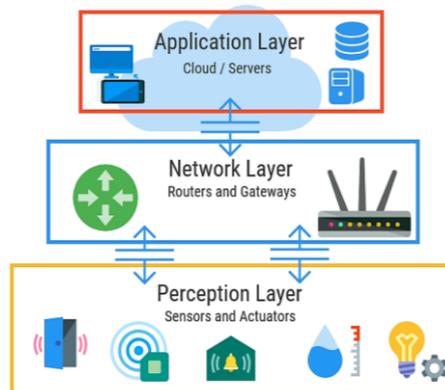


Figura 4.
Arquitectura IoT de 3 capas

Tipos de sistema de control

- El sistema de control de lazo abierto

Es un sistema en el que la salida no modifica el proceso de regulación. En otras palabras, es un sistema de control donde no se monitorea la salida ni se retroalimenta para compararla con la entrada; este tipo de sistema se conoce como sistema de control no automatizado (Ver figura 5).

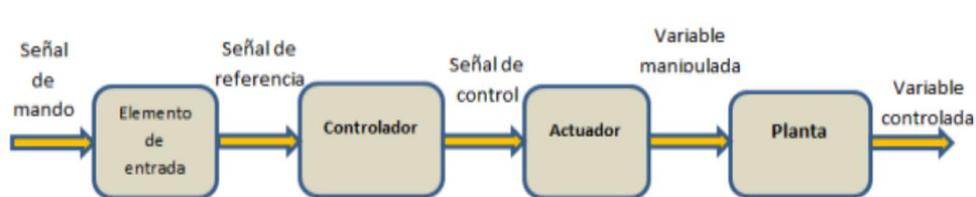


Figura 5.
Sistema de control de lazo abierto

- Tipos de sistema de control Lazo cerrado

Este sistema se distingue por la monitorización continua de las variables a controlar, utilizando datos de retroalimentación para detectar oportunamente posibles alteraciones y aplicar las correcciones necesarias (Ver figura 6). La retroalimentación de datos se establece

desde el proceso hasta el controlador, de modo que el sistema recibe información sobre la efectividad de las correcciones implementadas [35].

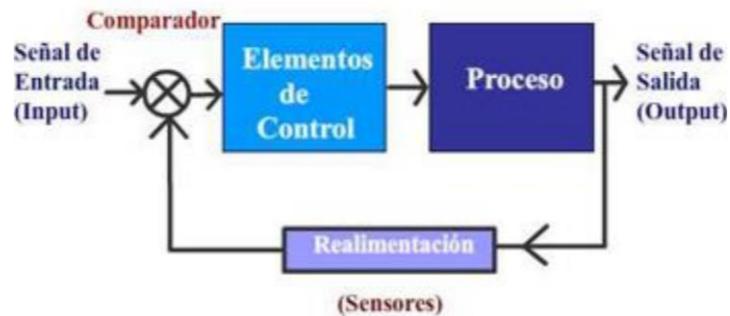


Figura 6.
Sistema de control de lazo cerrado

SENSORES Y ACTUADORES

- Sensor de temperatura sumergible

En la figura 7 se muestra el sensor de temperatura DS18B20, el cual emplea un protocolo de comunicación 1-Wire. Este protocolo utiliza un solo pin de datos para la transmisión y facilita la conexión con múltiples sensores. El sensor está contenido en un tubo de acero inoxidable que lo hace hidrófugo. Con este sensor se posibilita realizar mediciones de temperatura que van desde los -55°C hasta los 125°C [36].

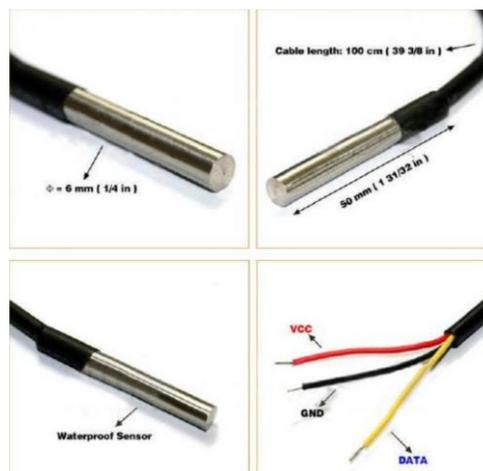


Figura 7.
Sensor de temperatura

- Sensor de potencial de hidrógeno (pH)

El sensor de pH recoge la señal del electrodo de pH de alta impedancia y la transforma en una señal de baja impedancia que puede ser procesada por el analizador o transmisor (Ver figura 8). El preamplificador además potencia y estabiliza la señal, reduciendo su susceptibilidad al ruido eléctrico [37].



Figura 8.
Sensor pH

Especificaciones generales:

- Voltaje de suministro de entrada: 5v.
- Corriente de trabajo: 5 - 10mA.
- Rango de concentración de detección: pH 0 – 14.
- Rango de detección de temperatura: 0 - 80 ° C.
- Tiempo de respuesta: ≤ 5 s.
- Salida: analógica.
- Consumo de energía: ≤ 0.5 w.
- Temperatura de trabajo: -10 a +50 ° C

- **Sensor de conductividad eléctrica**

El sensor de Sólidos Disueltos Totales (TDS) se puede ver en la figura 9, determina la concentración de sales disueltas en el agua del sistema hidropónico, ya que mayor cantidad de sustancias disueltas aumenta la conductividad eléctrica. Es compatible y sencillo de integrar con la placa

Arduino; la sonda se sumerge por completo en el líquido, permitiéndonos conocer la cantidad de sales que nutren al cultivo.



Figura 9.
Sensor de conductividad eléctrica

- **Electroválvulas**

Es un dispositivo que, al ser activado por un sistema de control, facilita o interrumpe el paso de fluido en un circuito hidráulico (ver figura 10). Se presentan dos variedades de electroválvulas: las motorizadas y los solenoides, cada una diseñada para aplicaciones específicas condicionadas al tiempo de respuesta necesario y del caudal requerido [38].



Figura 10.
Electroválvula de 12 V

- **Bomba de agua DP-521**

La bomba de agua DP-521 es un dispositivo que facilita el movimiento del líquido de un lugar a otro con un caudal de 3.5 litros por minuto. Está equipada con un motor de corriente continua que opera con un consumo de 2 amperios como se puede ver en la figura 11, se utiliza para llevar el agua desde el depósito hasta el cultivo plantado [39].



Figura 11.
Bomba de agua DP-521

Eps32

El módulo ESP32 es una solución integrada y certificada que combina Wi-Fi y Bluetooth en una única unidad. Además de la radio inalámbrica, incluye un procesador integrado con interfaces para la conexión de diversos periféricos. El procesador cuenta con dos núcleos de procesamiento, cuyas frecuencias de operación pueden ajustarse de forma independiente, oscilando entre 80 megahercios (MHz) y 240 MHz [11]. Los dispositivos periféricos del procesador permiten la conexión a diversas interfaces externas, tales como:

- Interfaz periférica serial (SPI)
- I2C
- Transmisor receptor asíncrono universal (UART)
- I2S
- Ethernet
- Tarjetas SD
- Interfaces táctiles y capacitivas

Esquema general del sistema

En este sistema los sensores realizarán la lectura de los parámetros de interés, esta información se procesará en el controlador que tiene establecido los valores ideales para la solución nutritiva, los cuales si

están fuera de rango se activaran los actuadores para poder regularizarlos, este controlador también enviará los valores leídos a la nube utilizando el IoT (Ver figura 12).

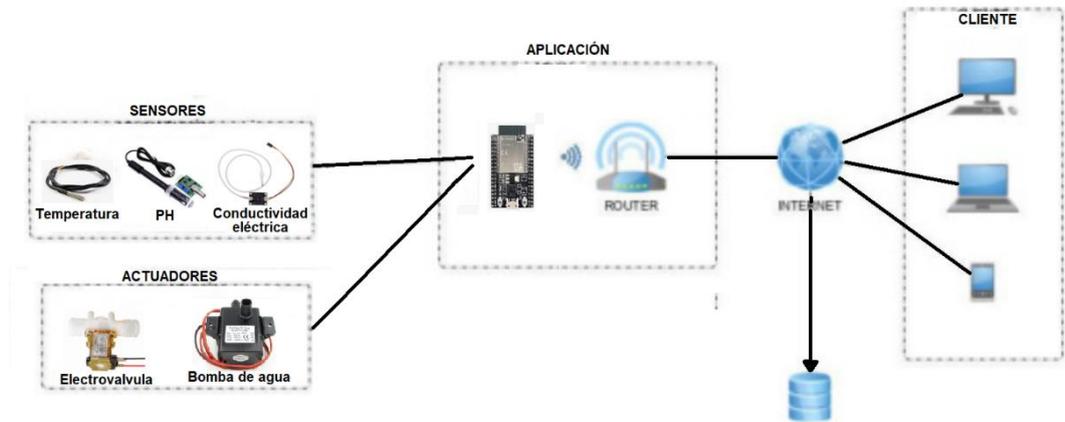


Figura 12.
Diseño del sistema de control

2.3. Marco conceptual

VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (Nutrient Film Technique)

Agustian et al., [40] el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), es un método de cultivo en el que una solución nutritiva se recircula constantemente a través de

canales donde las raíces de las plantas crecen en agua. Asimismo, para Primawan y Kusuma [41] El sistema NFT (Nutrient Film Technique) es una técnica de cultivo en agua que se destaca por la recirculación constante o intermitente de la solución nutritiva, la cual está fácilmente accesible para las plantas. Esta característica constituye una ventaja significativa del sistema, ya que reduce al mínimo la energía que las plantas deben gastar en la absorción de nutrientes, permitiéndoles utilizar esta energía en otros procesos metabólicos.

