



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EFECTO DE GUANO DE ISLA EN EL CULTIVO DE ESPINACA
(*Spinacia oleracea* L), VAR. VIROFLAY EN INVERNADERO DEL
DISTRITO DE NUÑO A 2022”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. VÍCTOR YANA HUAHUACHAMPI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

EFFECTO DE GUANO DE ISLA EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L), VAR. VIROFLAY EN INVERNADERO DEL DISTRITO DE NUÑO A 2022

AUTOR

VÍCTOR YANA HUAHUACHAMPI

RECuento de palabras

19406 Words

RECuento de caracteres

105627 Characters

RECuento de páginas

104 Pages

Tamaño del archivo

4.7MB

Fecha de entrega

Dec 27, 2023 11:43 AM GMT-5

Fecha del informe

Dec 27, 2023 11:44 AM GMT-5

● **16% de similitud general**

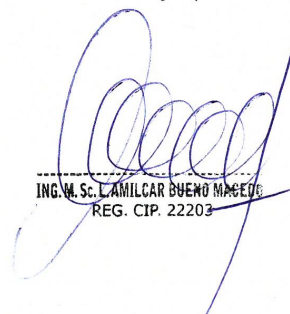
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


DR. Felix A. Astete M.


ING. M. SC. LAMILCAR BUENO MAGEO
REG. CIP. 22203

Resumen



DEDICATORIA

A Jehová, por la vida y salud por permitirme vivir, disfrutar y a darme mucha fortaleza durante los años de mi vida, gracias Dios Todopoderoso.

Con mucha gratitud y cariño a mis apreciados padres Feliciano Huahuachampi Vilca y Placido Yana Turpo quienes con su amor, comprensión y ayuda en los momentos más difíciles y por su arduo esfuerzo me han permitido cumplir un sueño hecho realidad.

A mis hermanos(as) quienes siempre han estado conmigo brindándome apoyo y confianza en todo momento durante mi formación profesional

Victor Yana Huahuachampi



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por la formación que me brindo

Agradezco profundamente a mis excelentes formadores profesionales de Ingeniería Agronómica por compartir su invaluable sabiduría y brindarme enseñanzas cruciales a lo largo de mi educación universitaria. formaron parte especial en mi vida y su gran amistad.

Al D.Sc. Ernesto Chura Yupanqui por su valiosa contribución y continuo apoyo como mi director de tesis para el desarrollo del proyecto de investigación. y también mi agradecimiento al D.Sc. Félix Alonso Astete Maldonado en la última etapa por su valiosa dirección y asesoría.

Mi eterno agradecimiento al Señor. Luciano Dueñas y Ing. Nora Mamani, por orientarme en la conducción del proyecto, compartiendo sus experiencias en el manejo de horticultura.

A mis distinguidos miembros del jurado: M.Sc. Abdón Charaja Villalta, Dr. Edgar Pelinco Ruelas, M.Sc. Marco Alexis Vera Zúñiga, por sus acertados contribuciones, sugerencias, recomendaciones y mejora continua del presente trabajo de investigación.

Con gratitud y cariño a mis compañeras de aula y amigos, con quienes hemos compartido momentos de alegría y nostalgia a lo largo de nuestra formación vocacional como Ingenieros Agrónomos en la Facultad de Ciencias Agrarias.

Victor Yana Huahuachampi



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. HIPÓTESIS	19
1.2.1. Hipótesis alterna	19
1.2.2. Hipótesis nula	19
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos	20
1.4. JUSTIFICACIÓN	20
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	24



2.1.3.	Antecedentes locales	26
2.2.	MARCO TEÓRICO	28
2.2.1.	El cultivo de espinaca	28
2.2.2.	Uso y valor nutricional	28
2.2.3.	Ubicación taxonómica	31
2.3.	MORFOLOGÍA	32
2.3.1.	Características botánicas	32
2.3.2.	Descripción del Cultivo de espinaca.....	34
2.3.3.	Características del cultivo de espinaca	34
2.3.4.	Requerimientos edafoclimáticos.....	35
2.3.5.	Características y descripción de los abonos orgánicos	42
2.3.6.	Aspectos a considerar para el tipo de invernadero.....	46
2.3.7.	Ventajas de la producción bajo invernadero	52
2.3.8.	Desventajas de la producción bajo invernadero	54
2.3.9.	Clima al interior invernadero	55

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	56
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.2.1.	Población	56
3.2.2.	Muestra	56
3.3.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	57
3.4.	PERIODO DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.5.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	57
3.6.	UBICACIÓN POLÍTICA.....	57



3.7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	58
3.8. MATERIALES Y HERRAMIENTAS	59
3.8.1. Infraestructura	59
3.8.2. Materiales de campo	59
3.8.3. Herramientas	59
3.8.4. Equipos de campo	60
3.8.5. Equipos de gabinete	60
3.8.6. Material biológico	60
3.8.7. Diseño experimental	60
3.9. VARIABLES EN ESTUDIO:	61
3.9.1. Variable independiente	61
3.9.2. Variables dependientes	61
3.10. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	63
3.10.1. Análisis de fertilidad de suelo	63
3.10.2. Material vegetal	64
3.10.3. Guano de islas	65
3.10.4. Muestreo y análisis de fertilidad de suelo experimental	65
3.10.5. Preparación de suelo	66
3.10.6. Marcado de campo experimental	66
3.10.7. Aplicación de guano de islas	66
3.10.8. Siembra	67
3.10.9. Labores culturales	67
3.10.10. Evaluaciones	68
3.10.11. Altura de plantas	69
3.10.12. Número de hojas	69



3.10.13. Peso de las hojas	69
3.10.14. Ancho de hojas espinaca.....	69
3.10.15. Rendimiento de hojas por planta	69
3.10.16. Control de plagas y enfermedades.....	69
3.10.17. Riego.....	70
3.10.18. Cosecha.....	70
3.11. MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA.....	71
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. EFECTO DE GUANO DE ISLA EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE ESPINACA.....	72
4.2. RENDIMIENTO DE ESPINACA VARIEDAD VIROFLAY PARA TRES DOSIS DE GUANO DE ISLAS	82
V. CONCLUSIONES.....	85
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS.....	91

Área: Ciencias Agrícolas

Tema: Manejo agronómico de hortalizas, forestales plantas ornamentales, aromáticas y medicinales

Fecha de sustentación: 28 de diciembre del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Información nutricional de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L). variedad Viroflay	29
Figura 2 Cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L) variedad Viroflay.....	38
Figura 3 Dirección y modelo de construcción de invernadero.....	48
Figura 4 Mapa de ubicación del invernadero	58
Figura 5 Distribución de los tratamientos en campo experimental según diseño estadístico.....	62
Figura 6 Altura de planta por cada tratamiento evaluado	75



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición de minerales de la espinaca.....	31
Tabla 2 Características agronómicas del cultivo de espinaca var. viroflay	34
Tabla 3 Composición nutritiva de espinaca por 100 g de producto comestible (Fersini, 2006; Watt et al 2009)	39
Tabla 4 Composición de Guano de isla	46
Tabla 5 Análisis de varianza para un diseño completamente al azar.....	61
Tabla 6 Análisis física-químico del suelo del campo experimental.....	64
Tabla 7 Semilla de cultivo de espinaca variedad viroflay.....	65
Tabla 8 Dosis de los tratamientos por kg/parcela	67
Tabla 9. Análisis de Varianza para la altura de planta (cm) de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L).....	72
Tabla 10 Prueba de contraste Tukey ($P \leq 0.05$) para la altura de la planta (cm) del cultivo de espinaca.....	73
Tabla 11 Análisis de Varianza para ancho de hoja (cm) de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L) con la dosis de guano de isla.....	76
Tabla 12 Prueba de contraste Tukey ($P \leq 0.05$) para ancho de hoja (cm) del cultivo de espinaca.....	77
Tabla 13 Análisis de Varianza para el numero de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L) con efecto de dosis de guano de isla.....	79
Tabla 14 Prueba de contraste Tukey ($P \leq 0.05$) para números de hojas del cultivo de espinaca.....	80
Tabla 15 Análisis de Varianza (ANOVA) para el rendimiento de peso de hojas/parcela en espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L), variedad viroflay.	82



Tabla 16	Promedios de rendimiento en peso de hojas por parcela y la Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para tres dosis de guano de islas y el testigo en cultivo de espinaca.....	83
-----------------	---	----



ACRÓNIMOS

- B/C : Beneficio costo
- Cm : centímetros
- cm² : Centímetros cuadrados
- CV : Coeficiente de variación
- C.M : Cuadrados medios
- CO₂ : Dióxido de carbono
- F.V. : Fuente de variación
- Fc : F calculada
- Ft : F tabular
- G.L. : Grados de libertad
- g : gramos
- ha : hectárea
- m² : metro cuadrado
- kg : kilogramo
- kg/ha : kilogramo por hectárea
- INIA : Instituto Nacional de Innovación Agraria
- S.C. : Suma de cuadrados
- N.S. : No significativo



RESUMEN

La espinaca es un cultivo de hoja de gran importancia en la dieta humana por su alto contenido de proteínas y también muy útil para la industria. Debido a la necesidad de obtener un producto orgánico de buena calidad, se evaluaron tres dosis de guano de isla para comprobar su efectividad en el crecimiento y rendimiento de la espinaca (*Spinacia oleracea* L) var. Viroflay en condiciones de invernadero. La investigación fue realizada en el distrito de Nuñoa, provincia de Melgar, Región Puno, a una altitud de 4010 m.s.n.m. Los objetivos de la investigación fueron: evaluar el efecto de guano de isla en el crecimiento de la espinaca y determinar el rendimiento. El experimento fue conducido bajo Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que el crecimiento de las plantas de espinaca fue directamente proporcional al incremento de dosis de guano de isla, por cada medio kilogramo de guano de isla por parcela que se ha incrementado, la altura de planta de la espinaca ha incrementado en promedio 2.63 cm, el ancho de hojas ha incrementado en promedio 0.94 cm y el número de hojas por planta incremento en promedio 2.55 hojas. Asimismo, el rendimiento de las plantas se ha mostrado directamente proporcional al incremento de dosis de guano de isla, por cada medio kilogramo de guano de isla por parcela que se ha incrementado, el peso de hojas por parcela ha incrementado en promedio 0.57 kg/parcela. que con la dosis de guano de isla en el rendimiento de cultivo de espinaca tiene un efecto positivo y garantizamos una agricultura sostenible con el cuidado del medio ambiente que promueve la sostenibilidad a largo plazo mediante la mejora de productos orgánicos sanos y de calidad.

Palabras clave: espinaca, dosis de guano de isla, fertilizante orgánico, cultivo en invernadero.



ABSTRACT

Spinach is a leafy crop of great importance in the human diet due to its high protein content and also very useful for industry. Due to the need to obtain a good quality organic product, three doses of island guano were evaluated to verify its effectiveness on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L) var. Viroflay in greenhouse conditions. The research was carried out in the district of Nuñoa, province of Melgar, Puno Region, at an altitude of 4010 meters above sea level. The objectives of the research were to evaluate the effect of island guano on the growth of spinach and determine the yield. The experiment was conducted under a Completely Randomized Design with four treatments and four repetitions. The results showed that the growth of the spinach plants was directly proportional to the increase in the dose of island guano, for every half kilogram of island guano per plot that has increased, the plant height of the spinach has increased on average 2.63 cm, the width of leaves has increased on average 0.94 cm and the number of leaves per plant has increased on average 2.55 leaves. Likewise, the yield of the plants has been shown to be directly proportional to the increase in the dose of island guano, for every half kilogram of island guano per plot that has increased, the weight of leaves per plot has increased on average 0.57 kg/plot. Concluding that with the dose of island guano on the spinach crop yield it has a positive effect and we guarantee sustainable agriculture with care for the environment that promotes long-term sustainability by improving healthy and quality organic products.

Keywords: spinach, dose of island guano, organic fertilizer, greenhouse cultivation



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La espinaca var. Viroflay es una hortaliza de hoja que tiene una gran relevancia en la dieta alimenticia. Se consume en una variedad de platos como ensaladas, guisos, tortillas y sopas. Además, tiene aplicaciones en la industria, siendo empleada en forma de condimentos, congelados y deshidratados entre otros usos. Una de las características sobresalientes de la espinaca es su excepcional contenido de vitaminas y minerales, superando a la mayoría de otras verduras, la espinaca es una hortaliza que crece a una altitud entre los 1800 – 3200 m.s.n.m por lo que es un cultivo que prospera muy bien según el (MINAGRI, 2014).

Este cultivo tiene un ciclo vegetativo corto que dura entre 60 y 90 días, esto lo convierte en una excelente opción para la diversificación, rotación de cultivos que destaca por su alta producción y productividad, además su cultivo contribuye al aumento de la fertilidad del suelo y presenta una tolerancia aceptable a las heladas. Es posible obtener una sola cosecha en cada temporada señalado por (Ochoa & Navia, 2013)

En nuestra región altiplánica de Puno la actividad agrícola se centra principalmente en el cultivo de variedades tradicionales reconocidas como "cultivos andinos". Se presta menos atención a las hortalizas como opciones alternativas de cultivo, a pesar de que son valiosas fuentes de vitaminas y minerales. A pesar de esta tendencia, es importante que estas hortalizas formen parte integral de la alimentación de los habitantes de la región del altiplano. En la actualidad, las hortalizas se obtienen en los mercados locales y provienen principalmente de la región de Arequipa.



La espinaca es una planta cultivada por sus hojas comestibles las cuales son muy agradables debido a su contenido rico en vitaminas A, B y C, así como ácido fólico (vitamina B9 o folato) y minerales esenciales para la nutrición humana, según lo indicado por (Cerna-Bazán & Chacón. -Neyra, 2016), a nivel mundial la producción de espinaca alcanza las 444.454 t, siendo China el principal productor con una producción del 92% en el año 2016, según datos de (FAOSTAT, 2016), al comparación en Perú la producción de espinaca se sitúa en 28,535 t y la región de La Libertad contribuye con el 2% (576) de la producción nacional logrando un rendimiento promedio de 23 t.ha⁻¹ de acuerdo con información proporcionada por (Agricultura y Riego Minagri, 2018).

Según (Amaya, 2013), en términos de su aspecto nutricional la utilización de guano de isla en el proceso de cultivo de la espinaca. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo experimentos que puedan evidenciar los beneficios de abonos orgánicos de su aplicación para mejorar tanto el rendimiento como la calidad de los productos. La utilización de guano de isla puede tener un impacto positivo en las condiciones del suelo y representa una opción viable para incrementar la productividad de los cultivos al tiempo que se disminuye la dependencia de fertilizantes químicos.

El guano de isla se forma a partir de la acumulación de excrementos de aves guaneras y experimenta diversos procesos de oxidación debido a la actividad microbiana. Estos procesos transforman compuestos complejos en sustancias más simples, liberando así una serie de nutrientes, tal como se menciona en el informe del (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

La aplicación del Guano de las Islas tiene el propósito de reponer los nutrientes que han sido extraídos por los cultivos o que se han desperdiciado por otras razones fundamentalmente aporta sustancias nutritivas como nitrógeno (N) y fósforo (P) debido



a su alta concentración de sus componentes. Sin embargo también proporciona nutrientes como potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), micronutrientes como hierro (Fe) y boro (B), que son esenciales para la nutrición de las plantas según nos indica (Areche, 2020).

Según el informe de (MINAGRI, 2018), nos dice que además de su contenido nutritivo el guano de isla influye positivamente en las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Mejora la capacidad de absorción y retención de agua, introduce microorganismos beneficiosos y materia orgánica en el suelo lo que a su vez facilita la actividad microbiana. Este proceso resulta en un aumento de la productividad de los cultivos, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de los agricultores.

De este modo el propósito fundamental de la agricultura ecológica u orgánica es la obtención para lograr la producción de productos saludables y de mayor calidad comercial con una reducida presencia residual de agroquímicos (MINAGRI, 2018). La agricultura orgánica se basa en la preservación de los recursos, empleando el uso racional, integral y colaborativo de los componentes esenciales de la producción agrícola. Esto se diferencia de la agricultura convencional, que se basa en la aplicación de agroquímicos, incluidos los fertilizantes sintéticos.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

China es el país que registra la mayor producción de este vegetal con una cifra cantidad de 6,012,000 TM según los resultados de los datos de (FAOSTAT., 2013), en China la producción se lleva a cabo en campos abiertos mediante la utilización de fertilizantes químicos y pesticidas. Por lo tanto, su enfoque de producción se basa en el monocultivo, lo que simplifica la gestión agronómica y otras tareas relacionadas con el



cultivo. En nuestro país, la región que lidera en términos de producción es Lima, con un total de 11,125 TM lo que equivale al 45% del total (MINAGRI, 2019).

