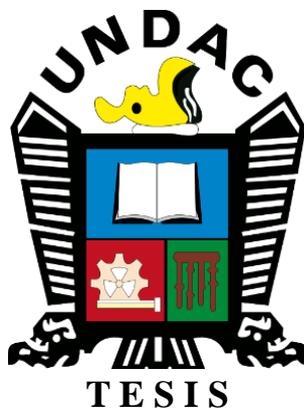


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Evaluación de tres variedades de espinaca (*Spinácea olerácea L.*) bajo el sistema hidropónico en condiciones agroclimáticas de Chacayan -Pasco

2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

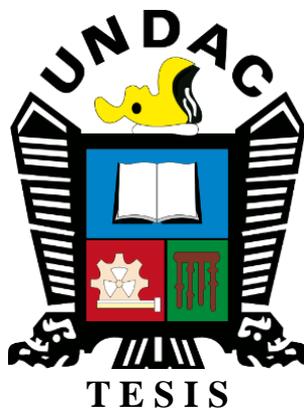
Bach. Marco Andrés PUENTE BALDEON

Asesor:

Mg. Rocío Karim PAITAN GILIAN

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Evaluación de tres variedades de espinaca (*Spinácea olerácea L.*) bajo el sistema hidropónico en condiciones agroclimáticas de Chacayan - Pasco

2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA

PRESIDENTE

Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS

MIEMBRO

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 001-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
PUENTE BALDEON, Marco Andrés

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – Pasco

Tipo de trabajo

Tesis

Evaluación de tres variedades de espinaca (*Spinácea olerácea* L.) bajo el sistema hidropónico en condiciones agroclimáticas de Chacayan – Pasco 2022

Asesor

Mg. PAITAN GILIAN, Rocio Karim

Índice de similitud

13%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 10 de enero de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huanes Tovar
Director

DEDICATORIA

Agradecimiento a Dios, ya que gracias a él he logrado a concluir Mi carrera. A mis padres y hermana quienes permanentemente me apoyaron en mi formación profesional, brindándome sus apoyos y consejos para hacer de mí una mejor persona. A mis docentes de la Universidad por proporcionarme sus enseñanzas para formarme profesionalmente, a mis colegas y amistades, quienes han contribuido para el logro de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Quedo muy agradecido con el Mg. Rocio Karim Paitan Gilian por el asesoramiento y sus consejos en el desarrollo de la tesis.

Expresar mi sincero reconocimiento a los jurados: Dr. Carlos Adolfo De la Cruz Mera, Mg. Manuel Llanos Zevallos y Mg. Fernando James Álvarez Rodríguez por revisar detenidamente la tesis y realizar las sugerencias respectivas.

A el señor por brindarme su espacio para la instalación de la tesis, por el apoyo y las condiciones y facilidades brindadas.

A todos mis docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, asimismo a los administrativos y colegas de estudio con quienes he desarrollado una amistad durante mi estadía en las aulas universitarias, gracias a todos.

RESUMEN

La investigación se ejecutó en el distrito de Chacayan , provincia Daniel Alcides Carrión, región Pasco, en condiciones de invernadero . Los objetivos de la investigación fueron: Evaluar el rendimiento de las 3 variedades del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan -Pasco.Evaluar el rendimiento de la variedad Dash bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.Evaluar el rendimiento de la variedad Bolero bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco. Evaluar el rendimiento de la variedad Viroflay bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco. Se empleo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con 3 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales. Se realizo el análisis de agua. Los resultados fueron lo siguiente: El porcentaje de prendimiento fue de 100% en todos los tratamientos ya que los plantines fueron de calidad. La mejor altura de planta la obtuvo el T1 con 0.261 m de altura respecto de los tratamientos. El número de hojas a la madurez muestra que el T1 y T3 con 14 y 13 hojas respectivamente. Largo de hoja ocupó el primer lugar T1 con 0.21 m, seguido de T3 con 0.19 longitud de la raíz ,peso de raíz el que ocupó el primer lugar fue el T1 ,seguido de T3 y en el peso por unidad en la cosecha el primer lugar ocupó el T1 con un puntaje de 160.11 gr.

Palabras clave: Espinaca , rendimiento, hidroponia.

ABSTRACT

The research was carried out in the district of Chacayan, Daniel Alcides Carrión province, Pasco region, under greenhouse conditions. The objectives of the research were: To evaluate the yield of the 3 varieties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under the hydroponic system in climatic conditions of the district of Chacayan - Pasco, to evaluate the yield of the Dash variety under the hydroponic system in climatic conditions of the district of Chacayan - Pasco, to evaluate the yield of the Bolero variety under the hydroponic system in climatic conditions of the district of Chacayan - Pasco, to evaluate the yield of the Bolero variety under the hydroponic system in climatic conditions of the district of Chacayan - Pasco, to evaluate the yield of the Viroflay variety under the hydroponic system in climatic conditions of the district of Chacayan - Pasco. To evaluate the yield of the Viroflay variety under the hydroponic system in climatic conditions of the district of Chacayan - Pasco, using a Block Design Completely Randomized (BCA), with 3 treatments and 4 replications, making a total of 12 experimental units. Water analysis was performed. The results were as follows: The percentage of seedling stand was 100% in all treatments, since the seedlings were of good quality. The best plant height was obtained by T1 with a height of 0.261 m compared to the treatments. The number of leaves at maturity showed that T1 and T3 had 14 and 13 leaves, respectively. Leaf length occupied the first place T1 with 0.21 m, followed by T3 with 0.19 length of the root, root weight which occupied the first place was T1, followed by T3 and in the weight per unit at harvest the first place was occupied by T1 with a score of 160.11 gr.

Keywords: spinach , yield, hydroponics

INTRODUCCIÓN

La espinaca es uno de los cultivos de mayor consumo a nivel nacional y mundial, ocupando un lugar importante en el mercado, la producción bajo invernadero favorece su manejo en la nutrición sana y adecuada a las plantas, por lo que son menos susceptibles a plagas y enfermedades (Salazar, 2019)

El cultivo de espinaca aporta a la alimentación fibras vegetales y beta-carotenos, que son precursores de la vitamina A y con importante actividad como antioxidantes en el organismo humano. Contiene más Fe y Ca que otros vegetales. También es utilizado en la medicina ya que es bueno para la artritis, reumatismo, inflamación intestinal, estreñimiento, diarrea, debilidad, anemia, hemorroides y enfermedades de la piel. (Borrego, 1995, p 255-258). Citado por Zavala , (2019).

Una de las alternativas de producción, se consigue a través de un manejo hidropónico utilizando macro y micronutrientes, con variedades comerciales. Existe dos técnicas hidropónicas, las cuales son: raíz flotante y sistema N.F.T., en donde el principio básico es la oxigenación continua del agua con solución nutritiva adsorbidas por las raíces. (Quipo, 2016)

En el capítulo I se detalla el problema de investigación, desde la identificación del problema hasta el planteamiento de los objetivos y la justificación de la investigación.

El capítulo II se describe los antecedentes de la investigación, como también las bases científicas y teóricas, por consiguiente, se plantearon las hipótesis y la operacionalización de variables e indicadores.

El capítulo III muestra la metodología y las técnicas de investigación, comprende: tipo, método y diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la investigación y análisis de datos, tratamiento estadístico y orientación ética.

En el capítulo IV se muestra los resultados y discusión, describe el procedimiento del trabajo de campo, presentación, análisis e interpretación de resultados, prueba de hipótesis y discusión de resultados, por último, se describen las conclusiones y las recomendaciones respectivas. Se diseñó el presente experimento con el afán de contribuir y dar alternativas de producción en el distrito de Chacayan y en la provincia Daniel Alcides Carrión y de la región Pasco.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
INDICE DE TABLA	
INDICE DE FIGURA	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas específicos	2
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.2. Bases teóricas – científicas.	10
2.2.1. Cultivo de espinaca	10
2.2.2. Cultivo Hidropónico.....	17
2.3. Definición de términos básicos	20
2.4. Formulación de Hipótesis	21
2.4.1. Hipótesis general	21
2.4.2. Hipótesis específica.....	21
2.5. Identificación de variables	22
2.5.1. Variable dependiente	22

2.5.2. Variable independiente	22
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	23
3.2. Nivel de Investigación	23
3.3. Método de investigación	23
3.3.1. Conducción del experimento.....	23
3.4. Diseño de investigación	26
3.4.1. Ubicación geográfica y ecológica	26
3.4.2. Descripción del campo experimental	27
3.5. Población y muestra	30
3.5.1. Población.....	30
3.5.2. Muestra.....	30
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.	30
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	31
3.8.1. Parámetros de comportamiento agronómico evaluado	31
3.9. Tratamiento estadístico	32
3.9.1. Modelo aditivo lineal	33
3.9.2. Análisis de varianza	33
3.9.3. Prueba estadística	34
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	34

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	36
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	36
4.2.1. Porcentaje de prendimiento.....	36
4.2.2. Altura de planta a los 20 días	37
4.2.3. Altura de planta a los 40 días	39
4.2.4. Altura de planta a los 60 días	40
4.2.5. Número de hojas	41
4.2.6. Longitud de hoja	42
4.2.7. Ancho de hoja	43

4.2.8. Área foliar	44
4.2.9. Longitud de raíz	46
4.2.10. Peso de raíz	47
4.2.11. Peso por unidad	48
4.2.12. Rendimiento	49
4.3. Prueba de hipótesis.....	51
4.4. Discusión de resultados.....	51
4.4.1. Porcentaje de prendimiento.....	51
4.4.2. Altura de planta	51
4.4.3. Número de hojas	51
4.4.4. Longitud de hoja	52
4.4.5. Ancho de hoja	52
4.4.6. Área foliar	52
4.4.7. Longitud de raíz	53
4.4.8. Rendimiento	53

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

INDICE DE TABLA

Tabla 1	Características de algunas variedades de espinaca cultivada.....	13
Tabla 2	Descripción de algunas variedades de espinaca.....	13
Tabla 3	Operacionalización de variables	22
Tabla 4	Tratamientos de estudio	32
Tabla 5	Análisis de varianza	33
Tabla 6	Amplitudes de Límites de Significación “ALS”	34
Tabla 7	Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento.....	37
Tabla 8	Prueba de Duncan de porcentaje de prendimiento.....	37
Tabla 9	Análisis de varianza de altura de planta a los 20 días	38
Tabla 10	Prueba de Duncan de altura de planta a los 20 días.....	38
Tabla 11	Análisis de varianza de altura de planta a los 40 días	39
Tabla 12	Prueba de Duncan de altura de planta a los 40 días.....	39
Tabla 13	Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días.....	40
Tabla 14	Prueba de Duncan de altura de planta a los 60 días	41
Tabla 15	Análisis de varianza de número de hojas	42
Tabla 16	Prueba de Duncan número de hojas.....	42
Tabla 17	Análisis de varianza de longitud de hoja.....	43
Tabla 18	Prueba de Duncan de longitud de hoja.....	43
Tabla 19	Análisis de varianza de ancho de hoja	44
Tabla 20	Prueba de Duncan de ancho de hoja	44
Tabla 21	Análisis de varianza de área foliar	45
Tabla 22	Prueba de Duncan de área foliar	45
Tabla 23	Análisis de varianza de longitud de raíz.....	46
Tabla 24	Prueba de Duncan de longitud de raíz	47

Tabla 25 Análisis de varianza de peso de raíz.....	48
Tabla 26 Prueba de Duncan de peso de raíz	48
Tabla 27 Análisis de varianza de peso por unidad	49
Tabla 28 Prueba de Duncan de peso por unidad	49
Tabla 29 Análisis de varianza de rendimiento	50
Tabla 30 Prueba de Duncan de rendimiento	50

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Bandejas de raíz flotante	25
Figura 2 Croquis del campo experimental.....	28
Figura 3 Detalle de parcela experimental	29

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La horticultura en la actualidad se constituye como la actividad productiva más importante bajo carpa solar o ambientes atemperados, donde están controladas tanto la humedad como la temperatura pues tienen un rápido retorno económico y se logra producir de forma intensiva; por otra parte, el mercado es cada vez más competitivo y exigente lo cual incrementa la necesidad de obtener hortalizas de bajo costo, entre las cuales una de más conocidas es la espinaca. (Lazo Mamani, 2019)

A nivel nacional, las hortalizas afrontan problemas de la disminución excesiva de las zonas agrícolas a consecuencia de la migración de las personas produciendo sobreexplotación, uso excesivo de fertilizantes, contaminación producto del uso de pesticidas y la salinización cada vez mayor, a esto se le suma la inevitable presencia de factores biológicos y climáticas, todo esto genera una disminución en el rendimiento y calidad de los cultivos hortícolas. (Martínez Jiménez, 2018)

Producción a nivel nacional

En el Perú para el año 2013, se produjo 29,714 toneladas métricas a nivel nacional con un rendimiento promedio de 10 t.ha, cultivándose principalmente en la Costa. Al igual que en otras hortalizas, existe una serie de factores para su bajo rendimiento y los de mayor significación son las malezas por sus acciones de competencia e interferencia, densidad inadecuada, etc. (INEI, 2014). Citado por (Pérez Diestra, 2020)

1.2. Delimitación de la investigación

El siguiente proyecto se desarrolló en:

Lugar: Condorbamba - Centro Poblado de Chango

Distrito: Chacayan

Provincia: Daniel Alcides Carrión

Región: Pasco

Altitud: 3575 m.s.n.m.