Conforme a lo planteado por los autores, el estudio del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) facilita tener un mejor control y la dosificación en la solución nutritiva.

DIMENSIONES

D1: Solución nutritiva

Según Ayres et al., [42] la solución nutritiva representa el entorno acuoso donde se disuelven los nutrientes esenciales para promover el óptimo crecimiento, el cual se ve influenciada por la conductividad eléctrica, la temperatura y el pH que debe ser controlada diariamente.

De lo expuesto por el autor, la solución nutritiva varía sus propiedades físico-química de acuerdo a las condiciones ambientales que esté sometido.

I1: PH: Es una variable clave que debe controlarse para asegurar el óptimo crecimiento de las plantas. El pH es una medida de acidez o alcalinidad crucial en sistemas hidropónicos NFT (Nutrient Film Technique), ya que influye en la absorción de nutrientes por las plantas. Mantenerlo entre 5.5 y 7.5 es esencial para un crecimiento óptimo, y su monitoreo constante es vital debido a la falta de un sustrato amortiguador.

I2: Conductividad eléctrica: Calibra la idoneidad de una solución para dirigir corriente, influenciada por la cantidad de iones disueltos. En sistemas hidropónicos, este parámetro es vital para evaluar la

disponibilidad de nutrientes. Además, mantener una conductividad adecuada es crucial para garantizar que las plantas reciban los nutrientes necesarios en las cantidades correctas, evitando así deficiencias o excesos que puedan perjudicar el crecimiento y la salud.

I3: Temperatura: La temperatura se refiere a la medida del calor tanto en el invernadero como en la solución nutritiva que circula por los canales de cultivo. Es crucial mantenerla dentro del rango óptimo, generalmente

entre 18 y 22°C, puesto que influye abiertamente en la fagocitación de nutrientes y la salud de las plantas. Un monitoreo constante y preciso de este parámetro es esencial para garantizar un crecimiento adecuado y saludable del cultivo.

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCCIÓN DE LECHUGA

Según Sandoya et al., [43] la producción puede variar de acuerdo al tipo de sistema que se aplique teniendo en cuenta la rotación de cultivos, competencia por nutrientes y las condiciones de crecimiento.

Según Castro et al., [44] la producción puede aumentar dependiendo del control de parámetros fisicoquímicos de la solución nutritiva

Este estudio consiste en la producción de lechuga, esencial para satisfacer la demanda de alimentos, implica una variación en el rendimiento de la lechuga de acuerdo a como se regule las condiciones a la que es sometida.

DIMENSIONES

D1: Rendimiento de la lechuga

Zea et al., [45] expresó que el rendimiento se determina considerando el número de plantas que entra por área y por la cantidad de kilos que se obtienen de un kilogramo de semillas.

De lo expuesto por el autor, el rendimiento de la lechuga es de vital requerimiento para lograr obtener un mejor producto.

I1: Peso: Se refiere a la masa total de la lechuga obtenida durante la cosecha, medida en kilogramos o libras.

I2: Tiempo de producción: Es el periodo total desde el inicio hasta la finalización de un proceso de fabricación, abarcando la preparación, procesamiento, control de calidad, manejo interno, almacenamiento y entrega del producto.

I3: Cantidad de producto: Se define por su capacidad para cumplir con las especificaciones, expectativas y necesidades de los consumidores. Esta se mide mediante la adherencia a los estándares de diseño y fabricación, el rendimiento eficiente y confiable del producto, su durabilidad a lo largo del tiempo y su seguridad para el usuario. En resumen, un producto de alta calidad debe satisfacer consistentemente los requisitos establecidos y ofrecer un desempeño seguro y confiable durante todo el tiempo.

2.4. Definición de Términos básicos

La calidad organoléptica de las hortalizas: Está vinculada con su estructura. Como lo son el contenido de pigmentos, compuestos azucarados, amargos y sulfurosos [46].

Concentración Solución nutritiva: Cantidad de macronutrientes y micronutrientes disuelto en las diferentes soluciones nutritivas que se someterá en el sistema hidropónico [47].

Sistema: Es la agrupación de elementos que están conectados en el que se recolecta, produce, acumula y comparte información [48].

Las Tubería de recolección: Es el proceso por el cual se acumula la solución nutritiva desde los canales de cultivo y se retorna al tanque. Esta tubería se ubica en un rango menor a la altura inferior de los canales a fin de que la solución nutritiva pueda descender por gravedad y oxigenarse [49].

Recirculación: Proceso que implica contener parte del sistema radicular del cultivo que están inmersas en una corriente de solución nutritiva, continua o de alta frecuencia, a pesar de que no existe algún sustrato de sostén [50]

Rendimiento: Es la simetría respecto al producto y el hallazgo obtenido e implica todos los medios que agilicen la producción de una determinada

cantidad de cultivo, con frecuencia se mide en tonelada métrica por hectárea [51].

Solubilidad: Se define como la característica de una sustancia que le permite disolverse. Todo fertilizante utilizado en fertirrigación debe tener un grado de solubilidad que impida las obturaciones con partículas sólidas sin disolver [52].

Costo de producción: Se define como las estimaciones en términos monetarios que abarca los egresos que ha realizado la compañía para la configuración de un determinado bien [53].

Redes de Comunicación: Es la agrupación de instrumentos técnicos que logran la comunicación a distancia a través de equipos independientes. Con frecuencia se transmite datos, audios y videos mediante ondas electromagnéticas [54].

Interfaces de comunicación: Son dispositivos diseñados para transmitir señales captadas por sensores, las cuales son procesadas por una unidad de control. Estas interfaces transforman los comandos recibidos en instrucciones ejecutables para actuadores [55].

Canales de cultivo: Son construcciones ideadas para ofrecer un soporte adecuado a las plantas sin necesidad de un sustrato sólido. Estos canales, junto con los contenedores utilizados, permiten la fijación y estabilización de las raíces, asegurando un crecimiento óptimo al mantener las plantas bien sujetas y facilitando el acceso a la solución nutritiva [56].

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.2. Hipótesis General

H.G. Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023

H0 Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) no mejora la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023

3.1.3. Hipótesis Específica

H.E.1 Controlar el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta el peso de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023

H.E.2 Desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) disminuye el tiempo de producción de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023

H.E.3 Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta la cantidad de Lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

3.2. Definición Conceptual de Variables

Variable independiente: Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)

Consiste en el desplazamiento constante de una delgada capa de solución alimenticia por medio de las raíces del cultivo, que en circunstancias propicias facilita una mejor oxigenación de las raíces y el aprovisionamiento adecuado de sustancias minerales para la flora.

Variable dependiente: Producción de Lechuga

Es la cantidad de lechuga que se consigue durante el cultivo y como puede variar de acuerdo con el tipo de sistema que se aplique.

3.2.1. Operacionalización de Variables

Tabla 1. *Matriz de operacionalización de las variables.*

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)	Variable independiente	Consiste en el desplazamiento constante de una delgada capa de solución alimenticia por medio de las raíces del cultivo, que en circunstancias propicias facilita una mejor oxigenación de las raíces y el aprovisionamiento adecuado de sustancias minerales para la flora.	Solución nutritiva	PH
				Conductividad eléctrica
Producción de Lechuga	Variable dependiente	Es la cantidad de lechuga que se consigue durante el cultivo y como puede variar de acuerdo al tipo de sistema que se aplique.	Rendimiento de la lechuga	Temperatura
				Peso
				Tiempo de producción
				Cantidad de producto

V. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Tipo y diseño de Investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Investigación Aplicada

Supo y Cavero [57] en la investigación aplicada, los hallazgos contribuyeron con nuevos descubrimientos y fueron implementados en situaciones reales para su aplicación efectiva.

Este estudio es del tipo aplicado, pues se desarrolló el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) utilizando sus procedimientos como base para mejorar la producción de lechugas en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental – transversal

Vega et al. [58], el diseño transversal recogió datos en un único instante temporal. Este enfoque fue adecuado para el estudio actual, el cual se llevó a cabo dentro de un período limitado y con la recopilación completa de datos en un solo momento.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL

Baena [59] las investigaciones de tipo correlación se distinguieron por medir las variables primero y luego estimar la correlación mediante pruebas hipotéticas y la utilización de estadísticas.

Este estudio contó con un nivel descriptivo-correlacional porque evaluó el grado de correlación entre las variables de sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) controlado y la producción de lechuga en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho.

4.2. Método de Investigación

Sánchez y Murillo [60] implicó el acopio y análisis de datos para responder preguntas de investigación y validar hipótesis previamente formuladas, utilizó mediciones numéricas, conteos y a menudo métodos estadísticos para identificar tendencias de comportamiento en una población con precisión.

Este estudio adoptó un enfoque hipotético-deductivo, lo cual permitió la evaluación de la validez de las hipótesis mediante el análisis estadístico, dedujo así la conexión entre las variables investigadas basándose en los resultados obtenidos.

4.3. Población y muestra

Población

González y Soler [61] consideró a la población como el conjunto de individuos o elementos, que fueron perfectamente identificables sin ninguna ambigüedad.

Ruvalcaba [62] explicó que una población consistió en el conjunto de todos los casos que cumplían con cierta similitud a partir de sus características.

Se identificó como la población a estudiar un huerto urbano que produzca lechuga dentro de la zona de San Juan de Lurigancho.

Muestra

Tamayo [63] mencionó que la muestra se describió como un grupo selecto de individuos dentro de la población de interés, destinado a la recolección de datos. Este grupo debió ser claramente definido y delimitado previamente con exactitud, asegurándose de que fuera representativo de toda la población.