La producción de espinacas en la región de Puno (MINAGRI, 2019), según datos estadístico su cultivo es muy ilimitado y precios relativamente elevados en los mercados. Sin embargo en nuestra región, la producción de este cultivo se hace en biohuertos familiares y en campos abiertos en pequeñas parcelas. En este contexto, se enfrenta a desafíos como una exposición excesiva al sol, frente al ataque de plagas y enfermedades, la baja fertilidad del suelo y una acción inapropiada del suelo. Estos factores se reflejan en una calidad de producción deficiente, caracterizada por hojas amarillentas, tamaño pequeño, perforaciones y deformidades. Como resultado de este cultivo de espinaca menor aceptación por parte de los consumidores en el mercado local.

La producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L), en nuestra región de Puno es limitado por los factores como:

- Los agricultores no han incursionado en el cultivo de espinacas a gran escala para uso comercial..
- Existe una baja calidad en las hortalizas disponibles en el mercado..
- La producción se centra en el uso de fertilizantes químicos en áreas pequeñas.
- La cantidad de espinaca producidas no satisface la demanda local en Nuñoa, para cubrir la demanda de mercado, ingresan de otras regiones como Cusco, Arequipa, entre otras.
- La producción de espinaca no se consume mucho en Nuñoa por falta de información del cultivo, falta de construcción de invernaderos y factores climáticos adversos que los afecta a esta zona.



- El cultivo de espinaca en nuestra región de Puno y en especial el distrito de Nuñoa contribuirá a reducir la anemia en los niños, debido por su alto valor nutritivo, es una de las plantas que mejor previene las enfermedades cardiovasculares, el exceso de colesterol y cáncer. Su consumo fortifica los huesos gracias a la buena relación calcio y fósforo que contiene.

Sin embargo, el cultivo de espinaca representa una hortaliza de gran importancia en términos nutricionales como económicos, cuyas hojas son aptas para el consumo en estado fresco o congelado, siendo la elección de consumo preferentemente fresco para el mercado nacional y congelado para el mercado internacional según lo que nos indica (Ramírez, 2014).

1.2. HIPÓTESIS

1.2.1. Hipótesis alterna

- Es posible determinar efecto de guano de isla en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), variedad Viroflay en condiciones de invernadero en Nuñoa.?

1.2.2. Hipótesis nula

- Es posible determinar efecto de guano de isla en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), var. Viroflay en los tratamientos de estudio
- El rendimiento de cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), supera en producción en condiciones del invernadero con la aplicación de guano de isla.



1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de guano de isla en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), variedad Viroflay en condiciones de invernadero en distrito de Nuñoa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de guano de isla en el crecimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), var. Viroflay.
- Determinar el rendimiento de cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), en condiciones del invernadero con aplicación de guano de isla.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio surge a razón de la carencia de la producción de espinacas en la región de Puno, carece de importancia económica, lo que resulta en un mercado insatisfecho. Para (Jiménez, 2019) la mayoría de los productores obtienen rendimientos muy bajos en la producción de espinaca y utilizan fertilizantes químicos de manera inadecuado, lo que afecta negativamente la actividad biológica, física y química del suelo. El uso de guano de isla en la producción de espinaca, es una alternativa que mejora la salud, calidad de las plantas sin usar los fertilizantes químicos, ayuda a reducir los costos de producción y generar mayores ingresos para las familias que se dedican a la agricultura orgánica.

La agricultura orgánica se vuelve cada vez más relevante en nuestra nación, ya que desempeña un papel crucial al promover la salud humana y preservar el medio



ambiente. Como resultado, los productos orgánicos son más beneficiosos y saludables, exentos de sustancias tóxicas o compuestos perjudiciales, lo que los hace más favorables para la salud y el bienestar general. Con el uso de guano de isla, además de aportar materia orgánica y humus al suelo, se fomenta una mayor actividad de microorganismos que contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo. (Bustos, 1999).

Según (Aldabe, 2000), la espinaca es un cultivo cuyo consumo está en constante crecimiento a nivel local, nacional y mundial lo que le permite tener un lugar importante en el mercado bajo un sistema de producción en invernadero. Esta hortaliza se distingue por sus propiedades y cualidades dietéticas destacadas. Asimismo, contiene minerales como potasio, calcio, magnesio, sodio y fósforo, además de las vitaminas E y una parte importante de complejo B y es anti anémica, mineralizante, digestiva, gracias a sus atributos mencionados, incorporarla en la dieta es de suma importancia, especialmente en hogares con escasos recursos económicos y en niños considerando la elevada tasa de desnutrición en nuestra región. Además, posee buenas perspectivas para el futuro en la industria, principalmente debido del crecimiento del mercado en Europa.

Teniendo en cuenta a (Blanco, 1999), nos indica que, para bajo condiciones de invernadero, la producción de esta hortaliza garantiza la continuidad constante y muestra características morfológicas de alta calidad lo que hace adecuada y aceptable para su comercialización entre los consumidores. Tomando en consideración que el suelo constituye el base importante en la actividad agrícola y es necesario Para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, se propone evaluar el uso del guano de isla, un recurso abundante en nutrientes que beneficia la retención de agua y la ventilación del suelo. En este sentido se pretende obtener mejores resultados con la aplicación de guano de isla en el cultivo de espinaca variedad viroflay la meta es abordar las preocupaciones relacionadas con la productividad y por consiguiente, determinar cuál



es la dosis adecuada de guano de isla no solo en términos de costos reducidos, sino también de facilidad de aplicación. De esta manera, se busca satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo y lograr resultados satisfactorios en la producción de espinaca.

(Álvarez, 2010), señala que el uso de guano de isla en los cultivos promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas y permite un mejor desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos con esta afirmación se demuestra que guano de isla actúa sobre el desarrollo foliar y radicular de los cultivos.

(Ochoa, 2019), nos indica que el uso de guano de isla contribuye a reducir la contaminación ambiental. Aunque los productos orgánicos tienen precios más elevados, tienen una mayor aceptación en los mercados locales, nacionales e internacionales. En la actualidad, la agricultura ecológica ofrece una excelente oportunidad para los productores de hortalizas, convirtiéndose una herramienta importante en fomentar el desarrollo de una horticultura ecológica, saludable y rentable.

El presente trabajo de investigación contribuirá a mejorar e incrementar la producción de esta especie y como resultado elevar la calidad y sus ingresos económicos rentables de las personas que se dedican a la producción de espinaca en el distrito de Nuñoa especialmente en las comunidades campesinas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

En Chile (Vásquez, 2006), realizó un estudio acerca de la evaluación agronómica de once cultivares de (*Spinacia oleracea* L), en donde trató de determinar el comportamiento agronómico de la especie con fines industriales. Los cultivares fueron evaluados cualitativa y cuantitativamente para determinar cuál o cuáles cultivares se comportan mejor en la zona sur de Chile y su aptitud para ser utilizados como cultivo industrial.

(Bautista, 2018), en su tesis “Efecto de té de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L) variedad Viroflay a diferente frecuencia de aplicación en Cota Cota La Paz”, fue desarrollado en el predios Centro Experimental de Cota Cota se planteó los objetivos: Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L) bajo el efecto del té de humus, definir el efecto del té de humus en dos frecuencias de la aplicación en el rendimiento cultivo de espinaca, Comparar los costos parciales de producción del cultivo de espinaca con la aplicación del té de humus. El estudio de investigación fue llevado a cabo en la estructura de la carpa solar disponible en el centro experimental, utilizando una superficie total de 34,1 m²

(Romero, 2020), menciona en su estudio eficacia de la espinaca y obtuvo infalible la dosis con guano de isla resultados obtenidos de 25,06 a 25,97 cm, número de hojas 17,07 a 17,17 unidades, estadísticamente significativo 5775,86 t



en área foliar y pérdida de masa 9% que se afirma que en Ecuador, la cantidad de 6 t/ha (T3) se destaca por su beneficio y rendimiento de este cultivo.

(Sangama, 2020), evaluó el interés de col (*Brassica oleracea* L.) variedad Savoy Perfection en Lamas. Con 20 t/ha de cuyasa, se obtuvieron rendimientos de 54,97 t/ha, 1,64 kg, 29,37 cm, 28,67 cm, diámetro y altura de la planta 37,97 cm.

Como expresa, (Carrasco *et al.*, 2018), evaluó resultado de fertilizante orgánico en (*Spinacia oleracea* L.) muestra que la obtención de vegetales en Bolivia es intensivamente, el usar fertilizantes artificiales contamina el ecosistema y salud humana. La riqueza del suelo da fuerza y vitalidad a las plántulas; se evaluó 0, 10, 20 y 30% en número de hojas, largo de hojas, ancho de hojas, altura de la planta y peso de biomasa. T2 tuvo una variante de 13,33 hojas por planta en los tres cultivos, con una tendencia similar en la concentración al 20% en las demás plantas. De igual forma (Martínez, 2018), obtuvo 70 días después de la siembra, los resultados durante el cultivo de espinacas y acelgas en cuanto a calidad y dominio de verdes (solución “A” 7, ml, “B” 3,75 ml/L), obteniendo color verde superior es mejor “A” 5 ml, solución “B” 2,5 ml/l) y T3 (solución “A” 2,5 ml, “B” 1,25 ml/l).), para los consumidores, no hay diferenciación en cuanto al color. En cuanto al rendimiento, fue mucho más predominante y significativamente superior. Esto evidencia que la aplicación de una mayor cantidad de dosis al cultivo generó cambios en tanto la calidad como el rendimiento de los cultivos hortícolas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Janampa, 2018), quien estudió los abonos orgánicos y métodos de cultivo (*Spinacia oleracea* L.) Arizona-3200 m.s.n.m en Ayacucho, la conclusión del



estudio fue que el largo de la planta fue acorde con la forma del cuadrado. Tendencia de influencia guano de isla y estiércol de ovino para cada especie de planta cuando sembradas en canteros se observó que la altura alcanzó 23,62 cm intercaladas con hileras de 18,75 cm logrando un rendimiento máximo de 20,896 plántulas/plántulas en camas y 15,100 plántulas/ha en hileras. En el caso de la espinaca, para alcanzar un rendimiento óptimo de 21,416.50 t/has, se requirieron 6.0 t/has de estiércol de oveja, tanto en camas como en cultivos en hilera. y estiércol de ovino para cada especie vegetal cuando sembradas en canteros, la altura alcanzó 23,62 cm intercaladas con hileras de 18,75 cm. La producción de espinacas sigue la tendencia al cuadrado. El rendimiento más alto de espinaca fue de 20 896 plántulas/ha en camas y 15 100 plántulas/ha en camas. En el caso de la espinaca, con un rendimiento óptimo de 21 416,50 t/ha, requieren en cama, y cultivos en hilera con 17.635,9 t/ha, 6,0 t/ha de oveja estiércol.

(Molina, 2017), señala en su investigación sobre el beneficio de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en condiciones de riego, se observó que las hortalizas alcanzaron su primera hoja más rápido en menor tiempo además, se encontró que al aplicar una mayor cantidad de fertilización nitrogenada (240 kg/ha) resultó en una producción de 503,819 plantas/ha y una densidad de siembra de 20 kg/ha de semillas. Asimismo, se observó que al utilizar fertilizante al mismo tiempo se logró un rendimiento superior de espinacas, llegando 2.604 racimos/ha.

En Lima (Saray, 2006), hizo una evaluación de cinco cultivares de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) En un entorno de cultivo ecológico, se llevó a cabo un estudio con el objetivo de comparar el rendimiento y la calidad de cinco variedades de espinaca, al mismo tiempo que se determinó la temporada óptima de siembra para cada una de ellas. Este estudio se enmarcó en un sistema de



cultivo orgánico, empleando un diseño experimental completamente aleatorio con cinco tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento, realizado en dos épocas de siembra, los resultados revelaron que en condiciones difíciles, las variedades híbridas exhibieron un buen rendimiento. Se destacó que la producción de espinaca en un sistema de cultivo de producción orgánico fue más efectiva durante el lapso de tiempo que abarca de (julio a octubre).

Teniendo en cuenta a (Ramírez, 2021), quien obtuvo niveles de guano de isla, eficiencia de espinaca var. Viroflay, en Santiago de Chuco, se llevó a cabo una evaluación de diversas características de las espinacas, Se llevaron a cabo mediciones y conteo de hojas, la altura de la planta, la longitud y ancho de hojas y el rendimiento, Tras aplicar el tratamiento con guano de isla, se observó una mejor incremento en cuanto a la cantidad de hojas por planta, incrementando de 23.50 a 14.90, y en la altura de las plantas, que disminuyó de 38.08 a 24.96 cm. Asimismo, se observó un aumento en el área foliar, con incremento de 3310.28 a 1061.98 cm². Estos resultados resaltan el impacto positivo que tiene la aplicación de guano de isla en el rendimiento y la calidad de la espinaca.

2.1.3. Antecedentes locales

(Contreras, 2004), manifiesta que hay que poner mucha atención en el uso combinado del abono orgánico y de los fertilizantes para aumentar la producción agrícola y mantener la fertilidad del suelo de la misma forma (García, 2003), menciona que los micronutrientes son esenciales para el crecimiento y producción de las plantas. En suelos que presentan deficiencias de micronutrientes, la aplicación de dosis cantidades apropiadas de microelementos tiene el enorme



potencial de aumentar el rendimiento de los cultivos en la región Altiplánica de Puno.

Según (Velásquez, 2019), para peso de hojas (g) de planta se observa que el tratamiento químico (160 N 120 P2O5-80 K2O) con 146.60 g es superior respecto a los demás tratamientos en segundo plano se tienen guano de isla (100%) con 140.13 g estiércol de vacuno con 133.53 g compost 129.60 g y humus de lombriz 120.80 g son estadísticamente iguales entre sí y a su vez superior al testigo de 116.20 g ocupando el último lugar para el peso de hojas, lo que nos demuestra lo efectuado de cada abono orgánico respecto al químico y al testigo.

No obstante, Pachacútec (2016) realizó un estudio que investigaba el efecto del estiércol de ovino y la distanciamiento entre las plantas en la producción de espinaca en Juliaca - Puno. En este estudio se evaluó la producción de espinaca var. Viroflay cultivar híbrido utilizando abono de ovino y diferentes distancias entre las plantas en un entorno de campo abierto. Se empleó un diseño experimental de bloque completo al azar con tratamientos de parcelas divididas, utilizando tres repeticiones. Los resultados para el estiércol de ovino y distanciamiento entre las plantas ayuda a mejorar la calidad de las plantas,, aunque no se encontró correlación entre estas dos variables.

En su estudio de evaluación del efecto de abonos orgánicos en el cultivo de espinacas variedades viroflay y dash en un invernadero ubicado en el centro de investigación y producción Los Ángeles - Acora, Chacón (2016) investigó los efectos de la gallinaza y el guano de isla en el rendimiento de ambas variedades en condiciones de invernadero. Para llevar a cabo esta evaluación, utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de



3x2. Los resultados destacaron el rendimiento superior de la variedad dash y el uso del guano de isla, logrando una tasa de germinación del 90,6 %. En cuanto a la altura de la planta, la variedad dash con gallinaza alcanzó los 33 cm, y esta combinación mostró el mayor peso de planta, registrando 97,4 g, junto con un rendimiento óptimo de 5,8 kg por hectárea..

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El cultivo de espinaca

Según (Castagnino, 2009), la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es netamente originaria del sudeste asiático y que los árabes la introdujeron en Europa durante sus invasiones. Este cultivo fue introducido en Europa alrededor del año 1000 d.C., se habría iniciado a cultivar, extendiéndose por toda la región Europea en los siglos XVI. y XVII. Desde este continente ha sido traído al continente de América.

Hasta la actualidad la espinaca es una planta cultivada muy difundida a nivel del mundo (Vilca, 2017), siendo los principales productores las naciones europeas como: Italia, Francia, Alemania y Holanda, las que continúan liderando la producción de espinaca. En Estados Unidos destaca como uno de los principales productores y junto con Holanda y Japón, ha surgido como un centro de generación de la creación de variedades modernas de esta especie. En Argentina, la espinaca tiene una posición secundaria en comparación con otras hortalizas en términos de superficie dedicadas al cultivo.