Coordenadas: 345128, 8846900 (18L)

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál de las tres variedades de espinaca (*Spinacia oleracea L.*) tiene mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan -Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el rendimiento de la variedad Dash de espinaca (*Spinacia oleracea L.*) bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco?

- ¿Cuál es el rendimiento de la variedad Bolero bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco?
- ¿Cuál es el rendimiento de la variedad Viroflay bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento de las tres variedades del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan -Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de la variedad Dash bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.
- Evaluar el rendimiento de la variedad Bolero bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.
- Evaluar el rendimiento de la variedad Viroflay bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es un cultivo muy extendido a nivel mundial, ampliamente utilizado en la industria alimenticia. La técnica de cultivo en bandejas flotantes se presenta como un método sencillo para la producción de hortalizas

de pequeño tamaño, como las baby leaf. Este enfoque se considera un complemento ideal para la agricultura convencional. En este sistema, las raíces de las plantas tienen acceso a una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua, que contiene todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas. Dado que este método de cultivo es limpio, ecológico, renovable y altamente eficiente, su aplicación contribuye al equilibrio ambiental en el entorno doméstico. (Murray, 1993). Citado por (Chiara et al., 2016)

El cultivo de espinaca aporta a la alimentación fibras vegetales y beta-carotenos, estos últimos, compuestos precursores de la vitamina A y con importante actividad como antioxidantes en el organismo humano. Contiene más Fe y Ca que otros vegetales, por la forma en que estos se encuentran, unidos a otras sustancias naturales del vegetal. También es utilizado en la medicina ya que es bueno para la artritis, reumatismo inflamación intestinal, estreñimiento, diarrea, debilidad, anemia, hemorroides y enfermedades de la piel, por su contenido alto de Fe (Borrego, 1995, p 255-258). Citado por (Zavala Carbajal, 2019).

Producción en hidroponía

Los cultivos hidropónicos surgen como alternativa ante la escasez de agua en los meses secos. Utilizan aguas residuales para regar hortalizas, pero no se recomienda su consumo humano. A través de la hidroponía con agua potable se asegura la producción de alimentos limpios (Mendoza, 2015, p.02). Citado por (Zavala Carbajal, 2019).

Quipo Mendoza (2016) destaca que una cosecha altamente productiva, saludable y eficiente en términos de espacio se logra mediante el uso de técnicas de hidroponía que incorporan tanto macro como microelementos nutritivos. Asimismo, sugiere la introducción de variedades más comerciales adaptadas a la

zona, las cuales deben ser cultivadas en ambientes controlados y protegidos por malla raschel.

La espinaca es un cultivo de desarrollo rápido en donde bajo un sistema hidropónico nos proporciona muchas ventajas, desde el tiempo de desarrollo que es más corto, la cantidad de espinaca en un determinado espacio que será aún mayor a diferencia de la plantación a tierra directa, ahorro de agua y nutrientes, no provoca malezas, la presencia de plagas y enfermedades es más controlado para evitar el ingreso.

El cultivo de espinaca contribuye a la ingesta de fibras vegetales y beta-carotenos, precursores de la vitamina A y potentes antioxidantes. Con mayores niveles de hierro y calcio que otros vegetales, su estructura los une a sustancias naturales. Además, se emplea en medicina para tratar diversas condiciones como artritis, reumatismo, inflamación intestinal, estreñimiento, diarrea, debilidad, anemia, hemorroides y problemas cutáneos, gracias a su alto contenido de hierro (Borrego, 1995, p 255-258). Citado por (Zavala Carbajal, 2019).

López (2018), indica que, la degradación de los suelos, al igual que la escasez de agua, son a nivel mundial condiciones características de las zonas áridas y semi-áridas, muchas de ellas actualmente en riesgo de desertificación; sin embargo, la agricultura en dichas regiones juega por lo regular un papel muy importante en la economía del país. Por lo tanto, la adopción de la hidroponía como método alternativo de cultivo contribuye significativamente a fomentar la protección del medio ambiente y la sostenibilidad. Este enfoque, exitosamente implementado en naciones desarrolladas, puede aplicarse con tecnologías simples en entornos urbanos y suburbanos, como huertos familiares. Mejora las condiciones de vida, los ingresos y la nutrición en áreas urbanas y rurales,

superando las limitaciones espaciales para la producción de alimentos propios. Al reducir el uso de agroquímicos, se obtienen productos de mayor calidad, convirtiendo la hidroponía en una alternativa viable para comunidades en situación de extrema pobreza. Por ello, es crucial que los actores en la agricultura continúen promoviendo la hidroponía como método de cultivo.

Por ello, se realizó este proyecto intitulado: Evaluación de tres variedades de espinaca (*Spinacea olerácea L.*) bajo el sistema hidropónico en condiciones agroclimáticas de Chacayan -Pasco 2022.

1.6. Limitaciones de la investigación

La falta de información actual de investigación sobre el tema es uno de las principales limitaciones que se presentó en el desarrollo de este proyecto.

Factores climáticos en donde se desarrolló el proyecto de investigación.

Distancia del lugar de experimento, en donde se tenía que movilizar todos los días al lugar donde se realizó la investigación.

El costo de inversión por parte del tesista.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Zavala (2019), En su tesis titulada "Comparativo de rendimiento de cuatro variedades de Spinacea oleracea L. en sistema hidropónico en Santiago de Chuco - La Libertad", realizada en la provincia de Santiago de Chuco, Barrio Santa Mónica, región La Libertad, se propusieron objetivos para determinar la variedad de Spinacea oleracea L. con el mayor rendimiento en kg.m⁻² y analizar características biométricas como altura de planta, longitud y ancho de hoja. Los resultados indican que la variedad Viroflay logró el mayor rendimiento con 3,38 kg.m⁻², mientras que la variedad Samba obtuvo el rendimiento más bajo con 1,75 kg.m⁻². Además, la variedad Viroflay sobresalió en las mediciones biométricas, siendo estadísticamente superior a las variedades Megatón, Dash y Samba.

Quipo Mendoza, (2016). El estudio titulado "Efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de espinaca (Spinacea oleracea L.) mediante el sistema hidropónico de raíz flotante en K'ayra – Cusco" se desarrolló en el Centro Agronómico K'ayra de la Universidad Nacional de San

Antonio Abad del Cusco en 2015. Los objetivos específicos fueron determinar el rendimiento y comportamiento agronómico de dos variedades de espinaca en cultivo hidropónico por tres dosis de soluciones nutritivas. Se concluyó que el híbrido Dash con 6 ml A + 3 ml B/litro de agua superó a la variedad Viroflay sin solución hidropónica. En peso fresco de las hojas, logró 203.00 g/planta (94.73 t/ha), en materia seca 49.00 g/planta (22.87 t/ha), y en número de hojas 33.00 hojas/planta. Además, en altura de planta (42.00 cm), longitud de la hoja (34.67 cm), ancho de la hoja (15.67 cm) y longitud del pecíolo (16.33 cm), superó a la variedad Viroflay en todas las medidas mencionadas.

Santana Bilbao (2016) En su tesis titulada "Comportamiento agronómico de seis variedades de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) con la técnica hidropónica NFT en el centro experimental de Cota – Cota", el investigador evaluó seis variedades de espinaca (Quinto, Majestic, Viroflay, New Zelanda, Scoku y Bolero) mediante la técnica hidropónica NFT en el Centro Experimental de Cota – Cota, La Paz. Utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, evaluando rendimientos, características biométricas y adaptación al sistema. A los 80 días después de la siembra, las variedades Majestic y Quinto destacaron con rendimientos de 1626,35 g/m² y 1572,16 g/m², seguidas por Skokum y Viroflay. A los 110 días, Quinto lideró con 1739,4 g/m², seguido por Viroflay, Skokum y Bolero. En longitud de hoja, Viroflay, Majestic y Quinto destacaron a los 80 días, mientras que a los 110 días, Quinto y Scoku lideraron. En ancho de hoja, Viroflay destacó a los 80 días, y a los 110 días, Scoku y Quinto lideraron. New Zelanda tuvo el mayor número de hojas, y Quinto presentó el mayor área foliar en ambas fases del cultivo.

La investigación de Camacho (2018) La investigación aborda el impacto del oxígeno disuelto en un sistema hidropónico de raíces flotantes en el cultivo de espinaca. La insuficiente oxigenación en la solución nutritiva puede causar hipoxia radicular, afectando negativamente el rendimiento. Se implementaron tres tratamientos con diferentes niveles de oxígeno: T0 (2 horas), T1 (12 horas) y T2 (24 horas). Se observaron diferencias significativas entre T1 y T2 en comparación con T0. El análisis económico señaló que los tratamientos T1 y T2 son rentables, mientras que T0 no lo es. En resumen, el estudio resalta la importancia de la oxigenación en los cultivos hidropónicos, sugiriendo que niveles superiores de oxígeno mejoran notablemente el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de espinaca.

Martínez, (2018) En un estudio realizado en la Universidad César Vallejo – Chiclayo, se investigaron los efectos de distintas dosis de fertilización en un sistema hidropónico sobre la calidad y rendimiento de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) y acelga (*Beta vulgaris*). El objetivo fue evaluar los impactos de estas dosis en la mejora de ambos cultivos en el vivero de la universidad. El estudio incluyó 225 plantas de espinaca y 225 de acelga, con un total de 81 plantas estudiadas para cada cultivo. Después de 70 días desde el trasplante, se observaron resultados notables. En cuanto a la calidad, la intensidad de verdor aumentó significativamente en el T2 (solución “A” 7.5 ml, “B” 3.75 ml/L), alcanzando una intensidad de verdor de 3, el rango más alto. Este resultado superó estadísticamente al T1 y al T3, este último mostrando deficiencia en la coloración. En términos de rendimiento, a los 70 días después del trasplante, tanto la espinaca como la acelga alcanzaron su mayor altura promedio de planta y número de hojas

en el T2, indicando que una mayor dosis de nutrientes influyó positivamente en la calidad y rendimiento de los cultivos hortícolas estudiados.

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Cultivo de espinaca

Este cultivo fue introducido a Europa alrededor del año 1000 procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia, pero únicamente a partir del siglo XVIII comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; se cultivó después en otros países y más tarde pasó a América. (Tacilla, 2013). Citado por (Martínez Jiménez, 2018).

2.2.1.1. Clasificación Taxonómica

Tacilla, (2013). Citado por Martínez Jiménez, (2018), indica la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Plantae,
Subreino	:	Tracheobionta,
División	:	Magnoliophyta,
Clase	:	Magnoliopsida,
Subclase	:	Caryophyllidae,
Orden	:	Caryophyllales,
Familia	:	Amaranthaceae,
Subfamilia	:	Chenopodioideae,
Género	:	Spinacea,
Especie	:	<i>Spinacea oleracea</i> L.

2.2.1.2. Descripción Morfológica

Ávila Cubillos, (2015), menciona que, son plantas herbáceas de ciclo de vida semestral, aunque según la variedad pueden realizarse también recolecciones trimestrales; requiere suelos de alto contenido orgánico.

Según Bonilla, (2011) citado por (Ávila Cubillos, 2015), indican lo siguiente:

Raíz: tiene una raíz principal que alcanza los 15 a 20 cm de profundidad en el suelo.

Pecíolo: Se encuentra en la base. Es de color rojizo con un tamaño variable, según el número de hojas que tenga la planta.

Tallo: Hace parte de la conformación de las hojas. Puede llegar a alcanzar entre 30 a 100 cm. a partir de este, se forman las hojas en forma de roseta.

Hojas: Tienen un pecíolo largo, crecen de forma alterna en el tallo y son de color verde intenso a oscuro; pero no hay una forma establecida para la planta, pues esta depende del método de siembra.