Además, se indicaba que si el número de individuos en la población era inferior a cincuenta (50), la población y la muestra eran idénticas.

Se consideró como muestra un huerto urbano que produzca lechuga dentro de la zona de San Juan de Lurigancho

Muestreo

Otzen y Manterola [64] mencionó que el muestreo empleado para determinar el tamaño de la muestra dependía del tipo de investigación que se deseaba realizar y, en consecuencia, de las hipótesis y del diseño de investigación que se habían establecido para llevar a cabo el estudio.

López [65] afirmó que la muestra consistió en un conjunto de elementos seleccionados de manera deliberada de una población específica para su inclusión en un estudio. También se puede describir como la elección de una parte representativa de una población, dado que es impracticable conocer los gustos y necesidades individuales de todos los miembros. Este método permitió obtener respuestas proporcionales a las preguntas planteadas.

La técnica de muestreo utilizada fue no probabilística, específicamente se optó por un muestreo opinático, debido a que la población era inferior a 50. Esto implicaba que la muestra equivalía a la población.

4.4. Lugar de Estudio

El distrito de San Juan de Lurigancho en Lima Perú.

4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la Información

4.5.1. Técnicas

Medina et al. [66] las técnicas de investigación fueron definidas como los diversos métodos, modalidades que permitieron recolectar datos o información que se necesita.

4.5.1.1. Encuesta

Casas et al. [67] las encuestas requirieron la planificación de las preguntas formuladas, la selección de individuos en una muestra representativa de

la población y la determinación del método utilizado para la recolección de datos.

Arias [68] el método empleado fue la encuesta, la cual comprendió un conjunto de preguntas dirigidas a dos variables.

. Instrumentación

Según Bernal [15, p. 3] es cualquier medio utilizado por el investigador para aproximarse a los fenómenos estudiados y conseguir información de ellos. Este estudio optó por emplear el cuestionario.

❖ Cuestionario Virtual

El instrumento de recolección de datos cumplió con criterios específicos para ser validado y utilizado adecuadamente.

4.5.3. Validez

Villasís et al. [69] la validez implicó la habilidad de conseguir resultados consistentes. Esta cualidad no estuvo vinculada directamente a los datos, sino más bien a la precisión de los instrumentos de medida y observación utilizados.

La validez de un instrumento en nuestro trabajo de investigación realmente cuantifica las variables que están en la matriz de operacionalización y que tiene que ser evaluado por un jurado de expertos.

Tabla 2
Validación del cuestionario por expertos

Experto	Apellidos y nombres	Especialidad
Nro. 1	Salazar Llerena, Silvia Liliana	Metodóloga
Nro. 2	Escudero Vílchez, Fernando Emilio	Metodólogo

4.5.5. Confiabilidad

Corral [70] Un instrumento de medición se considera altamente confiable cuando produce resultados consistentes al repetir la medición en condiciones similares. A medida que los resultados varían más, la fiabilidad del instrumento de medición disminuye.

La fiabilidad de los instrumentos para el “**CONTROL DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2023**” fueron el Alfa de Cronbach y la correlación de Pearson como indicadores de consistencia respecto a los datos analizados.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

4.6.1. Método de Análisis de Datos

Para Hernández et al., [71] el análisis de datos involucra las operaciones ejecutadas por el investigador para cumplir con los objetivos del estudio. La recolección de datos y los análisis preliminares revelaron desafíos que requerían ajustes en la planificación inicial del análisis. Sin embargo, se enfatizó la importancia de planificar los aspectos clave de los análisis basados en la verificación de hipótesis, dado que estas definiciones influían directamente en la recolección de datos.

Vizcaíno et al., [72] se detallan las diversas transformaciones que se aplicaron a los datos conseguidos para su posterior análisis:

Inferencial: Incluyó un análisis exhaustivo de métodos estadísticos para estimar parámetros y probar hipótesis en una población específica. Se emplearon técnicas como el coeficiente de correlación de Pearson y de Spearman, regresión lineal, prueba t, análisis de varianza, y análisis multivariado para explorar relaciones entre variables y diferencias entre grupos. Este enfoque permitió generalizar los resultados obtenidos y proporcionar una comprensión profunda de las dinámicas dentro del

conjunto de datos analizado, aplicando herramientas estadísticas avanzadas para obtener conclusiones significativas.

Descriptiva: Tablas o representaciones visuales como tabla de frecuencias, gráficos de barras, gráficos circulares, histogramas, diagramas de Pareto y diagramas de caja; así como estadísticas como dispersión, medidas de tendencia central, medidas de posición no central, promedio armónico, variabilidad, desviación estándar, sesgo, curtosis, frecuencias, entre otros.

Conforme al autor, este estudio utilizó esencialmente la plataforma de Microsoft Excel y el software estadístico SPSS.

4.7. Aspectos Éticos

El presente estudio: “CONTROL DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2023” se consideró lo siguiente:

Académico: Implicó que la información de este estudio se orientó a fines académicos e investigativos.

Objetivo: Implicó que los datos obtenidos en la presente fueron evaluados de manera objetiva y técnica, por el cual se aplicó estándares rigurosos para el análisis e interpretación de los datos hallados en el mismo.

Confiable: Implicó que el contenido proveniente de la empresa Rennan SAC estuvieron respaldados por la experiencia directa con los clientes y se consideraron fiables para este estudio.

Veracidad: Implicó autenticidad en los hallazgos y se verificó que los resultados no hubieran sido modificados, lo cual aseguró su fiabilidad y su capacidad para ser empleados con exactitud en la toma de decisiones o la creación de conocimiento.

Originalidad: Implicó ceñirnos a la norma propuesta por la UNAC, citamos correctamente las fuentes bibliográficas, aseguramos el reconocimiento justo de la autoría, promovimos la transparencia y fortalecimos la credibilidad del estudio.

VI. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

Resultados de la Ficha de observación

Tabla 3

Descriptivos del peso de las lechugas- Pre Test vs Post Test

Estadísticos Descriptivos	Peso (g) - Pre Test	Peso (g) - Post Test
Media	214.00	259.75
Mediana	210.00	258.5
Desviación Estándar	7.76	6.67
Mínimo	205.0	250.0
Máximo	225.00	269.00

La Tabla 2 presenta los resultados descriptivos del peso de las lechugas antes y después de la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en los huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima. Antes de la implementación, el peso promedio de las lechugas producidas durante los últimos seis meses era de 214 gramos. Sin embargo, tras la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), el peso promedio de las lechugas en los seis meses posteriores aumentó significativamente a 259.75 gramos. Esto evidencia un impacto positivo del sistema en el crecimiento de las lechugas.

Además, la desviación estándar ha disminuido ligeramente de 7.76 a 6.67, indicando una mayor consistencia en los pesos de las lechugas después de la implementación. El peso mínimo registrado pasó de 205.0 gramos antes de la implementación a 250.0 gramos después, mientras que el peso máximo aumentó de 225.0 gramos a 269.0 gramos. Estos cambios sugieren que las lechugas han crecido de manera más uniforme y robusta con el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), lo cual

respalda la hipótesis de que este sistema mejora la producción de lechugas en términos de peso y uniformidad.

Figura 13

Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – Peso de lechugas

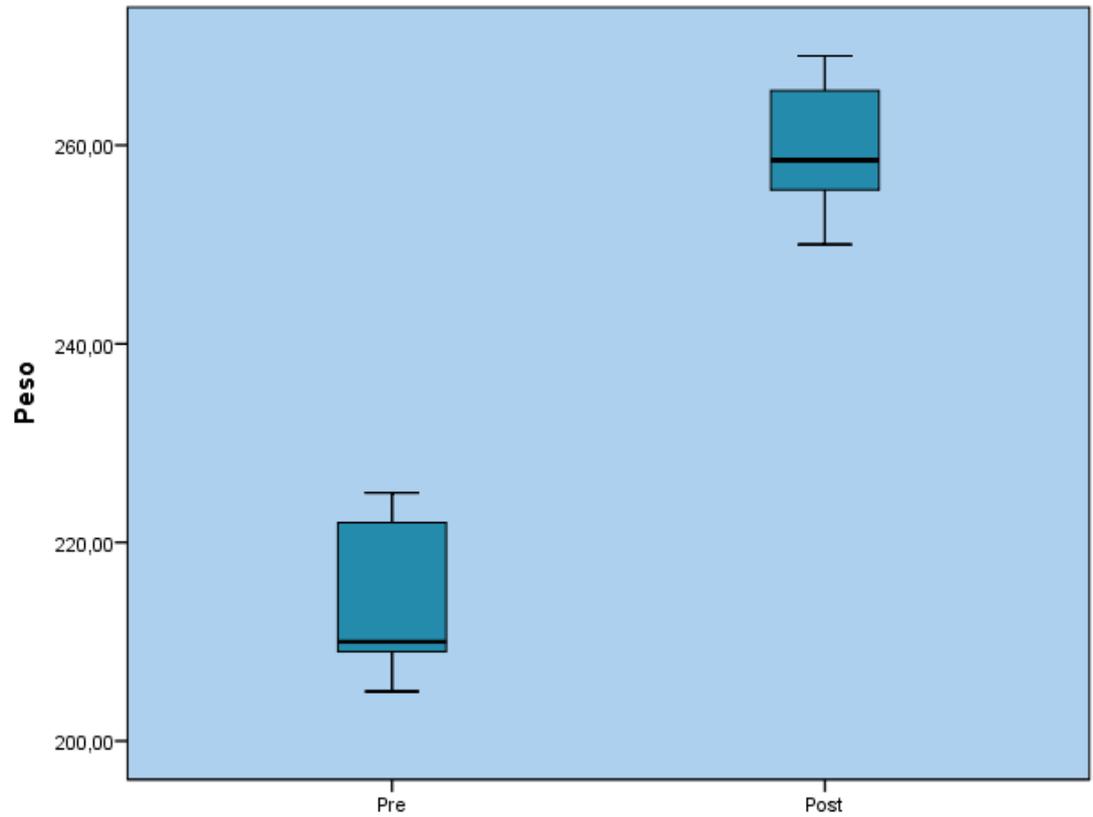


Tabla 4*Descriptivos del tiempo de producción - Pre Test vs Post Test*

Estadísticos Descriptivos	Tiempo de producción (días) - Pre Test	Tiempo de producción (días) - Post Test
Media	40.625	33.75
Mediana	40.5	34.5
Desviación Estándar	1.06	1.58
Mínimo	39.00	31.00
Máximo	42.00	35.00

La Tabla 3 presenta los resultados descriptivos del tiempo de producción de las lechugas antes y después de la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en los huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima. Antes de la implementación, el tiempo de producción promedio de las lechugas era de 40.63 días. Sin embargo, tras la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), se observa una reducción significativa en el tiempo de producción promedio, disminuyendo a 33.75 días en las últimas seis producciones. Esto evidencia que el sistema ha tenido un impacto positivo en la reducción del tiempo de producción de las lechugas.