2.2.2. Uso y valor nutricional

(Salunkhe y Kadam, 2004), la espinaca destaca por su alta concentración en vitamina K, ofreciendo aproximadamente cuatro veces el valor diario

recomendado de este nutriente esencial, que desempeña un papel en la coagulación sanguínea y facilita la absorción de calcio (en las hojas), fortalece el sistema óseo. Además, las hojas de espinaca son una excelente fuente de vitamina A, a partir de (betacaroteno), necesaria para el sistema inmunológico, así como para la salud de la piel y los ojos. Además, contiene vitamina B9 (folato), esencial para el desarrollo del feto y la generación de glóbulos rojos, así como manganeso, fundamental en el metabolismo de los carbohidratos, la absorción de calcio y el control de los niveles de azúcar en la sangre.

Consumir espinaca en su estado crudo o cocido es beneficioso para la salud, aunque se debe tener en cuenta que la exposición al calor puede disminuir la concentración de nutrientes solubles en agua, como la vitamina C (ácido ascórbico) y la vitamina B9 (folato) en las hojas. Por otro lado, la espinaca cocida proporciona cantidades más elevadas de minerales, particularmente hierro (el cual es más fácilmente absorbido por el cuerpo), así como magnesio, cobre, calcio y potasio.

Figura 1

Información nutricional de espinaca (Spinacia oleracea L). variedad Viroflay





Fuente: (USDA, 2020) herbaz es espinaca

La espinaca contiene vitaminas, fibra, minerales y ácido oxálico como sus principales componentes, además de tener un alto contenido de agua, aproximadamente un 92%. Estos atributos hacen que las espinacas sean un alimento sumamente beneficioso para la salud humana. Gracias a sus propiedades antioxidantes y regula enfermedades como el cáncer y dolencias cardiovasculares. Además su consumo resulta muy beneficioso para la formación y nutrición del recién nacido durante las etapas iniciales del embarazo.

La estructura nutricional de los alimentos puede ser divididos o clasificada en diferentes componentes, como proteínas, aminoácidos, lípidos, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua. Esta organización puede presentar diferencias en distintas variedades de alimentos, estas diferencias pueden originarse por múltiples razones como la genética, el nivel de madurez, las características del suelo, la aplicación de fertilizantes, factores relacionados con las estaciones del año, la cantidad de lluvia, la ubicación geográfica y topográfica de la región.

Además, la espinaca por sus propiedades medicinales que fortalece el hueso (riesgo de osteoporosis y fracturas) y alivia la inflamación de tracto gastrointestinal y también puede interactuar con la Warfarina (medicamento anticoagulante), se debe evitar su consumo en altas dosis de espinaca (Wolf, 2019).



Tabla 1

Composición de minerales de la espinaca

Mineral	Contenido (mg/100 g de material crudo)
Sodio	140
Potasio	500
Calcio	170
Magnesio	54
Fosforo	45
Hierro	2.1
Cobre	0.04
Zinc	0.7
Azufre	20
Cloro	95
Manganeso	0.6

Fuente: (Salunkhe y Kadam, 2004).

2.2.3. Ubicación taxonómica

Engler Lineo, citado por (Solano, 2015), describe taxonómicamente:

Reino: Plantae

Subreino : Tracheobionta

División : Magnoliophyta

Subdivisión : Angiospermas

Clase : Magnoliopsida

Subclase : Caryophyllidae

Orden : Caryophyllales

Familia : Amaranthaceae

Subfamilia : Chenopodioideae

Género : Spinacia

Especie: (*Spinacia oleracea L.*)



2.3. MORFOLOGÍA

2.3.1. Características botánicas

Según (Gorini, 1999).

- **Raíz:** Pivotal de poca ramificación y con un sistema de desarrollo radicular superficial.
- **Tallo:** Son erectos y ramificado de rápido crecimiento, generalmente son glabra (sin pelos) dimensiones que oscilan entre 5 a 10 cm de longitud donde están ubicadas las flores.
- **Hojas:** Tiene en forma de roseta sus hojas son pecioladas con un limbo sagitada, triangular-ovalado pueden presentar bordes enteros o sinuosos y exhibir una textura suave, ondulada o lisa. Durante la etapa de roseta, la planta puede desarrollarse hasta una altura entre los 15 y 25 cm. Sus hojas, que presentan una variedad de coloraciones desde verde claro a oscuro, desempeñan el papel de almacenar agua y brindar un soporte sólido y anclaje a la planta.
- **Fruto:** Es un aquenio y es necesario realizar la separación de las bractéolas mediante el proceso de descascarillado.
- **Semilla botánica:** La semilla que se encuentra entre las bractéolas tiene un color que varía de negro a rojizo y tiene un tamaño que oscila entre 1.5 y 3 milímetros.
- **Flor:** Son pequeñas y con inflorescencia paniculiformes en las axilas de las hojas superiores, con un desarrollo de escapo floral que puede crecer a una altura de 80 cm. Las flores tienen un tono verdoso y es esencial



mencionar que esta especie es dioica, lo que implica que existen plantas que tienen flores de género masculino y femenino. Las flores masculinas se manifiestan en racimos terminales o laterales, en conjuntos que varían entre 6 y 13 flores. Las flores de género femenino se agrupan en glomérulos situados en las axilas de las hojas.

La espinaca es una planta anual que, según Valadez (1993), puede ser dioica o monoica, y se caracteriza por tener cuatro tipos de plantas:

- Las plantas de género masculino generan exclusivamente flores masculinas.
- En su etapa vegetativa, las plantas masculinas tienen un follaje más en mayor cantidad
- Las plantas monoicas poseen tanto flores masculinas como femeninas y muestran un buen desarrollo de hojas.
- Las plantas de género femenino, por otro lado, producen exclusivamente flores femeninas y su follaje es especialmente frondoso y de mejor calidad en comparación con los otros tres tipos.
- **Semillas:** La semilla presenta una apariencia membranosa coriácea e inermes de espinosas, con un tono gris verdoso. Es importante destacar que lo que se comercializa o se vende como semilla en fruto, conocido como aquenio.

Los recubrimientos que mejoran la vitalidad de la semilla tienen un efecto negativo en la velocidad y uniformidad de la germinación debido a la dificultad para absorber la humedad requerida para este proceso.

Según (Santa feagro, 2001), las semillas que tienen dos años de antigüedad tienden a germinar de manera más rápida y uniforme en comparación con aquellas que solo tienen un año. En promedio estas semillas tienen la capacidad de germinar durante un período de hasta cuatro años y en un solo gramo de semillas, es posible encontrar alrededor de 115 días.

2.3.2. Descripción del Cultivo de espinaca

- a) **Forma:** Se pueden encontrar diversos tipos de cultivares, como los que crecen erectos, los que son parcialmente rastreros y los que no son.
- b) **Tamaño y peso:** El tamaño de las hojas puede variar significativamente en función de la variedad de la planta y la disponibilidad de nutrientes pudiendo llegar a un peso de hasta 20 gramos por hoja.
- c) **Color:** Su tonalidad puede oscilar entre el verde claro - oscuro, dependiendo de la variedad.
- d) **Sabor:** Al igual que la mayoría de las verduras, posee un sabor muy agradable, dulce y jugoso.

2.3.3. Características del cultivo de espinaca

Tabla 2

Características agronómicas del cultivo de espinaca var. viroflay

Días de germinación	7 – 12 días
Distancia de plantas	25 – 30 cm
Duración de primera cosecha	45 – 50 días
Ciclo de vida	3 – 5 meses
Numero de cosecha	4 – 6 cosechas
Rendimiento por surco de 30.5 m	18.4 Kg

Fuente: (López, 1994)



- a) **Tolerancia al frío:** La espinaca es una de las principales hortalizas adaptadas a climas fríos, que se caracterizan por tener una temperatura promedio mensual que oscila entre 15 y 18° C.
- b) **Tolerancia a la salinidad:** La tolerancia del cultivo de espinacas varía entre 10 y 12 mmho, y esta cifra está influenciada por factores como las condiciones climáticas, las características del suelo y las prácticas de gestión (Valadez, 1996).

2.3.4. Requerimientos edafoclimáticos

- a) **Clima:** (Infoagro, 2006), en el Perú el cultivo de espinacas se desarrolla mejor en un clima templado con temperaturas ideales que se encuentren en el rango de 13 a 18° C, aunque las espinacas también pueden tolerar temperaturas por debajo de 0° C, siempre y cuando no se mantengan durante períodos prolongados. Sin embargo es importante tener en cuenta que las exposiciones prolongadas a temperaturas muy bajas pueden provocar daños en las hojas y detener por completo su crecimiento de las plantas, lo que afectará su rendimiento. Para el crecimiento adecuado de la espinaca, se necesita una temperatura mínima mensual de alrededor de 5° C. La capacidad para adaptarse a temperaturas más bajas resulta de gran relevancia en la práctica, dado que la demanda de este vegetal aumenta significativamente durante el periodo que comprende desde el otoño hasta la primavera.
- b) **Suelo:** Para (Gómez, 2005), indica que la espinaca es una planta es muy exigente a las características del suelo. Se desarrolla mejor en suelos fértiles que encuentre con una textura adecuada y una estructura química



equilibrada, el suelo ideal debe ser profundo tener un buen drenaje. Además, debe tener una textura de tipo medio, ligeramente suelto y rico en nitrógeno y materia orgánica porque espinaca tiene una alta necesidad de estos elemento. Es esencial que el suelo no se seque con facilidad ni retenga agua en exceso.

En suelos ácidos con pH inferior de 6.5 la espinaca experimenta un crecimiento deficiente. Por otro lado, en suelos con pH ligeramente alcalino, se observa un enrojecimiento del peciolo de la planta, en suelos con pH altamente alcalinos, la espinaca se vuelve particularmente susceptible a la clorosis. Por lo tanto, para un desarrollo óptimo, es importante que el pH del suelo se mantenga en un rango cercano a la neutralidad.

- c) **Luminosidad:** (InfoJardin, 2017), la iluminación junto con la temperatura, desempeña un papel fundamental en el tiempo que las plantas mantienen su forma de roseta, a las plantas no favorecen los días largos, es decir, cuando la luz diurna pasan más de 14 horas de luz al día, mayor a 15° C, las plantas entran en su fase de crecimiento vegetativo, es decir a la roseta a la fase de producción donde emiten tallos y flores.

Las plantas para su producción están influenciadas por el calor si esta es excesivamente alargada y el período de luz, Las plantas no permanecerán en su aspecto de roseta por mucho tiempo hasta que alcancen un desarrollo adecuado.

- d) **Precipitación:** Según (Santafeagro, 2001), en referencia a la precipitación nos menciona en un informe de que las condiciones óptimas para el cultivo



de espinaca se encuentran dentro de un intervalo de 300 a 1300 mm de lluvia al año y es importante destacar que la espinaca no son tolerantes a situaciones de encharcamiento de agua.

- e) **Producción mundial:** (Serrano, 1980), señala que la espinaca se cultiva en regiones tropicales y puede ser cultivo al aire libre durante todo el año, ya sea al aire libre o bajo invernadero o en sistemas de agricultura protegida, durante las estaciones de otoño e invierno.

(Faostat, 2009), por otro lado de acuerdo con los datos basados en estadística de la FAO en el año 2007, se registró una producción mundial de espinaca que alcanzó 885.483 ha, generando un rendimiento total de 14.049 t y alcanzando una productividad media de 15.886 t/ha.

- f) **Producción nacional:** En cuanto a la producción nacional de espinaca el promedio de rendimiento alcanza los 10,000.00 kg/ha. Es cultivada en las regiones como: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, Ancash, Lima, Ica, Pasco, Junín, Huancavelica, Arequipa, Tacna, Cusco y Puno. (Chahua, 2006)
- g) **Variedades:** (Serrano, 1980), la espinaca cuando se cultiva en el invernadero, conviene tener en cuenta en sus variedades lo siguiente: época de cultivo, resistencia a la humedad, al frío, tamaño de hojas, color de las hojas, tamaño del pecíolo, precocidad y resistencia a enfermedades.
- h) **Viroflay:** Resistente a la humedad y al frío de periodo vegetativo muy precoz de gran productividad, con hojas grandes, de pecíolo largo, forma lanceolada, color verde, consistencia media y poco globosa (Serrano, 1980).

Figura 2

Cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L) variedad Viroflay



Fuente: (Rivera M. 2018).

- i) **Jamaica:** Esta variedad es resistente, precoz de alto rendimiento, hojas grandes y succulentas.

Existe una amplia gama de variedades de espinaca disponibles y es posible categorizarlas según varios aspectos o criterios, como la época de siembra, forma de las hojas y la apariencia del cogollo como del tallo. (Serrano, 1980).

Según (Giacconi y Escaff, 2018), nos dice que existe diversas variedades para su clasificación de los cultivares de espinaca, este se puede clasificar de acuerdo a su función de las hojas: que pueden ser hojas lisas y rizadas; la forma de las semillas: de grano redondeado y liso y de la época de producción: que puede ser de invierno y verano.

(León, 2017), clasifica estas variedades de espinaca por el tipo de hoja que a continuación se presentan:

- a) **Hojas Lisas:** (Nordic, Bolero), con una alta productividad, buen rendimiento, presenta un color de verde claro y es apto para la venta en fresco en mercados como también en la industria agrícola.
- b) **Hojas Crespas:** Las variedades (Olympia, Baker, Royalty y Quinto) tienen un período de desarrollo que oscila entre 40 y 50 días, se caracterizan por ser altamente productivas. Estas variedades son de consumo fresco como para su aplicación en la agroindustria y presentan un color verde oscuro.
- c) **Hojas Semi-crespas:** Las variedades más utilizadas son (Shasta, Condesa y Viroflay), son las variedades más cultivadas que se desarrollan 50 a 60 días, las cuales se caracterizan por ser de un color verde intenso, tiene hojas redondas y semirectas con ciclos más prolongados con una larga duración en la post cosecha.
- d) **Valor nutritivo:** La espinaca es una hortaliza que destaca por su alto valor nutricional, su capacidad de regulación, debido a su alto contenido de agua, vitaminas y minerales.

Tabla 3

Composición nutritiva de espinaca por 100 g de producto comestible (Fersini, 2006; Watt et al 2009)

Prótidos (g)	3.2 – 3.77
Lípidos (g)	0.3 – 0.65
Glúcidos (g)	3.59 – 4.3
Vitamina A (U.I)	8.100 – 9.420
Vitamina B1 (mg)	110
Vitamina B2 (mg)	200



Prótidos (g)	3.2 – 3.77
Vitamina C (mg)	59
Calcio (mg)	81 – 93
Fosforo (mg)	51 – 55
Hierro (mg)	3.0 – 3.1
Valor energético (cal)	26

Fuente: (Salunkhe y Kadam, 2004).

Para (Wanamey 2013), este cultivo de espinaca resulta alimento valioso debido a su abundancia rico en sales, vitaminas y es especialmente un remineralizante para el cuerpo humano. Sus hojas tienen un alto poder antioxidante y son recomendadas para personas con anemia o problemas linfáticos, además de poseer propiedades diuréticas.

Si se consumen en su estado crudo, posible aliviar el estreñimiento, fortalecer el sistema digestivo, revitalizar el sistema nervioso, el cerebro, purificar la sangre y combatir enfermedades cutáneas o la piel.

- **Abonos orgánicos**

Según (Trinidad, 2010), indica que desde tiempos antiguos, se ha conocido y utilizado el uso de fertilizantes orgánicos tiene como objetivo conservar y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, con el propósito de aumentar la productividad o rendimientos en los cultivos.

Estos abonos o fertilizantes orgánicos comprenden una variedad que incluye estiércol, compost, vermicompost, abonos verdes, desechos de cosecha, desechos industriales, aguas residuales y materia orgánica depositada o sedimento



El guano de isla exhiben una gran variabilidad en términos de sus propiedades físicas y composición química, especialmente en lo que respecta al contenido de nutrientes. A lo largo del tiempo la aplicación continua de estos fertilizantes contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo.