Flores: Son de color blanco y/o verde amarillento. No son de interés en el cultivo de la espinaca, por lo que por medio de la luminosidad y la temperatura se limita su formación.

Las semillas: Se producen exclusivamente en las plantas femeninas siendo las plantas masculinas las que mueren poco tiempo de florecer liberando el polen que es transportado por efecto del viento para la fecundación (Yamaguchi, 1983). Citado por (Apaza Vargas, 2019)

2.2.1.3. Requerimientos Edafoclimáticos

Ávila Cubillos (2015) proporciona información detallada sobre las condiciones ideales para el cultivo, especificando:

Altura sobre el nivel del mar: El rango óptimo se sitúa entre 1.430 y 2.800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Temperatura: Para la germinación, se recomienda un rango de 7 a 23 °C, mientras que para el crecimiento, la temperatura ideal oscila entre 15 y 25 °C.

Humedad relativa: El cultivo prospera mejor en un entorno con una humedad relativa de entre 60% y 75%.

Requerimiento Hídrico: La planta necesita un suministro de agua anual que oscile entre 800 y 1.600 mm.

Tipo de Suelo: Se prefiere un suelo franco o franco arenoso, con un contenido de arena superior al 50%.

Rango de pH: El pH del suelo debe mantenerse moderadamente ácido, con valores comprendidos entre 5,7 y 6,8.

Luminosidad: La planta requiere al menos 12 horas de luz para un desarrollo óptimo.

2.2.1.4. Variedades

Ávila Cubillos, (2015), señala que la popularidad de la espinaca en el mundo es alta, de tal manera que se han obtenido diversas variedades cultivables que se adaptan a distintas condiciones ambientales y de mercado; en Europa, por ejemplo, se cultivan Polka, Valeta, Rico, Carambola, Rimbo, Bolero, Resc, Spinackor, Clermon, San felix Dolphin y Whale; en California, (principal productor de Estados Unidos) se

cultivan Bolero y Nordic como variedades para procesados, mientras que en fresco se cultivan Bossanova, St Helens; en Springfield se encuentran las variedades Nordic, Polea y Shasta.

Tabla 1

Características de algunas variedades de espinaca cultivada

Hojas lisas	Hojas crespas	Hojas semicrespas
Bolero	Olympia(resiste floración)	Shasta (Crece bien en invierno)
Nordic	Baker	condesa
	Royalty	Viroflay

Fuente: González, 2003. Citado por (Ávila Cubillos, 2015)

Tabla 2

Descripción de algunas variedades de espinaca

Variedad	Descripción
Bolero	De buen rendimiento, color verde oscuro, utilizada para mercado en fresco y agroindustria
Grenell	La variedad más cultivada en Colombia especialmente tiene una larga duración poscosecha
Quinto	
Viroflay	Se desarrolla entre 40 y 50 días y es muy productiva; de uso fresco, agroindustria; su color verde oscuro
	De color verde intenso aunque con un ciclo más largo (60 días) tiene hojas redondeadas y semi-erectas

Fuente: Jiménez, 2010. Citado por (Ávila Cubillos, 2015).

2.2.1.5. Plagas y enfermedades:

Plagas

Ávila Cubillos, (2015), indica que:

A. Gusano cortador (*Agrotis ipsilon*)

Descripción: La hembra es una mariposa de color gris que al igual que en su estado larval está cubierta de puntos oscuros. Recién nacidas miden 1mm llegando a medir hasta unos 4 y 5 cm, siendo en esa edad de color café o negro. Ocasionalmente ocasionan la muerte de las plántulas al comer el cuello de la raíz. Las larvas se encuentran cerca de esta zona en plantas muertas.

Control: Se debe realizar una correcta rotación de cultivos para así poder evitar el establecimiento y propagación de esta plaga; en el arreglo del terreno se exponen las larvas al sol para que mueran por deshidratación; las aplicaciones a suelo de cepas de *Beauveria bassiana* y *Metharhizium anisopliae* presentan buenos controles; de la misma manera también se pueden utilizar cebos trampa para la captura de individuos.

B. Babosas (*Milax gagates*)

Descripción: Las babosas se desarrollan en el suelo en condiciones húmedas; estos atacan el follaje tierno cortando las plántulas en los semilleros y las recién trasplantadas consumiendo las hojas; las hembras siempre ovopositan en lugares húmedos, bajo residuos de cosecha y llegando a poner desde 20 a 100 huevos.

Manejo: Para el control cultural se deben poner trampas - cebo en las zonas donde se observe mayor humedad en el terreno (trampas con

cerveza, calabaza, entre otras). Evitar el exceso de humedad, y realizar un buen manejo de malezas y de residuos de cosecha.

C. Gusano Cogollero (Spodoptera sp)

Descripción: Aparecen cuando las plántulas están pequeñas o en floración, se identifican en campo al encontrar hojas cortadas, siendo las larvas (gusanos) las que causan el daño. Entre más grandes, mayor cantidad de follaje pueden consumir y como consecuencia pueden ocasionar pérdidas económicas considerables en el cultivo al afectar puntos de crecimiento.

Manejo: Se pueden realizar aplicaciones de la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* junto con melaza para incentivar el consumo de los cristales de la misma. Las aplicaciones de insecticidas químicos han de ser restringidas en el momento de la cosecha por lo que se ha de consultar a un ingeniero agrónomo.

D. Afitos (Aphis sp)

Descripción: Por lo general, se localizan en los brotes tiernos y chupan la savia de las hojas ocasionando una deformación y un leve enrollamiento de las mismas; esto por consecuencia ocasiona problemas en el crecimiento de la planta. En campo se evidencia formación de fumagina.

Manejo: Se recomienda la aplicación de insecticidas químicos en las zonas jóvenes de la planta; también existen hongos que los afectan como: *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosuroseus*, de la misma manera, extractos de plantas del desierto a base de té, neem, aceites

minerales que obstruyen sus espiráculos, entre otras prácticas pueden controlar poblaciones de áfidos.

Enfermedades

(Ávila Cubillos, 2015), menciona lo siguiente:

A. Mildew Velloso (Peronospora farinosa)

Descripción: Es la enfermedad más limitante en la producción de espinaca; se presentan manchas cloróticas en las hojas por el haz, mientras por el envés se observan de color gris azulado, ocasionando gran pérdida de plantas.

Manejo: Se debe realizar manejos preventivos, tales como: Rotación de cultivos, adecuada densidad de siembra, calidad de la semilla y/o material vegetal y uso de variedades resistentes. También se pueden utilizar inductores de resistencia para contrarrestar las pérdidas por este hongo (en el mercado existen inductores a base de pared celular de la levadura *Sacharomyces cerevisiae*). Por otro lado, se ha hallado resultados de control preventivo con el uso de hidrolato de cola de caballo, ajo y manzanilla y aplicación de microorganismos como: *Trichoderma* sp, *Basillus* spp, *Pseudomonas* spp.

B. Manchas foliares (Colletotrichum dematium; Cladosporium macrocarpum, Alternaria sp y Stemphylium botryosum)

Descripción: *Cladosporium* se caracteriza por manchas irregulares de color café en las hojas; en el caso de *Alternaria* son manchas necróticas (secas) de color café claro generalmente en hojas viejas mientras que *Stemphylium* presenta manchas de color gris y a medida

que progresa seca los tejidos; la diferencia con alternaría radica en que sus manchas son más pequeñas.

Manejo: Se debe realizar desinfección de suelo antes de la siembra (solarización, amonios cuaternarios, etc), si la incidencia de la plaga lo requiere se debe realizar aplicaciones de fungicidas químicos, por otro lado, el caldo bordelés es uno de los fungicidas bio racionales usados; aplicaciones preventivas de *Basillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, productos a base de levaduras, entre otros.

C. Bacteriosis (*Erwinia carotovora*)

Descripción: Es una bacteria que ingresa a la planta a través de heridas provocando pudriciones blandas que expiden mal olor y ocasionan la muerte de la planta; dicha bacteria puede sobre vivir en el suelo y se disemina en campo fácilmente a través del agua de riego e insectos. Se presenta generalmente hacia la cosecha de la espinaca.

Manejo: Evitar exceso de humedad en el cultivo. Las aplicaciones de bacterias como *B. subtilis* permiten reducir los inóculos de este patógeno; las plantas afectadas se deben eliminar y se debe tratar el suelo con productos bactericidas como el amonio cuaternario o el Iodo.

2.2.2. Cultivo Hidropónico

López (2018), señala que la hidroponía deriva de las palabras griegas Hydro=Agua y Ponos=Labor o trabajo y traducido literalmente significa “trabajo en agua”. Constituye una técnica de producción de cultivos en la cual no se requiere del uso del suelo, el cual es reemplazado por agua con los nutrientes minerales esenciales disueltos en ella, a la cual se le denomina solución nutritiva.

La solución nutritiva es quizá la parte más importante de toda técnica hidropónica, junto a una adecuada elección de las fuentes minerales solubles, constituyen una de las bases para el éxito del cultivo hidropónico.

2.2.2.1. Origen de la hidroponía

Jesús López, (2018), menciona que la hidroponía tuvo su origen en el siglo XIX, derivada de los estudios que realizó el fisiólogo John Woodward sobre la absorción de nutrientes por las plantas; aunque fue a finales de la década de 1920 cuando el

Dr. William Frederick Gericke, fisiólogo de la Universidad de Berkeley en California, adaptó las técnicas de laboratorio a métodos prácticos para la producción comercial de cultivos sin suelo al aire libre, siendo considerado el padre de la hidroponía.

2.2.2.2. Historia de la hidroponía

(Jesús López, 2018) señala que la hidroponía fue utilizada por los soldados británicos y estadounidenses, durante la Segunda Guerra Mundial, produciendo cultivos hidropónicos para su autoconsumo. En la actualidad, el equipo de trabajo del Dr. Gene Giacomelli, de la Universidad de Arizona, está trabajando para la NASA en un prototipo de invernadero para la producción hidropónica de cultivos en la luna y el planeta Marte. También, ingenieros alemanes, buscando obtener alimentos en condiciones extremas, han logrado producir hortalizas en la Antártida, usando esta técnica de producción.

2.2.2.3. Ventajas y desventajas del cultivo hidroponía

Para Sanchez (2009), citado por (Ticona Quispe, 2016) menciona las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- Cultivo libre de parásitos, bacterias hongos y contaminación.
- Reducción de costos de producción.
- Permite la producción de semilla certificada.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas fuera de estación.
- Menos espacio y capital para una mejor producción.
- Ahorro del agua, porque el agua se puede reciclar.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita la maquina agrícola (tractores, rastras, etc.).
- Limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Mayor precocidad de los cultivos.
- Alto porcentaje de automatización.
- Rápida recuperación de la inversión.
- Se puede cultivar en ciudades, zonas áridas o frías.
- Ayuda a eliminar parte de la contaminación por que la hidroponía no utiliza maquinaria agrícola.

Desventajas

- Costo inicial alto.
- Es necesario entrenamiento, así como conocimiento total de las plantas para operar este sistema.
- Es necesario contar con equipos indispensables para una producción continua.
- Las enfermedades y plagas pueden propagarse rápidamente.
- La materia orgánica y los animales benéficos del suelo están ausentes.

- Las plantas reaccionan rápidamente tanto a buenas como a malas condiciones.
- Las variedades de plantas disponibles no son siempre las mejores.

2.3. Definición de términos básicos

Hidroponía

La hidroponía es una técnica de cultivo en la que no se utiliza suelo, y los nutrientes que necesita la planta para crecer son provistos a través del agua.(Castañares, 2020)

La espinaca

Es una hortaliza de hoja originaria del medio oriente. Es muy apreciada en la dieta alimenticia del ser humano en especial de personas con problemas de anemia, por contener proteínas, carbohidratos, hierro, vitamina A y minerales.

Morfología

Estudia la estructura externa; es decir, los órganos que componen el cuerpo de la planta (hojas, tallos, raíces, etc.). La anatomía estudia la estructura interna de la planta; o sea, los tejidos que componen cada uno de los órganos de la planta. (Academico, 2015)

Variedad

Representa a un grupo de plantas definido con mayor precisión, seleccionado dentro de una especie, que presenta una serie de características comunes.

Adaptabilidad

La palabra adaptación significa, acción de adaptarse o adecuarse a algo, mientras que adaptabilidad es la cualidad de las personas o cosas (no sería mejor decir seres) de tener capacidad de adaptación.