La desviación estándar ha aumentado ligeramente de 1.06 a 1.58, lo que sugiere una variación un poco mayor en el tiempo de producción después de la implementación. A pesar de este aumento en la variabilidad, tanto el tiempo mínimo como el máximo de producción han disminuido. Esto indica que las lechugas alcanzan su madurez en un período más corto y de manera más uniforme con el nuevo sistema hidropónico. En síntesis, la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) no solo ha acelerado el tiempo de producción de las lechugas, sino que también ha mejorado la consistencia y uniformidad del proceso de cultivo

Figura 14

Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – Tiempo de producción

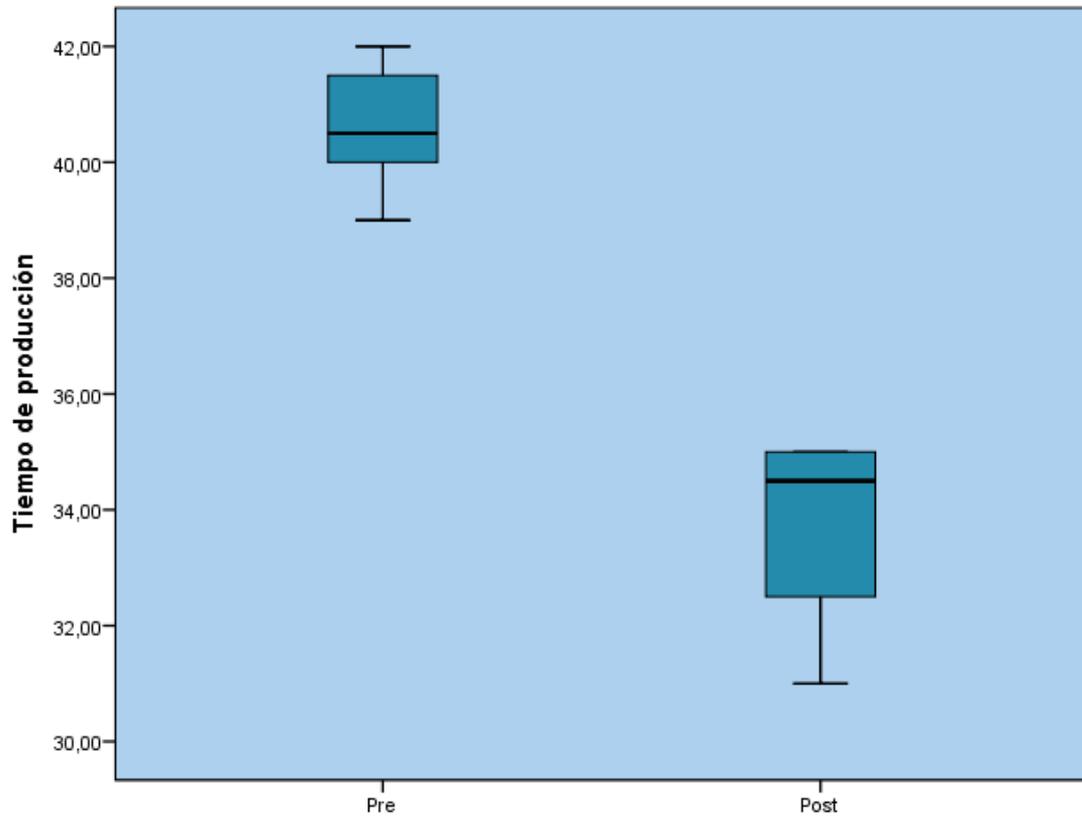


Tabla 5

Descriptivos de la cantidad de lechugas producidas - Pre Test vs Post Test

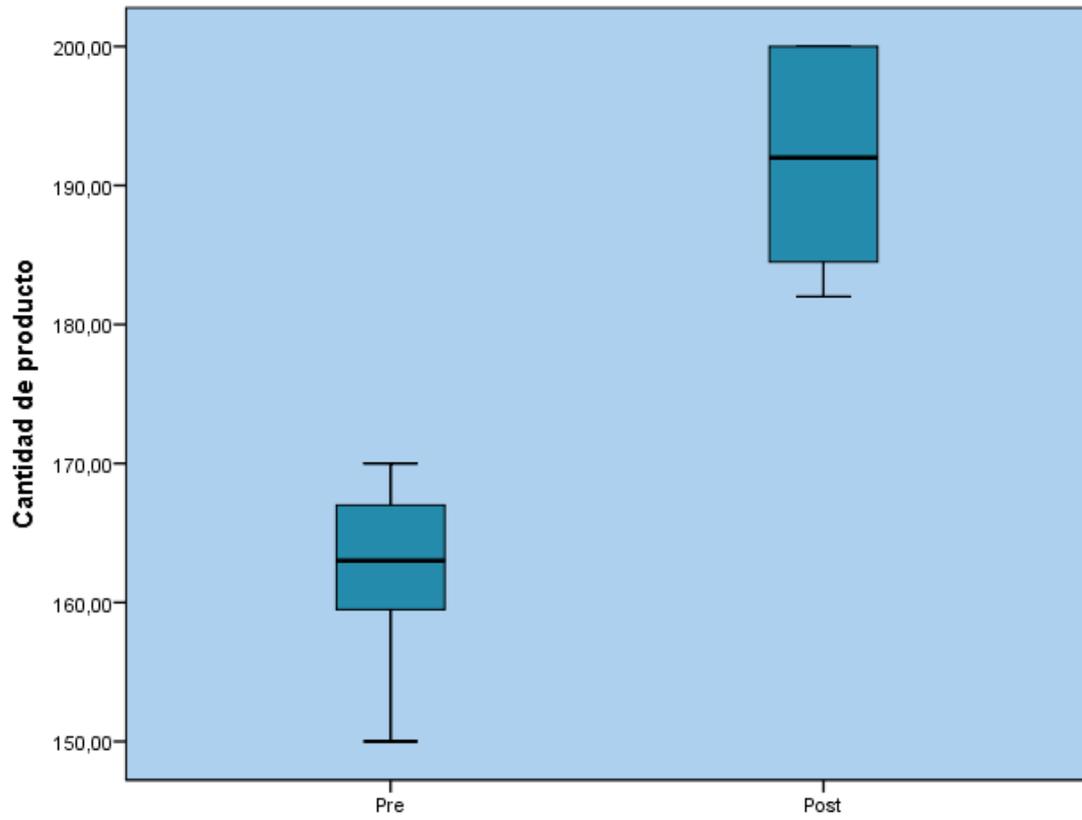
Estadísticos Descriptivos	Cantidad de producto - Pre Test	Cantidad de producto - Post Test
Media	162.375	191.875
Mediana	163.0	192.0
Desviación Estándar	6.346	8.061
Mínimo	150.0	182.0
Máximo	170.0	200.0

La Tabla 4 presenta los resultados descriptivos de la cantidad de lechugas producidas antes y después de la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en los huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima. Antes de la implementación, la cantidad promedio de lechugas producidas era de 162.38 unidades. Sin embargo, tras la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), se observa un incremento significativo en la producción promedio, alcanzando 191.88 unidades en las últimas seis producciones. Esto demuestra que el sistema ha tenido un impacto positivo en la cantidad de lechugas producidas.

La desviación estándar ha aumentado ligeramente de 6.35 a 8.06, lo que indica una mayor variabilidad en la cantidad de producción después de la implementación del sistema. A pesar de este aumento en la variabilidad, tanto la cantidad mínima como la máxima de lechugas producidas han aumentado. Esto sugiere que, aunque hay una mayor dispersión en los datos, la capacidad de producción ha mejorado en general, alcanzando niveles más altos y consistentes. En síntesis, la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha incrementado significativamente la cantidad de lechugas producidas en los huertos urbanos, evidenciando una mejora en la eficiencia y la capacidad productiva del sistema.

Figura 15

Comparación de los Gráficos de Cajas por Grupos – Cantidad de producto



5.2 Resultados inferenciales

Tabla 6

Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks

Variable		Estadístico	gl	Sig.
Peso	Pre test	0.845	8	0.085
	Post test	0.941	8	0.616
Tiempo de producción	Pre test	0.912	8	0.366
	Post test	0.815	8	0.051
Cantidad del producto	Pre test	0.934	8	0.552
	Post test	0.816	8	0.053

La Tabla 5 presenta los resultados de la prueba de normalidad para los datos correspondientes al pre y post test del peso, tiempo de producción y cantidad de lechugas. Los valores de significancia obtenidos son mayores a 0.05, lo que proporciona evidencia estadística de que los datos analizados siguen una distribución normal.