Debido a su propia composición, los abonos orgánicos contribuyen a la formación de humus en el suelo, enriquecen este componente, lo que conlleva a modificar diversas propiedades y características del suelo. Estas modificaciones tienden a ser una reacción pH, las cargas eléctricas variables, la capacidad para intercambio iones, la formación de elementos y la disponibilidad de nutrientes como: fósforo, calcio, magnesio y potasio, así como la población microbiana del suelo. Estas transformaciones hacen que el suelo sea más productivo para el crecimiento saludable y el rendimiento óptimo de los cultivos. Además, los abonos orgánicos pueden contribuir a reducir la acidez intercambiable causada por los iones Al^{3+} e H^+ (Trinidad, 2010).

Aunque es verdad que en contraste con los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos contienen niveles bajos de nutrientes, su característica distintiva radica en que los nutrientes que proporcionan están disponibles de manera más constante a lo largo del ciclo de crecimiento de la planta debido a su liberación gradual a través de la mineralización. (Trinidad, 2010).

De acuerdo con (Rodríguez, 2016), los fertilizantes orgánicos no solo incrementan significativamente el contenido de materia orgánica en el suelo, sino que también aportan niveles elevados de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio.



La materia orgánica desempeña un papel importante como mejorador de calidad de los suelos agrícolas ya que cumple diversas funciones importantes que incluyen:

- En su proceso de análisis, proporciona los nutrientes fundamentales requeridos para el desarrollo de las plantas..
- Activa de manera biológica la actividad del suelo. Mejora la estructura del suelo, lo que favorece la circulación del agua y la aireación, lo que a su vez promueve el crecimiento saludable del sistema radicular de plantas.
- El suelo experimenta un aumento en su capacidad para retener agua, su temperatura y su potencial de fertilidad..
- Contribuye a la estabilidad del pH del suelo, evitando cambios bruscos.
- Reduce menos compactación del suelo, lo que facilita las labores agrícolas y disminuye las pérdidas de suelo debido a la erosión, tanto hídrica como eólica.

2.3.5. Características y descripción de los abonos orgánicos

a) Guano de isla

Según (Orellana, 2004), nos indica que en una combinación o mezcla de los residuos de aves marinas, que incluyen heces, plumas, restos de aves, huevos y otros elementos, experimentan un proceso gradual de descomposición o fermentación.

La utilización histórica del guano de islas en América Latina se remonta a más de 1500 años atrás, siendo reconocido como uno de los abonos, gracias a su



elevado contenido de nutrientes, incluyendo un 12% de Nitrógeno, un 11% de Fósforo y un 2% de Potasio. Principalmente se emplea en el cultivo de caña de azúcar, papas y diversas hortalizas. Para evitar la pérdida de amoníaco, se debe aplicar de manera pulverizada a una profundidad adecuada o cubrirlo inmediatamente. Asimismo, es posible mesclar con otros fertilizantes orgánicos para potenciar su mineralización y obtener una mayor eficiencia.

Según (Borrero, 2009), nos dice que el guano de isla es bastante apreciado en la agricultura debido a su contenido de Nitrógeno y Fósforo, el guano es una sustancia química compuesta por Amoníaco, Ácido Úrico, Ácido Fosfórico, Ácido Carbónico, Ácido Oxálico, sales minerales y diversas impurezas, su formación debido a procesos biológicos y geológicos en las zonas costeras del sur de Perú y norte de Chile. A lo largo de un período de miles de años, se ha acumulado el excremento de diversas especies de aves marinas como el Guanay, el Yunco, el Pelícano, el Piquero y el Pingüino de Humboldt. Esto ha permitido la formación de capas de guano con un espesor de hasta 30 metros en dichas áreas.

(Valenzuela, 2016), señala que la recolección del guano de las islas se lleva a cabo de manera artesanal y racional con el propósito de prevenir su agotamiento prematuro.

El guano de isla como un tipo de fertilizante es una fuente natural y completa de nutrientes esenciales que las plantas requieren para su desarrollo. Además, es importante destacar que el guano de isla no causa contaminación ambiental y es un remineralizante muy rico para el suelo.

b) Ventajas de su utilización.

- Aumenta la formación de agregados en suelos arenosos..



- Mejora la capacidad de retener y absorber agua.
- Aumenta la retención de agua en suelos arenosos
- Facilita la separación de suelos cohesionados.
- Aumenta el efecto de germinación de semillas
- Mejora la circulación de oxígeno en el suelo.
- Favorece la liberación de nutrientes a través de la mineralización.
- Incrementa la capacidad de intercambio de iones.
- Genera un tono de color marrón oscuro en el suelo.
- Aumenta la población de microorganismos que pueden fijar nitrógeno de forma libre.
- Estimula la producción de compuestos promotores del crecimiento, como el ácido indolacético. (Valenzuela, 2016).

c) Desventajas de uso de guano de isla

Las desventajas del uso de guano de isla como fertilizante incluyen:

- **Olor desagradable:** El guano de isla puede tener un olor fuerte y desagradable debido a la descomposición de las excretas de aves y murciélagos. Esto puede ser molesto para las personas que trabajan con él o viven cerca de las áreas donde se utiliza.
- **Contaminación microbiana:** El guano de isla puede albergar cantidad de microorganismos perjudiciales que podrían representar un riesgo para la salud humana si no se gestiona de mane. Se deben tomar precauciones de seguridad al manipularlo.



- **Salinidad:** Algunos guanos de isla pueden tener un alto contenido de sales, lo que puede aumentar la salinidad del suelo si se aplica en exceso. Esto puede ser perjudicial para ciertas plantas y cultivos sensibles a la salinidad.
- **Variedad en la composición:** La composición química del guano de isla puede variar según la ubicación geográfica y la especie de aves o murciélagos que lo producen. Esto puede dificultar la estimación precisa de su contenido nutricional.
- **Disponibilidad limitada:** El guano de isla es un recurso no renovable y su disponibilidad puede ser limitada en ciertas regiones. Esto puede llevar a problemas de suministro y aumentar los costos.
- **Impacto ambiental:** La extracción del guano de isla puede tener un impacto negativo en el ecosistema local. Las islas y zonas costeras donde se encuentra el guano a menudo son hábitats críticos para aves marinas y otras especies. La recolección excesiva puede perturbar estos hábitats y amenazar la supervivencia de las aves y otros animales (Valenzuela, 2016).

d) Propiedades del guano de isla

- Es un fertilizante orgánico esencial para el óptimo desarrollo de las plantas.
- La mineralización del suelo es un proceso biodegradable..
- Mejorador de las propiedades físicas y químicas del suelo, convirtiendo suelos compactos en suelos más sueltos.
- Este abono se disuelve en agua con facilidad y es asimilado por las plantas sin problemas.

Tabla 4*Composición de Guano de isla*

Elementos	Símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 – 14 %
Fosforo	P ₂ O ₅	10 – 12 %
Potasio	K ₂ O	2 – 3 %
Calcio	Ca	8 %
Magnesio	Mg	0.50 %
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0.032%
Zinc	Zn	0.0002%
Cobre	Cu	0.024%
Magnesio	Mg	0.20%
Micronutrientes	Fe, Zn, Cu, Mn, B	

Fuente: (Ministerio de Agricultura. Proabonos - 2003.G)

2.3.6. Aspectos a considerar para el tipo de invernadero

- **Invernadero:** De acuerdo con (Carrillo, 2002), destaca que el uso de invernaderos siempre ha permitido obtener cosechas de alta calidad y rendimientos superiores durante todo el año. Además, permite alargar el período de cultivo, lo que facilita la producción en las estaciones del año más difíciles y resulta obtener mejores precios. Este aumento en el valor de los productos brinda a los agricultores la oportunidad de invertir en mejoras tecnológicas para sus explotaciones, mejorando la estructura de su invernadero, la implementación de sistemas de riego localizados y la gestión de sistemas climática, entre otros. Estas inversiones, a su vez, se refleja en un incremento en los rendimientos y la calidad de los productos finales.

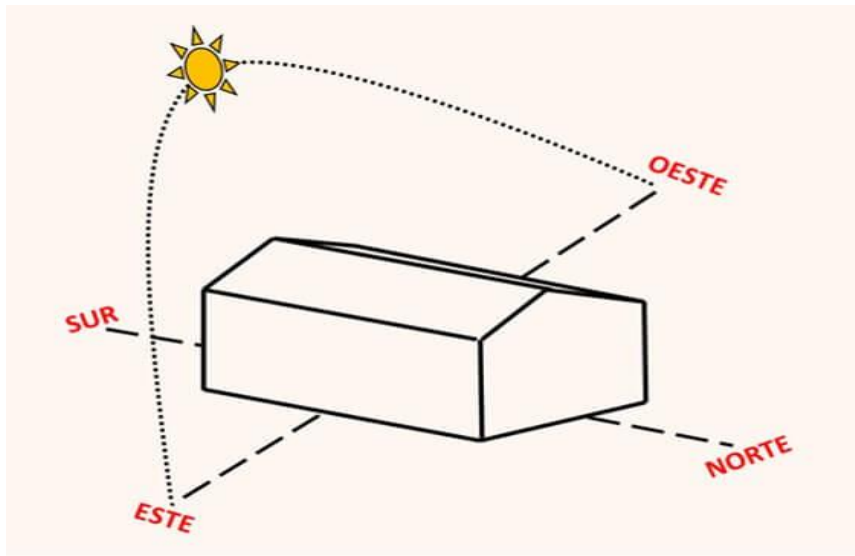


- **Tipos de ambientes protegidos:** Teniendo en cuenta a (Blanco *et al.*, 1999), en cuanto a los ambientes protegidos, la tecnología utilizada en nuestro país se ha centrado en la adaptación de varios modelos de invernaderos y carpas solares a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales. A partir de este proceso de adaptación, se han desarrollado varios tipos de estos ambientes protegidos, algunos de los cuales son más comunes que otros. Los ambientes protegidos abarcan varias tipos como: túneles, medios túneles, medias cúpulas, dobles caída, walipinis y camas resguardadas. Cada uno de estos tipos tiene sus propias características distintivas.
- **Importancia del ambiente protegido:** Según (Valdez, 1995), se emplean diversas estructuras, como invernaderos, ambientes protegidos y carpas solares con el propósito de proteger los cultivos se puede conseguir un adelanto o retraso de su periodo vegetativo y controlar aspectos como el riego, la humedad y la radiación. Los ambientes protegidos, por ejemplo, son recubrimientos diseñados para prevenir que las temperaturas no caigan a niveles perjudiciales, aprovechando la energía solar como fuente de calefacción. En la región Altiplánica, estas estructuras son construidas de adobe, bloquetas o ladrillos.
- **Orientación:** De acuerdo con (Flores, 1999), la orientación de un invernadero es un aspecto importante a considerar para maximizar la captación de luz solar y optimizar el crecimiento de las plantas. La orientación adecuada depende de la ubicación geográfica y las condiciones locales.

La orientación de Norte a Sur facilita una distribución más homogénea de la radiación en el interior del invernadero y evita la creación de áreas sombreadas a diferencia de lo que ocurre cuando la orientación es de Este a Oeste.

Figura 3

Dirección y modelo de construcción de invernadero



Fuente: (Flores, 1999).

Para (Blanco *et al.* 1999), aquí hay algunas pautas generales para la orientación de un invernadero:

- 1) **Orientación Este-Oeste:** En la mayoría de las regiones, la mejor orientación para un invernadero es de Este a Oeste. Esto significa que la longitud del invernadero se extiende de Este a Oeste, con la puerta principal generalmente ubicada en el extremo corto hacia el este. Esta orientación permite que el invernadero reciba luz solar durante la mayor parte del día, desde la mañana hasta la tarde, lo que es beneficioso para el crecimiento de las plantas.



- 2) **Ángulo de inclinación:** El ángulo de inclinación del techo del invernadero también es importante. El ángulo ideal varía según la latitud y la estación del año, pero generalmente se sitúa entre 30 a 45 grados. Esto permite que el invernadero capture la luz solar de manera más efectiva durante todo el año. En climas fríos, a menudo se utilizan ángulos más empinados para maximizar la captación de calor en invierno.
- 3) **Evitar sombras:** Asegúrese de que el invernadero esté ubicado en un lugar donde no haya obstrucciones, como árboles o edificios, que puedan arrojar sombras sobre él durante el día. Las sombras pueden reducir significativamente la cantidad de luz que llega a las plantas.
- 4) **Considere los vientos:** También es importante considerar la dirección de los vientos predominantes en su área. Coloque la puerta principal del invernadero de manera que permita una buena ventilación cruzada para evitar problemas de condensación y enfermedades de las plantas.
- 5) **Topografía:** Ten en cuenta la topografía del terreno. Si es posible, coloque el invernadero en una ubicación elevada para evitar problemas de drenaje y acumulación de agua.

Recuerde que la orientación óptima puede variar según la ubicación geográfica y las condiciones específicas de su área. Siempre es aconsejable consultar con expertos locales o agrícolas que estén familiarizados con las condiciones de su región para obtener orientación específica sobre la ubicación y orientación de su invernadero, (Hartman, 1990).

- **Variables micro climáticas en invernadero**



Como se menciona (Hartman, 1990), los invernaderos presentan variaciones en las condiciones micro climáticas. Estos espacios protegidos están diseñados para controlar factores físicos como la temperatura, la humedad, la luz y la circulación de aire, con el propósito de proporcionar condiciones adecuadas óptimo para el crecimiento de las plantas cultivadas en su interior. Estos parámetros físicos no operan de forma independiente, sino que están interconectados un cambio en uno de ellos puede influir en las condiciones de los demás.

- **Temperatura**

Según (Serrano, 1980), la temperatura ejerce una influencia significativa en las funciones vitales de las plantas como la transpiración, la respiración y la fructificación. La mayoría de las plantas pueden sobrevivir en un rango de temperatura que oscila entre 0 y 50 °C, fuera de estos límites, la mayoría experimenta daños o entra en un estado de letargo.

Además, la temperatura desempeña un papel crucial en el crecimiento de las plantas incidir en la intensidad, la rapidez de los procesos fisiológicos, teniendo un impacto directo en la humedad y la evaporación lo que a su vez afecta la morfología de las plantas.

(Hartman, 1990), afirma que la temperatura en un espacio protegido está estrechamente relacionada con el efecto invernadero. Este efecto se produce debido a la radiación solar que llega a la estructura y la capacidad de los materiales de revestimiento para evitar la pérdida de calor irradiado. En consecuencia, la radiación calorífica atrapada juega un papel fundamental en el calentamiento de la atmósfera interna del espacio protegido.



- **Humedad Relativa**

La mayoría de las plantas prosperan en condiciones de humedad relativa del aire que oscilan de 30% a 70%. Una cantidad relativa de humedad baja puede dar lugar a la deshidratación de las plantas, mientras que un exceso de humedad relativa puede fomentar la proliferación de plagas y enfermedades.

En el contexto de carpas solares, es importante señalar que un ambiente seco puede acelerar el deterioro del agro film utilizado en su interior, como nos menciona (Flores, 1999).

En términos generales, las plantas se desarrollan de manera óptima en condiciones de humedad relativa que se sitúan en el rango del 30% al 70%. Por debajo del 30% las hojas y tallos pueden marchitarse, mientras que por encima del 70% aumenta el riesgo de enfermedades, como explica (Estrada, 2003).

- **Luminosidad**

Un entorno con una temperatura adecuada debe aprovechar al máximo la radiación solar disponible y garantizar que este alcance tanto el suelo de cultivo como los colectores de calor, como se indica en (Hartman, 1990).

La luminosidad se considera uno de los elementos más fundamentales del medio ambiente, ya que tiene un papel importante en diversos procesos de las plantas, tales como la fotosíntesis clorofílica, crecimiento, fotoperiodo, morfogénesis, la percepción de la duración de la luz y la producción de pigmentos y vitaminas. La combinación de dióxido de carbono (CO₂), luz y temperatura contribuye de manera significativa a la fotosíntesis, lo que se traduce en un



aumento en los resultados cuantitativos, la precocidad y la calidad de los cultivos, según menciona.(Flores, 1999).

- **Ventilación**

Una ventilación insuficiente conlleva problemas como la falta de oxígeno el debilitamiento de las plantas y la propagación de plagas y enfermedades, tal como describe (Flores, 1999).