Planta

Planta herbácea de ciclo de vida anual, aunque según su variedad pueden realizarse también recolecciones trimestrales (Jiménez y Valero, 2010) citado por (Camacho, 2018)

Hortaliza

Las hortalizas han preexistido como elemento principal en la alimentación del hombre desde años remotos. La producción y demanda de hortalizas ha crecido visiblemente a nivel global en los últimos años. Cabe destacar con ello el consumo de hortalizas frescas. (Gómez Méndez, 2020)

Invernadero

Es un lugar cerrado, de estructura adecuada, cubierta por materiales transparentes, donde se puede controlar el microclima para producir plantas en condiciones óptimas (Jaramillo et al., 2007). Citado por (Méndez Avalos, 2021)

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Una de las variedades del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L.*) tendrá mejor rendimiento, bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan-Pasco.

2.4.2. Hipótesis específica

- La variedad Dash tendrá mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico frente a las demás variedades de espinaca (*Spinacia oleracea L.*) en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.
- La variedad Bolero tendrá mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico frente a las demás variedades de espinaca (*Spinacia*

oleracea L.) en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.

- La variedad Viroflay tendrá mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico frente a las demás variedades de espinaca (*Spinacia oleracea L.*) en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable dependiente

- Desarrollo vegetativo
- Rendimiento
- Variedad con mejor rendimiento
- Periodo vegetativo

2.5.2. Variable independiente

Tres variedades de espinaca (*Spinacia oleracea L.*)

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 3

Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES
	Porcentaje de prendimiento
	Altura de planta a los 20 días
	Altura de planta a los 40 días
	Altura de planta a los 60 días
	Altura de planta a la cosecha
	Número de hojas
	Largo de hoja
	Ancho de hoja
	área foliar
	Longitud de hoja
	Peso de la raíz
	Peso por unidad
Variable independiente	
variedades de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>)	
Variable dependiente	
Sistema hidropónico	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación será cuantitativa, aplicada, prospectiva, estudio longitudinal y explicativo.

3.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación utilizada para este trabajo fue el explicativo descriptivo.

3.3. Método de investigación

En el proceso de la investigación el método que se va a emplear será deductivo, inductivo y experimental.

3.3.1. Conducción del experimento

A. Construcción del invernadero

Se construyó un invernadero para el proyecto hidropónico, con dimensiones de 5.30 m x 9.80 m x 2.60 m (largo, ancho, altura), techado con calamina translúcida y cercado con malla raschel. Las

bandejas se prepararon utilizando maderas cubiertas con plástico negro.

B. Preparación e instalación de almacigo

Para preparar el almacigo, se empleó un sustrato basado en la regla del 3-2-1, que consiste en una mezcla de tierra de la zona (franco arenoso), tierra negra o compost, y arena de río (de 2 mm de diámetro). Estos componentes fueron combinados y luego dejados reposar al sol durante 2 días.

C. Siembra de almacigo

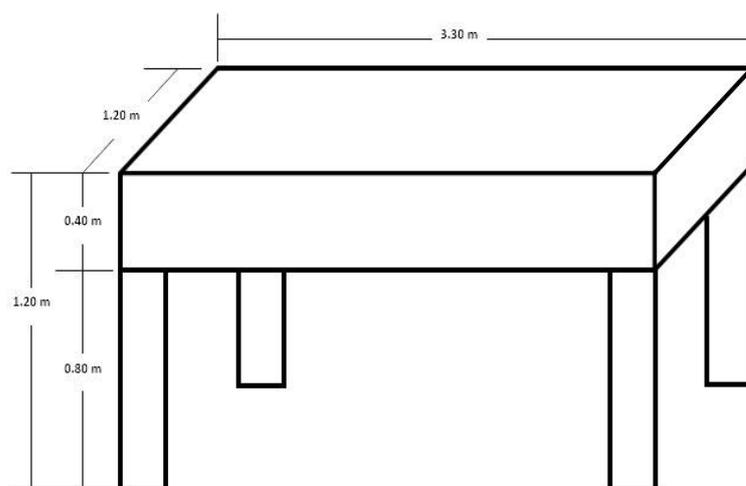
La instalación de almacigo se realizó el 21 de setiembre 2022 ,utilizando semillas certificada de las 3 variedades (Dash, Bolero y Viroflay),para la siembra se sumergió las semillas de espinaca de las tres variedades en las bandejas almacigueras (de 40 cm de largo x 20 cm ancho y 4cm de profundidad, contando con 100 orificios cada bandeja), el riego fue constante según a la humedad del sustrato durante 25 días para su trasplante.

D. Preparación de bandejas

Se preparó 4 bandejas hidropónicas, de las siguientes medidas de 3.30 m x 1.20 m x 0.40 m (1.20 m. de altura desde el piso.)

Figura 1

Bandejas de raíz flotante



E. Colocación de plástico:

Se cubrió con plástico negro cada bandeja en la parte interior para mantener el agua, utilizando 1000 litros por cada bandeja.

F. Colocación del tecnopor

Antes de colocar el tecnopor a la bandeja se sumergió el agua en las bandejas y luego realizó el orificio de 4cm de diámetro seguido se colocó sobre el nivel del agua.

G. Trasplante de las plántulas de espinaca a la bandeja

El trasplante se realizó el 16 de octubre 2022, a los 26 días después de la siembra de almacigo, llegando a medir entre 8 a 12 cm de altura de cada plántula y para la colocación en las bandejas y evitar que las plántulas pasen el orificio del Tecnopor se colocaron esponjas desinfectadas en el cuello de la plántula, solo quede la raíz en contacto con el agua y así asegurando su desarrollo de las plántulas.

H. Aplicar la solución nutritiva

Para el desarrollo y crecimiento de las plántulas se utilizó solución hidropónica A y B (Macro y Micronutrientes), con una dosis solución A 5ml x litro de agua y solución B 2 ml x litro, sumergiendo 5 litros de solución A en cada bandeja y 2 litros de Solución B por cada bandeja

I. Oxigenación:

La oxigenación se realizó de forma manual para ello se utilizó guantes así evitando la sedimentación de los nutrientes en las bandejas, al momento de realizar la oxigenación el desinfectado del guantes en donde se realizó en las mañanas y por la tarde diariamente. **J. Cosecha:**

La cosecha se realizó a partir de los 63 días después del trasplante, de forma escalonada según la madurez de la espinaca.

3.4. Diseño de investigación

Se empleo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con 3 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

3.4.1. Ubicación geográfica y ecológica

A. Ubicación geográfica

El lugar de ejecución del proyecto está situado en:

Región: Pasco

Provincia: Daniel Alcides Carrión

Distrito: Chacayan

Lugar: Condorbamba – Centro Poblado de Chango

Coordenada: 345128, 8846900 (18L)

B. Ubicación ecológica

Altitud:	3575 m.s.n.m.
Zona de vida:	Región Suni
Clima:	Templado – templado frío
Temperatura:	-1°C a 15°C
Precipitación:	798 mm/añual

3.4.2. Descripción del campo experimental

A. Características del experimento

Largo	:	5.30 m
Ancho	:	9.80 m
Área Total experimental	:	51.94 m ²
Área neta experimental	:	15.84 m ²
Parcela:		
Numero de parcelas y/o repeticiones	:	4
Surcos/hileras	:	3
Distancia entre surcos	:	0.30 m
Distancia entre plantas	:	0.30 m
Largo de parcela	:	3.30 m
Ancho de parcela	:	1.20 m
Área de parcela o tratamiento	:	3.96 m ²

Figura 2
Croquis del campo experimental

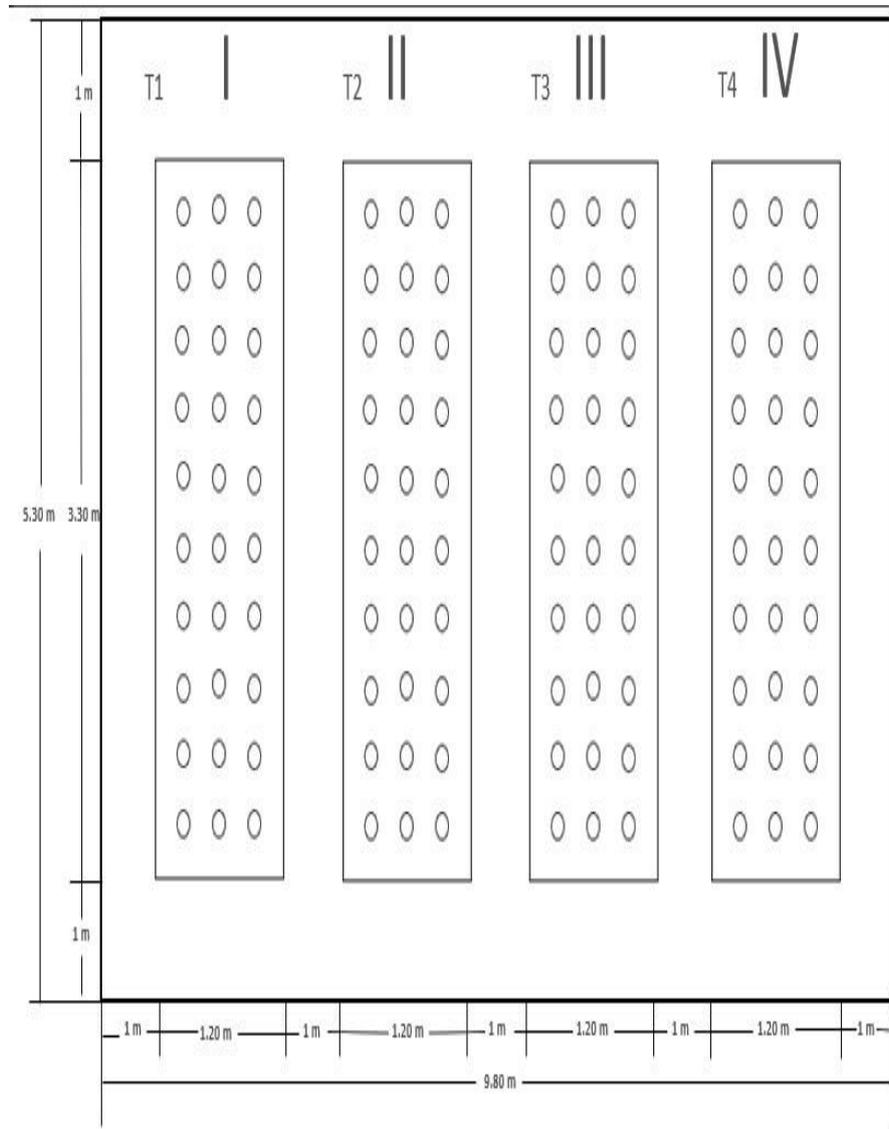
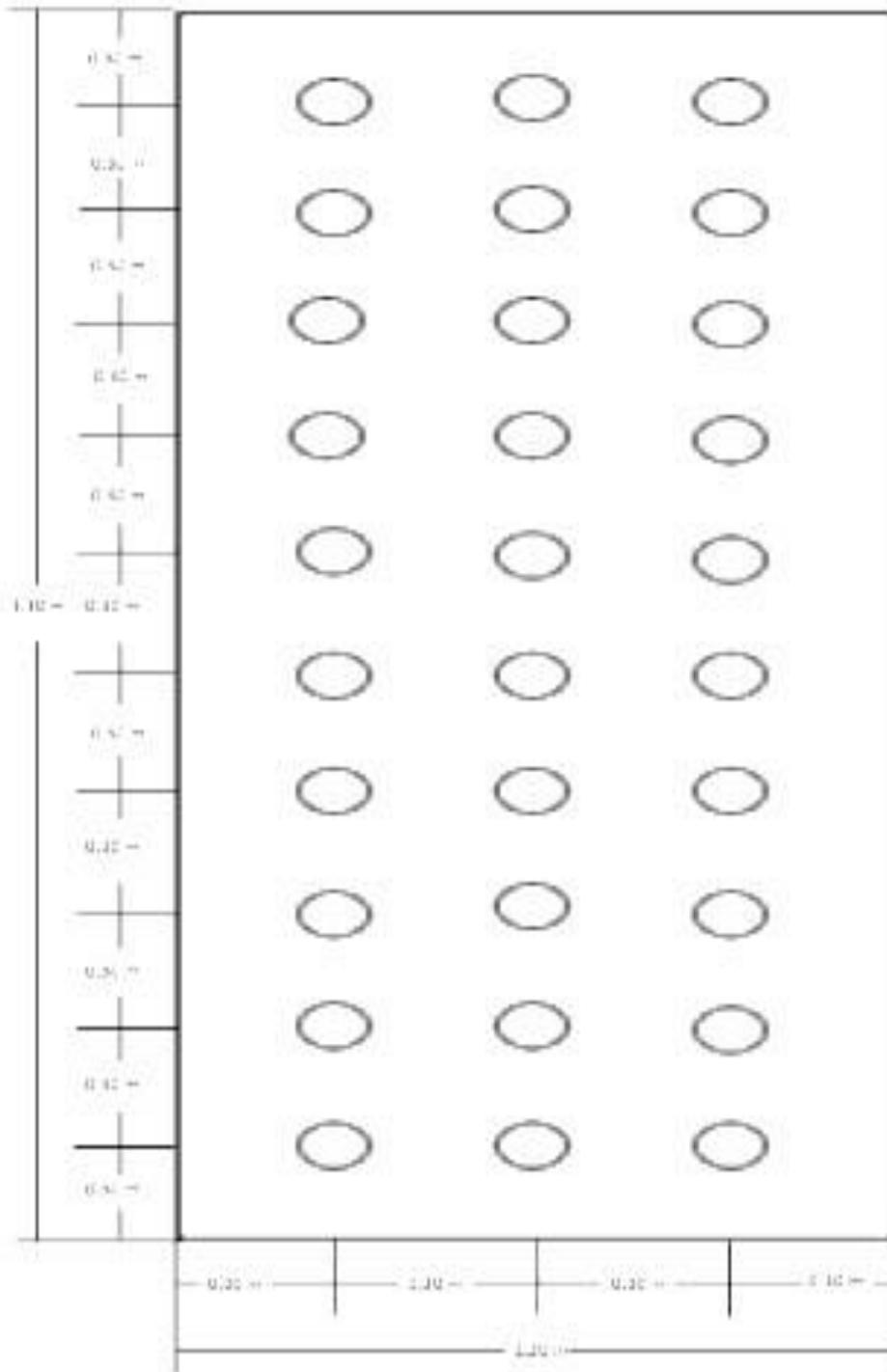