Tabla 7

Prueba de Homogeneidad de Bartlett

Variable	Estadístico	Sig.
Peso Pre-Test vs Post Test	0.689	0.420
Tiempo de producción - Pre-Test vs Post Test	1.960	0.183
Cantidad de producto - Pre-Test vs Post Test	3.139	0.098

En la Tabla 6 se evidencia que las variables de estudio "Peso", "Tiempo de producción" y "Cantidad de producto" obtuvieron valores de significancia superiores a 0.05. Esto indica que las varianzas de los grupos pre test y post test son homogéneas (varianzas iguales). Con base en estos resultados, se utilizó la prueba T de Student para muestras

relacionadas con el fin de verificar las hipótesis de investigación, las cuales se explican a continuación:

Hipótesis General

H₁: Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

H₀: Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) no mejora la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

El estudio demostró que el uso del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023. Las pruebas de normalidad y homogeneidad confirmaron que los datos al pre y post test del peso, tiempo de producción y cantidad de lechugas siguen una distribución normal y las varianzas entre los grupos pre test y post test son equivalentes afirmando que el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) incrementa la producción de lechuga en estos huertos urbanos.

Hipótesis Específica 1

H₁: Controlar el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta el peso de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

H₀: Controlar el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) no aumenta el peso de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Tabla 8

Prueba T de Student. Peso de las lechugas - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
236.875	223.7461	250.0039	38.456	0.000

La prueba T de Student muestra que la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha tenido un impacto significativo en el peso de las lechugas. Con un valor de significancia de 0.000, lo cual indica que las diferencias observadas no se deben al azar. La media de la diferencia, que es de 236.875 gramos, indica un aumento sustancial en el peso promedio de las lechugas tras la implementación del sistema hidropónico.

El intervalo de confianza del 95%, que oscila entre 223.7461 y 250.0039 gramos, proporciona un rango en el cual se espera que se encuentre la verdadera diferencia de medias. Este intervalo estrecho y su proximidad a la media observada respaldan la fiabilidad de los resultados.

En síntesis, la evidencia encontrada sirve para rechazar la hipótesis nula, por ende, se deduce que controlar el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta el peso de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Hipótesis Específica 2

H₁: Desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) disminuye el tiempo de producción de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

H₀: Desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) no disminuye el tiempo de producción de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Tabla 9

Prueba T de Student. Tiempo de producción - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
37.1875	35.1728	39.2022	39.342	0.000

La prueba T de Student muestra que la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha tenido un impacto significativo en el tiempo de producción de las lechugas. Con un valor de significancia de 0.000, lo cual señala que las diferencias observadas no son aleatorias. La media de la diferencia en el tiempo de producción es de 37.19 días, lo que representa un cambio sustancial en el tiempo promedio de producción de las lechugas tras la implementación del sistema hidropónico. Este resultado indica que el sistema ha permitido una reducción considerable en el tiempo necesario para que las lechugas alcancen su estado de cosecha, mejorando así la eficiencia de producción.

En síntesis, la evidencia encontrada sirve para rechazar la hipótesis nula, por ende, se deduce que desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) disminuye el tiempo de producción de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Hipótesis Específica 3

H₁: Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta la cantidad de Lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

H₀: Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) no aumenta la cantidad de Lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Tabla 10

Prueba T de Student. Cantidad de producto - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
177.125	168.1897	186.0603	42.252	0.000

La prueba T de Student muestra que la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha tenido un impacto significativo en la cantidad de producción de las lechugas. Con un valor de significancia de 0.000, lo cual indica que las diferencias observadas no se deben al azar. La media de la diferencia en la cantidad de lechugas producidas es de 177.125 lechugas por cada etapa de producción, lo que representa un aumento sustancial en la producción promedio tras la implementación del sistema hidropónico. Este incremento significativo en la cantidad de lechugas producidas sugiere que el sistema ha optimizado las condiciones de cultivo, permitiendo una mayor eficiencia y productividad en los huertos urbanos.

En síntesis, la evidencia encontrada sirve para rechazar la hipótesis nula, por ende, se deduce que emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta la cantidad de Lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Basado en los resultados se proporcionó evidencia sólida que respalda la hipótesis de investigación, demostrando que el uso del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora significativamente la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos ubicados en San Juan de Lurigancho, Lima, durante el año 2023. Los análisis de normalidad y homogeneidad realizados indicaron que los datos de peso, tiempo de producción y cantidad de lechugas antes y después de la implementación del sistema siguieron una distribución normal, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, que sostiene que existe una mejora significativa en la producción de lechuga con el uso del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), rechazando así la hipótesis nula que afirmaba lo contrario.

En cuanto a la hipótesis específica 1 se generó evidencias indicando el aumento promedio de 236.875 gramos en el peso de las lechugas posterior a la implementación del sistema NFT (Nutrient Film Technique), respaldado por un intervalo de confianza estrecho (223.7461 a 250.0039 gramos) que refuerza la solidez de los resultados obtenidos. Estos hallazgos sugieren que el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) representa una mejora significativa en la producción de lechugas, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de que el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta el peso de la lechuga en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Respecto a la hipótesis específica 2 se revela que la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha tenido un impacto significativo en el tiempo de producción de las lechugas, ya que las diferencias observadas en el tiempo de producción tiene una media de

37.19 días, indicando una reducción sustancial en el tiempo necesario para que las lechugas alcancen su estado de cosecha con el sistema hidropónico, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, demostrando que el desarrollo del control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) efectivamente disminuye el tiempo de producción de la Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Para la hipótesis específica 3, los resultados obtenidos revelan un impacto significativo de la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en la cantidad de lechugas producidas en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023, con un valor de significancia de 0.000 y la diferencia en la cantidad de lechugas producidas presenta una media de 177.125 por cada etapa de producción, lo que representa un incremento sustancial gracias a las condiciones optimizadas de cultivo proporcionadas por el sistema. En consecuencia, los hallazgos avalan la hipótesis específica planteada, rechazando la hipótesis nula y demostrando que emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) efectivamente aumenta la cantidad de lechugas en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

6.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares

En cuanto a la hipótesis general, los resultados obtenidos en esta investigación respaldan firmemente la idea de que el uso del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023, el cual es converge con investigaciones previas como el de Yate y Zambrano [17] quienes desarrollaron un prototipo IoT para monitoreo de cultivos hidropónicos, destacando mejoras en la eficiencia y producción. Además, Correa [18], al estudiar sistemas NFT (Nutrient Film Technique) en el cultivo de pepino, encontró resultados similares en términos de incremento de la producción bajo condiciones

controladas. Asimismo, Portilla [21] desarrolló un sistema automatizado para control de parámetros de solución nutritiva en huertos urbanos, reportando beneficios comparables en la producción de hortalizas. Estos estudios respaldan la conclusión de que el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora significativamente la producción de lechuga en huertos urbanos, proporcionando una base sólida para los hallazgos obtenidos en este estudio.

Respecto a la hipótesis específica¹, los hallazgos corroboran que el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) impacta positivamente en el aumento del peso de la lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima, 2023, estos concuerdan con los estudios de Acosta [7] quien desarrolló un sistema hidropónico inteligente aplicado a la producción de forraje, utilizando arquitectura IoT para optimizar el control del cultivo. Asimismo, Portilla [21] implementó un sistema automatizado de hidroponía urbana que regulaba la solución nutritiva, mejorando la producción de hortalizas y reduciendo el uso de recursos. Del mismo modo, Granda [22] comparó sistemas hidropónicos NFT (Nutrient Film Technique) convencionales con aquellos que incorporaban control automático de pH y conductividad, concluyendo que la automatización mantenía los parámetros óptimos y mejoraba la calidad del producto.

En relación a los resultados la hipótesis específica 2, se demuestran que el desarrollo controlado del sistema NFT (Nutrient Film Technique) contribuye positivamente a la eficiencia del cultivo en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023, esto se ajusta a los estudios de Acosta [7] quien investigó el desarrollo de un sistema hidropónico inteligente aplicado a la producción de forraje, destacando la importancia de elegir adecuadamente sensores y actuadores para optimizar el cultivo. Por otro lado, Mamani [19] evaluó el efecto del caudal en el rendimiento de lechugas en sistema NFT (Nutrient Film Technique), identificando que el manejo adecuado de las condiciones térmicas puede optimizar el

rendimiento del cultivo. Además, Correa [18] comparó sistemas hidropónicos NFT (Nutrient Film Technique) en el cultivo de pepino, resaltando la eficiencia de los canales para mejorar la absorción de nutrientes. Por ende, estos estudios respaldan la relevancia de un control preciso de variables ambientales y nutricionales en sistemas hidropónicos.

Los resultados de la hipótesis específica 3 indican que emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta la cantidad de Lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023. subrayando su viabilidad y eficacia para mejorar la agricultura urbana, esto coincide con los hallazgos de Mamani [19] quien encontró que mantener temperaturas adecuadas es crucial para optimizar el rendimiento de lechugas en Patacamaya, complementariamente Yate y Zambrano [5] diseñaron un prototipo de IoT para monitorear y controlar variables ambientales en un cultivo hidropónico de lechuga crespa, destacando la importancia del manejo tecnológico de las condiciones ambientales para mejorar la efectividad y producción en cultivos urbanos. A nivel nacional, Portilla [21] desarrolló un sistema hidropónico automatizado, destacando la eficiencia en el uso de recursos en huertos urbanos. Estos estudios respaldan la conclusión de que la implementación del sistema NFT (Nutrient Film Technique) efectivamente aumenta la producción de lechugas en contextos urbanos, subrayando su viabilidad y eficacia para mejorar la agricultura urbana.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

Esta investigación titulada CONTROL DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*LACTUCA SATIVA* L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2023, sigue estrictamente el Reglamento del Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao las etapas del estudio, desde la

planificación hasta la ejecución y la divulgación de los resultados, subrayando el compromiso de esta investigación con la excelencia académica y la contribución significativa al campo de la agricultura urbana.