En la mayoría de los ambientes protegidos, es esencial contar con un sistema de ventilación eficaz por tres razones fundamentales: en primer lugar, para proporcionar un suministro adecuado de dióxido de carbono (CO₂), que las plantas utilizan en el proceso de fotosíntesis; en segundo lugar, para controlar y mantener la temperatura dentro de niveles óptimos en el entorno; y en tercer lugar, para reducir la humedad generada por la transpiración de las plantas, como explica (Guzmán, 1993).

2.3.7. Ventajas de la producción bajo invernadero

Según lo expresado por (Pilatti y Favaro, 2006), la protección contra condiciones climáticas extremas posibilita un manejo y control contra las lluvia, el granizos, las bajas temperaturas, los vientos fuertes, las tormentas y la presencia de rocío en los cultivos. Aquí tenemos algunas consideraciones sobre los ambientes protegidos para las plantas:

- El cultivo bajo invernadero proporciona un control sobre varios factores climáticos como la regulación del calor, enfriamiento, sombreado, enriquecimiento con dióxido de carbono (CO₂) y aplicación de agua.



- Ofrece la posibilidad de obtener cosechas fuera de temporada, lo que permite la producción a lo largo de todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas. Esto permite que la producción se adapte a las demandas locales y de exportación, alargando los períodos de producción y comercialización para garantizar un suministro constante de productos.
- El ambiente protegido favorece la obtención de cosechas de mejor calidad, con productos que son saludables, uniformes en forma y tamaño, maduros de manera homogénea, sabrosos y con una excelente presentación. Además, el uso de variedades mejoradas, incluso aquellas de larga vida que pueden tener un mayor costo de semillas, es posible en este entorno.
- El suelo se conserva en buenas condiciones dentro del ambiente protegido ya que no se ve afectado por la erosión causada por la lluvia y el viento, lo que reduce la lixiviación de nutrientes y proporciona una mayor disponibilidad de estos para las plantas, lo que se traduce en una mayor productividad por unidad de área.
- El cultivo bajo invernadero permite la siembra de materiales seleccionados que requieren condiciones especiales de crecimiento, lo que es común en países con agricultura avanzada.
- La producción aumenta considerablemente bajo estas condiciones ya que las plantas se benefician de múltiples factores favorables, lo que resulta en un rendimiento tres o cuatro veces mayor que los cultivos al aire. En condiciones normales al aire libre, esta alta productividad permite



producir y vender en el momento más propicio, lo cual compensa la inversión inicial y genera ganancias adicionales para el productor..

- Se producen ahorros en los costos de producción debido a un aumento en la eficiencia de los insumos agrícolas y una mayor comodidad en la realización oportuna de las tareas agrícolas.
- El uso de invernaderos también disminuye la necesidad de plaguicidas ya que es factible utilizar mallas y recubrimientos para prevenir la intrusión de insectos y plagas. Además, la facilidad de monitoreo y muestreo dentro de áreas cubiertas ayuda a detectar la presencia de insectos y enfermedades se minimiza, lo que conlleva a una disminución en la necesidad de aplicar plaguicidas.
- El sistema de cultivo bajo invernadero ofrece una serie de ventajas, incluido el uso eficiente de recursos como el agua y los nutrientes, una programación flexible de las labores agrícolas se vuelve más eficientes y se obtiene una mayor producción por planta y superficie cultivada.

2.3.8. Desventajas de la producción bajo invernadero

Según (Castagnino, 2009), nos menciona que para iniciar este proyecto se necesita una inversión inicial significativa, la cual está directamente relacionada con los materiales utilizados en la construcción del invernadero. Además, se requiere una inversión adicional para implementar un sistema de fertiirrigación.

- Es importante contar con personal capacitado en diversas áreas, como el manejo del cultivo, el control del clima y la fertiirrigación.



- Se destaca la importancia de una supervisión continua para mantener un control eficaz de las plagas, enfermedades y el desarrollo productivo lo que implica un monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del invernadero.

2.3.9. Clima al interior invernadero

Según (Castagnino, 2009), indica que para garantizar el manejo de clima en el interior del invernadero es esencial para lograr altos niveles de producción. La espinaca es especialmente susceptible a cambios extremos de temperatura y humedad por lo tanto, es necesario mantener estos factores dentro de los rangos ideales para el desarrollo de cualquier planta.

Cuando las temperaturas superan los 25° C o descienden por debajo de los 12° C, la fertilización se ve afectada, lo que resulta en una disminución de la cantidad y calidad del polen, provocando la caída de flores y deformidades en los frutos. Temperaturas por debajo de los 12° C producen ramificaciones en las inflorescencias, pueden tornarse amarillos en condiciones de temperatura por encima de 30° C o por debajo de 10° C. es importante mantener la diferencia de temperatura entre el día y la noche por debajo de los 10° C. según indica (Castagnino, 2009).



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio del presente trabajo de investigación se realizó en la campaña agrícola 2022 a 2023 en el predio rustico familiar de invernadero del Sr Placido Yana Turpo, con paredes construidas de adobe y techos de polietileno ubicado en el distrito de Nuñoa - Melgar - Puno.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

La investigación se centra en un nivel experimental y descriptivo, orientado a evaluar el efecto del guano de isla en la producción de espinacas en condiciones de invernadero en el distrito de Nuñoa.

3.2.1. Población

Las plantas de espinaca de la var. Viroflay (*Spinacia oleracea* L.) se conformaron una población de estudio, compuesta por un total de 168 plantas de espinaca. A través de un proceso de muestreo aleatorio, se habilita la posibilidad de realizar inferencias para el cultivo de espinaca en el campo experimental.

3.2.2. Muestra

Se empleó una muestra para realizar evaluaciones de 10 plantas por tratamiento seleccionadas de manera aleatoria, ubicadas en el invernadero del distrito de Nuñoa para la evaluación.



3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo utilizando un diseño experimental - cuantitativo, el cual nos permitió validar y poner a prueba hipótesis mediante la medición y análisis estadístico de la crecimiento del cultivo de espinaca, con insumos orgánicos como es el guano de isla, con un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y con 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales.

3.4. PERIODO DE INVESTIGACIÓN

El período de investigación se realizó desde 19 de diciembre del 2022 al 10 de marzo del 2023.

3.5. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

En este trabajo de investigación, se ha planteado un enfoque cuantitativo para respaldar la validez de una hipótesis formulada. Esto se logró mediante la medición de datos a través observaciones realizadas en el experimento y su posterior análisis estadístico.

Este enfoque se eligió debido a la información numérica de la mediciones y observaciones realizadas y el correspondiente sistema de análisis estadístico para comprobar las relaciones entre las variables.

3.6. UBICACIÓN POLÍTICA

Región : Puno
Provincia : Melgar
Distrito : Nuñoa
Lugar : Nuñoa.

3.7. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud sur : 14° 28' 35"

Longitud oeste : 70° 38' 10"

Altitud : 4010 msnm.

Clima : frío y relativamente seco.

Temperatura : 3° C – 15° C

HR : 54%

Figura 4

Mapa de ubicación del invernadero



Fuente: Elaboración propio.



3.8. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

3.8.1. Infraestructura

- Área experimental invernadero (terreno propio)
- Laboratorio de análisis de suelos y aguas de FCA. UNA - PUNO

3.8.2. Materiales de campo

- Libreta de apuntes
- Cinta métrica
- Regadera
- Mangueras
- Cuchillo de campo
- Hoces
- Cordel
- Etiquetas
- Carteles
- Yeso

3.8.3. Herramientas

- Picos
- Rastrillo
- Carretilla
- Zaranda
- Palas
- Flexómetro
- Regla graduada



3.8.4. Equipos de campo

- Cámara fotográfica
- Balanza Analítica

3.8.5. Equipos de gabinete

- Laptop
- Calculadora
- Medio millar de papel bom A4
- Impresora

3.8.6. Material biológico

- Cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), var. Viroflay = 50 gr
- Guano de isla
- Tierra agrícola

3.8.7. Diseño experimental

En el trabajo de investigación se utilizó con el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos o niveles de guano de isla y con cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales, cuyo modelo estadístico lineal fue el siguiente: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} = Altura de planta, ancho y número de hoja, rendimiento del cultivo de espinaca

μ = Es el efecto de la media general.

t_i = Es el efecto de la aplicación de guano de isla (tratamientos).

e_{ij} = Error experimental.



Tabla 5

Análisis de varianza para un diseño completamente al azar.

F. de V. Grados de libertad	Grados de libertad
Tratamiento (dosis de guano de isla)	$T - 1 = 4 - 1 = 3$
Error	$t (r - 1) = (4) (4 - 1) = 12$
Total	$r (t - 1) = (4) (4) - 1 = 15$

Fuente: Elaboración propia.

3.9. VARIABLES EN ESTUDIO:

3.9.1. Variable independiente

- Dosis de guano de isla

3.9.2. Variables dependientes

- Altura de planta (cm)
- Número de hojas (cm)
- Ancho de hojas(cm)
- Rendimiento (kg/parcela)

- **Dimensiones de campo experimental:**

- Largo: 7 metros

- Ancho: 5 metros

- Área total: 35 m²

- **Dimensiones de las Parcelas:**

- Largo de las parcelas:.....0.70 m.

- Ancho de las parcelas:0.90 m.

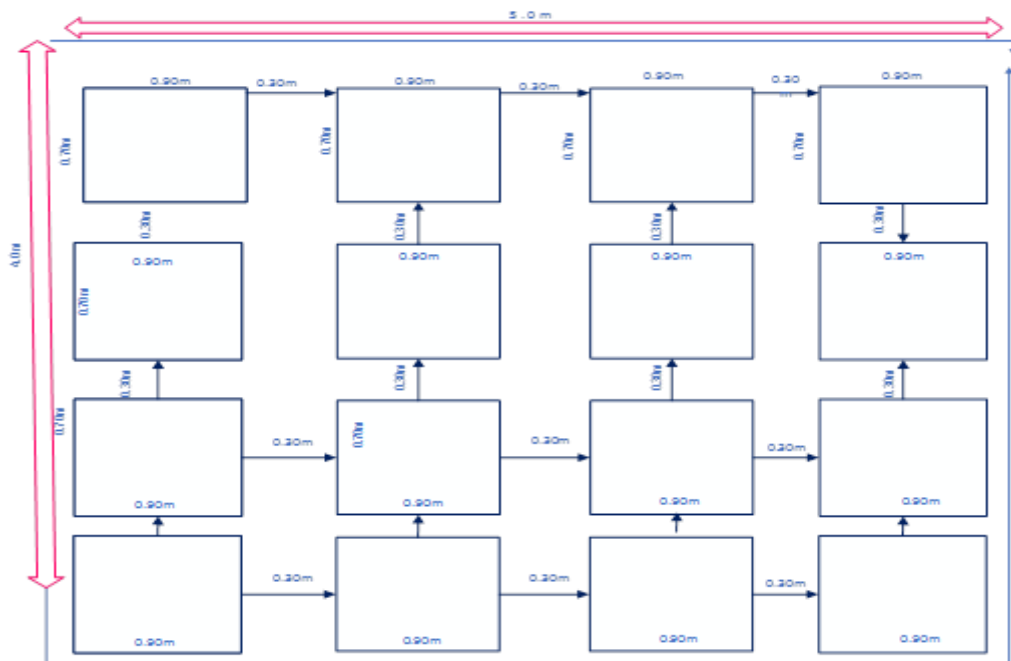
- Área total por parcela:0.63 m².

- **Dimensiones de los Surcos:**
 - Número de surcos por parcela5
 - Distancia entre surcos.....0.20 m.
 - Distancia entre plantas0.15 m.
 - Distancia de calles o pasadizos.....0.30 m
- **Tratamientos:**
 - Numero de tratamientos: 4 tratamientos.
 - Número de repeticiones: 4 repeticiones.
- **Croquis del proyecto**

Para este trabajo de investigación, se aplicó el mismo diseño experimental y croquis, manteniendo el mismo proceso de aleatorización.

Figura 5

Distribución de los tratamientos en campo experimental según diseño estadístico



Fuente: Elaboración propia



3.10. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en un experimento de 16 unidades o parcelas con 4 repeticiones, y con 4 tratamientos con un abono orgánico guano de isla, cada parcela mide 0.90 m x 0.70 m, en donde se procedió a sembrar plántulas en cada parcela en un área de 35 m² de cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L*) var. Viroflay con un distanciamiento entre plantas de 15 cm, la dosis del abono orgánico Guano de isla que se aplicó 0.5 kg/parcela, 1 kg/parcela, 1.5 kg/parcela y un testigo de 0 kg/parcela.

3.10.1. Análisis de fertilidad de suelo

El laboratorio de Análisis de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno se realizó un análisis físico y químico del suelo para conocer sus características generales. El muestreo se llevó a cabo un mes antes de la instalación del experimento y las muestras se recolectaron al azar en diferentes lugares de la parcela, Los resultados correspondientes se muestran en la Tabla 6, indicando que el suelo experimental tiene una textura franco arcillo-arenosa y un pH neutro, al respecto (Maroto, 2002) y (Gorini, 1970), manifiestan que el cultivo de espinaca crece a pH mayores a 6 en el análisis de suelo experimental del presente trabajo se tiene un pH de 5.95 que es mayor a 6 estando dentro de los rangos reportados.

El suelo experimental tiene un contenido de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio NPK disponibles y es ligeramente salino. Los resultados indican que el suelo experimental tiene una cantidad de nitrógeno disponible de 28,8 kg/ha, P₂O₅ de 24,48 kg/ha y K₂O de 280 kg/ha.

Tabla 6*Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.*

Elementos	Unidad de Medida	Muestra promedio	Método de análisis
Arena	%	55	Bouyoucos
Limo		20	Bouyoucos
Arcilla		25	Bouyoucos
Clase textural		Franco arcillo – arenoso	Triangulo textural
Ph		5.95	Potenciómetro
Materia orgánica	%	2.40	Walkley- Black
Nitrógeno total	%	0.12	Walkley- Black
Fosforo disponible	Ppm	10.20	Olsen modificado
Potasio disponible	Ppm	140	Fotometría de llama
CE	mS/cm	0.15	Conductímetro
CO ₃ Ca	%	0.00	Gasómetro

Fuente: Laboratorio de análisis de agua y suelos FCA UNA – Puno

3.10.2. Material vegetal

Se emplearon semillas de espinaca (*Spinacia oleracea* L), variedad viroflay adquiridas del establecimiento comercial Hortus, dedicada a la venta comercialización de semillas de hortalizas, fertilizantes, productos químicos, la semilla tuvo un 98% de pureza y 91% de poder germinativo y un valor cultural de 89%.

Según el Grupo (Batlle, 2016), La espinaca var. Viroflay es una variedad precoz que tiene un ciclo rápido y hojas anchas de color verde oscuro. La cosecha puede comenzar a los 45 a 60 días después de la siembra.

Tabla 7

Semilla de cultivo de espinaca variedad viroflay

Ítem	Características
Ciclo de vida total	60 días
Tipo de siembra	Directa al voleo y trasplante
Cosecha	60 días
Dosis de semilla /ha.	14 a 15 kg /ha.
Dimensiones de camas	1.2 m x 0.5 O m x 0.20 m
Densidad de siembra	180,000 - 300,000 Plantas/ha.
Rendimiento	15 a 20 TM/ha.
Problemas sanitarios	Peronospora sp. Ácaros
Control de malezas	Malezas
Nº de semilla kg	180,000 a 300,000
Características	Hoja redondeada, de parte baja, semi-erecta color verde intenso.
Adaptabilidad	1800-2800 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

3.10.3. Guano de islas

Para su utilización de guano de isla, fue adquirido directamente de Agro veterinaria EL PRADO Jr. Mariano Núñez N° 1482 de la ciudad de Juliaca.

3.10.4. Muestreo y análisis de fertilidad de suelo experimental

El muestreo del suelo de la parcela consistió en extraer submuestras utilizando el método de muestreo en zigzag, de los cuales se obtuvieron seis submuestras para su homogeneización. Después de esto, se obtuvo una muestra representativa de 1 kg de suelo, que se envió al Laboratorio de Agua y Suelos del FCA. UNA-Puno..



3.10.5. Preparación de suelo

La preparación del suelo es un factor muy importante, para ello se realizó de forma tradicional, es decir manualmente con picos y lampas, esta actividad consistió en remover el suelo dentro del invernadero en toda su extensión y siempre teniendo en cuenta la profundidad de 30 cm y posteriormente se hizo la nivelación del terreno el cual se realizó el 21 de octubre del presente año.