Figura 3

Detalle de parcela experimental



3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está constituida por 120 plantas de espinaca de 3 variedades, dash, bolera y viroflay, 40 plantas por cada variedad.

3.5.2. Muestra

Para la muestra se tomó 18 plantas a evaluar por cada parcela(bandeja) y 24 plantas por tratamiento y/o variedad, haciendo un total de 72 muestras que se evaluarán en total.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación experimental, donde se evaluaron cada indicador según se iba desarrollando el cultivo.

La recolección de los datos fueron en fichas de evaluación en campo previamente diseñadas.

Se muestreó el agua de la fuente (rio Chacayan) de donde se utilizó para los cultivos hidropónicos se tomaron 8 muestras de agua en botellas de un litro y luego se mezcló para enviar un litro de agua al laboratorio de la UNALM

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.

Los instrumentos utilizados fueron recopilados de investigaciones previas y se citaron adecuadamente. Se garantizó la confiabilidad de los instrumentos, como las balanzas y cintas métricas, mediante la correspondiente calibración. Para evaluar la confiabilidad de las mediciones, se empleó el coeficiente de variabilidad (C.V.), expresado en porcentaje. De acuerdo con Calzada (2003), se consideran aceptables valores menores al cuarenta por ciento para este tipo de trabajos.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se usaron fichas de evaluación diseñadas para el experimento, con frecuencia se visitó el campo para realizar un manejo adecuado del cultivo. Los datos se procesaron con el paquete estadístico Infostat

3.8.1. Parámetros de comportamiento agronómico evaluado

A. Porcentaje de germinación

Se contabilizó el número de plantas germinadas que se establecieron en cada tratamiento a los 15 días de realizado el trasplante.

B. Peso por unidad

Se pesaron las espinacas cosechadas utilizando una balanza de precisión.

C. Altura de planta

Se midió la altura en cm, a los 20, 40, 60 días después del trasplante, cada planta será medida con una cinta métrica desde la base del cuello hasta la parte más alta de la planta, en una muestra de 36 plantas tomadas al azar. Este parámetro se evaluará antes de la cosecha.

D. Número de hojas

Se realizó el conteo de hojas a 72 plantas seleccionadas de la parte central, el conteo se realizará constantemente después del trasplante. Este parámetro se evaluará antes de la cosecha.

E. Largo de hoja

Con la ayuda de una regla graduada se midió el largo de cada hoja representante de la muestra.

F. Ancho de hoja

Con la ayuda de una cinta métrica o regla graduada se midió el ancho de cada hoja representante de la muestra.

G. Área foliar

Una vez obtenida el largo y ancho de la hoja se obtuvo el área foliar (área foliar = largo de hoja x ancho de hoja).

H. Día de cosecha

Se contabilizarán la cantidad de espinacas aptas para la cosecha por cada variedad.

I. Rendimiento

Se realizó regla de tres simples para obtener el rendimiento en kg/ha

3.9. Tratamiento estadístico

Se usaron fichas de evaluación diseñadas para el experimento, con frecuencia se visitó el campo para realizar un manejo adecuado del cultivo. Los datos se procesaron con el paquete estadístico infostat, tres tratamientos con cuatro repeticiones

Tabla 4

Tratamientos de estudio

Nº	Tratamientos	Repeticiones	Nº Plantas por Tratamiento	Nº de plantas por parcela o repeticiones	Variedades
1	T1	4	40	30	Dash
2	T2	4	40	30	Bolero
3	T3	4	40	30	Viroflay

3.9.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal que se utilizara es la siguiente:

$$Y_{ij} = u + t_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Cualquier observación

u = Media poblacional

t_i = Efecto de i -esimo tratamiento

B_j = Efecto de j -esimo repetición

E_{ij} = Error experimental

$i = 1, 2, 3, \dots, t$;

donde t = número de tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, r$;

donde r = número de bloques (repeticiones)

3.9.2. Análisis de varianza

Tabla 5

Análisis de varianza

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios error	F Calculada	F Tabular	
					5%	1%
Tratamiento	2	SCtrat	SCtrat.G.L.trat.	CMtrat.CMerror		
Bloques	3	SCbloque	SCbloqueG.L.bloq.	CMbloqueCMerror		
Error	6	SCerror	SCerrorG.L.error			
Total	11					

3.9.3. Prueba estadística

Para comparación de promedios de los tratamientos se utilizará la prueba de rangos múltiples de TUKEY, para determinar el nivel de significación entre tratamientos.

Desviación estándar:

$$S_x = \sqrt{CM_{\text{errorRepet.}}}$$

Tabla 6

Amplitudes de Límites de Significación “ALS”

Valor	2	3
AES	Tabla	Tabla
ALS	Tabla*Sx	Tabla*Sx

$$(ALS) (D)=AES (D)*SX$$

Donde:

ALS = Amplitud de límite de significación

AES = Valor de tabla de Duncan

Sx = Desviación de la media

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Artículo 3.- El Código de Ética para la Investigación Científica de la UNDAC tiene por finalidad promover y asegurar que las investigaciones se lleven a cabo con las máximas exigencias de rigor, honestidad y responsabilidad por parte del investigador y de los involucrados en dicho proceso.

Artículo 9.- Los investigadores, estudiantes, autoridades y personal administrativo de la Undac que realizan actividades de investigación con especies vegetales deben:

- a.** Priorizar la protección del ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos y los procesos ecológicos ante cualquier impacto negativo generado por actividades de investigación.
- b.** Determinar y evaluar previamente los posibles efectos adversos de los organismos genéticamente modificados (OGM) sobre la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, de ser el caso. Además, considerar los riesgos para la salud pública, según las normas de bioseguridad convencional a nivel nacional como internacional.
- c.** Contribuir a la creación y acceso de nuevas tecnologías biológicas que potencien y amplíen la seguridad y la soberanía alimentaria en favor de los sectores más vulnerables.
- d.** Garantizar la soberanía sobre el patrimonio genético, la regulación del acceso a los recursos genéticos, conocimientos asociados y la protección de los conocimientos tradicionales.
- e.** Regirse conforme la legislación vigente de la materia. administración de la investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

La investigación se desarrolló en:

Lugar: Condorbamba - Centro Poblado de Chango

Distrito: Chacayán

Provincia: Daniel Alcides Carrión

Región: Pasco

Altitud: 3575 m.s.n.m.

Coordenadas: 345128, 8846900 (18L)

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Porcentaje de prendimiento

En la tabla 7 se observa el análisis de varianza del porcentaje de prendimiento después del trasplante del cultivo de espinaca en la tecnología hidropónica. Se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni bloques. El coeficiente de variabilidad es de 0.29 % muy aceptable para trabajos de invernadero. En la tabla 8 observamos la prueba de Duncan,

encontramos un solo grupo Duncan, los tratamientos T1 y T3 ocupan el primer y segundo lugar respectivamente según orden de mérito con un promedio del 100 % de porcentaje de prendimiento. El último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con un promedio de 99.75 % de porcentaje de prendimiento.

Tabla 7

Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	2	4.34	2.17	147.26	5.143	10.925	**
Bloque	3	0.08	0.03	1.86	4.757	9.780	N.S.
Error	6	0.09	0.01				
Total			11				

C.V. = 0.29 %

Tabla 8

Prueba de Duncan de porcentaje de prendimiento

<u>OM</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Promedio</u>	<u>Nivel de significancia</u>
1	T1	7.18	a
2	T3	7.12	a
3	T2	5.88	b

4.2.2. Altura de planta a los 20 días

En la tabla 9 se muestra el análisis de varianza de altura de planta a los 20 días del trasplante, observamos que existe alta diferencia significativa para

tratamientos y para bloques no existe diferencia significativa alguna. El coeficiente de variación es de 1.81% valor muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 10 se muestra la prueba de Duncan, donde se observan dos grupos

Duncan, los primeros lugares en orden de mérito lo ocupan los tratamientos T1 y T3 con medias de 7.18 y 7.12 cm respectivamente. El último lugar lo ocupa el T2 con una media de 5.88 cm de altura de planta a los 20 días.

Tabla 9

Analisis de varianza de altura de planta a los 20 dias

FV	GL	SC	CM	F	CALC	F TAB		Nivel de significancia
						5%	1%	
Tratamiento	2	4.34	2.17	147.26	5.143	10.925	**	
Bloque	3	0.08	0.03	1.86	4.757	9.780	N.S.	
Error	6	0.09	0.01					
Total	11							

C.V.= 1.81 %

Tabla 10

Prueba de Duncan de altura de planta a los 20 dias

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia			
1	T1	7.18	a
2	T3	7.12	a
3	T2	5.88	b

4.2.3. Altura de planta a los 40 días

En la tabla 11 se muestra el análisis de varianza de altura de planta a los 40 días, donde observamos que existe alta diferencia significativa para tratamientos y para bloques no existe diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 1.03 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 12 observamos la prueba de Duncan, encontramos dos grupos Duncan, con el tratamiento T1 ocupando el primer lugar con un promedio de 17.18 cm según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 17.09 cm y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 13.86 cm de promedio en altura de planta a los 40 días.

Tabla 11

Análisis de varianza de altura de planta a los 40 días

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB		Nivel de significancia
					5%	1%	
tratamiento	2	28.57	14.29	527.90	5.143	10.925	**
bloque	3	0.03		0.01	0.33	4.757	9.780 N.S.
error	6	0.16		0.03			
Total	11						

C.V. = 1.03 %

Tabla 12

Prueba de Duncan de altura de planta a los 40 días

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia

1	T1	17.18	a
2	T3	17.09	a
3	T2	13.86	b

4.2.4. Altura de planta a los 60 días

En la tabla 13 se muestra el análisis de varianza de altura de planta a los 60 días, observamos que existe alta diferencia significativa para tratamientos, así mismo, para bloques no existe diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 1.07 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 14 observamos la prueba de Duncan, encontrando dos grupos Duncan, el tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un promedio de 26.18 cm según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 26.00 cm y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 16.44 cm de promedio en altura de planta a los 60 días.

Tabla 13

Análisis de varianza de altura de planta a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB	5%	1%	Nivel de significancia
Tratamiento	2	248.20	124.10	2058.68	5.143	10.925	**	
Bloque	3	0.08	0.03	0.47	4.757	9.780	N.S.	
Error	6	0.36		0.06				
Total	11							

C.V. =1.07 %

Tabla 14

Prueba de Duncan de altura de planta a los 60 días

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia			
1	T1	26.18	a
2	T3	26.00	b
3	T2	16.44	b

4.2.5. Número de hojas

En la tabla 15 se muestra el análisis de varianza de número de hojas, observamos que no existe diferencia significativa para tratamientos ni bloques. El coeficiente de variación es de 4.04%, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 16 observamos la prueba de Duncan, encontramos un solo grupo Duncan, es decir, no existe diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos en evaluación. El tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un promedio de 14.29 unidades de hojas según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 13.92 hojas y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 13.09 unidades de hoja.