7. CONCLUSIONES

Primera: El sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) representa una estrategia efectiva para mejorar la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima, durante el año 2023. Los datos analizados revelaron consistentemente que el sistema no solo facilitó condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas, sino que también optimizó los recursos disponibles, mostrando distribuciones de peso, tiempo de producción y cantidad de lechugas que cumplen con los criterios de normalidad y homogeneidad. Estos hallazgos subrayan la viabilidad y la relevancia práctica del sistema NFT (Nutrient Film Technique) en entornos urbanos, respaldando su potencial para promover prácticas agrícolas sostenibles y eficientes en contextos similares.

Segunda: El control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha tenido un impacto positivo en el peso de las lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023, esto se logró evidenciar a través de la prueba T de Student, el cual arrojó un valor de significancia de 0.000, indicando que las diferencias observadas no son atribuibles al azar. Con una media de diferencia de 236.875 gramos y un intervalo de confianza del 95% que va desde 223.7461 hasta 250.0039 gramos, se establece con fiabilidad que el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) incrementa significativamente el peso promedio de las lechugas. Estos resultados permiten afirmar que el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film

Technique) es efectivo para mejorar la producción de lechuga en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023, consolidando esta tecnología como una opción viable en la agricultura urbana moderna.

Tercera: El sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha presentado un impacto notable en el tiempo de producción de lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023, ya que los resultados obtenidos a través de la prueba de T de Student mostró un valor de significancia de 0.000, indicando que las diferencias observadas no son atribuibles al azar, la diferencia en el tiempo de producción fue de 37.19 días, se evidencia una reducción considerable en el tiempo necesario para que las lechugas alcancen su estado de cosecha, subrayando que el sistema ha contribuido significativamente a mejorar la eficiencia de producción, al acelerar el ciclo de crecimiento de las lechugas en condiciones urbanas. Se deduce, por lo tanto, que desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) efectivamente disminuye el tiempo de producción de lechugas en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023.

Cuarta: El sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) ha tenido un impacto significativo en la cantidad de producción de lechugas (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima 2023, esto se reflejó mediante la prueba T de Student, mostrando un valor de 0.000, permitiendo afirmar que las diferencias observadas no son atribuibles al azar, ya que la diferencia media observada en la cantidad de lechugas producidas por etapa es de 177.125 lechugas evidenciando un aumento en la producción promedio tras la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), mediante estos hallazgos se subraya la viabilidad y beneficio de esta tecnología en entornos agrícolas urbanos.

8. RECOMENDACIONES

Primera: Basado en los hallazgos de este estudio, se recomienda la adopción y expansión del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en huertos urbanos de San Juan de Lurigancho, Lima, ya que este sistema ha demostrado consistentemente mejorar las condiciones de crecimiento de la lechuga y optimizar el uso de recursos, lo cual es fundamental para promover prácticas agrícolas sostenibles y eficientes en entornos urbanos similares. además, implementar programas piloto en colaboración con instituciones educativas y comunitarias podría no solo validar estos resultados en diferentes contextos urbanos, sino también fomentar el aprendizaje y la capacitación en agricultura urbana. Adicionalmente, se sugiere explorar subsidios y financiamientos específicos para pequeños productores interesados en adoptar esta tecnología, asegurando así su accesibilidad y apoyo continuo en el desarrollo agrícola urbano.

Segundo: Los resultados estadísticos indican un aumento significativo en el peso de las lechugas bajo este sistema, por ello se recomienda mantener y mejorar estos resultados, mediante un programa de monitoreo continuo que incluya análisis de nutrientes, pH del agua y condiciones ambientales puede ayudar a identificar y corregir desviaciones tempranas que podrían afectar el crecimiento y la calidad de los cultivos. Además, capacitar al personal en prácticas óptimas de gestión y mantenimiento del sistema NFT (Nutrient Film Technique) es fundamental para garantizar su eficacia a largo plazo y maximizar el retorno de la inversión en infraestructura y equipamiento.

Tercera: Es esencial utilizar el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para reducir el tiempo de producción de las lechugas en huertos urbanos, puesto que la significativa reducción en el tiempo de crecimiento observada en este estudio subraya la eficiencia del sistema. Se recomienda optimizar las condiciones ambientales y los parámetros de cultivo para mantener esta eficiencia y reducir aún más los ciclos de producción. Además, explorar tecnologías complementarias como iluminación LED ajustable y sistemas automatizados de control climático que faciliten mejorar aún más la productividad y la previsibilidad de los ciclos de cultivo. Adicionalmente, promover la investigación aplicada y la innovación en prácticas de cultivo hidropónico podría generar nuevos conocimientos y técnicas que beneficien no solo a los productores locales, sino también a la comunidad científica y académica interesada en la agricultura urbana sostenible.

Cuarto: Para aumentar la cantidad de lechugas producidas en huertos urbanos utilizando el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), se recomienda la implementación de prácticas de gestión específicas, ya que esta tecnología permite incrementar rendimientos agrícolas en contextos urbanos. Además, se sugiere realizar monitoreo constante y ajustes operativos para mantener este beneficio a largo plazo y establecer alianzas estratégicas con proveedores de insumos agrícolas y técnicos especializados en sistemas hidropónicos para facilitar el acceso a tecnología de punta y asistencia técnica continua. Asimismo, desarrollar programas de capacitación en manejo integrado de plagas y enfermedades podría ayudar a mitigar riesgos biológicos y fortalecer la resiliencia del sistema ante posibles desafíos climáticos y ambientales.

REFERENCIAS

- [1] W. Poma, Artist, *Revisión bibliográfica de uso de sistemas hidropónicos en el cultivo de hortalizas*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo], 2020.
- [2] J. Jiménez, Artist, *Condiciones ambientales optimas para producción de forraje verde hidropónico como alternativa de solución para las épocas de heladas*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo], 2021.
- [3] S. Gutierrez, Artist, *Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para incrementar la productividad de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo], 2020.
- [4] R. Cortez, Artist, *Recirculación de la solución nutritiva y su rendimiento-calidad del cultivo hidropónico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) IMPERIAL, 2021*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cañete], 2021.
- [5] M. Yate and M. Zambrano, Artists, *Prototipo lot de monitoreo y control de variables ambientales para un cultivo hidropónico de hortalizas*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Colombia], 2021.
- [6] U. Trujillo, Artist, *Tekax - Aplicación móvil para el control de cultivos hidropónicos utilizando IoT*. [Art]. [Tesis de maestría, Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Acapulco], 2020.
- [7] A. Acosta, Artist, *Sistema hidropónico inteligente aplicado a la producción del forraje verde con Arquitectura LOT*. [Art]. [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica de Ambato], 2022.
- [8] Y. Cayllahua, Artist, *Aplicación de un sistema de control basado en IoT para el balance de la solución nutritiva en el cultivo de lechuga por hidroponía en el Distrito de Chilca, Lima, 2021*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac], 2023.
- [9] E. Larico, Artist, *Diseño e implementación de un sistema de control y automatizado para la etapa de germinación y acondicionamiento de lechugas hidropónicas de la empresa Fagsol S.A.C. monitoreado a tiempo real*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa], 2019.

- [10] G. Torres, Artist, *Diseño e implementación de un sistema de adquisición y registro de señales e imágenes con tecnología IoT para el seguimiento de las condiciones de cultivos hidropónicos de lechuga*. [Art]. [Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2021.
- [11] K. Villanueva, Artist, *Remoción de plomo en aguas contaminadas mediante un sistema hidropónico con *Impatiens walleriana**. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo], 2022.
- [12] D. Condor and F. Romero, Artists, *Desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) por hidroponía con diferentes soluciones nutritivas*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú], 2023.
- [13] R. Hernández and S. Coello, *El proceso de investigación científica, Universitaria*, 2020.
- [14] W. Artigas and M. Robles, "Metodología de la investigación: Una discusión necesaria en universidad Zulianas," *Digital Universitaria*, vol. 11, no. 11, 2010.
- [15] C. Bernal, *Metodología de la investigación*, Pearson Educación, 2010.
- [16] D. Solíz, *Cómo hacer un perfil proyecto de investigación científica*, Palibrio, 2019.
- [17] M. Z. M. Yate, Artist, *Prototipo lot de monitoreo y control de variables ambientales para un cultivo hidropónico de hortalizas*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Colombia], 2021.
- [18] L. Correa, Artist, *Comparación de dos sistemas hidropónicos NFT en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Guayaquil*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Agraria del Ecuador], 2020.
- [19] J. Mamani, Artist, *Efecto del caudal en el rendimiento de cuatro variedades de lechuga (*Lactuca sativa*, L.) en el sistema hidropónico NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) en la estación experimental Patacamaya*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés], 2022.
- [20] J. Ayres, Artist, *Crecimiento y consumo de nutrientes de lechuga y rúcula en sistema hidropónico NFT*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad de la República], 2023.