Desterronamiento: Esta labor implica la ruptura de grandes terrones del suelo mediante el uso de picos y herramientas manuales específicas para cada tarea, de acuerdo con su diseño y función correspondientes.

Limpieza: Esta labor involucra la sacar todas las malezas presentes dentro del invernadero, utilizando un rastrillo para dejar el área completamente limpia y lista para su posterior uso en el área experimental.

Nivelación: Esta tarea implicó nivelar el suelo utilizando una tabla de madera recta, la cual se empleó para nivelar cada unidad experimental por separado.

3.10.6. Marcado de campo experimental

En esta etapa de demarcación de áreas experimentales se realizó las respectivas mediciones que corresponden de acuerdo al croquis elaborado por tratamientos y sus respectivas repeticiones y considerando sus pasadizos y calles respectivamente.

3.10.7. Aplicación de guano de islas

Para la aplicación de las dosis del guano de isla, se tomó la recomendación de la etiqueta de la bolsa en donde indica para hortalizas.

Se aplicó el guano de isla a los surcos para cada tratamiento según la cantidad especificada para cada plántula de espinaca var. Viroflay, luego mezclarlo en forma homogénea con la tierra agrícola con una equivalencia de las dosis de guano de islas en invernaderos es de 10 a 20 t/ha, esto resulta siendo entre 1 a 3 kg/parcela, Considerando los datos de investigaciones previamente reportadas por la Agencia Zonal de Agro Rural - Puno (2020), para las condiciones agroclimáticas de Puno. Dosis de guano de isla por $m^2 = (10 \text{ t/ha}) * (1.000 \text{ kg/t}) / 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} = 1 \text{ kg/parcela}$.

Tabla 8

Dosis de los tratamientos por kg/parcela

COD	Tratamientos	Kg/ planta Guano de Isla
T0	Testigo (100%)	0 Kg/ parcela
T1	Tratamiento 1	0.5 Kg/parcela
T2	Tratamiento 2	1 Kg/parcela
T3	Tratamiento 3	1.5 Kg/parcela

Fuente: Elaboración propia.

3.10.8. Siembra

La siembra se realizó el 19 de diciembre 2022, una vez que las parcelas están delimitadas y marcadas en líneas o surcos correspondientes en forma manual y directa con 2 semillas/golpe a una distancia de 15 cm entre la planta y 20 cm entre los surcos, con una profundidad de siembra de 2 cm. Después de sembrar la semilla, se procedió a tapar los surcos de la parcela, para mantener la humedad a capacidad de campo.

3.10.9. Labores culturales

En esta etapa se realizó labores de campo así como podemos mencionar:



Desahije: Consiste en eliminando plantas excedentes, dejando una solo una planta con vigor agronómico que cumplan las mejores características morfológicas de la planta.

Escarda: Aplicando una de las técnicas que se emplea en agricultura para eliminar las malas hierbas que nacen junto al cultivo de espinaca y que son perjudiciales para su buen desarrollo ya que sus raíces crecen más rápido que las plantas cultivadas en suelo, complementándose con el deshierbo en forma manual, que se llevó a cabo cada vez que las malezas aparecieron en el área de cultivo, las malezas frecuentemente deshierbadas, se encontró las siguientes:

“Ortiga”	<i>Urtica dioica,</i>
“K’acho”	<i>Poa annua</i>
“Layo”	<i>Trifolium amabile</i>
“Diente de león”	<i>Taraxacum officinale</i>
“Bolsa de pastor”	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
“Aujaaaja”	<i>Erodium cicutarium</i>
“Qora”	<i>Tarasa cerratei</i>

3.10.10. Evaluaciones

Para realizar las evaluaciones agronómicas del cultivo de espinaca var. Viroflay al finalizar el experimento, se procedió a realizar la evaluación a los 78 días. Se evaluaron de manera aleatoria 10 plantas por tratamiento.



3.10.11. Altura de plantas

Esta evaluación se llevó a cabo al final del periodo de producción de la espinaca midiendo la planta desde el base del cuello de la raíz, hasta el nivel más alto de las hojas de espinaca var. Viroflay.

3.10.12. Número de hojas

El número de hojas, se procedió a evaluar de forma manual, expresado en cantidad de hojas por planta.

3.10.13. Peso de las hojas

Esta evaluación se realizó a cabo empleando una balanza de precisión para pesar las hojas de cada planta en gramos dentro de cada parcela..

3.10.14. Ancho de hojas espinaca

Se midió el ancho de las hojas en (cm) utilizando en flexómetro o regla graduada en la etapa final de la cosecha.

3.10.15. Rendimiento de hojas por planta

Durante la cosecha, se pesaron las hojas de cada planta sin incluir la raíz para calcular el rendimiento en cada tratamiento, evaluando diez plantas por tratamiento en cada parcela..

3.10.16. Control de plagas y enfermedades.

En esta etapa de ejecución del proyecto de investigación no se presentaron las plagas y enfermedades durante la conducción del cultivo.



3.10.17. Riego.

Se llevó a cabo un riego ligero mediante una manguera con aspersor acoplado, tres días antes de la siembra, con el propósito de mejorar la humedad del suelo al nivel óptimo. Respecto a la frecuencia de riego Chambi (2005) y Avalos (2008), se señala que en condiciones de invernadero, se debe llevar a cabo cada 2 a 3 días. Un valor de referencia común es que la espinaca requieren alrededor de 2.5 cm a 3 cm de lámina de agua por semana durante su crecimiento. Esto se traduciría en un requerimiento de agua de aproximadamente 10 cm a 12 cm al mes.

Volumen de agua necesario = $35 \text{ m}^2 \times 0.11 \text{ m} = 3.85 \text{ m}^3/\text{semana}$

$3.85 \text{ m}^3 \times 1,000 \text{ L/m}^3 = 3,850 \text{ litros}$

$3.85 \text{ m}^3/\text{mes} \times 3 \text{ meses} = 11.55 \text{ m}^3$

$11.55 \text{ m}^3 \times 1,000 \text{ L/m}^3 = 11,550 \text{ litros}$ por 78 días de conducción de cultivo de espinaca.

Este cultivo de espinaca var. Viroflay en toda su fase de crecimiento tubo una demanda de 11,550 litros de agua, durante la conducción del experimento dentro del invernadero.

3.10.18. Cosecha

Cuando las hojas alcanzan un tamaño adecuado para su madurez comercial, el cultivo se cosechó. Las hojas se recolectaron manualmente cortando la base de las hojas con un cuchillo. Según lo indicado por (Porco y Terrazas, 2009), la



cosecha inicial puede llevarse a cabo aproximadamente entre 50 y 60 días después de haber sembrado la espinaca.

3.11. MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA

e) Altura de planta (cm)

La altura de cada planta se midió en centímetros desde la base hasta el ápice de las hojas más largas. Se tomó mucha precaución para evitar dañar las hojas, ya que las hojas son el componente más importante de la planta de espinaca son delicadas fácil de romperse y evitando pérdidas.

f) Número de hojas por planta

Para calcular esta variable, se procedió a contabilizar el número total de hojas de por planta de espinaca. Después, al finalizar la cosecha, se contaron las hojas de otras plantas por unidad experimental.

g) Ancho de hojas de espinaca

Se tomaron las hojas de cada planta de espinaca para luego empezar la medida de hojas de la parte central más grande el ancho de lámina foliar, utilizando un flexómetro para para realizar las mediciones correspondientes eso primero se tomó las hojas en forma aleatoria de cada parcela esto con la finalidad de optimizar el rendimiento de hojas de cada planta, los datos se expresan en cm.

h) Rendimiento de hojas

Se cosechó a los 78 días en fase madurez fisiológica en cada parcela, estimando el rendimiento y se pesa las hojas frescas de cada tratamiento por separado con una balanza analítica, expresando los pesos en kg/ parcela.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DE GUANO DE ISLA EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE ESPINACA

El efecto de guano de isla en el cultivo de espinaca var Viroflay se ha evaluado considerando su efecto en la altura de planta, ancho de hojas y numero de hojas en condiciones de invernadero.

a) Altura de planta de espinaca variedad Viroflay para tres dosis de guano de islas

En la Tabla 9, se muestra el análisis de varianza de altura de planta de espinaca para tres dosis de guano de isla evaluadas y el testigo. En dicha tabla se observa que tratamientos muestra alta significación estadística ($P < 0.01$), además de que el coeficiente de variación (CV) es igual a 1.66 %, lo cual confiere confianza a los resultados de la evaluación.

Tabla 9

Análisis de Varianza para la altura de planta (cm) de espinaca (Spinacia oleracea L) con los dosis de guano de isla.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig
Tratamientos	3	78.02	26.01	112.97	<.0001	**
Error	12	2.76	0.23			
Total	15	80.78				

C.V.= 1.66%

Media = 2.23

n.s = no significativo

*=significativo

=altamente significativo**

En la Tabla 10 y Figura 6, se muestra la prueba de comparación múltiple de medias de altura de planta para las tres dosis de guano de isla y el testigo, con la prueba de Tukey al 5% de significación. Todas las dosis de guano de islas, incluyendo al testigo, mostraron medias diferentes entre sí, con significación estadística. Así, el tratamiento T3 alcanzó la mayor altura de planta (32.58 cm), seguido del tratamiento T2 (30.00 cm), y del tratamiento T1, (28.03 cm, mientras que el testigo mostró la menor altura de planta (24.68 cm).

Tabla 10

Prueba de contraste Tukey ($P \leq 0.05$) para la altura de la planta (cm) del cultivo de espinaca.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	T3 1.5 kg/parcela Guano de isla	32.58	a
2	T2 1 kg/parcela Guano de isla	30.00	b
3	T1 0.5 kg/parcela Guano de isla	28.03	c
4	T0 (Testigo) 0 kg/parcela Guano de isla	24.68	d

Observando los resultados de la Tabla 10, se puede determinar que la altura de planta ha mostrado un efecto directamente proporcional al incremento de guano de isla que se ha evaluado en el presente estudio. Por cada medio kilogramo de guano de isla por metro cuadrado que se ha incrementado, la altura de planta de la espinaca ha incrementado en promedio 2.63 cm. Así, el incremento de guano de isla de 0 kg/parcela a 0.5 kg/parcela, de 0.5 kg/parcela a 1.0 kg/parcela y de 1.0 kg/parcela a 1.5 kg/parcela ha resultado en incrementos de altura de planta 3.35 cm, 1.97 cm y 2.58 cm, respectivamente.

Resultados similares se obtuvieron en el estudio de Gómez *et al.*, (2020), sobre los niveles de guano de isla en el cultivo de espinaca. En esta investigación, se observó



que los tratamientos T2 y T3 alcanzaron una mayor altura de planta en espinaca, el cual alcanzo de 33.51 y 33.47 cm, respectivamente. Sin embargo, el tratamiento T1 también mostró diferencia estadística con una altura de 31.56 cm, en comparación con el grupo de control que registró 22.87 cm. De manera similar, Valencia-Chacón (2015) evaluó el efecto de diferentes abonos orgánicos en interacción con dos variedades de espinacas. En este caso, se encontró que la variedad Viroflay a los 51 días, alcanzó una altura promedio de 21.2 cm como tratamiento testigo, mientras el tratamiento fertilizado con guano de isla alcanzo un altura promedio de 31.3 cm, obteniendo una mejor respuesta de 47.6%, siendo estos valores similares a los encontrados en el presente estudio.

En relación al estudio realizado, investigaciones previas han evidenciado que la aplicación de guano de islas favorece el crecimiento longitudinal de diversas variedades de cultivos, como la papa, el ajo, la quinua, el maíz, entre otros, así como en el cultivo de hortalizas como la lechuga, el repollo, el jengibre, y otras plantas oleaginosas, como se menciona en los trabajos de Calderón – Quispe (2010), Méndez y Amaya (2013), y Viza-Ramos (2014). Como se menciona que guano de isla es una fuente valiosa de nutrientes esenciales para las plantas, que contiene nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y otros micronutrientes. Estos nutrientes son muy beneficiosos para el crecimiento de las plantas, por su naturaleza orgánica y su capacidad para mejorar la calidad del suelo, porque es una fuente rica en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio promoviendo el crecimiento saludable de las plantas. Además, actúa como fertilizante orgánico, mejorando la estructura del suelo, estimulando la actividad microbiana y reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos. Este proceso sostenible contribuye a un suelo más fértil y favorece el desarrollo de plantas más fuertes y resistentes a enfermedades. Su uso puede contribuir a la producción agrícola sostenible y a la obtención de cultivos más saludables y productivos. Por lo tanto, en este estudio actual, los aumentos significativos

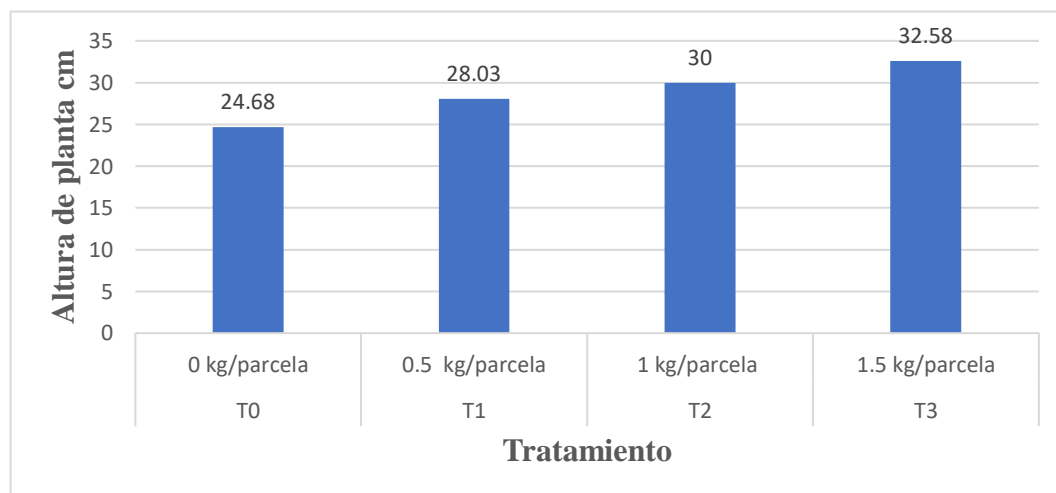
en la altura de las plantas de espinaca (que oscilan entre el 38% y el 46%) se atribuyen a la aplicación de guano de isla.

(Maquerhua, 2019), en su investigación realizada en K'ayra, Cusco sobre el cultivo de espinaca sobre la altura de planta, nos indica que el tratamiento químico 160 N-120 P₂O₅-80 K₂O muestra un rendimiento superior, alcanzando una altura de 47.15 cm en comparación con los otros tratamientos. En segundo lugar, se encuentra el tratamiento con guano de isla al 100%, que registra una altura de 42.78 cm, seguido por el estiércol con 41.40 cm y el compost con 39.33 cm. Estos últimos tres tratamientos no muestran diferencia estadística significativa entre sí a su vez, superan en altura a los tratamientos con humus de lombriz 38.10 cm y el grupo de control, que alcanza 36.38 cm. Estos resultados resaltan la efectividad de cada tipo de abono orgánico en comparación con el tratamiento químico y al testigo.

Es importante destacar que de acuerdo con García *et al.* (2017), la altura de las plantas de espinaca depende de la variedad de espinaca, las condiciones ambientales en las que se desarrolla y la calidad nutritiva del suelo.

Figura 6

Altura de planta por cada tratamiento evaluado



b) Ancho de hoja de espinaca variedad Viroflay para tres dosis de guano de islas

En la Tabla 11, se muestra el análisis de varianza de ancho de hoja de espinaca para tres dosis de guano de isla evaluadas y el testigo. En dicha tabla se observa que tratamientos muestra alta significación estadística ($P < 0.01$); se muestra también el coeficiente de variación (CV) es igual a 2.48 %, el cual es un valor aceptable en investigaciones dentro del invernadero, confiriendo confianza a los resultados de la evaluación.