Tabla 15

Análisis de varianza de número de hojas

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB	5%	1%	Nivel de significancia
Tratamiento	2	3.06	1.53	4.94	5.143	10.925	N.S.	
Bloque	3	0.17	0.06	0.18	4.757	9.780	N.S.	
Error	6	1.85	0.31					
Total	11							

C.V.=4.04 %

Tabla 16

Prueba de Duncan número de hojas

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia

1	T1	14.29	a
2	T3	13.92	a
3	T2	13.09	a

4.2.6. Longitud de hoja

En la tabla 17 se muestra el análisis de varianza de longitud de hoja, donde observamos que existe diferencia significativa para tratamientos y bloques. El coeficiente de variación es de 4.99 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 18 observamos la prueba de Duncan, encontrando tres grupos Duncan, el tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un promedio de 21.11 cm según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio

de 19.04 cm y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 9.02 cm de promedio en longitud de hoja.

Tabla 17

Análisis de varianza de longitud de hoja

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	2	334.47	167.24	250.45	5.143	10.925	*
Bloque	3	20.76		6.92	10.37	4.757	9.780 *
Error	6	4.01		0.67			
Total		11					

C.V. = 4.99 %

Tabla 18

Prueba de Duncan de longitud de hoja

<u>OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia</u>			
1	T1	21.11	a
2	T3	19.04	b
3	T2	9.02	c

4.2.7. Ancho de hoja

En la tabla 19 se muestra el análisis de varianza de ancho de hoja, observamos que existe diferencia significativa para tratamientos y bloques. El coeficiente de variación es de 11.43 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 20 observamos la prueba de Duncan, donde encontramos un solo grupo Duncan, ocupando el tratamiento T1 el primer lugar con un promedio de 9.69 cm según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 8.85 cm y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 8.27 cm de promedio en ancho de hoja de los experimentos en evaluación.

Tabla 19
Análisis de varianza de ancho de hoja

FV	GL	SC	CM	F	F TAB		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento		2 4.07	2.04	5.36	5.143	10.925	*
Bloque		3 7.11	2.37	6.24	4.757	9.780	*
Error		6 2.28	0.38				
Total	11						

C.V.=11.43

Tabla 20
Prueba de Duncan de ancho de hoja

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia			
1	T1	9.69	a
2	T3	8.85	a
3	T2	8.27	a

4.2.8. Área foliar

En la tabla 21 se muestra el análisis de varianza de área foliar, observamos que existe alta diferencia significativa para tratamientos y para bloques no existe

diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 3.95 %, valor muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 22 observamos la prueba de Duncan, encontramos tres grupos Duncan, con el tratamiento T1 ocupando el primer lugar con un promedio de 206.10 cm² según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 167.93 cm² y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 81.18 cm² de promedio área foliar.

Tabla 21

Análisis de varianza de área foliar

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	2	32781.95	16390.97	337.70	5.143	10.925	**
Bloque	3	32.81	10.94	0.23	4.757	9.780	N.S.
Error	6	291.22	48.54				
Total	11						

C.V.=3.95

Tabla 22

Prueba de Duncan de área foliar

<u>OM</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Promedio</u>	<u>Nivel de significancia</u>
1	T1	206.10	a
2	T3	167.93	b
3	T2	81.18	c

4.2.9. Longitud de raíz

En la tabla 23 se muestra el análisis de varianza de longitud de raíz, observando que existe diferencia significativa para tratamientos, mientras que para bloques no existe diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 3.26 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 24 observamos la prueba de Duncan. Encontramos dos grupos Duncan, con el tratamiento T1 ocupando el primer lugar según orden de mérito y un promedio de 33.04 cm. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 32.71 cm y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 30.29 cm de promedio en longitud de raíz.

Tabla 23

Análisis de varianza de longitud de raíz

FV	GL	SC	CM	F	CALC	F TAB		Nivel de significancia
						5%	1%	
Tratamiento	2	18.02	9.01	8.26	5.143	10.925	*	
Bloque	3			3.60	1.20	1.10	4.757	9.780 N.S.
Error	6			6.54	1.09			
Total	11							

C.V.=3.26 %

Tabla 24

Prueba de Duncan de longitud de raíz

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia

1	T1	33.04	a
2	T3	32.71	a
3	T2	30.29	b

4.2.10. Peso de raíz

En la tabla 25 se muestra el análisis de varianza de peso de raíz, donde observamos que existe alta diferencia significativa para tratamientos, mientras que para bloques no encontramos diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 1.14 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 26 observamos la prueba de Duncan, encontrando dos grupos Duncan, con el tratamiento T1 ocupando el primer lugar según orden de mérito y mostrando diferencia significativa frente a los demás tratamientos con un promedio de 119.67 gr. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 115.54 gr y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 114.58 gr de promedio en peso de raíz.

Tabla 25

Análisis de varianza de peso de raíz

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB	5%	1%	Nivel de significancia
Tratamiento	2	58.39	29.20	16.59	5.143	10.925	**	
Bloque	3	19.18	6.39	3.63	4.757	9.780	N.S.	
Error	6	10.56	1.76					
Total	11							

C.V.=1.14%

Tabla 26

Prueba de Duncan de peso de raíz

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia

1	T1	119.67	a
2	T3	115.54	b
3	T2	114.58	b

4.2.11. Peso por unidad

En la tabla 27 se muestra el análisis de varianza de peso por unidad, donde observamos que existe alta diferencia significativa para tratamientos y para bloques no existe diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 0.46 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 28 observamos la prueba de Duncan, encontramos tres grupos Duncan, estas a su vez muestran la existencia de diferencias significativas entre todos los tratamientos, el tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un promedio

de 160.11 gr según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 154.95 gr y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 146.23 gr de promedio en peso por unidad del cultivo de espinaca.

Tabla 27

Análisis de varianza de peso por unidad

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	2	394.01	197.01	393.71	5.143	10.925	**
Bloque	3	2.73	0.91	1.82	4.757	9.780	N.S.
Error	6	3.00	0.50				
total	11						

C.V.=0.46%

Tabla 28

Prueba de Duncan de peso por unidad

OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia

1	T1	160.11	a
2	T3	154.95	b
3	T2	146.23	c

4.2.12. Rendimiento

En la tabla 29 se muestra el análisis de varianza de peso por unidad, donde observamos que existe alta diferencia significativa para tratamientos y para bloques no existe diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 0.46 %, muy aceptable para trabajos en invernadero.

En la tabla 30 observamos la prueba de Duncan, encontramos tres grupos Duncan, estas a su vez muestran la existencia de diferencias significativas entre todos los tratamientos, el tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un promedio de 1.62 Kg/m² según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 1.57 Kg/Hm² y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 1.48 Kg/m² de promedio en rendimiento del cultivo de espinaca.

Tabla 29

Análisis de varianza de rendimiento

FV	GL	SC	CM	F CALC	F TAB		Nivel de significancia
					5%	1%	
Tratamiento	2	0.04	0.02	393.99	5.143	10.925	**
Bloque	3	0.00028	0.00009	1.82	4.757	9.780	N.S.
Error	6	0.00031	0.00005				
Total	11						

C.V.= 0.46%

Tabla 30

Prueba de Duncan de rendimiento

<u>OM Tratamiento Promedio Nivel de significancia</u>			
1	T1	1.62	a
2	T3	1.57	b
3	T2	1.48	c

4.3. Prueba de hipótesis

Para la hipótesis general se demuestra que una de las variedades de espinaca obtuvo un mejor rendimiento producido bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayán-Pasco, esta hipótesis es validada con el análisis de varianza y la Prueba de Duncan.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Porcentaje de prendimiento

Ticona, (2016) menciona que la emergencia y prendimiento de la espinaca en un sistema hidropónico dependen bastante de la temperatura, el mayor porcentaje de prendimiento se observan cuando las temperaturas oscilan de 0 a 15 °C. Así lo demuestran nuestros resultados, donde se obtuvo el 100 % de prendimiento en dos de las tres variedades (Dash – T1 y Viroflay – T2).

4.4.2. Altura de planta

Zavala, (2019) reporta la altura de planta entre 34.10 y 28.57 cm para las variedades Viroflay y Dash respectivamente. Quipo (2016) señala que la altura de planta de las variedades Viroflay y Dash son de 15.67 y 12.67 respectivamente, nuestros resultados se encuentran dentro de ambos intervalos (26.18 y 26 cm respectivamente) confirmando de esta manera una ventaja dentro de la producción hidropónica.

4.4.3. Número de hojas

Zavala, (2019) reporta que la variedad Viroflay obtiene un promedio de 34.1 hojas por planta bajo el sistema raíz flotante, considerado alto a los resultados obtenidos en esta presente investigación cuyo valor es de 13.09 hojas por planta, sin embargo, Quipo, (2016) reporta un valor promedio de 11 hojas por planta para la misma variedad. Para la variedad Dash, Quipo, (2016) reporta 15.33

hojas por planta, valores por encima de lo obtenido en nuestra investigación (14.33 hojas por planta). Por lo tanto, se refiere que estos resultados sean debido a características genéticas que poseen ambas variedades (Quipo, 2016).

4.4.4. Longitud de hoja

Zavala, (2019) reporta un promedio de longitud de hoja con 18.77 cm para la variedad Dash, un valor relativamente baja a lo obtenido en la esta investigación cuyo valor es de 21.11 cm para el tratamiento T1 (variedad Dash). En la tabla 12 observamos la prueba de Duncan, encontrando tres grupos Duncan, el tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un promedio de 21.11 cm según orden de mérito. El tratamiento T3 ocupa el segundo lugar con un promedio de 19.04 cm y el último lugar lo ocupa el tratamiento T2 con 9.02 cm de promedio en longitud de hoja, esto nos confirma que a través del sistema hidropónico se obtienen mejores características cualitativas en los cultivos (Ticona, 2016).

4.4.5. Ancho de hoja

En la presente investigación el T1 (variedad Dash) ocupó el primer lugar con 9.69 cm de ancho de hoja, por lo que podemos mencionar que la producción por el sistema hidropónico favorece a las hojas debido a la disponibilidad de nutrientes que encuentra la planta como tal lo menciona Caballero, (2023). Así lo confirma Zavala, (2019) con valores obtenidos de 7.04 y 9.15 cm de ancho de hoja.

4.4.6. Área foliar

De acuerdo a Callizaya, (2007) el área foliar de la variedad Viroflay es de 119.87 cm², en nuestra investigación reportamos 167.93 cm para la misma variedad de acuerdo a ello, podemos decir que los resultados de la presente

investigación son favorables para esta variedad, por lo tanto, se adaptan adecuadamente a las condiciones agroclimáticas de Chacayán-Pasco.

4.4.7. Longitud de raíz

En la presente investigación, la variedad Bolero, obtiene un valor de 30.29 cm promedio ligeramente mayor a lo obtenido por Camacho, (2018) 29.03 cm de longitud de raíz, quien sostiene que una oxigenación inadecuada en la producción hidropónica disminuye el proceso de fotosíntesis afectando al crecimiento y desarrollo de la planta. Así mismo, la longitud y el peso de raíz son directamente proporcionados por lo que, cuanto más largo sea la raíz el peso irá en aumento (Valencia-Santan & Valencia-Santana, 2015), tal como en la presente investigación cuyo resultado de la variedad Bolero (T2) es de 114.58 gr de promedio en peso de raíz.

4.4.8. Rendimiento

Callizaya, (2007) reporta el 28 gr/planta para la variedad Viroflay producidas de manera convencional, para nuestra investigación se obtuvo 154.95 gr/planta en la variedad Viroflay, demostrando así la mejoría en la producción bajo es sistema hidropónico.