- [21] M. Portilla, Artist, *Sistema hidropónico automatizado para el control de parámetros de solución nutritiva en huertos urbanos*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo], 2022.
- [22] R. Granda, Artist, *Diseño de un sistema de control automático de ph y conductividad eléctrica para garantizar el balance de la solución nutritiva de un sistema hidropónico NFT en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo], 2022.
- [23] B. Boza, Artist, *Implementación de un sistema automatizado para control y supervisión de la producción de forraje verde hidropónico en la ciudad de Cusco*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica del Perú], 2021.
- [24] M. Puelles, «Prototipo de un Invernadero automatizado hidropónico NFT con dos microclimas para el hogar basado en Internet de las cosas,» *Revista de investigación de sistemas e informática*, vol. 16, nº 1, 2023.
- [25] W. Inga, Artist, *Remoción de cobre en un sistema hidropónico "NFT" con aguas contaminadas utilizando como Fitorremediador la Brassica juncea(yuyo)*. [Art]. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo], 2022.
- [26] F. Abdel, N. Abdel, Y. Amen, A. Halim y H. Elrady, «Genus Lactuca (Asteraceae): A Comprehensive Review,» *ACG publications* , vol. 17, nº 2, pp. 201-231, 2023.
- [27] C. Lei y N. Engeseth, «Comparison of growth characteristics, functional qualities, and texture of hydroponically grown and soil-grown lettuce,» *Lwt - Food Science and Technology*, vol. 150, 2021.
- [28] P. Ampim, E. Obeng y E. Olvera, «Indoor Vegetable Production: An Alternative Approach to Increasing Cultivation,» *MDPI*, vol. 11, nº 21, 2022.
- [29] D. Neocleous and D. Savvas, "Validating a smart nutrient solution replenishment strategy to save water and nutrients in hydroponic crops," *Front. Environ. Sci*, vol. 10, 2022.
- [30] P. Karnoutsos, M. Karagiovanidis, F. Bantis, T. Chatzistathis and A. Koukounaras, "Controlled root-zone temperature effect on baby leaf vegetables yield and quality in a floating system under mild and extreme weather conditions," *Journal of the science of food and agriculture*, vol. 101, no. 9, 2020.

- [31] D. Pomoni, M. Koukou, M. Vrachopoulos y L. Vasiliadis, «A Review of Hydroponics and Conventional Agriculture Based on Energy and Water Consumption, Environmental Impact, and Land Use,» *MDPI*, vol. 16, nº 4, 2023.
- [32] A. Alexopoulos, E. Marandos, A. Assimakopoulou, N. Vidalis, S. Petropoulos y L. Karapano, «Effect of Nutrient Solution pH on the Growth, Yield and Quality of *Taraxacum officinale* and *Reichardia picroides* in a Floating Hydroponic System,» *MDPI*, vol. 11, nº 6, 2021.
- [33] X. Ding, H. Zhang, T. Qian, L. He, H. Jin, Q. Zhou y J. Yu, «Nutrient Concentrations Induced Abiotic Stresses to Sweet Pepper Seedlings in Hydroponic Culture,» *MDPI*, vol. 11, nº 8, 2022.
- [34] Azhari, D. Simanjuntak, L. Hakim y Sabar, «Design and control system of temperature and water level in hydroponic plants,» *Journal of Physics: Conference Series*, 2022.
- [35] E. Segovia, M. Luna, F. Tovar, M. Garza y L. López, «Calidad y Sistemas de Manufactura Ingeniantes,» *Ingeniantes*, vol. 1, nº 2, 2023.
- [36] S. Yamada and H. Toshiyoshi, "Temperature Sensor with a Water-Dissolvable Ionic Gel for Ionic Skin," *ACS Publications*, vol. 12, no. 32, 2020.
- [37] R. Yan, G. Sang, S. Wu, M. Wang, B. Hou, M. Gao, R. Chen y H. Yu, «Temperature self-calibrated pH sensor based on GO/PVA-coated MZI cascading FBG,» *Optica Publishing Group*, vol. 29, nº 9, 2021.
- [38] D. Jaramillo, Panchana, Washington, A. Cumbicos y N. Escudero, «Sistema de riego inteligente para el mantenimiento de áreas verdes en una institución educativa,» *Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, vol. 10, nº 2, 2023.
- [39] M. Suhaih, M. Kumar, S. Kumar, N. Sharma, P. Jain y P. Singh, «International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology,» vol. 11, nº 12, 2023.
- [40] I. Agustian, B. Imam, H. Santosa, N. Daratha y R. Faurina, «NFT Hydroponic Control Using Mamdani Fuzzy Inference System,» *Robotics and Control (JRC)*, vol. 3, nº 3, 2022.

- [41] A. Primawan y N. Kusuma, «Nutrition control in nutrient film technique hydroponic system using fuzzy method,» *Web of Conferences* , vol. 475, 2023.
- [42] J. Ayres, R. Grasso y C. Berrueta, «Control de la solución nutritiva hidropónica (NFT) basado en el pH y la conductividad: luces y sombras,» *Hortifruticultura*, vol. 71, pp. 108-112, 2022.
- [43] G. Sandoya, J. Bosques y V. Vassilaros, «La producción de lechugas en sistemas hidropónicos a pequeña escala,» *SEDI*, nº 1, 2022.
- [44] J. Castro, L. Brenes, M. Jiménez y R. Campos, «Análisis de ciclo de vida de lechuga (*Lactuca sativa*) cultivada bajo un sistema orgánico y convencional, como insumo para toma de decisiones en dos fincas agrícolas costarricenses,» *Tecnología en Marcha* , vol. 34, nº 3, 2021.
- [45] P. Zea, L. Pierre, G. Lucero, W. Larriva y E. Chica, «Desarrollo y rendimiento de calabacín y lechuga cultivados sobre acolchados vivos en Cuenca, Ecuador,» *Siembra* , vol. 7, nº 1, 2020.
- [46] C. Franco, «Evaluación y análisis de técnicas de preservación de hortalizas de IV gama,» *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, vol. 48, nº 3, 2022.
- [47] C. Frías, G. Santiago, R. Burgarín, C. Aburto, C. Juárez, E. Urbina y E. Sánchez, «Concentración de la solución nutritiva y su relación con la producción y calidad de arándano azul,» *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, vol. 21, nº 3, 2020.
- [48] L. Leyva, M. Luna, J. López, D. Juárez y Y. Ortega, «Cultivo, cosecha y postcosecha en el sistema productivo cilantro (*Coriandrum sativum* L.),» *Agricultura Sociedad y Desarrollo* , vol. 20, nº 3, 2023.
- [49] Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, *Resolución 1166 de 2006 MAVDT*, Bogotá D.C., Colombia, 2006.
- [50] P. Córdova, T. Barrios, I. Córdova y D. Calderón, «La recirculación del agua residual industrial en el costo de reúso del proceso,» *ALFA* , vol. 5, nº 15, 2021.
- [51] R. Guamán, T. Desiderio, Á. Villavicencio y S. Ulloa, «Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos,» *Siembra* , vol. 7, nº 2, 2020.

- [52] J. Aro and M. Calsin, "Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), cebada (*Hordeum vulgare* L.) maiz (*Zea mays* L.), haba (*Vicia faba* L.) y soya (*Glycine max* L. Merr) por proceso de cocción – extrus," *Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, vol. 21, no. 4, 2019.
- [53] M. Rodríguez, W. Quinterio y C. Pacheco, «Costos de producción: innovaciones y prácticas estratégicas de las mipymes manufactureras,» *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, vol. 8, nº 1, 2020.
- [54] A. Arias, A. Castillo, Á. Roa, E. Bidó, J. García, D. Hernández y M. Aybar, «Protocolos y topologías utilizadas en los sistemas de comunicación de las microrredes eléctricas,» *Ciencia, ingenierías & Aplicaciones*, vol. 4, nº 1, 2021.
- [55] J. Jessen and R. P. P. Liu, "Ultra-Reliable Low Latency Communication Using Interface Diversity," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 66, no. 3, 2018.
- [56] M. Vichique, J. Hernández y A. Castillo, «Sistemas Hidropónicos Sustentables Basados en el Reciclaje de Botellas de PET e Impresión 3D,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, nº 5, 2023.
- [57] F. Supo y H. Cavero, Fundamentos teóricos y procedimentales de la investigación científica en ciencias sociales, 2014.
- [58] C. Vega, J. Maguiña, A. Soto, J. Lama y L. Correa, «Estudios transversales,» *Fac. Med. Hum.*, vol. 21, nº 1, 2021.
- [59] G. Baena, Metodología de la investigación, Patria, 2017.
- [60] A. Sánchez y A. Murillo, «Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa,» *Debates hist.*, vol. 9, nº 2, 2022.
- [61] A. González Salcedo y A. Soler Contreras , «Nuevas miradas de los presupuestos participativos: los resultados de la participación desde la perspectiva política y técnica,» *OBETS: Revista de Ciencias Sociales*, pp. 135-150, 2021.
- [62] E. A. Ruvalcaba Gómez, «Perception of Success about Open Government according to Gender: an analysis from Civil Society Organizations and

- Government,» *Revista iberoamericana de estudios municipales*, nº 21, 2020.
- [63] M. Tamayo, *El proceso de la investigación científica*, LIMUSA, Noriega Editores , 2003.
- [64] T. Otzen and C. Manterola, "Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio," *International Journal of Morphology*, vol. 35, no. 1, pp. 227-232, 2017.
- [65] P. López, «Población, Muestra y Muestreo,» *Punto Cero*, vol. 9, nº 8, 2004.
- [66] M. Medina, R. Rojas, W. Bustamante, R. Loaiza, C. Martel y R. Castillo, *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*, INUDI-Perú , 2023.
- [67] J. Casas, J. Repullo y J. Donado, «La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I),» *ScienceDirect* , vol. 31, nº 8, pp. 527-538, 2003.
- [68] F. Arias, *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*, vol. 369, Episteme, 2013.
- [69] M. Villasís, H. Márquez, J. Zurita, G. Miranda y A. Escamilla, «El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones,» *Alergia México*, vol. 65, nº 4, 2018.
- [70] Y. Corral, «Validez y confiabilidad en instrumentos de investigación: una mirada teórica,» *Ciencias de la Educación*, vol. 32, nº 60, 2022.
- [71] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la Investigación*, Mc Grae HI Education, 2014.
- [72] P. Vizcaíno, I. Maldonado y R. Cedeño, «Metodología de la investigación científica: guía práctica,» *Científica Multidisciplinar* , vol. 7, nº 4, 2023.