Tabla 11

Análisis de Varianza para ancho de hoja (cm) de espinaca (Spinacia oleracea L) con la dosis de guano de isla.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig
Tratamientos	3	18.37	6.12	54.21	<.0001	**
Error	12	1.36	0.11			
Total	15	19.72				

C.V.= 2.48%

Media = 1.40

n.s = no significativo

*=significativo

=altamente significativo**

En la Tabla 12 y Figura 7, se muestra la prueba de comparación múltiple de medias de ancho de hoja de las plantas de espinaca evaluadas para las tres dosis de guano de isla y el testigo, con la prueba de Tukey al 5% de significación. Para las dosis T2 y T3 los promedios de ancho de hoja se mostraron estadísticamente iguales, con 14.83 cm y 14.20 cm, respectivamente. Para la dosis T1 el promedio de ancho de hojas (13.18 cm) se mostró estadísticamente diferente a los anchos de hoja para las dosis T2, T3 y el testigo T0. Las plantas de espinaca correspondientes al testigo T0, mostraron el menor promedio de ancho de hojas (12.00 cm).

Observando los resultados de la Tabla 12, se puede determinar que el ancho de hojas de las plantas de espinaca mostró efectos directamente proporcionales al incremento de guano de isla que se ha evaluado en el presente estudio. Por cada medio kilogramo de guano de isla por metro cuadrado que se ha incrementado, el ancho de hojas de la espinaca ha incrementado en promedio 0.94 cm. Así, el incremento de guano de isla de 0 kg/parcela a 0.5 kg/parcela de 0.5 kg/parcela a 1.0 kg/parcela y de 1.0 kg/parcela a 1.5 kg/parcela ha resultado en incrementos de ancho de hoja de 1.18 cm, 1.02 cm y 0.63 cm, respectivamente.

Tabla 12

Prueba de contraste Tukey ($P \leq 0.05$) para ancho de hoja (cm) del cultivo de espinaca.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	T3 1.5 kg/parcela Guano de isla	14.83	a
2	T2 1 kg/parcela Guano de isla	14.20	a
3	T1 0.5 kg/parcela Guano de isla	13.18	b
4	T0 (Testigo) 0 kg/parcela Guano de isla	12.00	c

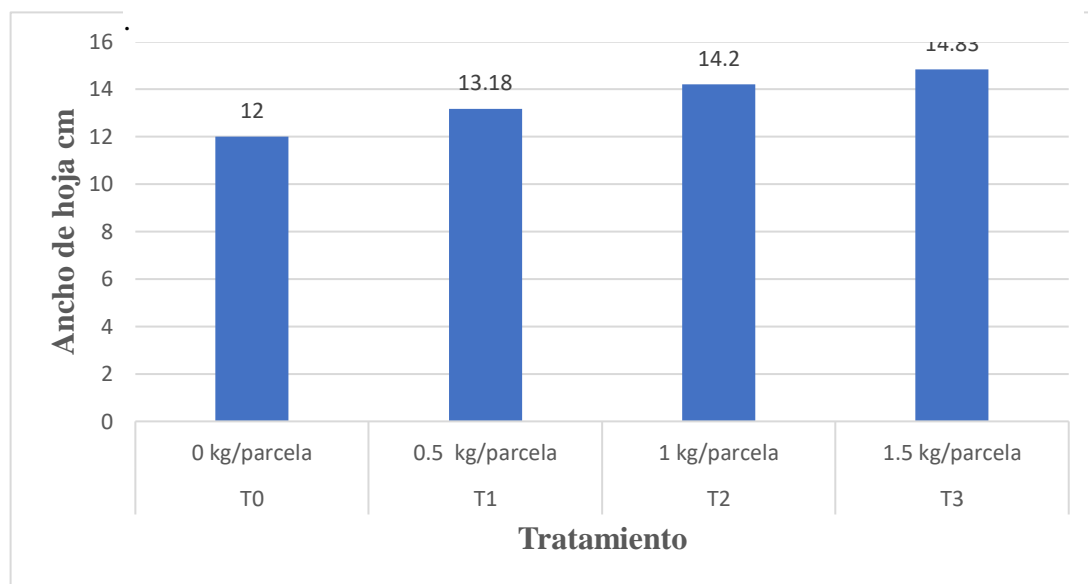
Los resultados fueron similares (Gómez, 2020): el tratamiento T2 produjo las hojas más anchas del cultivo de espinaca, que alcanzaron un ancho de 12.55 cm. Sin embargo, este valor es diferente estadísticamente de los valores de tratamiento T1 y T3, que tienen valores de 11,37 y 12,33 cm, respectivamente. En esta investigación, descubrimos que el aumento positivo en el ancho de las hojas se debe al efecto de la liberación de nutrientes por parte del guano de isla. Estos nutrientes ayudan al desarrollo adecuado de las plantas debido a la gran cantidad de fertilizantes y otros nutrientes presentes en este material.

En su investigación realizado por (Maququerhua, 2019), señala que en lo que respecta al ancho de las hojas de las plantas, se observa que el tratamiento químico con

una composición de 160 N, 120 P₂O₅ y 80 K₂O supera al resto de los tratamientos, alcanzando un ancho de 16.85 cm. En segundo lugar, se encuentra el tratamiento con guano de isla al 100% que registra un ancho de hojas de 15.33 cm. Estos resultados reflejan el impacto de cada dosis de guano de isla en comparación con el tratamiento químico y al testigo.

Figura 7

Ancho de hoja por cada tratamiento evaluado



c) **Número de hojas por planta de espinaca variedad Viroflay para tres dosis de guano de isla**

En la Tabla 13, se muestra el análisis de varianza de número de hojas por planta de espinaca para tres dosis de guano de isla evaluadas y el testigo. En dicha tabla se observa que tratamientos muestra alta significación estadística ($P < 0.01$); se muestra también el coeficiente de variación (CV) que es igual a 2.04 %, el cual es un valor aceptable en investigaciones dentro del invernadero, confirmando confianza a los resultados de la evaluación.

Tabla 13

*Análisis de Varianza para el número de hojas por planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L) con efecto de dosis de guano de isla.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig
Tratamientos	3	96.63	32.21	176.69	<.0001	**
Error	12	2.19	0.18			
Total	15	98.81				

C.V.= 2.04%

Media = 2.5

n.s = no significativo

*=significativo

=altamente significativo**

En la Tabla 14 y Figura 8, se muestra la prueba de comparación múltiple de medias de número de hojas por planta de espinaca evaluadas para las tres dosis de guano de isla y el testigo, con la prueba de Tukey al 5% de significación. Para todas las dosis de guano de isla, incluyendo al testigo, las medias de número de hojas por planta se mostraron diferentes entre sí, con significación estadística. Así, para el tratamiento T3 se obtuvo el mayor número de hojas por planta en promedio (23.93 hojas), para el tratamiento T2 (21.20 hojas), y para el tratamiento T1, (19.30 hojas). Mientras que el testigo mostró el menor número de hojas por planta (16.29 hojas).

Observando los resultados de la Tabla 14, se puede determinar que el número de hojas por planta mostró efectos directamente proporcionales al incremento de guano de isla que se ha evaluado en el presente estudio. Por cada medio kilogramo de guano de isla por parcela que se ha incrementado, el número de hojas por planta ha incrementado en promedio 2.55 hojas. Así, el incremento de guano de isla de 0 kg/parcela a 0.5 kg/parcela, de 0.5 kg/parcela a 1.0 kg/parcela y de 1.0 kg/parcela a 1.5 kg/parcela ha resultado en incrementos de número de hojas por planta en 3.01 hojas, 1.90 hojas y 2.73 hojas, respectivamente.

Tabla 14

Prueba de contraste Tukey ($P \leq 0.05$) para números de hojas del cultivo de espinaca.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	T3 1.5 kg/parcela Guano de isla	23.93	a
2	T2 1 kg/parcela Guano de isla	21.20	b
3	T1 0.5 kg/parcela Guano de isla	19.30	c
4	T0 (Testigo) 0 kg/parcela Guano de isla	16.29	d

Similares resultados fueron obtenidos por (Gómez, 2020), quien reportó en su trabajo de investigación que en el tratamiento T2 (0.8 t/ha de guano de isla), la cantidad promedio de hojas por planta llega a las 13.70 , en comparación a tratamiento testigo con 10.8 cm de numero de hojas. En estudios similares realizados por (Doñate, 2013), se encontró que el número de hojas por planta alcanzó 16.4 unidades cuando se utilizó guano de isla, y este valor no presentó diferencias estadísticamente significativas en comparación con el tratamiento químico equivalente a 160-120-80 kg/ha de NPK, que registró un promedio de 15.78 unidades. Estas mejoras notables en el número de hojas en el cultivo de espinacas pueden atribuirse al contenido y suministro de nutrientes proporcionados por el guano de isla.

Finalmente a la comparación de los resultados obtenidos son respaldados por (Villalba, 2013) quien señala que la dosis de guano de isla como abono natural tiene un impacto positivo en la cantidad de hojas, logrando obtener hasta 19 hojas en comparación al testigo que alcanzó 16 hojas que se obtiene a los 60 días. Esto nos indica claramente el efecto beneficioso de la aplicación de guano de isla en el crecimiento del cultivo de espinaca, enriquece el suelo con nutrientes esenciales, mejora la estructura del suelo y estimula la actividad microbiana, lo que conduce a un crecimiento más saludable y una

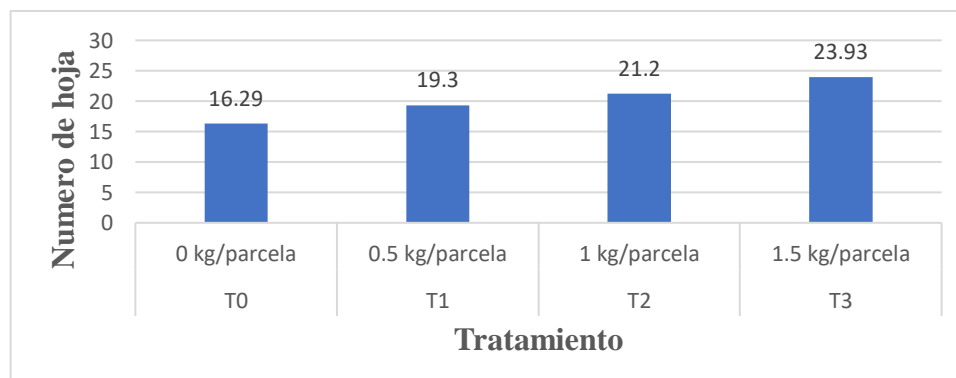
mayor resistencia de las plantas. Estos efectos beneficiosos pueden traducirse en una cosecha de espinaca de mayor calidad y rendimiento.

Similares resultados se obtuvieron en su investigación de Salvatierra (2020), quien utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significancia del 0.01 para analizar la variable de número de hojas en las plantas de espinaca en diferentes tratamientos a los 60 días después de la siembra. Los resultados muestran que los tratamientos T7, T4, T6, T3 y T5 obtuvieron las cantidades más altas de hojas, con valores de 18.1, 17.9, 17.5, 17.3 y 17.1 respectivamente. Estos tratamientos ocupan el primer lugar, ya que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellos. En particular, las dosis de 4, 2.5, 3.5, 2.0 y 3.0 kg/ha de guano de isla, se recomienda como las más efectivas para lograr un mayor número de hojas en las plantas de espinaca a los 60 días.

Por otro lado, se encuentra el testigo, sin aplicación de dosis de guano de isla, tuvo un promedio de solo 14.7 hojas por planta y no mostró diferencias estadísticamente significativas en comparación con la dosis de 1 kg/ha de guano de isla. Esto indica que las aplicaciones de dosis que van desde 1.5 hasta 4.0 kg/ha permiten obtener plantas con un mayor número de hojas a los 60 días después de la siembra.

Figura 8

Numero de hoja por cada tratamiento evaluado



4.2. RENDIMIENTO DE ESPINACA VARIEDAD VIROFLAY PARA TRES DOSIS DE GUANO DE ISLAS

a) Peso de hojas de espinaca

En la Tabla 15, se muestra el análisis de varianza de peso de hojas por planta de espinaca para tres dosis de guano de isla evaluadas y el testigo. En dicha tabla se observa que tratamientos muestra alta significación estadística ($P < 0.01$); se muestra también el coeficiente de variación (CV) que es igual a 5.58 %, el cual es un valor aceptable en investigaciones dentro del invernadero, confiando confianza a los resultados de la evaluación.

Tabla 15

*Análisis de Varianza (ANOVA) para el rendimiento de peso de hojas/parcela en espinaca (*Spinacia oleracea* L), variedad viroflay.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig
Tratamientos	3	6.22	2.07	90.34	<.0001	**
Error	12	0.28	0.02			
Total	15	6.50				

C.V.= 5.58 %

Media = 2.1

n.s = no significativo

*=significativo

=altamente significativo**

En la Tabla 16 y Figura 9, se muestra la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5% de significación, para peso de hojas por planta de espinaca evaluadas para las tres dosis de guano de isla y el testigo. Para todas las dosis de guano de isla, incluyendo al testigo, las medias de peso de hojas por planta se mostraron diferentes entre sí, con significación estadística. Así, para el tratamiento T3 se obtuvo el mayor peso de hojas por planta en promedio (3.64 kg/parcela) para el tratamiento T2 (2.83 kg/parcela)y para el

tratamiento T1, (T1 2.47 kg/parcela). Mientras que el testigo mostró el menor peso de hojas con (1.92 kg/parcela), cabe destacar que todas estas diferencias son estadísticamente significativas.

Observando los resultados de la Tabla 16, se puede determinar que el peso de hojas por parcela mostró efectos directamente proporcionales al incremento de guano de isla que se ha evaluado en el presente estudio. Por cada medio kilogramo de guano de isla por parcela que se ha incrementado, el peso de hojas por parcela ha incrementado en promedio 0.57 kg/parcela. Así, el incremento de guano de isla de 0 kg/parcela a 0.5 kg/parcela, de 0.5 kg/parcela a 1.0 kg/parcela y de 1.0 kg/parcela a 1.5 kg/parcela ha resultado en incrementos de peso de hojas por parcela en 0.55 kg/parcela, 0.36 kg/parcela y 0.81 kg(parcela, respectivamente

Tabla 16

Promedios de rendimiento en peso de hojas por parcela y la Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para tres dosis de guano de islas y el testigo en cultivo de espinaca.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	T3 1.5 kg/parcela Guano de isla	3.64	a
2	T2 1 kg/parcela Guano de isla	2.83	b
3	T1 0.5 kg/parcela Guano de isla	2.47	c
4	T0 (Testigo) 0 kg/parcela Guano de isla	1.92	d

Según en la investigación de (Salamanca, 2019), se puede notar que dentro del cultivar con una aplicación de 4 kg/parcela se obtuvo un mayor peso de hojas con 2.62 , seguido por la dosis de 3 kg/parcela que obtuvo 2.40 kg/parcela. La dosis de 1 kg/parcela mostró un peso de hojas de 2.33 kg/parcela mientras que la dosis de 0 kg/ha dio como resultado 1.96 kg de peso de hojas. Por otro lado, en el cultivar Ford Hook, la dosis de 4 kg/parcela produjo un peso de hojas de 3.68 kg/parcela seguido de la dosis de 3 kg/parcela

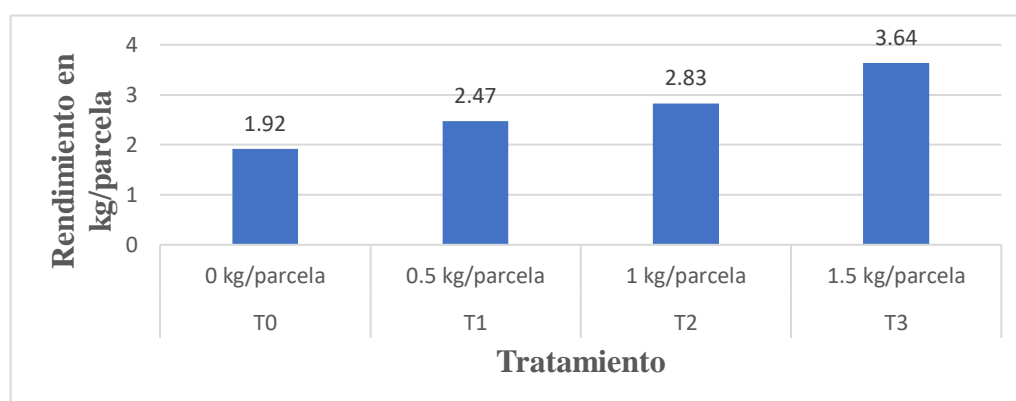
con 3.37 kg/parcela. La dosis de 1 kg/parcela arrojó un peso de hojas de 3.29 kg/parcela y la dosis de 0 kg/ha obtuvo 2.87 kg/parcela

Estudios realizados por (Yupanqui, 2019), reporto en su investigación se efectuó un análisis estadístico utilizando la prueba Duncan para determinar los promedios de las diferentes variedades. Los resultados revelaron la existencia de dos grupos distintos. El grupo A, conformado por la variedad Bolero, que presentó un promedio de 2.09 kg/parcela destacándose como el promedio estadísticamente más alto. En cambio, la variedad Quinto, con un promedio de 1, kg/parcela obteniendo el promedio estadísticamente menor.