Así mismo, Zavala, (2019) reporta el rendimiento de la variedad Viroflay de 3.38 Kg/m², mientras que Santana (2016) en la misma variedad obtuvo rendimientos de 1.26 Kg/m² similar a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación cuyo valor es de 1.57 Kg/m² en la variedad Viroflay (T3).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos concluimos lo siguiente:

- 1) El rendimiento de la variedad Dash de acuerdo al desarrollo vegetativo alcanzó medidas de 26.18 cm en altura de planta, 21.11 cm y 9.69 cm en longitud y ancho de hoja respectivamente, la longitud y peso de raíz alcanzó los 33.04 cm y 119.67 gr según corresponda. Finalmente, el rendimiento propiamente dicho alcanzó un valor de 1.62 Kg/m², siendo esta variedad la más resaltante de las demás.
- 2) En el rendimiento de la variedad Bolero se obtuvo un promedio de 1.48 Kg/m², en los resultados de las características vegetativas se obtuvo 16.44, 9.02 cm y 8.27 cm de altura de planta, longitud y ancho de hoja respectivamente. Así mismo, en los parámetros medidos de longitud y peso de raíz se obtuvo 30.29 cm y 114.58 gr respectivamente.
- 3) Los resultados obtenidos para la variedad Viroflay fueron de 26.00 cm en altura de planta, 19.04 cm y 8.85 cm en longitud y ancho de hojas; en los parámetros de raíz se obtuvo un promedio de 32.71 cm y 115.54 gr en longitud y peso de raíz. Finalmente, el rendimiento de esta variedad en el presente estudio alcanzó 1.57 Kg/m².

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- ✓ Se recomienda realizar estudios en dosis de nutrientes para el sistema hidropónico.
- ✓ Se recomienda realizar investigaciones de estudios de mercado (oferta y demanda) e inserción de este cultivo al mercado.
- ✓ Se recomienda realizar mayor difusión de la producción de hortalizas por el sistema hidropónico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aeropónico, c. g. (2023). comparación de dos soluciones nutritivas orgánicas en la producción de espinaca (*spinacia oleracea l.*) mediante un sistema (doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador).
- Apaza Vargas, M. (2019). Evaluación del Rendimiento y Calidad del Cultivo de Espinaca (*Spinacia oleracea L.*) Utilizando Biol en Chuquibambilla - Grau. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/828/T_0519.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ávila Cubillos, E. P. (2015). Manual: Espinaca. Cámara de Comercio de Bogotá, 52. <http://hdl.handle.net/11520/14310>
- Camacho, J. (2018). “Efecto del oxígeno disuelto sobre un cultivo hidropónico con raíz flotante de espinaca (*Spinacea oleracea l.*) en un sistema urbano-familiar en la ciudad de la paz.”
- Castañares, J. L. (2020). ABC de la Hidroponia. Inta, Fig 1, 1–15. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8023/INTA_DireccionNacional_EEAAMBA_Castañares_JL_ABC_de_la_hidroponia.pdf?sequence=1
- Chiara, D., Herrera, L., & Vargas, P. (2016). Cultivo hidropónico de espinaca mediante técnica NFT e invernadero para el control de variables ambientales. Universidad Ricardo Palma Facultad De Ingeniería, 12, 49–60.
- García, A. M. C., Casuriaga, O. L. C., & Leguizamón, A. (2020). Uso de soluciones nutritivas y sustratos en la producción de perejil (*petrocelinum sativum*) cultivado en hidroponía. *EL SURCO*, 26.
- Gómez Méndez, I. J. (2020). Calidad sanitaria de las hortalizas y su relación con las enfermedades transmisibles por alimentos.

- Jesús López, E. (2018). La producción hidropónica de cultivos. IDESIA (Arica), 36, 139–141.
- Lara, O. (2019). *Efecto de los filtros fotoselectivos en el rendimiento y calidad postcosecha de espinaca (Spinacia oleracea L.) “Baby” cv Viroflay cultivada en hidroponía* (Doctoral dissertation, Tesis de Magister en Ciencias Agropecuarias. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 51h).
- Lazo Mamani, H. (2019). Producción de dos variedades del cultivo de acelga (beta vulgaris var. cilcla l.) bajo la aplicación de tres niveles de compost en ambiente atemperado en centro experimental Cota Cota. Universidad Mayor De San Andrés Facultad De Agronomía Carrera De Ingeniería Agronómica.
- Martínez Jiménez, M. (2018). Aplicación de diferentes dosis de fertilización bajo un sistema hidropónico y sus efectos en la calidad y rendimiento del cultivo de espinaca (spinacia oleracea l.) y acelga (beta vulgaris), en la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo.
- Méndez Avalos, L. C. (2021). Efecto de uso del agua destilada de mar con energía solar y compost de residuos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.) en condiciones de invernadero. Universidad Nacional Jorge Grohmann.
- Pérez Diestra, M. B. (2020). Densidad de siembra en el rendimiento de Spinacea oleracea L var. Megatón en Hualgual, Santiago de Chuco, La Libertad.
- Quipo Mendoza, R. (2016). Efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en en la producción de dos variedades de espinaca (Spinacia oleracea L.) mediante el sistema hidropónico de raíz flotante en K’ayra – Cusco.
- Salazar Gamez, J. (2019). Respuesta a la aplicación de abonos orgánicos y aplicación de microelementos al follaje en el cultivo de espinaca variedad Rushmore (Spinacia oleracea) en el invernadero de la ciudad universitaria - Huaraz - Ancash.

Santana Bilbao, R. A. (2016). Comportamiento agronómico de seis variedades de espinaca (*Spinacea Oleracea L.*) con la técnica hidropónica NFT en el centro experimental de Cota - Cota.

Ticona Quispe, R. (2016). Evaluación de dos variedades de espinaca (*Spinacea oleracea L.*) a diferentes densidades de trasplante en sistema hidropónico (NFT), en el centro experimental de Cota Cota. Universidad Mayor De San Andrés Facultad De Agronomía Carrera De Ingeniería Agronómica.

Zavala Carbajal, A. R. (2019). Comparativo de rendimiento de cuatro variedades de *Spinacea oleracea L.* en sistema hidropónico en Santiago de Chuco - La Libertad.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : MARCO ANDRES PUENTE BALDEON
PROCEDENCIA : PASCO/ DANIEL ALCIDES CARRIÓN/ CHACAYAN/ CONDORBAMBA
REFERENCIA : H.R. 80382
BOLETA : 5948

No. Laboratorio	255
No. Campo	
pH	7.49
C.E. dS/m	0.20
Calcio meq/L	0.99
Magnesio meq/L	0.82
Potasio meq/L	0.01
Sodio meq/L	0.23
SUMA DE CATIONES	2.05
Nitratos meq/L	0.00
Carbonatos meq/L	0.00
Bicarbonatos meq/L	1.92
Sulfatos meq/L	0.00
Cloruros meq/L	0.25
SUMA DE ANIONES	2.17
Sodio %	11.28
RAS	0.24
Boro ppm	0.05
Clasificación	C1-S1
Cobre ppm	N.D.
Zinc ppm	N.D.
Manganeso ppm	N.D.
Hierro ppm	N.D.

L.D. límite de detección.
L.C. límite de cuantificación.
N.D. no detectable.
Cobre: LD = 0.00884 ppm / LC = 0.02945 ppm
Zinc: LD = 0.00084 ppm / LC = 0.00280 ppm
Manganeso: LD = 0.02894 ppm / LC = 0.02980 ppm
Hierro: LD = 0.02995 ppm / LC = 0.09983 ppm

La Molina, 22 de Agosto del 2023



Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Interpretación de la Calidad de Riego

La salinidad total es determinada por la medición de la conductividad del agua. (CE.) Expresada en unidades de deci Siemens por metro (d Sm¹) o en milimhos por centímetro (mmhos cm⁻¹). También puede ser expresada como la cantidad total de sales disueltas (TDS), donde: TDS (en ppm o mgL⁻¹) = 640 x CE (en d Sm¹ ó mmhos cm⁻¹)

Cuadro 1 Clasificación de las aguas de riego basada en su CE y TDS

Peligro de Salinidad	Características	CE dSm-1	TDS ppm
Bajo (C ₁)	* Bajo peligro de salinidad, no se espera efectos dañinos sobre las plantas y suelos.	<0.25	< 160
Medio (C ₂)	* Plantas sensibles pueden mostrar estres a sales; moderada lixiviación previene la acumulación de sales en el suelo.	0.25 - 0.75	160 - 500
Alto (C ₃)	* Salinidad afectará a muchas plantas. Requiere: selección de plantas tolerantes a salinidad, buen drenaje y lixiviación.	0.75 - 2.25	500 - 1500
Muy Alto (C ₄)	* Generalmente no aceptable, excepto para plantas muy tolerantes a sales, se requiere excelente drenaje y lixiviación.	> 2.25	>1500

* SAR (Relación de Absorción de Sodio): $SAR = Na \text{ en meq. L}^{-1} / ((Ca + Mg \text{ en meq L}^{-1}) / 2)^{1/2}$

Cuadro 2 Peligro de Sodio basado en el valor del SAR

Peligro de Na	SAR del agua	Comentarios sobre el peligro de Na
Bajo (S ₁)	<10	* Puede usarse para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.
Medio (S ₂)	10 - 18	* Puede desmejorarse la permeabilidad de suelos de textura fina con alta CIC. Puede usarse en suelos de textura gruesa con buen drenaje.
Alto (S ₃)	18 - 26	* Se producen daños de lo suelos, por acumulación de Na. Se requerirá intensivas prácticas de aplicación de enmiendas, drenaje y lixiviación.
Muy Alto (S ₄)	>26	* Generalmente no recomendable para el riego excepto en suelos de muy bajo contenido de sales: Se requerirá prácticas de manejo.

* Carbonato de sodio residual. (RCS.) Tercer criterio que se usa para juzgar el peligro de sodio en las aguas de riego. Es definido como: $RCS = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)$.

Cuadro 3 Peligro de Sodio basado en el valor del RSC

Valores de RSC (meq L ⁻¹)	Peligro de Na
> 0 (valores negativos)	* Ninguno. Ca y Mg del agua no participarán como carbonatos, ellos se mantienen Activos para prevenir la acumulación de Na en los sitios de cambio de la CIC.
0 - 1.25	* Bajo. Existe alguna remoción del Ca y Mg del agua de riego.
1.25 - 2.50	* Medio. Apreciable remoción de Ca y Mg del agua de riego.
> 2.50	* Alto. Todo o mayor parte del Ca y Mg del agua de riego es removido como carbonato precipitado produciendo acumulación de Na.

Datos recolectados dentro del invernadero

Temperatura con el termohidrómetro-BOECO Germany

N°	Fecha	Temperatura promedio °C		
		Mañana (7 - 8 am)	Mediodía (11 am - 1 pm)	Tarde (5 - 7 pm)
1	16/10/2023	9.5	27.8	13.5
2	17/10/2023	8.3	29.7	13.8
3	18/10/2023	11.4	24.5	15.4
4	19/10/2023	9.8	26.8	15.8
5	20/10/2023	11.2	30.2	17.4
6	21/10/2023	9.5	29.9	16.3
7	22/10/2023	8.6	26.7	14.2
8	23/10/2023	10.3	29.7	13.6
9	24/10/2023	8.9	29.7	17.3

10	25/1 0/20 23	9.6	31. 5	15.9
11	26/1 0/20 23	12.8	28. 3	14
12	27/1 0/20 23	13.1	26. 5	16.7
13	28/1 0/20 23	11.8	29. 4	14.5
14	29/1 0/20 23	10.7	30. 3	18.3
15	30/1 0/20 23	12.2	32. 2	16.6
16	31/1 0/20 23	13.5	30. 8	18.5
17	1/1 1/2 023	11.9	27. 3	16.3
18	2/1 1/2 023	9.6	25. 9	15.9
19	3/1 1/2 023	8.8	26. 2	16.8
20	4/1 1/2 023	10.1	28. 9	18.3
21	5/1 1/2 023	11.2	31. 4	16.7
22	6/1 1/2 023	9.9	29. 3	15.4
23	7/1 1/2 023	10.3	28. 9	17.2
24	8/1 1/2 023	7.9	26. 7	18.9

25	9/1 1/2 023	8.3	28. 1	14.6
26	10/1 1/20 23	9.7	25. 6	17.8
27	11/1 1/20 23	10.2	27. 6	14.3
28	12/1 1/20 23	9.8	29. 2	13.7
29	13/1 1/20 23	8.5	28. 5	14.6
30	14/1 1/20 23	9.6	26. 4	16.3
31	15/1 1/20 23	10.5	28. 5	18.5
32	16/1 1/20 23	10.4	31. 3	19.4
33	17/1 1/20 23	10.1	30. 7	15.6
34	18/1 1/20 23	9.6	28. 6	18.4
35	19/1 1/20 23	9.8	29. 4	16.7

36	20/11/2023	11.5
37	21/11/2023	10.9
38	22/11/2023	9.8
39	23/11/2023	8.4
40	24/11/2023	9.6
41	25/11/2023	10.6
42	26/11/2023	10.3
43	27/11/2023	11.2
44	28/11/2023	10
45	29/11/2023	8.7
46	30/11/2023	9
47	1/12/2023	9.4
48	2/12/2023	9.7
49	3/12/2023	10.3
50	4/12/2023	10.5
51	5/12/2023	10.3
52	6/12/2023	9.9
53	7/12/2023	8.5
54	8/12/2023	8
55	9/12/2023	8.3
56	10/12/2023	8.7
57	11/12/2023	9.3
58	12/12/2023	9.7
59	13/12/2023	9.5
60	14/12/2023	10.3
61	15/12/2023	10.2
62	16/12/2023	10.3
63	17/12/2023	9.8
64	18/12/2023	9.7
65	19/12/2023	10.5
66	20/12/2023	9.5
67	21/12/2023	9



Porcentaje de emergencia de las tres variedades

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	100.00	100.00	100.00	100.00
T2	100.00	99.00	100.00	100.00
T3	100.00	100.00	100.00	100.00
TOTAL	300.00	299.00	300.00	300.00
PROMEDIO	100.00	99.67	100.00	100.00

Altura de planta a los 20 días

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	6.93	7.12	7.35	7.33
T2	5.87	5.76	5.97	5.90
T3	7.17	7.01	7.06	7.23
TOTAL	19.97	19.89	20.38	20.46
PROMEDIO	6.66	6.63	6.79	6.82

Altura de planta a los 40 días

BLOQUE				TOTAL POR VARIEDAD
I	II	III	IV	
17.10	17.25	17.32	17.05	68.72
14.12	13.83	13.70	13.80	55.45
17.15	17.00	16.98	17.23	68.36
48.37	48.08	48.00	48.08	192.53
16.12	16.03	16.00	16.03	

Altura de planta a los 60 días

RAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	26.13	26.13	26.27	26.17
T2	16.75	16.75	15.98	16.28
T3	25.98	25.98	26.05	25.98
TOTAL	68.86	68.86	68.30	68.43
PROMEDIO	22.95	22.95	22.77	22.81

Numero de hoja

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	14.33	14.50	14.17	14.17
T2	13.00	13.67	12.50	13.17
T3	14.50	13.00	14.17	14.00
TOTAL	41.83	41.17	40.84	41.34
PROMEDIO	13.94	13.72	13.61	13.78

Largo de hoja

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	22.17	21.67	20.58	20.00
T2	10.83	9.75	8.21	7.27
T3	21.25	20.33	16.40	18.16
TOTAL	54.25	51.75	45.19	45.43
PROMEDIO	18.08	17.25	15.06	15.14

Ancho de hoja

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	9.50	9.92	8.75	10.58
T2	7.25	8.16	8.33	9.33
T3	8.08	7.92	8.58	10.83
TOTAL	24.83	26.00	25.66	30.74
PROMEDIO	8.28	8.67	8.55	10.25

Área foliar

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	210.46	214.75	194.71	204.46
T2	78.21	79.75	85.00	81.75
T3	171.54	161.21	167.35	171.60
TOTAL	460.21	455.71	447.06	457.81
PROMEDIO	153.40	151.90	149.02	152.60

Longitud de raíz

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	33.17	33.00	32.17	33.83
T2	31.00	29.17	30.17	30.83
T3	30.67	32.67	33.33	34.17
TOTAL	94.84	94.84	95.67	98.83
PROMEDIO	31.61	31.61	31.89	32.94

Peso de raiz

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	119.17	118.17	121.83	119.50
T2	113.33	115.67	116.83	112.50
T3	115.33	113.17	117.67	116.00
TOTAL	347.83	347.01	356.33	348.00
PROMEDIO	115.94	115.67	118.78	116.00

Peso por unidad de planta a la cosecha

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	160.22	160.37	160.38	159.47
T2	146.03	147.03	145.67	146.17
T3	153.48	155.88	155.92	154.50
TOTAL	459.73	463.28	461.97	460.14
PROMEDIO	153.24	154.43	153.99	153.38

Peso de tratamiento

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	1.60	1.60	1.60	1.59
T2	1.46	1.47	1.46	1.46
T3	1.53	1.56	1.56	1.55
TOTAL	4.60	4.63	4.62	4.60
PROMEDIO	1.53	1.54	1.54	1.53

Rendimiento

TRAT	BLOQUE			
	I	II	III	IV
T1	1.62	1.62	1.62	1.61
T2	1.48	1.49	1.47	1.48
T3	1.55	1.57	1.57	1.56
TOTAL	4.64	4.68	4.67	4.65
PROMEDIO	1.55	1.56	1.56	1.55

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Evaluación de tres variedades de espinaca (Spinacea oleacea L.) bajo el sistema hidropónico en condiciones agroclimáticas de Chacayan -Pasco 2022

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLE	INDICADORES
¿Cuál de las tres variedades de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) tiene mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan -Pasco?	Evaluar el rendimiento de las tres variedades del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan -Pasco.	Una de las variedades del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) tendrá mejor rendimiento, bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan-Pasco.	<p>Variable independiente Ttre variedades de espinaca (<i>Spinacea oleracea</i>)</p> <p>Variable dependiente Sistema hidroponico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Porcentaje de prendimiento ○ Altura de planta a los 20 días ○ Altura de planta a los 40 días ○ Altura de planta a los 60 días ○ Altura de planta a la cosecha
PROBLEMA SECUNDARIO	OBJETIVO SECUNDARIO	HIPOTESIS SECUNDARIO	VARIABLE	
¿Cuál es el rendimiento de la variedad Dash de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco?	Evaluar el rendimiento de la variedad Dash bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.	La variedad Dash tendrá mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico frente a las demás variedades de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.	<ul style="list-style-type: none"> ○ . Desarrollo vegetativo ○ Rendimiento 	

<p>¿Cuál es el rendimiento de la variedad Bolero bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco?</p>	<p>Evaluar el rendimiento de la variedad Bolero bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.</p>	<p>La variedad bolero tendrá mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico frente a las demás variedades de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Variedad con mejor ○ Rendimiento ○ Periodo vegetativo 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Número de hojas ○ Largo de hoja ○ Ancho de hoja ○ área foliar ○ Longitud de hoja ○ Peso de la raíz ○ Peso por unidad
<p>¿Cuál es el rendimiento de la variedad Viroflay bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco?</p>	<p>Evaluar el rendimiento de la variedad Viroflay bajo el sistema hidropónico en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.</p>	<p>La variedad viroflay tendrá mejor rendimiento bajo el sistema hidropónico frente a las demás variedades de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) en condiciones climáticas del distrito de Chacayan - Pasco.</p>		

Evidencias Fotográficas



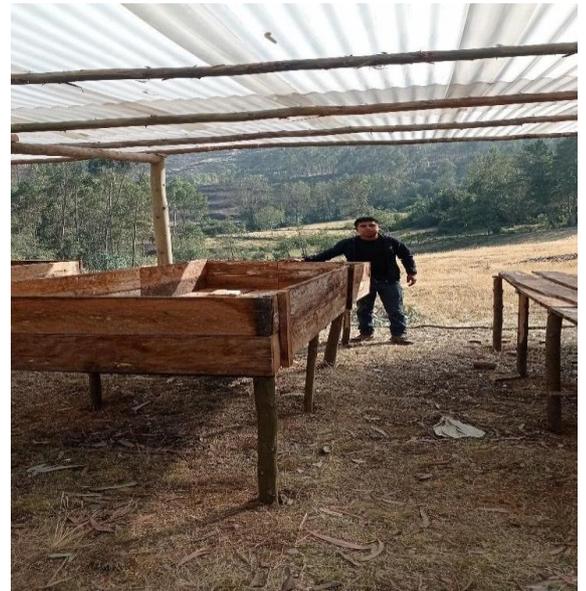
Fotografía 1: Instalación de semilla en las bandejas almacigueras



Fotografía 2: Bandeja de almacigo sembrado



Fotografía 3: Construcción del invernadero en el lugar denominado



Fotografía 4: Construcción de las bandejas de 3.30 m x 1.20 m x 0.40 m (1.20 m. de altura desde el piso.)



Fotografía 5: Invernadero de 5.30 m x 9.80 m



Fotografía 6: Colocación de plástico negro en las bandejas de madera



Fotografía 7: Bandeja con los plásticos negros.



Fotografía 8: Llenado de agua de 1000 L. en las bandejas.



Fotografía 9: Orificios en el Tecnopor de 4 cm de diámetro



Fotografía 10: Mezcla de la solución A de 5 L. en cada bandeja



Fotografía 11: Mezcla de la solución B de 2 L. por cada bandeja



Fotografía 12: Colocación del Tecnopor en las bandejas



Fotografía 13: Limpieza de las 3 variedades de espinaca ya germinadas para trasplantarlo en las bandejas



Fotografía 14: Desinfección de las esponjas ugar denominado Condorbamba



Fotografía 15: Colocación de las plántulas a las bandejas de raíz flotante.



Fotografía 16: Campo experimental en el lugar de Condorbamba – Chacayan



Fotografía 17: Supervisión de tesis por parte de la asesora



Fotografía 18: Medición de tamaño de planta a los 20 días después de trasplante



Fotografía 19: Toma de datos de temperatura y humedad



Fotografía 20: Oxigenación del agua en las bandejas



Fotografía 21: Espinaca a los 40 días después del trasplante



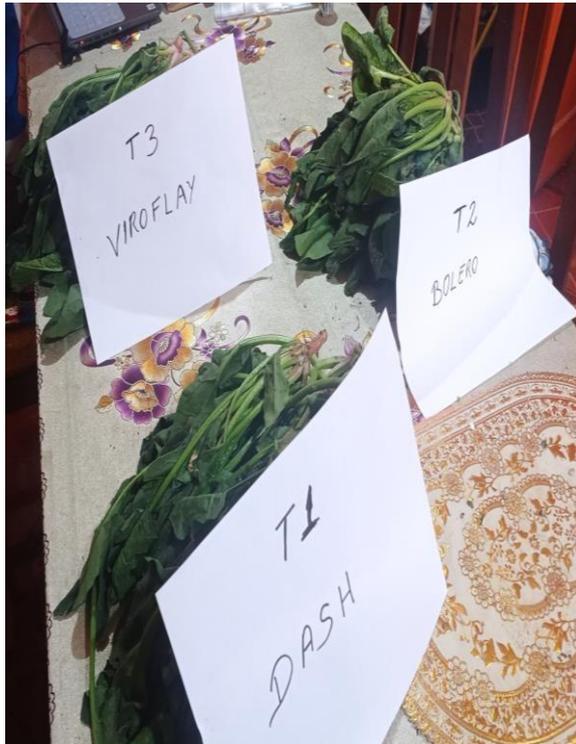
Fotografía 22: Medición del sistema radicular



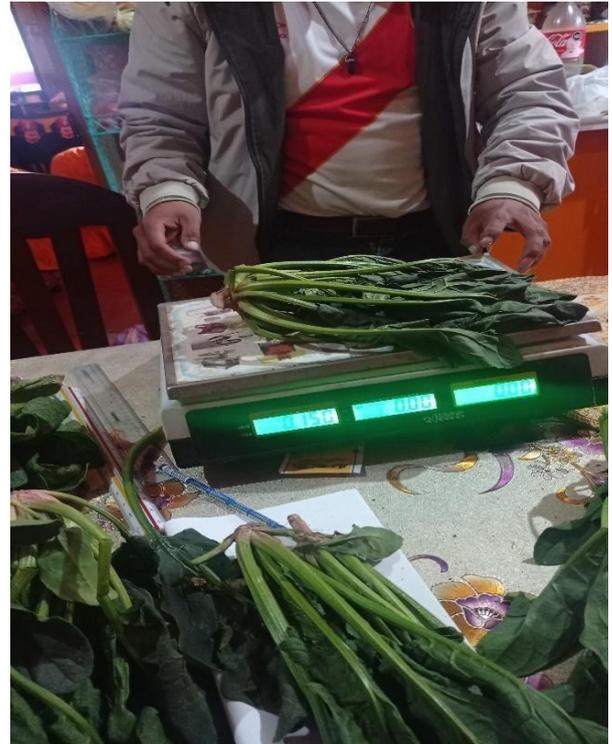
Fotografía 23: Medición de tamaño de hoja



Fotografía 24: Cosecha de las tres variedades de espinaca a los 67 días



Fotografía 25: Las tres variedades de espinaca ya cosechadas



Fotografía 26: Evaluación de peso de planta



Fotografía 27: Evaluación de ancho, largo y área foliar



Fotografía 28: Conteo de número de hojas por planta y variedad