9. ANEXOS

Anexo N°1 - Matriz de Consistencia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTACION	METODOLOGIA
<p>Problema General:</p> <p>P.G.1 ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá mejorar la producción de Lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>O.G. Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para mejorar la producción de Lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>H.G. Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora la producción de Lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Solución nutritiva</p> <p>I1: PH</p> <p>I2: Conductividad eléctrica</p> <p>I3: Temperatura</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Encuesta</p> <p>Según lo expuesto por el autor, la encuesta para el presente trabajo de investigación es una técnica que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica.</p>	<p>Tipo y Diseño de la Investigación:</p> <p>Para el presente trabajo de investigación:</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación: NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL</p> <p>Nivel de la Investigación: DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>P.E.1. ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá aumentar el peso de la Lechuga (Lactuca</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>O.E.1. Caracterizar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para aumentar el peso de la</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>H.E.1. Controlar el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta el peso de la Lechuga (Lactuca</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Producción de Lechuga</p>	<p>Instrumento:</p> <p>Cuestionario</p> <p>El cuestionario para el presente trabajo de investigación servirá de herramienta de investigación que</p>	<p>Población Y Muestra:</p> <p>Población:</p> <p>De lo expuesto por los autores, mi población es de tipo finita para el presente trabajo de investigación se</p>

<p>sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?</p> <p>P.E.2. ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá disminuir el tiempo de producción de la Lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?</p> <p>P.E.3. ¿Cómo el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) podrá aumentar la cantidad de Lechugas (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023?</p>	<p>Lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p> <p>O.E.2. Desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para disminuir el tiempo de producción de la Lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p> <p>O.E.3. Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) para aumentar la cantidad de Lechugas (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p>	<p>sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p> <p>H.E.2. Desarrollar el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) disminuye el tiempo de producción de la Lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p> <p>H.E.3. Emplear el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta la cantidad de Lechugas (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023.</p>	<p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Rendimiento de la lechuga</p> <p>I1: Peso</p> <p>I2: Tiempo de producción</p> <p>I3: Cantidad de producto</p>	<p>consiste en una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados.</p>	<p>identifica como población un huerto urbano que produzca lechuga dentro de la zona de San Juan de Lurigancho.</p> <p>Muestra:</p> <p>Se considera como muestra un huerto urbano que produzca lechuga dentro de la zona de San Juan de Lurigancho, ya que la población es inferior de 50. Por lo tanto, la muestra es igual a la población.</p>
--	---	---	---	--	---

Anexo N°2 - Instrumento de recolección de datos
CUESTIONARIO DE SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE)

Título: “CONTROL DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2023”

La presente es una encuesta que tiene como objetivo determinar de qué manera el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora la producción de Lechuga (*Lactuca sativa L*) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

Indicaciones:

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	--------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: “Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)”	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN “Solución nutritiva”					
INDICADOR “PH”					
1. El pH de la solución nutritiva en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) es regulado de manera óptima para maximizar el peso de la lechuga (<i>Lactuca sativa L</i>) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
2. El monitoreo y ajuste continuo del pH en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) es fundamental para obtener una producción de lechuga (<i>Lactuca sativa L</i>) más eficiente y rentable en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
INDICADOR “Conductividad eléctrica”					
3. La conductividad eléctrica de la solución nutritiva en el sistema hidropónico					

NFT(Nutrient Film Technique) se mantiene dentro de los niveles óptimos para maximizar el peso de la lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
4. El control adecuado de la conductividad eléctrica en la solución nutritiva del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) contribuye a una mayor cantidad de lechugas (Lactuca sativa L) producidos en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
INDICADOR “Temperatura”					
5. La temperatura de la solución nutritiva en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) se mantiene dentro de los rangos óptimos para maximizar el peso de la lechuga (Lactuca sativa L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
6. El control adecuado de la temperatura en la solución nutritiva del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) contribuye a una mayor cantidad de lechugas (Lactuca sativa L) producidas en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					

CUESTIONARIO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA

Título: “CONTROL DEL SISTEMA HIDROPÓNICO NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L) EN HUERTOS URBANOS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA 2023”

La presente es una encuesta que tiene como objetivo determinar de qué manera el control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) mejora la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima 2023, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

Indicaciones:

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	--------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: “Producción de Lechuga”	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN “Rendimiento de la lechuga”					
INDICADOR “Peso”					
1. El control adecuado del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) aumenta significativamente el peso de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L) cultivada en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
2. La implementación de un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) controlado reduce notablemente el tiempo de					

producción de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
INDICADOR “Tiempo de producción”					
3. El control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) permite reducir el tiempo de producción de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L) en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
4. El uso de un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) controlado disminuye significativamente el período necesario para que la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L) alcance la madurez en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
INDICADOR “Cantidad de producto”					
5. El control del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) incrementa la cantidad de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L) cultivada en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					
6. El uso eficiente del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) resulta en una mayor cantidad de lechugas (<i>Lactuca sativa</i> L) cosechadas en huertos urbanos en San Juan de Lurigancho, Lima.					

8.2. Técnica de cultivo NFT



Anexo N°3 - Validación de instrumentos

FICHA DE VALIDACIÓN PARA LOS CUESTIONARIOS N.º 1

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente (0-20%)	Regular (21-40%)	Buena (41-60%)	Muy Buena (61-80%)	Excelente (81-100%)
1	Claridad	Está formulado con lenguaje claro y comprensible				X	
2	Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.				X	
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y a sus necesidades				X	
4	Organización	Existe una organización lógica.					X
5	Suficiencia	Comprende la metodología esencial				X	
6	Intencionalidad	Adecuado a la valoración de las variables de la hipótesis				X	
7	Consistencia	Basados en fundamentos científicos				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre la hipótesis, sus variables e indicadores				X	
9	Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño apropiado para probar la hipótesis.				X	
10	Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación.				X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						82%	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

**Apellidos y nombres del juez
validador:**

Salazar Llerena, Silvia Liliana DNI: 10139161

Especialidad del validador:

Metodóloga

21 de junio del 2024

Nota: Suficiencia (se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión)



Firma

FICHA DE VALIDACIÓN PARA LOS CUESTIONARIOS N° 2

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente (0-20%)	Regular (21-40%)	Buena (41-60%)	Muy Buena (61-80%)	Excelente (81-100%)
1	Claridad	Está formulado con lenguaje claro y comprensible					X
2	Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.					X
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y a sus necesidades					X
4	Organización	Existe una organización lógica.					X
5	Suficiencia	Comprende la metodología esencial					X
6	Intencionalidad	Adecuado a la valoración de las variables de la hipótesis					X
7	Consistencia	Basados en fundamentos científicos					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre la hipótesis, sus variables e indicadores					X
9	Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño apropiado para probar la hipótesis.					X
10	Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación.				X	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN							97%

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Aplicable

Aplicable después de corregir

No aplicable

**Apellidos y nombres del juez
validador:**

Fernando Emilio, Escudero Vilchez DNI: 03695876

Especialidad del validador:

Metodólogo

21 de Junio del 2024

Nota: Suficiencia (se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión)



Firma

Anexo N°4 – Diagrama unifilar de la muestra utilizada

Producción de Lechuga			
Periodo de evaluación: 2023			
Equipo/Sistema evaluado: Huerto urbano que produzca lechuga dentro de la zona de San Juan de Lurigancho			
Instrucciones de uso: <ul style="list-style-type: none"> • Completa cada sección con la información correspondiente para cada mes. • Registra el peso promedio de las lechugas en gramos para cada cosecha, el tiempo requerido para producir cada cosecha • Añade cualquier observación o comentario relevante. 			
Dia-Mes	Peso de las lechugas en promedio (g)	Tiempo de producción	Cantidad de producto
PRE TEST: Registre los 8 datos solicitados antes de la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)			
21-Nov			
21-Dic			
22-Ene			
22-Feb			
22-Mar			
22-Abr			
22-May			
22-Jun			
POST TEST: Registre los 8 datos solicitados después la implementación del sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)			
22-Nov			
22-Dic			
23-Ene			
23-Feb			
23-Mar			
23-Abr			
23-May			
23-Jun			
Observaciones y comentarios:			



Anexo N°5 - Base de datos

		Peso de las lechugas en promedio (g)	Tiempo de producción	Cantidad de producto
Toma 1	1	205	41	160
Toma 2	1	209	42	170
Toma 3	1	220	40	165
Toma 4	1	211	42	161
Toma 5	1	224	41	159
Toma 6	1	225	40	150
Toma 7	1	209	39	168
Toma 8	1	209	40	166
Toma 9	2	256	33	200
Toma 10	2	269	35	185
Toma 11	2	256	34	197
Toma 12	2	255	31	184
Toma 13	2	263	35	200
Toma 14	2	261	35	182
Toma 15	2	250	35	200
Toma 16	2	268	32	187