Se llevó a cabo un análisis de concentraciones mediante la prueba Duncan y se identificaron dos grupos distintos. El primer grupo A, estaba conformado por las concentraciones del 25% y el 75%, las cuales registraron valores de 1,72 kg/parcela y 2,18 kg/parcela respectivamente. Estas concentraciones obtuvieron los promedios más altos desde un punto de vista estadístico. Por otro lado, el grupo B, que consistía en las concentraciones del 0% y el 50% presentó valores de 1.55 kg/parcela y 1.39 kg/parcela respectivamente, siendo estos los promedios estadísticamente más bajos en comparación con las demás concentraciones.

Figura 9

Rendimiento de espinaca en kg/parcela por cada tratamiento evaluado





V. CONCLUSIONES

- Considerando que los niveles de nitrógeno y fósforo disponibles en el suelo experimental son de 86 kg/ha y 24.48 kg/ha, respectivamente, los cuales son bajos en relación a los requerimientos nutricionales de la espinaca, el crecimiento de las plantas de espinaca variedad Viroflay se ha mostrado directamente proporcional al incremento de dosis de guano de islas. Por cada medio kilogramo de guano de isla por parcela que se ha incrementado, la altura de planta de la espinaca ha incrementado en promedio 2.63 cm, el ancho de hojas de la espinaca ha incrementado en promedio 0.94 cm y el número de hojas por planta ha incrementado en promedio 2.55 hojas.
- El rendimiento de las plantas de espinaca variedad Viroflay se ha mostrado directamente proporcional con el incremento en la dosis de guano de isla. Así, por cada medio kilogramo de guano de isla por parcela que se ha incrementado, el peso de hojas por parcela ha incrementado en promedio 0.57 kg/parcela, Para la dosis de guano de isla de 1.5 kg/parcela se obtuvo el mayor peso de hojas por planta con promedio de 3.64 kg/parcela, mientras que el testigo con 0.0 kg/parcela de guano de islas, mostró el menor peso de hojas por parcela, con promedio de 1.92 kg/parcela.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar el uso de diferentes abonos orgánicos guano de isla y humus de lombriz, debido a su capacidad de absorción óptima, para promover el crecimiento, desarrollo y rendimiento de hortalizas, y obtener productos más saludables
- Realizar estudios de efecto de guano de isla en el cultivo de espinaca en diferentes épocas de siembra con el fin de observar el comportamiento en el rendimiento del cultivo.
- Siendo la espinaca un cultivo rico en vitaminas y minerales, se recomienda realizar estudios sobre su composición nutricional y fomentar el consumo apropiado de este cultivo.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldabe. (2000). *Producción de hortalizas en Uruguay*. Montevideo: Ed. Epsilon 269 p.
- Blanco T. Gonzales, J. A. (1999). *Invernaderos Campesinos en Bolivia*. Ecotop. La Paz Bolivia: Ecotop.
- Bustos. (1999). *Manual técnico del cultivo de espinaca*. Corporación Andina de Fomento. . Quito Ecuador: pp, 32.
- CarrascoN. N, .. K. (2018). *Efecto de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de espinaca (Spinacea oleracea L.) en el Centro Experimental Cota Cota*. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agrop*. La Paz: Vol 5 n° pag.78-88.
- Castagnino. (2009). *Manual de cultivos hortícolas innovadores*. Ed. Hemisferio Sur.
- Castagnino. (2009). *Manual invernaderos* . Buenos Aires Argentina: Ed. Hemisferio Sur S. A. 1°.
- chacon. (2016). *Evaluación del Efecto de Abonos Organicos en el Cultivo de Espinaca, Variedades Viroflay, Dash en Invernadero de Investigacion y Producción Santo Tomas-Abancay*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de los Andes. Santo Tomas Abancay: Editorial Acribia S.A Zaragoza, España 739 pp.
- Chahua. (2006). *Evaluación de cinco cultivares de espinaca y su producción nacional (Spinacia oleracea L.) bajo cultivo orgánico (en línea)*. Tesis Lima. UNA la Molina (18 diapositivas).
- Flores. (1999). *Invernaderos o fitotoldos agricultura protegida , técnicas de*
- Foastat. (2009). *Estadística de FAO 2007 Describe producción mundial de los cultivos*.
- Giaconi. (2018). *Variedades de espinaca (Spinacia oleracea L.); clasificación según sus hojas y épocas de producción*. Apurimac Peru : Editorial Pacificos S.A pp 27-34.
- Gomez. (2005). *Cosecha ecológica de espinaca en el campo y la ciudad 75 plantas para diseñar sistemas agroecológicos*. . CEUTA.Montevideo: 307 p.



- Gomez. (2020). *Niveles de guano de isla en rendimiento y calidad de spinacia oleracea l var. viroflay*. Santiago de Chuco: 96 pag.
- Hartman, F. (1990). *Invernaderos y ambientes atemperados*. FADES. La Paz - Bolivia: Pp.9,38 - 90.
- Huamani, J. (2018). *Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.)*. Arizona-3200 msnm, Ayacucho. Tesis. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela profesional de Agronomía. Ayacucho: 88p.
- Infoagro. (2006). *Cultivo de espinaca*. Recuperado el 2 de julio del 2018. Disponible en línea: <http://www.infoagro.com/htm>. Pp 67-75.
- Infoagro. (2010). *Cultivo de espinaca*. Leído el 11 de marzo del 2018. Disponible en línea: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>. Pp 89 - 92.
- InfoJardin. (2017). *Espinaca, Espinacas, Espinafré*. Obtenido de *Espinaca, Espinacas, Espinafré*: <http://fichas.infojardin.com/hortalizasverduras/espinaca-espinacas-espinafre.htm>.
- Janampa Huamani, M. (2018). *Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.)*. Arizona-3200 msnm, Ayacucho. Tesis. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela profesional de Agronomía. 88p.
- León, G. (2017). *Evaluación de cuatro cultivares de espinaca (Spinacia oleracea L.) en dos épocas de cultivo, como materia prima para congelado Viroflay, Condesa, Shasta y Royalty*. Tesis Ing. Agr. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Chile.
- Lopez, M. (1994). *Horticultura*. Ediciones Trillar. Mexico: Pp. 118-128.
- Maquerhua, V. (2019). *Efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L) bajo condiciones de fitotoldo*. cusco: Pp 97- 105.
- Molina, A. (2012). *Producción de abono orgánico con estiércol de cuy*. Disponible en: <https://prezi.com/fag-scdj7tds/produccion-de-abonoorganico-con-estiercol-de-cuy/>. Visitada en setiembre del 2021. Pp. 121.



- Pachacutec, M. S. (2016). *Efecto del estiércol de ovino y distanciamiento entre plantas en la producción de espinaca. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. . Puno- Peru: p 98.*
- Ramirez, A. (2014). *Manejo de hortalizas en invernaderos (Porquinaza). Obtenido de Prezi: . Pp 78-85.*
- Romero, G. (2021). *Niveles de cuyinaza en el rendimiento y calidad de Spinacia oleracea L., en Santiago de Chuco, La Libertad.S.A. . Buenos Aires, Argentina: Editorial La Libertad S.A vol 1 364 pp.*
- Salamanca, T. (2019). *Efecto de guano de isla en el rendimiento de dos cultivares de acelga (Beta vulgaris L Vulgaris var. cicla) en condiciones de invernadero. Puno: Pp 117- 121.*
- Salunke, D.K.,Kadan S.S., (2004). *Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas.*
- Sangama, C. (2020). *Aplicación de tres dosis de cuyasa en el rendimiento del cultivo de col crespa (Brassica oleracea L.), variedad Savoy Perfection en el distrito de Lamas. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo en la UNSM-T. Tarapoto. . San Martin - Peru.*
- Santafeagro. (2001).). *Perfil del mercado de la espinaca. Obtenido de Perfil del mercado de la espinaca: <http://www.santafeagro.net>.*
- Serrano, Z. (2001). *Cultivo de hortalizas en invernadero,.* Barcelona, España: 1era Edicion ED. 360p.
- Solano, M. (1980). *Taxonomía Vegetal. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno: Pp 56.*
- Trinidad, S.A. (2010). *Abonos verdes. SAGARPA, Colegio de Postgraduados. . Mexico: Edo De Mexico.*
- Valdez, L. A. (1995). *Abonos, insecticidas y fungicidas orgánicos. . Mexico: 1 era Edicion Pp. 13 - 26.*
- Valdez, A. (1996). *Producción de Hortalizas. Venezuela: Editorial Limosa S.A Pp 127.*



- Velasquez. (2019). *Desarrollo fenológico de coliflor (Brassica oleracea cv. botrytis L.) y espinaca (Spinacia oleracea L.); respuesta a la temperatura y el fotoperíodo. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de ingeniería Agronomica. Puno.*
- Wanamey. (2013). *Plantas medicinales, propiedades, usos medicinales. Consultado el 6 de feb 2017. Disponible en <http://www.wanamey.org/plantas-medicinales-2/propiedadesplantas-medicinales-usos.htm>.*
- Yupanqui, M. (2019). *Evaluación del rendimiento de dos variedades de espinaca (Spinacea oleracea l.) con tres niveles de biol bajo ambiente atemperado, en el centro experimental cota cota, la Paz. La Paz - Bolivia.*



ANEXOS

ANEXO 1. Resultados de análisis físico químico de agua del área de estudio



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO- QUIMICO DE AGUA PARA RIEGO

PROCEDENCIA : Nuñoa – Provincia de Melgar.
 INTERESADO : Victor Yana Huahuachampi.
 MOTIVO : ANALISIS FÍSICO – QUÍMICO DE AGUA PARA RIEGO.
 FECHA DE MUESTREO : 03/11/2022 (por la interesado)
 FECHA DE ANALISIS : 04/11/2022.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

		M1 MUESTRA
pH		6.3
C.E.	mS/cm	0.30

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Dureza total (como CaCO ₃)	mg/L	589.00
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/L	155.26
Cloruros (como Cl)	mg/L	19.86
Sulfatos (como SO ₄ ⁻²)	mg/L	180.00
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/L	361.00
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	0.01
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	mg/L	55.02
Sólidos Disueltos Totales	g/L	0.15
Sodio (como Na)	mg/L	1.75
Potasio (como K)	mg/L	0.50




 D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
 JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANEXO 2. Resultados de análisis de fertilidad de suelos del área de estudio



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO –
PUNO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Nuñoa – Provincia de Melgar.
SOLICITANTE : Victor Yana Huahuachampi
MOTIVO : Análisis Fertilidad de suelos para riego.
MUESTREO : 03/11/2022 (por el interesado)
ANÁLISIS : 04/11/2022

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	Muestra 01	55	25	20	Franco arcillo arenoso	0.00	2.40	0.12

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	5.95	0.15	N.C.	10.20	140	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FAR = Franco arcillo arenoso
Ar = Arcilloso
FAR = Franco arcillo arenoso
CIC = Capacidad Intercambio Cationico
N = Nitrógeno total
K⁺ = Potasio cambiabile
A = Arena
Ca²⁺ = Calcio cambiabile
Na⁺ = Sodio cambiabile
CO₃⁻ = Carbonatos
me = miliequivalente.
ppm = Partes por millón.

FAR = Franco arcilloso
M.O. = Materia orgánica
P = Fósforo disponible
K = Potasio disponible
C.E. = Conductividad eléctrica
SB = Saturación de bases
Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
mS/cm = milisiemens por centimetro
C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
Al³⁺ = Aluminio cambiabile
NC = no corresponde

Dr. Evaristo Mamani Mamani
ANALISTA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Dr. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

ANEXO 3. Resultados de análisis de semilla y poder germinativo del cultivo de espinaca.



Foto 1. Herramientas e insumos para preparación de terreno en invernadero



Foto 2. Instalación y mesclado de materia orgánica dentro del invernadero



Foto 3. Marcado de campo experimental de las parcelas



Foto 4. Etapa fenológica tercera semana después de la siembra del cultivo de espinaca en condiciones de invernadero.



Foto 5. Pesado de dosis de guano de isla para los tratamientos en estudio.



Foto 6. Aplicación de riego a todos los tratamientos de cultivo espinaca.



Foto 7. Deshierbo de cultivo de espinaca dentro del invernadero.



Foto 8. Primer aporque de cultivo de espinaca en invernadero.



Foto 9. Medición de ancho de hojas del cultivo de espinaca en cm.



Foto 10. Medición de altura de planta en cm.



Foto 11. Medición altura de planta en cm T0 (testigo) en invernadero.



Foto 12. Aplicación de riego a todos los tratamiento de cultivo de espinaca.



Foto 13. Segundo aporque del cultivo de espinaca dentro del invernadero.



Foto 14. Cosecha de cultivo de espinaca



Foto 15. Pesado de hojas de cultivo de espinaca por cada tratamiento.



Foto 16. Pesado de hojas de espinaca en cada parcela.



Foto 17. Conteo y evaluación final del rendimiento de espinaca.



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNA-PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



FORMATO N° 1

SEÑOR SUB DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA AGRONOMICA UNA - PUNO:

En mérito a la evaluación y dictamen del borrador de tesis, titulado EFECTO DE GUANO DE ISLA EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L), VAR. VIROFLAY EN INVERNADERO DEL DISTRITO DE NUÑO A 2022, con código PILAR N° 2022 - 1803 presentado por el bachiller **VICTOR YANA HUAHUACHAMPI**, el jurado revisor lo declara:

APTO (X)

Por tanto, esta expedido para la sustentación no presencial y defensa de la tesis. Determinando que dicho acto académico se lleve a cabo el día **28 de diciembre del 2023** a las **14:00** horas. Por lo que solicitamos a usted, se efectuó los tramites y la publicación correspondiente para la realización de acuerdo a lo reglamentado.

En Puno (C.U.), a los 14 días del mes de diciembre del 2023


M. Sc. ABDON CHARAJA VILLALTA
Presidente


Dr. EDGAR PELINCO RUELAS
Primer miembro


M. Sc. MARCO ALEXIS VERA ZUÑIGA
Segundo miembro


Dr. FELIX ALONSO ASTETE MALDONADO
Director o asesor de Tesis

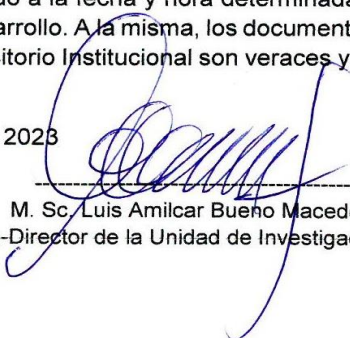

VICTOR YANA HUAHUACHAMPI
Tesisista

PROVEÍDO DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Considerando que la evaluación y dictamen del borrador de tesis por el jurado revisor se declaró como apto:

Esta Sub-Dirección autoriza el trámite y la publicación de la sustentación presencial y defensa de la tesis; de acuerdo a la fecha y hora determinada por los jurados, en la sala de docentes para su desarrollo. A la misma, los documentos que se presentan para su publicación en el Repositorio Institucional son veraces y auténticos del autor (es).

Puno C.U. 14 de diciembre del 2023


M. Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo
Sub-Director de la Unidad de Investigación-EPIA



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Victor Yana Huabwachampi,
identificado con DNI 43120199 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto de Guano de Isla en el cultivo de
Espinaca (*Spinacia oleracea* L) Var. Viroflay
en invernadero del distrito de Nuñoa 2022 ”

Es un tema original.

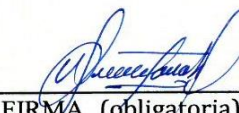
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 18 de diciembre del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Victor Yana Huachampi°,
identificado con DNI 43120199 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto de Guano de Isla en el cultivo de
Espinaca (*Spinacia oleracea* L.) Var. Viroflay
en Invernadero del distrito de Nuñoa 2022 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 18 de diciembre del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella