

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ESPINACA DE CORTE
(*Spinacia oleracea* L.) CON DIFERENTES NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ EN
CONDICIONES DE AMBIENTE ATEMPERADO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE
KALLUTACA**

Por:

Jose Luis Chura Quispe

EL ALTO – BOLIVIA

Abril, 2025

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIETADES DE ESPINACA DE CORTE
(*Spinacia oleracea* L.) CON DIFERENTES NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ EN
CONDICIONES DE AMBIENTE ATEMPERADO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE
KALLUTACA**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Jose Luis Chura Quispe

Asesores:

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Tribunal Revisor:

M. Sc. Lic. Ing. Simar Fernando Catari Condori

Lic. Ing. Walter Fernandez Molina

M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

Esta investigación se la dedico a Dios y a las personas más importantes de mi vida mi mamá querida Aurora Quispe Choque, a mi esposa Aidee M. Bautista L. y a mi hermano/a; Marco A. Chura Q., Gaby Choque Q. por todo el esfuerzo que hicieron al sacarme adelante y poder llegar hasta donde estoy, porque sin su sacrificio no sería nada y por ese amor que siempre me dieron, les agradezco por confiar en mi dándome consejos acertados.

A una persona especial que me aliento con sus palabras, en los momentos difíciles que atravesé hasta concluir, tío Luis Huallpara gracias.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi profundo Agradecimiento a Dios, por haberme guiado y permitido concluir mi trabajo. Como así a mi familia, por el apoyo incondicional a mi formación profesional.

A la Universidad Pública y Autónoma de El Alto, a la Carrera de Ingeniería Agronómica Centro Experimental Kallutaca y Sede San Pablo-Caranavi por su acogida y brindarme la oportunidad de formarme en sus aulas y predios.

A los predios de la Carrera de Ingeniería Agronómica que es el Centro Experimental Kallutaca por haberme acogido y brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica que me formaron con sus conocimientos científicos.

Agradecer a mi asesor M.Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez, que me brindó su apoyo incondicional con sus conocimientos para estructurar este trabajo de investigación y también por los buenos momentos compartidos.

Agradecer en especial a mi tribunal Lic. Ing. Walter Fernandez Molina, que me brindó su apoyo incondicional con sus conocimientos para estructurar este trabajo de investigación y por los buenos momentos compartidos.

Al tribunal revisor M. Sc. Lic. Ing. Simar Fernando Catari Condori, M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani por sus contribuciones y sugerencias que fueron importantes para la realización de este trabajo de investigación.

A todos mis amigos en especial a todos, que siempre me brindaron su amistad y apoyo que perdurara por siempre por los momentos compartidos.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ABREVIATURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii

INDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Antecedentes.....	15
1.2. Planteamiento del problema	15
1.3. Justificación	15
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos	16
1.5. Hipótesis.....	16
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Origen del cultivo de espinaca	17
2.2. Características del Cultivo de Espinaca	17
2.3. Importancia del cultivo de espinaca.	18
2.4. Taxonomía y descripción morfológica del género Spinaceae.....	19
2.4.1. Taxonomía.....	19
2.4.2. Descripción botánica.....	19
2.4.3. Adaptabilidad del cultivo.....	20
2.4.4. Almacigo	20

2.5.	Características Agronómicas	20
2.5.1.	Temperatura	20
2.5.2.	Suelo.....	21
2.5.3.	pH.....	21
2.5.4.	Plagas.....	21
2.5.5.	Enfermedades.....	21
2.6.	Manejo del cultivo	22
2.6.1.	Almacigo	22
2.6.2.	Siembra.....	22
2.6.3.	Riego	22
2.6.4.	Cosecha y densidad.....	22
2.7.	Variedades.....	23
2.7.1.	Viroflay	23
2.7.2.	Savoy verde	23
2.8.	Producción orgánica	23
2.9.	Abonos orgánicos	24
2.9.1.	Humus de lombriz.....	24
2.10.	Sistemas Atemperados	24
2.10.1.	Carpa Solar	24
2.10.2.	Características del Ambiente Atemperado	24
2.10.2.1.	Cubiertas.....	25
2.11.	Relación Beneficio/Costo	25
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1.	Localización	26
3.1.1.	Ubicación Geográfica	26
3.1.2.	Características Edafoclimáticas	26

3.1.2.1.	Clima.....	26
3.1.2.2.	Suelo.....	27
3.1.2.3.	Topografía.....	27
3.1.2.4.	Flora.....	27
3.1.2.5.	Fauna.....	27
3.1.2.6.	Características del invernadero.....	28
3.2.	Materiales	28
3.2.1.	Material de estudio.....	28
3.2.1.1.	Insumos	28
3.2.1.2.	Sustratos.....	29
3.2.2.	Material de escritorio.....	29
3.2.3.	Material de campo.....	29
3.3.	Método.....	30
3.3.1.	Desarrollo de la investigación.....	30
3.3.1.1.	Construcción de almacigueras	30
3.3.1.2.	Sustrato	31
3.3.1.3.	Siembra del material vegetal.....	32
3.3.1.4.	Preparación del Terreno.....	33
3.3.1.5.	Trasplante.....	33
3.3.1.6.	Preparación de niveles de humus lombriz.....	34
3.3.1.7.	Método de aplicación de humus lombriz	34
3.3.1.8.	Seguimiento del ensayo.....	35
3.3.1.9.	Labores culturales.....	36
3.3.1.9.1.	Deshierbe.....	36
3.3.1.9.2.	Riego.....	36
3.3.1.9.3.	Cosecha	37

3.3.1.9.4. Registro de datos	37
3.3.2. Diseño experimental	37
3.3.3. Factores de estudio o tratamientos en estudio	38
3.3.3.1. Formulación de tratamientos	38
3.3.4. Croquis del Experimento	39
3.3.5. Variables de respuesta.....	39
3.3.5.1. Altura total de la planta	39
3.3.5.2. Largo de la hoja	40
3.3.5.3. Ancho de la hoja	40
3.3.5.4. Número de hojas por planta	40
3.3.5.5. Área foliar de la planta	40
3.3.6. Análisis económico	41
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Factores climatológicos.....	42
4.1.1. Temperatura (°C)	42
4.1.2. Humedad (%).....	43
4.2. Variables agronómicas.....	45
4.2.1. Altura de planta (cm).....	45
4.2.2. Número de hojas.....	48
4.2.3. Largo de hoja	51
4.2.4. Ancho de hoja	54
4.2.5. Largo del peciolo.....	57
4.2.6. Área foliar.....	60
4.2.7. Rendimiento de las variedades de espinaca (g/m ²).....	63
4.3. Análisis económico	65
4.3.1. Beneficio Neto.....	65

4.3.2. Relación Beneficio/Costo	66
5. CONCLUSIONES.....	68
6. RECOMENDACIONES.....	70
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71
8. ANEXOS	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características del cultivo de espinaca	17
Cuadro 2. Tabla nutricional del cultivo de espinaca	18
Cuadro 3. Taxonomía del cultivo de espinaca	19
Cuadro 4. Densidad del cultivo de espinaca	23
Cuadro 5. Tipos de cubierta.....	25
Cuadro 6. Material biológico	28
Cuadro 7. Análisis de varianza para altura de planta en dos variedades de espinaca con la aplicación de cuatro niveles de Humus de lombriz	45
Cuadro 8. Promedio de altura de planta (cm), obtenidas con la aplicación de cuatro niveles de Humus de Lombriz.....	47
Cuadro 9. Análisis de varianza para número de hojas en dos variedades de espinaca bajo el nivel cuatro niveles de Humus de lombriz	48
Cuadro 10. Promedio del número de hojas, obtenidos en las dos variedades de espinaca	49
Cuadro 11. Promedio del número de hojas por espinaca, obtenidas con la aplicación de cuatro niveles de Humus de lombriz	50
Cuadro 12. Promedios obtenidos por tratamiento de la variable Numero de Hojas de dos variedades de Espinaca.....	50
Cuadro 13. Análisis de varianza para el largo de hojas de dos variedades de espinaca bajo el nivel cuatro niveles de Humus de lombriz.....	51
Cuadro 14. Promedio de largo de hojas (cm), obtenidas en las dos variedades de espinaca	52
Cuadro 15. Promedio de largo de hojas (cm), obtenidos en la espinaca con la aplicación de cuatro niveles de Humus de Lombriz	52
Cuadro 16. Promedios obtenidos por tratamiento de largo de hoja (cm), durante todo el ciclo productivo de las dos variedades de espinaca.....	53

Cuadro 17.	Análisis de varianza para ancho de hojas en dos variedades de espinaca con la aplicación de cuatro niveles de Humus de lombriz	54
Cuadro 18.	Promedio de ancho de hojas (cm), obtenidas en las dos variedades de espinaca	55
Cuadro 19.	Promedio del ancho de hojas (cm), obtenidas en las dos variedades de espinaca con la aplicación de cuatro niveles de Humus de lombriz	55
Cuadro 20.	Promedios obtenidos por tratamiento de la variable ancho de hoja de dos variedades de Espinaca.....	56
Cuadro 21.	Análisis de varianza para largo del peciolo en dos variedades de espinaca bajo cuatro niveles Humus de lombriz.....	57
Cuadro 22.	Promedio del largo del peciolo (cm), obtenidas en las dos variedades de espinaca con la aplicación de cuatro niveles de Humus de lombriz	58
Cuadro 23.	Análisis de varianza para área foliar en dos variedades de espinaca bajo cuatro niveles Humus de lombriz	60
Cuadro 24.	Promedio de área foliar, obtenidas en las dos variedades de espinaca	61
Cuadro 25.	Promedio del área foliar, obtenidas en las dos variedades de espinaca con la aplicación de cuatro niveles de Humus de lombriz	61
Cuadro 26.	Promedios obtenidos por tratamiento de la variable área foliar de dos variedades de Espinaca.....	62
Cuadro 27.	Análisis de varianza para rendimiento en dos variedades de espinaca bajo cuatro niveles Humus de lombriz	63
Cuadro 28.	Promedio de rendimiento, obtenidas en las dos variedades de espinaca..	64
Cuadro 29.	Promedio del rendimiento, obtenidas en las dos variedades de espinaca con la aplicación de cuatro niveles de Humus de lombriz	64
Cuadro 30.	Promedios obtenidos por tratamiento de la variable rendimiento de dos variedades de Espinaca.....	65
Cuadro 31.	Análisis de Beneficio Neto para 30 m ² , para cada tratamiento	66
Cuadro 32.	Análisis de Beneficio/Costo para 30 m ² , para cada tratamiento.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del Experimento (Centro Experimental de Kallutaca)	26
Figura 2.	Almacigo	30
Figura 3.	Sustrato	31
Figura 4.	Siembra del material biológico en almacigo	32
Figura 5.	Preparado de terreno para la siembra.....	33
Figura 6.	Trasplante del cultivo de espinaca	34
Figura 7.	Pesado del Humus de lombriz.....	35
Figura 8.	Seguimiento de la investigación	35
Figura 9.	Riego a goteo.....	36
Figura 10.	Croquis de implementación de la investigación, con sus respectivas	39
Figura 11.	Altura total de la planta.....	40
Figura 12.	Temperatura máxima y mínima (°C), durante el periodo de evaluación	42
Figura 13.	Humedad relativa (%), durante el periodo de evaluación.....	44
Figura 14.	Promedio de altura de planta (cm), obtenidas para las dos variedades de espinaca	46
Figura 15.	Promedios obtenidos por tratamiento para altura de planta (cm), durante todo el ciclo productivo de las dos variedades de espinaca	47
Figura 16.	Promedio de largo de peciolo (cm), obtenidas de dos variedades de espinaca 58	
Figura 17.	Promedios obtenidos por tratamiento de la variable largo de peciolo de dos variedades de espinaca.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de Temperatura y Humedad Relativa.....	76
Anexo 2. Promedios medios registrados de las variables agronómicas durante todo el ciclo productivo, introducidos al programa estadístico de análisis de datos (InfoStat) 76	76
Anexo 3. Promedios medios registrados de las variables agronómicas Área Foliar durante todo el ciclo productivo, introducidos al programa estadístico de análisis de datos (InfoStat)	77
Anexo 4. Costo de Producción de la espinaca. Tratamiento 1 (Variedad Savoy verde con 0 g/planta de Humus de lombriz)	78
Anexo 5. Costo de Producción de la espinaca. Tratamientos 2,3 y 4 (Variedad Savoy verde con 10, 20 y 30 g/planta de Humus de lombriz)	78
Anexo 6. Costo de Producción de la espinaca. Tratamiento 5 (Variedad Viroflay con 0 g/planta de Humus de lombriz)	79
Anexo 7. Costo de Producción de la espinaca. Tratamientos 6,7 y 8 (Variedad Viroflay con 10, 20 y 30 g/planta de Humus de lombriz)	79
Anexo 8. Análisis químico de Agua	80
Anexo 9. Análisis químico de Humus Lombriz.....	81
Anexo 10. Análisis químico del suelo	82
Anexo 11. Preparado del sustrato para el almacigo	83
Anexo 12. Características del material biológico	83
Anexo 13. Preparado del almacigo	84
Anexo 14. Siembra de las dos variedades de espinaca en el almacigo.....	84
Anexo 15. Germinación de las dos variedades de espinaca en el almacigo.....	85
Anexo 16. Pesado del Humus de lombriz en sus diferentes niveles.....	85
Anexo 17. Prendimiento de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra .	86
Anexo 18. Identificación de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra .	86

Anexo 19.	Numeración de las muestras de planta de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra.....	87
Anexo 20.	Rendimiento más alto de las dos variedades de espinaca	87
Anexo 21.	Crecimiento de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra...	88
Anexo 22.	Preparado de bolsas para las dos variedades de espinaca.....	88
Anexo 23.	Materiales, herramientas de escritorio y de campo para las dos variedades de espinaca	89
Anexo 24.	Cosecha de las dos variedades de espinaca	89
Anexo 25.	Lavado las dos variedades de espinaca.....	90
Anexo 26.	Hoja de la variedad Viroflay.....	90
Anexo 27.	Hoja de la variedad Savoy verde.....	91
Anexo 28.	Respectivo pesaje de las dos variedades de espinaca.....	91
Anexo 29.	Sellado de las dos variedades de espinaca.....	92
Anexo 30.	Producto final de las dos variedades de espinaca.....	92
Anexo 31.	Embolsado final de las dos variedades de espinaca	93

ABREVIATURAS

Bs	Bolivianos
cm	Centímetro
°C	Centígrado
mmho	Micromhos
pH	Potencial de hidrogeno
IAF	Índice de área foliar
ha	Hectárea
kg	Kilógramo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
g	Gramos
cm ²	Centímetro cuadrado
m ²	Metro cuadrado
P	Fosforo
N	Nitrógeno
K	Potasio
mg	Miligramo
%	Porcentaje
Cal	Calorías

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de dos variedades de espinaca de corte (*Spinacia oleracea* L.) bajo diferentes niveles de humus de lombriz en condiciones de ambiente atemperado. La investigación se desarrolló en el Centro Experimental de Kallutaca, municipio de Laja, departamento de La Paz, región donde la producción de hortalizas enfrenta desafíos debido a factores ambientales y la falta de buenas prácticas de manejo y fertilización orgánica. El experimento se realizó en una superficie de 30 m², utilizando un diseño en bloques completamente al azar (D.B.C.A.) con arreglo factorial (8 tratamientos y 4 repeticiones). Los factores fueron: variedad (Viroflay y Savoy verde) y niveles de humus de lombriz (0 g, 10 g, 20 g y 30 g). Se evaluaron las siguientes variables: altura de planta, largo y ancho de hoja, largo de pecíolo, área foliar y rendimiento, analizándose mediante análisis de varianza. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Sin embargo, el nivel de 30 g de humus de lombriz destacó por alcanzar el mayor rendimiento (56.14 g/m²) en la variedad Viroflay. Esta variedad presentó mejores valores de rendimiento general (52.98 g/m²) comparada con Savoy verde, mostrando un comportamiento superior en las variables de respuesta evaluadas. El análisis beneficio/costo indicó que los tratamientos más rentables fueron 30 g y 0 g de humus de lombriz en la variedad Viroflay, con valores de 1.12 y 1.26, respectivamente. Por tanto, la variedad Viroflay, además de su mayor productividad, resultó ser una opción económica viable en la región del altiplano boliviano. Estos resultados destacan el potencial del humus de lombriz y el manejo adecuado de variedades como herramientas clave para la sostenibilidad y rentabilidad en la producción de espinaca en condiciones de ambiente atemperado.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the performance of two varieties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under different levels of worm humus in temperate conditions. The research was carried out at the Kallutaca Experimental Center, Laja municipality, La Paz department, a region where vegetable production faces challenges due to environmental factors and the lack of good management and organic fertilization practices. The experiment was carried out on an area of 30 m², using a completely randomized block design (CBD) with a factorial arrangement (8 treatments and 4 repetitions). The factors were: variety (Viroflay and Savoy green) and levels of worm humus (0 g, 10 g, 20 g and 30 g). The following variables were evaluated: plant height, leaf length and width, petiole length, leaf area and yield, analyzed by variance analysis. The results showed that there were no significant statistical differences between the treatments. However, the 30 g worm humus level stood out for achieving the highest yield (56.14 g/m²) in the Viroflay variety. This variety presented better overall yield values (52.98 g/m²) compared to Savoy green, showing superior performance in the response variables evaluated. The benefit/cost analysis indicated that the most profitable treatments were 30 g and 0 g of worm humus in the Viroflay variety, with values of 1.12 and 1.26, respectively. Therefore, the Viroflay variety, in addition to its higher productivity, turned out to be a viable economic option in the Bolivian highland region. These results highlight the potential of worm humus and proper variety management as key tools for sustainability and profitability in spinach production under temperate environmental conditions.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica en nuestro país es de mucha importancia debido a que aporta, en la conservación del medio ambiente y preserva la salud humana al ser más saludable y libre de agentes tóxicos. El uso de abonos orgánicos e insumos propios del lugar logra aportar materia orgánica y humus al suelo, la actividad que beneficia a los microorganismos que contribuye a mejorar la fertilidad del suelo y una simbiosis adecuada, ya que los pequeños productores no tienen conocimiento de la aplicación de estos productos orgánicos que son favorables en la producción de alimentos sanos y saludables.

Sin embargo, las hortalizas como fuente principal de vitaminas y minerales, es así que la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es una hortaliza con alto contenido de vitamina A, vitamina C, y minerales esenciales, es un cultivo de ciclo corto y permite de 4 a 5 cosechas durante su ciclo vegetativo, fácil de cultivar con mayor demanda en el mercado (Borrego, 1995).

El altiplano boliviano presenta varios factores medio ambientales que limitan la producción de cultivos agrícolas entre ellos las hortalizas, tales como: heladas, granizadas y los suelos en el altiplano presentan bajo nivel de nutrientes. Para reducir estos factores ambientales en el altiplano boliviano es necesario la utilización de ambientes atemperados y controlados destinados a producción de hortalizas y otros cultivos agrícolas, con abonos orgánicos, todo ello como una alternativa para el pequeño productor, ya que estos ambientes permiten obtener mayores rendimientos de producción y alta rentabilidad económica en periodos cortos y en espacios reducidos.

La espinaca es una verdura excepcional y muy apetecido por sus cualidades nutricionales y dietéticas por poseer un sabor característico, pigmentos, fitonutrientes y de acción antioxidante que nos ayuda a prevenir un envejecimiento prematuro. Asimismo, es muy buena fuente de vitaminas del grupo B, rica en calcio, hierro, magnesio, manganeso, potasio, sodio y vitaminas E, F, además presenta también buenas cantidades de yodo y fosforo.

Con el objetivo de mejorar la productividad, la fertilidad del suelo y evitar los factores ambientales, se tomó una alternativa en usar abonos orgánicos que ayuda recuperar y a mantener la fertilidad del suelo a lo largo del tiempo, por el aporte de materia orgánica y la actividad de los microorganismos.

1.1. Antecedentes

Estudios realizados por Callizaya (2007), evaluó el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de variedades de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) bajo condiciones de ambiente protegido, en donde la variable rendimiento de materia verde, la variedad Jamaica obtuvo mayor rendimiento con los tres niveles de estiércol (N1=0.469, N2=0.655 y N3=0.973 kg/m² respectivamente).

Callizaya (2007), enfatiza la variedad Viroflay con los diferentes niveles obtuvo (N1=0.417, N2=0.625 y N3=0.936 kg/m² respectivamente), entonces concluye que cuando se aplica el doble del requerimiento de nutrientes se obtiene mayor rendimiento o viceversa.

1.2. Planteamiento del problema

En el altiplano boliviano la producción de hortalizas se ve afectado por los niveles de nutrientes disponibles en los suelos del altiplano con dificultades de absorber, los factores medioambientales y el uso de fertilizantes o abonos orgánicos, que no dañe al medio ambiente ni crea dependencia de pequeños productores para obtener buenos rendimientos en los cultivos, debido a estos y otros factores las hortalizas no se producen de una manera que satisfagan las exigencias nutricionales, en este caso el cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) que nos brinda muchas bondades nutricionales.

1.3. Justificación

En el presente trabajo de investigación es dar mayor importancia e impulsar a la agricultura orgánica con la aplicación de humus de lombriz, porque se puede establecer un abono orgánico y una cantidad correcta de humus de lombriz para la adecuada fertilización de la espinaca incrementando su rendimiento. Relevancia nutricional y económica de la espinaca, promoción de la agricultura sostenible, independiente y mejora de prácticas agrícolas. Por otro lado, también impulsar al consumo de la espinaca que tiene buenas bondades nutricionales mediante la producción orgánica que permite obtener alimentos sanos y libres de residuos tóxicos. Para ello se planteó evaluar el rendimiento de dos variedades de espinaca de corte (*Spinacia oleracea* L.) con diferentes niveles de humus de lombriz en condiciones de ambiente atemperado en el Centro Experimental de Kallutaca.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el rendimiento de dos variedades de espinaca de corte (*Spinacia oleracea* L.) con diferentes niveles de humus de lombriz en condiciones de ambiente atemperado en el Centro Experimental de Kallutaca.

1.4.2. Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento agronómico de dos variedades de espinaca bajo diferentes niveles de humus de lombriz en condiciones atemperado.
- Determinar el nivel óptimo de humus de lombriz que maximice el rendimiento y la calidad de cada variedad de espinaca.
- Analizar las características fisiológicas y de crecimiento de las dos variedades de espinaca en respuesta a los niveles de humus de lombriz.
- Evaluar la viabilidad económica del uso de humus de lombriz en la producción de espinaca en condiciones de ambiente atemperado

1.5. Hipótesis

- **Ho:** No existe diferencias estadísticas significativas en la evaluación de rendimiento de dos variedades de espinaca de corte (*Spinacia oleracea* L.) con diferentes niveles de humus de lombriz en condiciones de ambiente atemperado.
- **Ha:** Existen diferencias estadísticas significativas en la evaluación de rendimiento de dos variedades de espinaca de corte (*Spinacia oleracea* L.) con diferentes niveles de humus de lombriz en condiciones de ambiente atemperado.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen del cultivo de espinaca

Borrego (1995), citado por Smith, J. y Lee, A. (2017), su origen de la espinaca está centrado en el sudoeste asiático, fue introducida en España por los árabes en el siglo XI y posteriormente a Europa, siendo citadas sus semillas en el siglo XIII por Alberto Magno.

El cultivo de la espinaca es una hortaliza de la familia Chenopodiaceae originaria de Persia. Sin embargo, se conoce por sus buenas bondades nutricionales y por su riqueza en hierro, pero también por su aptitud para acumular nitratos (Claude, 1997).

2.2. Características del Cultivo de Espinaca

Según Borrego (1995), citado por Smith, J. & Lee, A. (2017), se tiene las siguientes características:

- **Forma:** existen cultivares erectos, semipostrados o postrados.
- **Tamaño y peso:** el tamaño de las hojas depende mucho de la variedad y el tipo de nutrientes a disponibilidad y puede llegar a pesar 20 g la hoja.
- **Color:** es de color verde claro o verde oscuro dependiendo de la variedad. Sabor: como la mayoría de las hortalizas es de sabor muy agradable, dulce y jugoso.
- **Sabor:** como la mayoría de las hortalizas es de sabor muy agradable, dulce y jugoso.

También se tiene las siguientes características como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características del cultivo de espinaca

Días de germinación	7-12 días
Distancias entre plantas	25-30cm
Duración de la primera cosecha	45 - 50 días
Ciclo de vida	3 – 5 meses
Número de cosecha	4 – 6 cosechas
Rendimiento por surco de 30.5 m	18.4 kg

Fuente: López (1994).

Entre las principales hortalizas de clima frío, cuya temperatura media mensual es de 15 a 18 °C está la espinaca (Valadez, 1996, citado por Johnson, K. & Patel, S. 2016).

Las variedades propias de invierno soportan temperaturas bajas que pueden llegar a 5 °C por debajo de 0 sin llegar a dañarse (Serrano, 1980, citado por Garcia, F., et al. 2019).

El cultivo de la espinaca tiene una tolerancia a la salinidad de 10 a 12 mmho pero esta depende de las condiciones de clima, condiciones del suelo y prácticas de manejo (Valadez, 1996, citado por Johnson, K. & Patel, S. 2016).

2.3. Importancia del cultivo de espinaca.

Según Unterladstatter (2000), citado por Pérez y Gonzales (2018), estos cultivos son muy ricos en hierro y también en vitaminas como A, B, C y D, además de minerales esenciales como Ca, P, K, Cl, Na y Mg.

Torres (1994) señala que este producto se utiliza en la medicina por sus beneficios para tratar artritis, reumatismo, inflamación intestinal, estreñimiento, diarrea, debilidad, anemia, hemorroides y enfermedades de la piel debido a su alto contenido de hierro.

La tabla nutricional del cultivo de espinaca se puede observar en el cuadro 2 de producto comestible.

Cuadro 2. Tabla nutricional del cultivo de espinaca

Composición Nutritiva de la Espinaca (por 100 g de producto comestible)			
Prótidos (g)	3.2-3.77	Vitamina C (mg)	59
Lípidos (g)	0.3-0.65	Calcio (mg)	81-93
Glúcidos (g)	3.59-4.3	Fósforo (mg)	51-55
Vitamina A (U.I.)	8.100-9.420	Hierro (mg)	3.0-3.1
Vitamina B1 (mg)	110	Valor energético (cal)	26
Vitamina B2 (mg)	200		

Fuente: López (1994).

2.4. Taxonomía y descripción morfológica del género Spinaceae

2.4.1. Taxonomía

Según Borrego (1995), la espinaca tiene la siguiente verificación taxonómica como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Taxonomía del cultivo de espinaca

Reino	: Vegetal
Sub reino	: Embryobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Caryophyllidae
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Chenopodiaceae
Género	: Spinaceae
Nombre científico	: <i>Spinacea oleracea</i> L.
Nombre común	: Espinaca

2.4.2. Descripción botánica

Según Borrego (1995), las características botánicas son:

- **Raíz:** la raíz es pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial.
- **Tallo:** el tallo es corto y rudimentario, llegando a medir de 5 a 10 cm.
- **Hojas:** forma en primer lugar una roseta de hojas pecioladas con un limbo que puede ser más o menos sagitado, triangular-ovalado o triangular acuminado, de márgenes enteros o sinuosos y de aspecto blando, rizado, liso o abollado. En esta fase de roseta la planta puede alcanzar una altura de 15 a 25 cm. de altura.

- **Flor:** forma un escapo floral que puede alcanzar un porte superior a los 80 cm. Las flores son verdosas y es importante señalar que se trata de una especie dioica, es decir que existen plantas de espinaca con flores masculinas y plantas con flores femeninas. Las flores masculinas aparecen en espigas terminales o axilares en grupos de 6 a 13. Las flores femeninas se agrupan en grumérulos axilares.
- **Semillas:** de forma lenticular, lisa en unas variedades y espinosa en otras. Cómo término medio tiene una capacidad germinativa de 4 años, en 1 g. Puede contenerse unas 115 semillas.

2.4.3. Adaptabilidad del cultivo

El cultivo de espinaca puede cultivar en los meses más fríos del año es decir a partir de finales de mayo a julio. En los valles es una especie que se puede dar durante todo el año siempre y cuando no se presenten heladas intensas (Unterladstatter, 2000).

2.4.4. Almacigo

La siembra del cultivo de espinaca se hace en líneas, se separan éstas entre sí de 25 a 35 cm. según la envergadura de la variedad elegida. La profundidad de siembra es aproximadamente de 2cm. La cantidad de semilla depende de la época, de la forma de sembrar (chorrillo o voleo), intensidad de cultivo, tamaño de grano etc. (Serrano, 1980, citado por Garcia, F., et al. 2019).

Cuando la siembra se hace con el fin de recolectar escalonadamente las hojas la cantidad de semillas que se emplea es de 4 kg por 10 mil m² aproximadamente un gramo por cada metro lineal que se siembra. Las plantas tardan en emerger de 10 a 20 días según las temperaturas ambientales (Serrano, 1980, citado por Garcia, F., et al. 2019).

2.5. Características Agronómicas

2.5.1. Temperatura

De acuerdo con Valadez (1996), citado por Johnson, K. y Patel, S. (2016), menciona que el cultivo de espinaca soporta temperaturas por debajo de 0 °C, que, si persisten bastante, además de originar lesiones foliares, determinan una detención total del crecimiento, por lo que el cultivo no rinde lo suficiente. La temperatura mínima mensual de crecimiento es de 5 °C.

Según Leñano (1973) enfatiza que la espinaca puede soportar temperaturas inferiores a los 0 °C; sin embargo, si descienden a -5 °C o -7 °C y se prolongan, las hojas comienzan a dañarse. Por otro lado, temperaturas superiores a 15 °C, especialmente con insolación prolongada, aceleran la emisión del escapo floral, lo que afecta la formación de hojas.

2.5.2. Suelo

Maroto (1990) menciona que el terreno para el cultivo de espinaca debe ser fresco y sin problemas de estancamiento de agua, con un pH superior a 6 para evitar clorosis férrica en suelos alcalinos. Por otro lado, Vigliola (1992) destaca que la espinaca puede cultivarse en diversos tipos de suelos y es resistente a la salinidad, aunque requiere buen drenaje, especialmente en riego o temporadas húmedas.

2.5.3. pH

En suelos ácidos con un pH inferior a 6.5 el cultivo se desarrolla mal. También los suelos ligeramente alcalinos determinan el enrojecimiento del pecíolo, carácter comercialmente negativo, y en suelos de pH elevado es sensible a la clorosis (FAO, 2010).

2.5.4. Plagas

Según Valadez (1993), argumenta que la espinaca presenta problemas de insectos plaga principalmente en estado de plántula (primeros 15 días después de la emergencia).

Entre los insectos plaga que ataca al cultivo de la espinaca son:

- Pulga saltona (*Chaetocnema confinis* Crotch)
- Diabrotica (*Diabrotica* spp.)
- En menor importancia figuran los pulgones (*Brevicoryne* spp.)

2.5.5. Enfermedades

En enfermedades los problemas prioritarios son la mancha de la hoja (*Cercospora bericola* Saca), para las que se recomiendan aplicaciones calendarizadas de fungicidas preventivos (Valadez, 1993).

Serrano (1976), menciona que, las enfermedades criptogámicas, los hongos Fusarium y Oídio, es peligroso en los primeros períodos de desarrollo de la planta y en el fin de ciclo. Como medio de control de estas enfermedades se aconseja hacer desinfección de las

semillas y no cultivar el terreno con espinacas durante algunos años en aquellos casos en los que se presuman tales infecciones en el suelo.

2.6. Manejo del cultivo

2.6.1. Almacigo

Según Valdez (1998) precisa que el cultivo de espinaca se puede sembrar aproximadamente 500 semillas/m², dependiendo las condiciones de la almaciguera, se puede sembrar más dependiendo las necesidades productivas.

2.6.2. Siembra

Según Valadez (1993) indica que una de las enfermedades más importantes en el cultivo de espinaca es la mancha de la hoja (*Cercospora bericola* Saca), la cual se puede controlar mediante aplicaciones calendarizadas de fungicidas preventivos. Por su parte, Serrano (1976) señala que enfermedades criptogámicas como Fusarium y Oídio representan un riesgo tanto en las primeras etapas de desarrollo de la planta como al final del ciclo. Para controlar estas enfermedades, se recomienda desinfectar las semillas y evitar cultivar espinacas en terrenos previamente infectados por varios años.

2.6.3. Riego

Serrano (1976) explica que el cultivo de espinaca no tolera el exceso de agua, aunque requiere humedad en el suelo para un desarrollo rápido. Los riegos deben ser frecuentes y de bajo volumen, y el riego por aspersión es una opción viable.

Por su parte, Valadez (1993) sugiere que el número de riegos necesarios oscila entre 4 y 6, dependiendo de factores como la textura del suelo, el cultivar y la estación, con intervalos promedio de 17 días entre cada riego.

2.6.4. Cosecha y densidad

Como se muestra en el cuadro 4 según la distancia entre surcos de 0,46 a 0,92 m y una distancia entre plantas de 5 a 10 cm, se puede obtener un rendimiento promedio de 5.000 kg/ha (Serrano, 1976).

Cuadro 4. Densidad del cultivo de espinaca

Hortaliza	Rendimiento (kg/ha)	Distancia surco (m)	Distancia plantas (cm)	Profundidad de siembra (cm)
Espinaca	5.000	0,46 – 0,92	5 - 10	0,6

Según Serrano (1976) indica que la recolección de la espinaca puede realizarse de forma escalonada, cortando las hojas a medida que crecen, con un máximo de 5 a 7 recolecciones según la época del año. Si se realiza de una sola vez, se corta por debajo del cuello o se arranca de raíz. Por otro lado, Torres (1994) menciona que la producción media en cultivos extensivos alcanza los 10.000 kg/ha, mientras que en cultivos intensivos puede variar entre 15.000 y 20.000 kg/ha.

2.7. Variedades

El cultivo de la espinaca, cuando se cultiva en invernadero, conviene tener en cuenta en sus variedades lo siguiente: época de cultivo, resistencia a la humedad y al frío, resistencia a subirse, tamaño de hojas, color de las hojas, tamaño del pecíolo, precocidad, resistencia a enfermedades (Serrano, 1980, citado por Garcia, F., et al. 2019).

2.7.1. Viroflay

Esta variedad es resistente a la humedad y al frío, de ciclo precoz y de gran productividad. Hojas grandes, de pecíolo largo, forma oval - lanceolada, color verde, consistencia media y poco globosa, puede empezar a cosecharse a los 45 ó 50 días de su siembra, estando en aprovechamiento mucho tiempo sin endurecerse (Serrano, 1980, citado por Garcia, F., et al. 2019).

2.7.2. Savoy verde

Silverwhale RZ F1 (51-300), esta variedad de ciclo medio largo, indicada para recolecciones de primavera y otoño. Posee un altopotencial productivo y una buena calidad de hoja para mercado fresco. Resistencias HR. Pfs:1-9,11-16 IR. Pe10 (multiseedsbolivia).

2.8. Producción orgánica

Los sistemas agrícolas orgánicos buscan optimizar la calidad de la agricultura y del medio ambiente, promoviendo la producción sana y reduciendo el uso de productos sintéticos (IFOAM, 1992).

2.9. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos, se incluyen todas las sustancias orgánicas de origen animal, vegetal o una mezcla de ambos, que se añade al suelo con el objeto de mejorar su fertilidad. El abono orgánico constituye una de las técnicas tradicionales y eficientes para mejorar los cultivos, por ello los agricultores lo emplean desde tiempo inmemorial (Valdez, 1995).

2.9.1. Humus de lombriz

El humus de lombriz es entonces un abono orgánico proveniente de la actividad de las lombrices; se trata de un producto de color café oscuro, granulado, homogéneo e inodoro. Su producción en los últimos años ha tomado gran importancia, ya que mejora las características físicoquímicas del suelo, pero sobre todo por ser un abono orgánico de alta pureza (Narváez, citado por Thompson, R., & Clark, D. 2020).

El humus de lombriz es un abono orgánico completo cuya composición varía según los materiales y procesos utilizados, por lo que realizar análisis en laboratorio es clave para su aplicación efectiva (Tenecela, 2012).

2.10. Sistemas Atemperados

Según la FAO (1990), los sistemas de cultivos atemperados surgen en el país como respuesta a la frustración de no poder encarar problemas estructurales en el altiplano. Sin embargo, aunque los ambientes atemperados no pueden solucionar problemas de fondo, si pueden tener importancia en el rol de desarrollo.

2.10.1. Carpa Solar

De acuerdo con Hartman (1990), indica que, la carpa solar es la construcción más sofisticada de los ambientes atemperados, por lo tanto, su tamaño es mayor y permite la producción de cultivos más delicados.

2.10.2. Características del Ambiente Atemperado

Según Flores (1996), enfatiza que un ambiente atemperado debidamente orientado permitirá captar la mayor concentración de luz y temperatura, durante mayor tiempo, lo que favorecerá obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo obteniendo excelentes resultados.

2.10.2.1. Cubiertas

Flores (1996), indica que, para construir una carpa solar por la forma de techo, previamente se debe tomar en cuenta el material con el cual se va a cubrir el techo a continuación, da a conocer en el cuadro 5 las características de las cubiertas.

Cuadro 5. Tipos de cubierta

Materiales	Infraestructura Techo	Resistencia año	Costo	Color	Transparencia
Vidrio	Requiere	5 a 10 años	Caro	Blanco	No filtra RUV.
Calamina plástica	Requiere	5 a 10 años	Caro	Amarillo	Filtra los RUV.
Plástico con burbujas	No requiere	1 a 2 años	Barato	Blanco	No filtra RUV.
Agrofilm de 200-250 μ m	No requiere	3 a 4 años	Barato	Amarillo	Filtra los RUV.

Fuente: Díaz (1997).

2.11. Relación Beneficio/Costo

Según Choque (2021), en el análisis beneficio costo, que realizó para un área de producción de 44,8 m² obtuvo los siguientes resultados de los tratamientos: de los cuales los que sobresalen más son: el T3 (Espinaca Variedad Viruflay con 10% de Biol), con un Beneficio/Costo de 1,36 el cual significa que por cada Bs 1 invertido se logra ganar Bs. 0,36, como también T2 (Espinaca Variedad Viruflay con 5% de Biol), con un Beneficio/Costo de 1,29 lo que significa por Bs 1 invertido se logra ganar Bs. 0,29. También en el T7 (Espinaca Variedad Bolero con 10 % de Biol), con un Beneficio/Costo de 1,12 lo que significa por Bs. 1 invertido se logra ganar Bs. 0,11. Así mismo indica que los tratamientos que presentaron un menor Beneficio/Costo son: el T1 (Espinaca Variedad Viruflay con 0% de Biol) con un valor de 0,74 como también T8 (Espinaca Variedad Bolero con 15% de Biol) con un valor 0,68, los datos presentados no son rentables esto principalmente debido a los rendimientos y costos de producción que estos poseen.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Geográfica

La presente investigación se desarrolló en el Centro Experimental de Kallutaca perteneciente a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, el cual se encuentra en el municipio de Laja de la Provincia Los Andes del departamento de La Paz. Esta distanciado a 20 km de la sede de gobierno. Geográficamente se encuentra localizada en las siguientes coordenadas: 16°31'25" Latitud Sur y 68°18'31" Longitud Oeste y una altitud de 3900 msnm (Google Earth, 2017), figura 1.

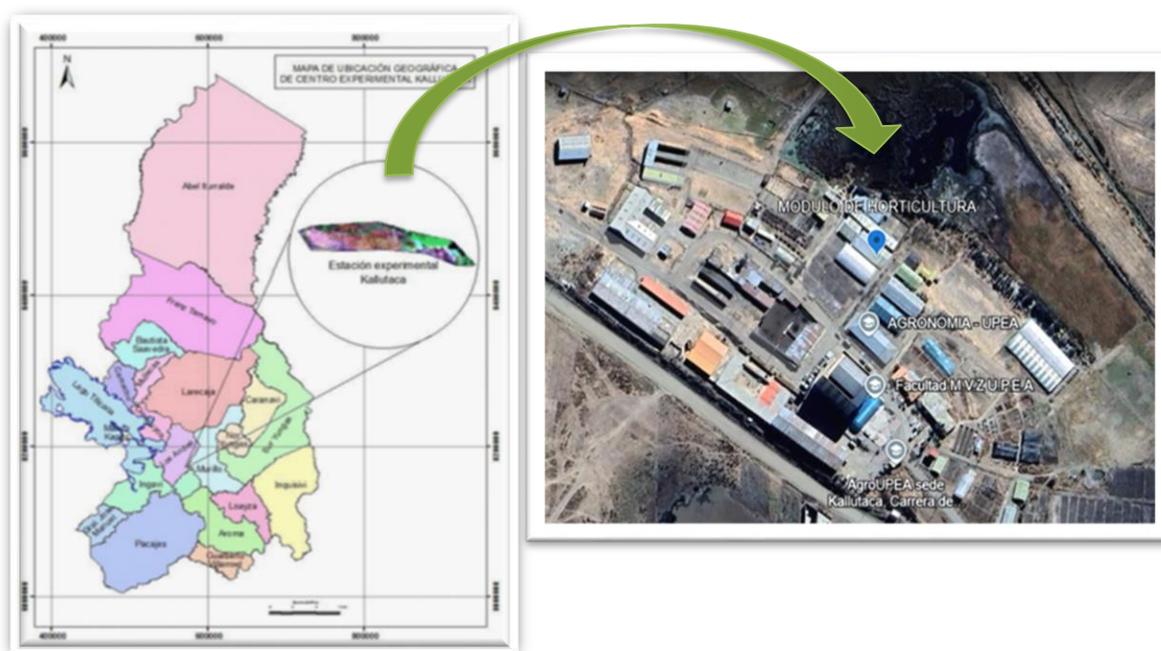


Figura 1. Localización del Experimento (Centro Experimental de Kallutaca)

3.1.2. Características Edafoclimáticas

3.1.2.1. Clima

El comportamiento de la evaporación media encuentra los máximos valores en los meses de septiembre a febrero con 5 a 5.2 mm como promedio, en los meses de marzo a julio disminuye entre 4.1 a 3.9 mm con una acumulación anual de 55.2 mm (Guarachi, 2011).

La temperatura media es de 7,1 °C, se cuentan con temperaturas extremas mínimas de -10,8 a -11,0 °C en los meses de mayo, junio y julio indicando temperaturas bajo cero. Sin embargo en meses de noviembre y diciembre se observa comportamiento de temperaturas máximas de 21,6 a 22,3 °C (Paye, 2015). El mismo autor menciona que existe intensa radiación solar durante el día, que contrasta con las bajas temperaturas nocturnas, provocando grandes variaciones térmicas que derivan en diferentes grados de estrés térmico de los cultivos, los mismos que pueden llegar a bajar considerablemente su producción en los días de helada en el invierno.

3.1.2.2. Suelo

En el Centro Experimental de Kallutaca los suelos están con una asociación de tipo Cambizales – Leptosoles con incluso fluvisoles, muestra textura franca arcillosa con estructura laminar y columnar (Plan Territorial de Desarrollo Integral – Laja 2016 - 2020).

3.1.2.3. Topografía

La topografía es esencialmente plana, puesto que más de 80 % de su superficie tiene una pendiente menor al 2 %, sin embargo, se debe tener en cuenta que alrededor del 13 % del área municipal tiene una pendiente elevada (Cruz, 2021).

3.1.2.4. Flora

La vegetación dominante son los pajonales de Chilliwá e Ichu sicuya (*Stipa ichu*), arbustos de añawuaya (*Adesmia miraflorensis*) y kaylla (*Tetraglochin cristatum*); en las zonas más bajas se encuentran relictos de absurdos, sobre todo familia *Baccharis sp.* (*Thola*, *Añawaya*). Como cultivos se evidencia el desarrollo de papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosum*), granos andinos, leguminosas, forrajes como cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), etc. (Plan Territorial de Desarrollo Integral – Laja 2016 - 2020).

3.1.2.5. Fauna

Entre los mamíferos más importantes, está el zorro (*Canis culapeus*), zorrino (*Conepatus chinga*), el pampa huanco o liebre (*Oryctolagus cuniculus*), de reciente aparición y que se ha convertido en una plaga principalmente de los granos y hortalizas. Dentro de los grupos de las aves, podemos mencionar a la perdiz (*Tinamidae*), patos (*Anatidae*), marías

(*Falconidae*), yaca yaca, cernícalo, picaflor, chokas (pato silvestre) y otras, principalmente en las orillas de los ríos y en lugares húmedos. Se ha detectado poca presencia de batracios como ranas y sapos en algunas vertientes, pero no se ha observado en las orillas de los ríos ya que la contaminación les afecta de manera directa. En algunos ríos y vertientes aparecen algunos peces (*Trichomycterus rivulatus*) conocido como el suche (Arteaga, 2007).

3.1.2.6. Características del invernadero

El ambiente protegido o invernadero, es de tipo doble agua, con una medida de 22 m de largo y 6 m de ancho, con una altura de 2 m y los costados con ventanas con el agrofilm, el cual fue construido con adobes.

3.2. Materiales

3.2.1. Material de estudio

El material biológico que se utilizó en el presente trabajo de investigación fue semillas del cultivo de espinaca (*Spinacea oleraceae* L.), cuadro 6 y la figura 2 que tiene las siguientes características.

Cuadro 6. Material biológico

Variedades	Procedencia	Germinación	Pureza
Viroflay	EE.UU.	85%	99.90%
Savoy verde	DINAMARCA	91%	99.86%

3.2.1.1. Insumos

Los insumos que se utilizó son los siguientes:

Humus de lombriz a tres niveles de dosis:

- 10 gramos/planta
- 20 gramos/planta
- 30 gramos/planta

3.2.1.2. Sustratos

- Arena fina
- turba
- tierra del lugar.

3.2.2. Material de escritorio

- Calculadora
- Computadora personal
- Impresora
- Hojas bond tamaño carta
- Bolígrafos
- Cámara digital
- Cuaderno de apuntes
- InfoStat

3.2.3. Material de campo

- Picota
- Pala
- Rastillo
- Caretilla
- Palo de trasplante
- Guantes
- Estacas de madera
- Cinta métrica
- Flexometro
- Nylon plástico negro
- Vernier
- Letreros de identificación
- Marbetes
- Libreta de campo
- Tablero
- Regla graduada

- Un almacigo
- Repicador
- Termómetro de máximas y mínimas

3.3. Método

En esta investigación experimental sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) busca optimizar su rendimiento mediante el análisis de factores agronómicos, climáticos y de manejo. En este cultivo se evaluó ocho plantines por tratamiento, donde fueron identificados al azar y los datos fueron tomados cada semana y al finalizar la investigación la sistematización y análisis se hizo en el programa estadístico (InfoStat).

3.3.1. Desarrollo de la investigación

3.3.1.1. Construcción de almacigueras

Se construyeron 2 almacigueras de madera de las siguientes dimensiones: ancho 0.40 m, largo 1 m y con una profundidad de 0.20 m como se puede observar en la figura 3.

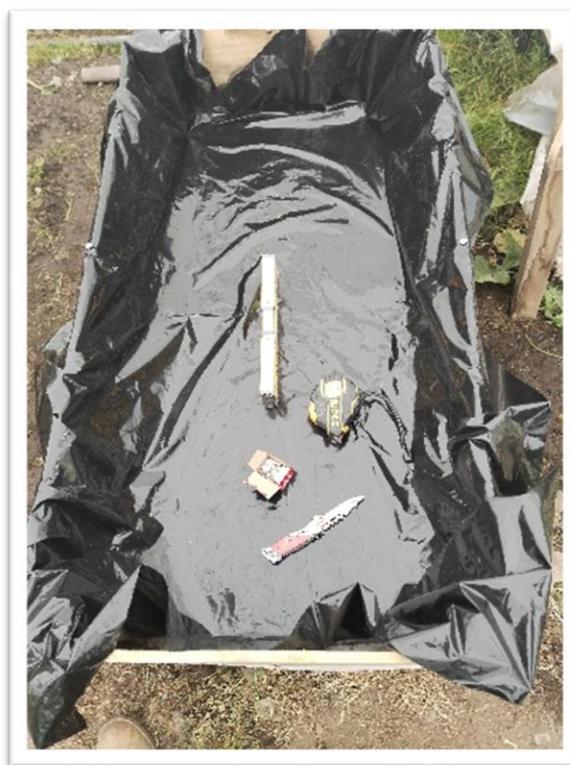


Figura 2. Almacigo

3.3.1.2. Sustrato

Para la preparación del sustrato se procedió a mezclar suelo del lugar, turba y arena fina con una dosis (3:2:1), el cual se humedeció de una manera homogénea figura 4.



Figura 3. Sustrato

3.3.1.3. Siembra del material vegetal

La siembra de las semillas al almacigo para su posterior germinación se realizó en los predios del vivero del módulo de horticultura, propiedad del centro experimental. La semilla se adquirió de tiendas venta de semillas para su siembra en el almacigo, cada almacigo tenía 775 semillas.

En la figura 5 se observa que se evaluó también el porcentaje de germinación en el almacigo dando resultados en la variedad viroflay 86 % y la variedad savoy verde 93%, también se aplicó riego necesario hasta que el sustrato este húmedo.



Figura 4. Siembra del material biológico en almacigo

3.3.1.4. Preparación del Terreno

Se procedió a preparar el terreno, realizando una limpieza de todo residuo vegetal existente en el área de estudio, se preparó volteando el suelo a una profundidad entre 0,15 a 0,20 m posteriormente se desterrono y nivelo el suelo de una manera precisa al requerimiento del cultivo figura 6.



Figura 5. Preparado de terreno para la siembra

3.3.1.5. Trasplante

Para el trasplante de las dos variedades de espinaca Viruflay y Savoy verde, se humedeció el suelo un día antes del trasplante hasta llegar a capacidad de campo, con la finalidad de evitar estrés hídrico en los plantines de las almacigueras de ambas variedades., luego se procedió a realizar los hoyos de 5 cm aproximadamente, con distanciamiento entre plantas

de 25 cm y 30 cm entre surcos, llegando a tener una densidad de 12 plantas/m², tomando en cuenta el croquis de experimento figura 7.



Figura 6. Trasplante del cultivo de espinaca

3.3.1.6. Preparación de niveles de humus lombriz

El Humus de lombriz, fue preparada por el módulo de bioabonos de la carrera de Ingeniería Agronómica; fue pesado en los niveles propuestos en la presente investigación 0 gramos, 10 gramos, 20 gramos y 30 gramos.

3.3.1.7. Método de aplicación de humus lombriz

En la figura 8 con relación al método de aplicación del humus de lombriz en el cultivo de espinaca, fue vía radicular al momento de trasplantar, para una mejor absorción.



Figura 7. Pesado del Humus de lombriz

3.3.1.8. Seguimiento del ensayo

El seguimiento de la investigación se rotulo cada bloque indicado los tratamientos que dio seguimiento, así también las repeticiones. Figura 9 las estacas fueron distribuidas de acuerdo al croquis.



Figura 8. Seguimiento de la investigación

3.3.1.9. Labores culturales

3.3.1.9.1. Deshierbe

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron algunas malezas, fueron controladas manualmente mediante deshierbes permanentes con una frecuencia de una vez por semana, teniendo cuidado de no maltratar las plantas como también las cintas de goteo así manteniendo de esta manera limpio el cultivo durante el desarrollo del cultivo.

3.3.1.9.2. Riego

El riego se instaló un sistema de riego por goteo con 8 hileras de cintas en las 2 platabandas, así mismo también se realizó el riego un día antes del trasplante para el prendimiento del trasplante así manteniendo en condiciones adecuadas de capacidad de campo a los tratamientos. El riego se observa en la figura 10 que se realizó periódicamente cada 2 días automáticamente, por un lapso de tiempo no mayor a 20 minutos observando que el riego no fuese excesivo para evitar la pudrición de las raíces de las plantas como también la proliferación de microorganismos perjudiciales para el cultivo.



Figura 9. Riego a goteo

3.3.1.9.3. Cosecha

La cosecha del cultivo se realizó a partir de 60 días, se cosechó las dos variedades de espinaca de las diferentes parcelas experimentales, se cosecho cortando la base del tallo, llegando a obtener 32 plantas por parcela. Luego de la cosecha se procedió a realizar el pesaje con la ayuda de una balanza digital para calcular el rendimiento en g/m², finalmente ser lavado y comercializado.

3.3.1.9.4. Registro de datos

En el registro y la evaluación se tomaron muestras de 8 plantas al azar de cada tratamiento descartando aquellas plantas que no alcanzaron su buen desarrollo como también plantas que estaban en los extremos - pasillos. Las variables de respuesta se tomaron cada 7 días para concluir el crecimiento entre variedades y el efecto de los diferentes niveles de humus de lombriz propuestos en la investigación.

3.3.2. Diseño experimental

La presente investigación se realizó bajo el diseño experimental Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones con un arreglo factorial. Donde el Factor A corresponde a (Variedades), el factor B corresponde a los niveles de (Humus de lombriz). De acuerdo con Montgomery (2020), el modelo lineal con interacción se representa matemáticamente como:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- **Y_{ijk}** : Valor observado de la variable respuesta para la i -ésima variedad, el j -ésimo tratamiento y el k -ésimo bloque.
- **μ** : Media general.
- **α_i** : Efecto del i -ésimo nivel del Factor A (variedad de espinaca, $i=1,2$).
- **β_j** : Efecto del j -ésimo nivel del Factor B (tratamiento de humus, $j=0, 10, 20, 30$ gramos).
- **$(\alpha\beta)_{ij}$** : Interacción entre la variedad i y el tratamiento j . Este término mide si el efecto del tratamiento varía según la variedad.
- **γ_k** : Efecto del k -ésimo bloque.
- **ϵ_{ijk}** : Error experimental o residuo.

El análisis de varianza (ANOVA) es el método estándar para evaluar si la interacción entre los factores es significativa. Según Walpole (2012), si el valor p asociado a la interacción es menor que 0.05, se concluye que hay una interacción significativa entre los factores. Esto implica que los efectos del tratamiento de humus en el rendimiento de la espinaca varían según la variedad.

3.3.3. Factores de estudio o tratamientos en estudio

Los tratamientos que se aplicaron en la investigación es la siguiente:

- **FACTOR A:** Variedades

a1 = Savoy verde

a2 = Viroflay

- **FACTOR B:** Niveles de Humus de lombriz

b1= Humus de lombriz 10 g/planta

b2= Humus de lombriz 20 g/planta

b3= Humus de lombriz 30 g/planta

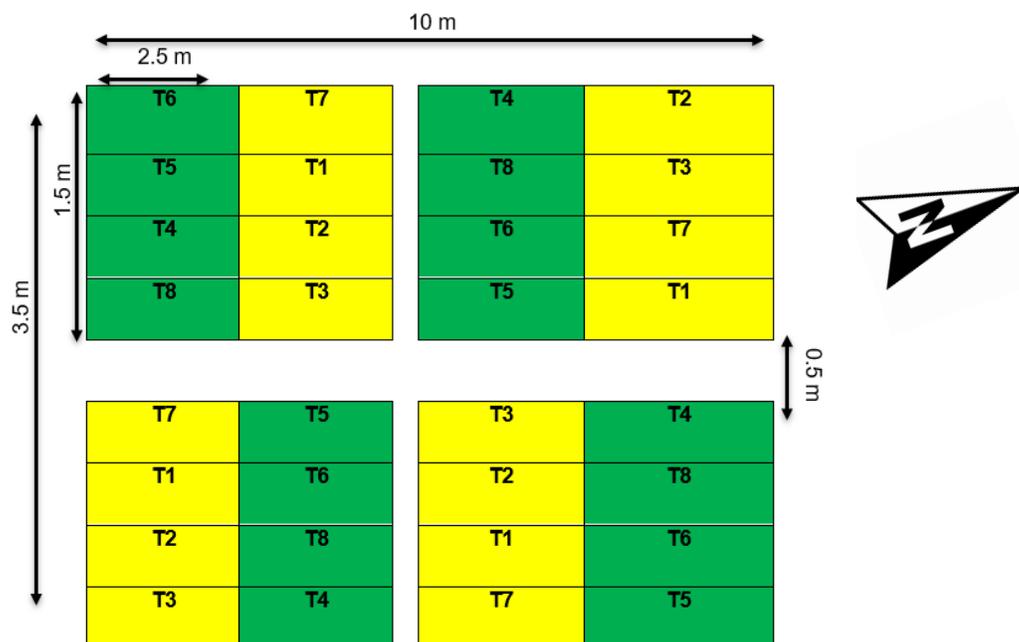
3.3.3.1. Formulación de tratamientos

Los tratamientos que se formularon fueron los siguientes:

- T1= Tratamiento testigo de variedad Savoy verde
- T2= a1b1 Savoy verde con Humus de lombriz 10 g/planta
- T3= a1b2 Savoy verde con Humus de lombriz 20 g/planta
- T4= a1b3 Savoy verde con Humus de lombriz 30 g/planta
- T5= Tratamiento testigo de variedad Viroflay
- T6= a2b1 Viroflay con Humus de lombriz 10 g/planta
- T7= a2b2 Viroflay con Humus de lombriz 20 g/planta
- T8= a2b3 Viroflay con Humus de lombriz 30 g/planta

3.3.4. Croquis del Experimento

Figura 10. Croquis de implementación de la investigación, con sus respectivas



Descripción las medidas son las siguientes figuras 11:

- Área total: 35 m²
- Área neta: 30 m²
- Largo del bloque: 5 m
- Ancho del bloque: 3 m
- Pasillo entre bloques: 0.5 m
- Área de unidad experimental: 7.5 m²
- Numero de plantas por unidad experimental: 14

3.3.5. Variables de respuesta

3.3.5.1. Altura total de la planta

Para esta variable se tomó al azar 8 plantas por unidad experimental, en las cuales se realizarán las medidas en (cm), con la ayuda de una regla de 30 cm. Donde se evaluó desde el cuello al ápice terminal de las plantas, se muestrearon durante el desarrollo del cultivo figura 12.



Figura 11. Altura total de la planta

3.3.5.2. Largo de la hoja

Para esta variable fue determinada al igual que la anterior, midiendo de forma manual en (cm) con la ayuda de una regla desde la base de la hoja hasta el ápice de cada planta muestreada por tratamiento y bloque.

3.3.5.3. Ancho de la hoja

Para la variable de ancho de la hoja, se evaluó el ancho de las hojas comercial de las plantas que se muestrearon con la ayuda de una regla en (cm), se midieron la parte media del limbo de la hoja.

3.3.5.4. Número de hojas por planta

En este parámetro se realizó el seguimiento del conteo de hojas por planta desde la aparición de las primeras hojas después del trasplante hasta el final de la investigación, con la finalidad de monitorear el desarrollo de cada variedad.

3.3.5.5. Área foliar de la planta

Para el área foliar, se utilizó el parámetro 0.75 para hojas lobuladas, bajo la siguiente formula de área foliar, donde se trabajó con los promedios de las mismas.

- Área foliar = largo de hoja * ancho de hoja *0.75

3.3.6. Análisis económico

Se llevó a cabo un análisis financiero siguiendo la metodología de presupuestos parciales establecida por el CYMMYT (1998), la cual se adaptó a las particularidades de este estudio y se describe en los siguientes apartados:

Ingreso bruto: se determinó el ingreso bruto de cada tratamiento al multiplicar el rendimiento ajustado por el precio de venta del producto.

$$IB = R * P$$

Dónde:

IB = Ingreso bruto.

R = Rendimiento.

P = Precio.

Ingreso neto: el ingreso neto fue calculado restando los costos totales de producción del ingreso bruto obtenido.

$$IN = IB - CP$$

Dónde:

IN = Ingreso neto.

IB = Ingreso bruto.

CP = Costo de producción.

Relación beneficio costo: se llevó a cabo el cálculo comparando el ingreso bruto con los costos de producción, con el fin de realizar una evaluación económica final. Si la relación es menor a 1, se registran pérdidas, mientras que, si es mayor a 1, las actividades económicas resultaron rentables.

$$B/C = IB / CP$$

Dónde:

B/C = Beneficio costo.

CP = Costo de producción.

IB = Ingreso bruto

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección se analizó los efectos de los diferentes niveles de humus de lombriz en el rendimiento de dos variedades de espinaca, destacando resultados de variables agronómicas, ambientales, económicos y su relación.

4.1. Factores climatológicos

4.1.1. Temperatura (°C)

La siguiente figura 13 muestra las temperaturas registradas durante la producción del cultivo de espinaca con un termómetro que se encontraba ubicado a una altura de 50 cm y en el centro del cultivo en Centro Experimental de Kallutaca, estas fueron tomadas con un termómetro ambiental en el interior de la carpa solar una vez a la semana.

Figura 12. Temperatura máxima y mínima (°C), durante el periodo de evaluación



Las temperaturas máximas están alrededor de los 40 °C durante todo el periodo del cultivo de espinaca. Hay una ligera fluctuación, pero en general se mantienen relativamente

constantes entre 38 °C y 42 °C. Se observa un ligero descenso en la temperatura hacia el 25 de mayo de 2024, donde se mantiene a unos 38 °C.

Las temperaturas mínimas están mucho más bajas en la carpa solar donde se realizó la investigación, fluctuando entre 3 °C y 10 °C. Al igual que con la temperatura máxima, la temperatura mínima se mantiene bastante constante con pequeñas variaciones. La mínima temperatura bajado a su punto más bajo en torno al 04 de mayo de 2024, cerca de 3 °C, antes de subir ligeramente en las fechas posteriores. Sin embargo, existe una gran diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas, lo que indica una amplitud térmica diaria significativa en la Centro Experimental de Kallutaca.

En la figura 13 se muestra las temperaturas máximas se mantienen altas y estables durante el periodo, mientras que las temperaturas mínimas muestran más variación, pero dentro de un rango relativamente bajo en comparación con las máximas en el ambiente atemperado donde se realizó cultivo de espinaca.

Serrano (1980), citado por Choque (2021), describe que el cultivo de la espinaca es una planta de clima templado que soporta temperaturas bajas, de 5 ° C bajo cero y las temperaturas para un buen desarrollo es de 15 a 18 ° C, superior a estos parámetros tiende al entallamiento y floración.

Según Flores (1999), también enfatiza que la temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal.

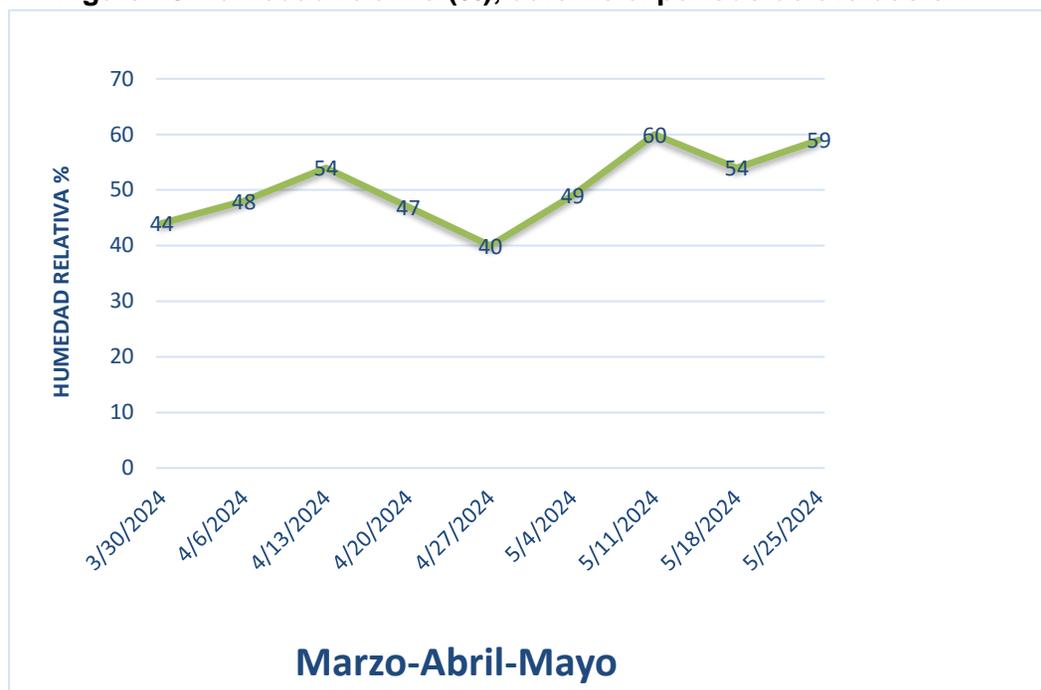
Sin embargo, Hartman (1990), citado por Rocha (2014), destaca los parámetros físicos no son independientes entre sí, tienen una relación directa ya que cuando cambia el comportamiento de uno, este hace que también cambien las condiciones de los otros.

4.1.2. Humedad (%)

La Humedad Relativa presentadas durante el desarrollo del cultivo del cultivo de espinaca en el Centro Experimental de Kallutaca, están presentadas en la Figura 14. En la que se puede observar la variación entre los valores de humedad relativa.

La humedad relativa máxima varía dentro de un rango moderado (40% a 60%), lo cual sugiere que la carpa solar está relativamente estable, pero con fluctuaciones notables a lo largo del tiempo.

Figura 13. Humedad relativa (%), durante el periodo de evaluación



En la figura 14 muestra el periodo más seco en términos de HR% máxima fue en torno al 04 de mayo de 2024, cuando la humedad alcanzó su punto más bajo (40%) en la carpa solar. Posteriormente, la humedad aumentó hasta un máximo en la segunda semana de mayo, antes de estabilizarse ligeramente por encima del 50% al final del periodo.

Este comportamiento podría estar relacionado con cambios en las condiciones climáticas, como helada y vientos, que afectaron los niveles de humedad en el área donde se realizó la investigación en el cultivo de espinaca.

Chilón (1997), citado por Cadena (2014), describe que al aumentar la humedad relativa se posibilita la mayor penetración de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando la posibilidad de absorción.

4.2. Variables agronómicas

4.2.1. Altura de planta (cm)

El cuadro 7, muestra un resumen de los análisis estadísticos de altura de planta del cultivo de espinaca, los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Cuadro 7. Análisis de varianza para altura de planta de dos variedades de espinaca con la aplicación de diferentes niveles de humus de lombriz

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedades	81.41	1	81.41	22.63	0.0001	**
Niveles de humus	0.75	3	0.25	0.07	0.9755	NS
Variedades/niveles	26.25	3	8.75	2.43	0.0934	NS
Bloque	66.55	3	22.18	6.17	0.0036	**
Error	75.54	21	3.6			
Total	250.5	31				
CV	25.06					

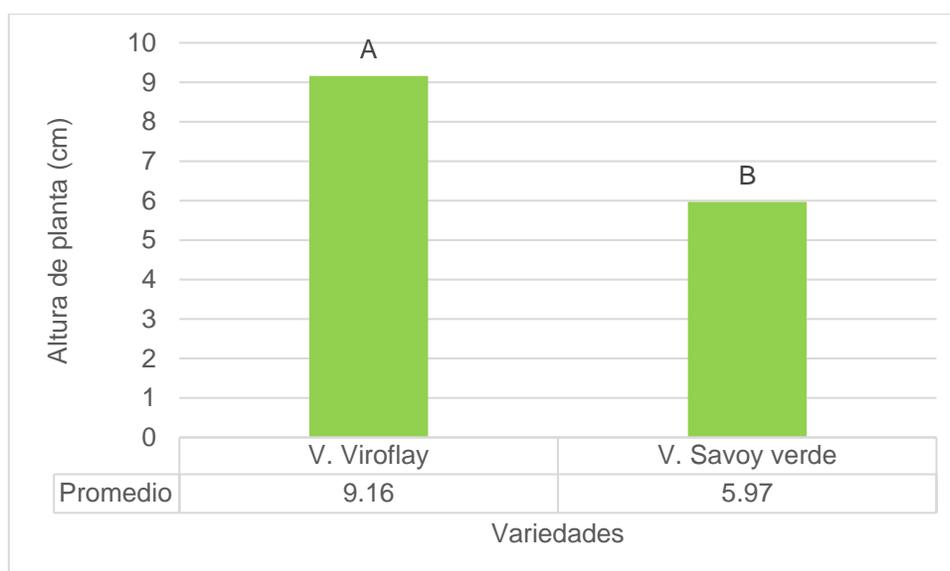
En el cuadro 7 el factor variedades es altamente significativo (p -valor = 0.0001), lo que indica que existen diferencias importantes en la variable de respuesta entre las dos variedades evaluadas. Se puede indicar que la variedad de espinaca afecta significativamente a la altura de planta, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H_a). Por otro lado, el factor niveles de humus de lombriz no es significativo (p -valor = 0.9755), lo que indica que los diferentes niveles de humus de lombriz no tienen un efecto significativo en la variable de respuesta a la altura de planta, por esa razón se acepta la hipótesis nula (H_0). La interacción entre variedades y niveles de humus no es significativa (p -valor = 0.0934), para la altura de planta. Sin embargo, los bloques son altamente significativos (p -valor = 0.0036), lo que indica que la variabilidad entre los bloques tiene un impacto importante en la altura de planta.

En cuanto a las variedades, la variedad Viroflay muestra superioridad en la altura total de la planta durante todas las cosechas realizadas, puede deberse a la mejor adaptabilidad a cambios bruscos de temperatura, a las características genéticas, la capacidad de desarrollo, además los diferentes factores internos y externos que inciden durante el desarrollo del cultivo (Rocha, J. 2014).

Según Choque (2021), menciona en la investigación realizada que la interacción de las variedades y niveles de Biol, no se encontró diferencias significativas ($p = 0,59$), de esta manera indica que la interacción de ambos factores no influyo en gran medida en los datos reflejados para la altura de planta.

De acuerdo con Cadena (2014), existen factores que afectan la fertilización radicular como la fertilización foliar los cuales son tipo de suelo, tipo de cultivo, tipo de fertilizante, temperatura, humedad relativa, edad de la hoja y luz.

Figura 14. Promedio de altura de planta (cm), obtenidas para las dos variedades de espinaca



En la figura 5 se puede observar el análisis de Duncan al 5 % de error, la variedad Viroflay tiene un promedio de 9.16 cm, que es superior a la de Variedad Savoy Verde, cuyo promedio es de 5.97 cm. Las dos variedades son estadísticamente diferentes entre sí. En los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples de Duncan, los grupos que no comparten un mismo grupo son significativamente diferentes.

Mientras que Rocha (2014) sostiene, que con la aplicación de Té de estiércol como fertilizante foliar la Variedad Viruflay como variedad de estudio alcanzó una altura de 11,61 cm producida en época fría del año. En la investigación se tuvo mejores valores registrados en la variedad Viruflay.

Cuadro 8. Promedio de altura de planta (cm), obtenidas con la aplicación de cuatro niveles de humus de lombriz

Niveles de Humus	Promedio
30 g/planta	7.83
20 g/planta	7.52
10 g/planta	7.46
0 g/planta	7.46

En el cuadro 8 los niveles de humus de lombriz (30, 20, 10 y 0 gramos por planta) está en el grupo igual. Esto significa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los diferentes niveles de humus.

Figura 15. Promedios obtenidos por tratamiento para altura de planta (cm), durante todo el ciclo productivo de las dos variedades de espinaca

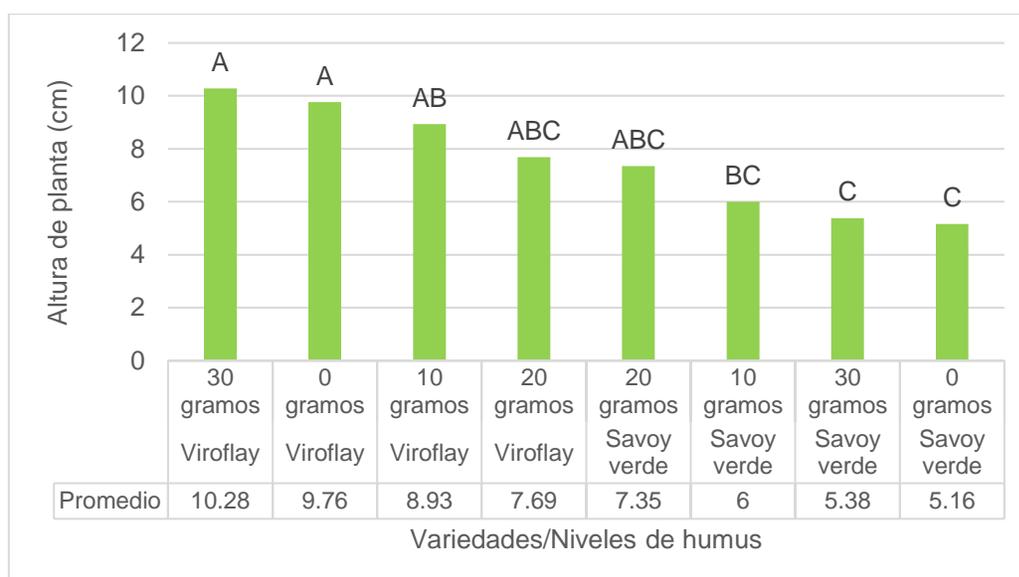


Figura 16 muestra que la variedad Viroflay tiene una altura de planta superior en general comparado con Variedad Savoy Verde en todos los niveles. Los niveles 30 gramos por planta obtuvo una altura de (10.28 cm), 0 gramos (9.76 cm), y 10 gramos (8.93 cm) no presentan diferencias significativas entre ellos, ya que comparten un grupo mayor, lo que indica que Viroflay se comporta de manera similar en estos niveles de humus. El nivel 20 gramos (7.69 cm) tiene una altura menor que 30, 0 y 10 gramos respectivamente, pero no es significativamente diferente en comparación con algunos de los niveles de Savoy Verde. Savoy Verde muestra una altura consistentemente menor que Viroflay en todos los niveles

de humus. Por otro lado, el nivel 20 gramos en Savoy Verde con (7.35 cm) tiene la mayor altura dentro de esta variedad, pero sigue siendo menor que los niveles más altos de Viroflay. Se encuentra en los grupos intermedios, lo que significa que no es significativamente diferente de varios niveles de ambas variedades. Sin embargo, los niveles 10 gramos (6.00 cm), 30 gramos (5.38 cm), y 0 gramos (5.16 cm) en Savoy Verde tienen la altura de planta más bajas y están en el grupo menor, indicando que no son significativamente diferentes entre sí, pero son considerablemente más bajos que los de Viroflay.

Choque (2021), afirma que los tratamientos con mayores alturas de plantas fueron; (Espinaca variedad Bolero más 15% de Biol) con 15,5 cm, el tratamiento (Espinaca variedad Viruflay más 10% de Biol) con 15,18 cm.

De acuerdo con Beltrán (1992) el nitrógeno causa un incremento en la altura de la planta especialmente en las densidades de siembras altas del cultivo, cuando mayor es la humedad del suelo, por ende, habrá la absorción necesaria según el requerimiento del cultivo.

4.2.2. Número de hojas

En esta variable se evaluó el impacto de dos factores: Variedades y niveles de humus de lombriz, así como su interacción.

Cuadro 9. Análisis de varianza para número de hojas de dos variedades de espinaca bajo diferentes niveles de humus de lombriz

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedades	6.13	1	6.13	1.72	0.2041	NS
Niveles de humus	1.38	3	0.46	0.13	0.9421	NS
Variedades*niveles	12.38	3	4.13	1.16	0.3496	NS
Bloque	61.13	3	20.38	5.71	0.0051	**
Error	74.88	21	3.57			
Total	155.88	31				
CV	20.01					

El cuadro 9 indica que el factor variedades no es significativo (p -valor = 0.2041), lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos variedades evaluadas. Es decir, el número de hojas de las variedades no difiere de manera significativa, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0). El factor niveles de humus de lombriz tampoco

es significativo (p -valor = 0.9421), lo que indica que los diferentes niveles de humus no afectan significativamente en el número de hojas, por ese motivo aceptamos la hipótesis nula (H_0). La interacción entre variedad y niveles de humus no es significativa (p -valor = 0.3496), lo que significa que el efecto de los niveles no varía significativamente entre las variedades. En otras palabras, el impacto de los niveles es similar para ambas variedades. Los bloques son altamente significativos (p -valor = 0.0051), lo que indica que hay variabilidad entre los bloques que afecta de manera importante la variable de respuesta.

Según Estrada (2003), argumenta, con la aplicación fraccionada de nitrógeno, con un buen nivel de abono líquido obtuvo gran cantidad de hojas/planta en tres cosechas, esto demuestra que el cultivo de espinaca requiere mayor cantidad de N para un mayor desarrollo en cuanto a número de hojas.

Escobar (2013), destaca que es conocido por el alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales que se encuentran en el suelo, como los son fósforo, nitrógeno, potasio, hierro, magnesio, molibdeno, entre otros. Siendo este producto entonces, muy apropiado para cualquier tipo de cultivos, sean extensivos o intensivos, conteniendo el lixiviado de humus de lombriz estos ácidos.

Mientras Estrada (2003), menciona, con la aplicación fraccionada de N, con un nivel de 175 kg/ha obtuvo 17.73 hojas, esto demuestra que el cultivo de espinaca requiere mayor cantidad de N para un mayor desarrollo en cuanto a número de hojas.

Cuadro 10. Promedio del número de hojas, obtenidos en las dos variedades de espinaca

Variedades	Promedio
Viroflay	10
Savoy verde	9

Dado que ambas variedades pertenecen al mismo grupo estadístico, no existe evidencia de que una variedad tenga un rendimiento significativamente superior o inferior en comparación con la otra. Cuadro 10 la diferencia de promedio observados (10 frente a 9 hojas) no es lo suficientemente grande como para considerarse significativa en términos estadísticos.

Por otro lado, Cadena (2014) menciona que las formas de aplicación del fertilizante sobre la variable número de hojas, donde la aplicación en foliar presentó un valor de 9 hojas en promedio, por otra parte, la aplicación radicular presentó un promedio de 7 hojas, lo que se debe quizás que entre sus propiedades químicas el lixiviado de humus de lombriz tiene fitohormonas que son fitoestimuladores de las plantas.

Cuadro 11. Promedio del número de hojas por espinaca, obtenidas con la aplicación de cuatro niveles de humus de lombriz

Niveles de humus de lombriz	Promedio
20 gramos	10
30 gramos	10
10 gramos	9
0 gramos	9

Dado que todos los niveles de humus de lombriz están agrupados en el mismo grupo estadístico. En el cuadro 11 en cuanto al efecto del nivel de humus, no hay un nivel que proporcione un número de hojas significativamente mayor o menor en comparación con los otros. No hay diferencias significativas en los valores de promedios entre los niveles de humus 20, 30, 10 y 0 gramos por planta.

Cuadro 12. Promedios obtenidos por niveles de humus para número de hojas de dos variedades de espinaca.

Variedades	Nivel de humus	Promedio
Viroflay	30 gramos	11
Savoy verde	20 gramos	10
Viroflay	0 gramos	10
Viroflay	10 gramos	10
Viroflay	20 gramos	9
Savoy verde	0 gramos	9
Savoy verde	10 gramos	9
Savoy verde	30 gramos	8

En el cuadro 12 no hay diferencias estadísticamente significativas entre ninguna de las combinaciones de variedades y niveles de humus, ya que todas las combinaciones comparten un grupo igual. Esto significa que, aunque hay variaciones en los promedios,

estas diferencias no son lo suficientemente grandes como para ser estadísticamente significativas. Variedad Viroflay con 30 gramos (11 hojas) y la Variedad Savoy verde con 20 gramos (10 hojas) tienen los mayores números de hojas observados, pero no son estadísticamente diferentes de las demás combinaciones. Aunque Savoy verde 30 gramos tiene el número de hojas más bajos (8 hojas), sigue siendo estadísticamente similar a los demás, lo que indica que los niveles de humus y variedades no tienen un impacto significativo en el número de hojas, a pesar de las diferencias numéricas observadas.

Al respecto Escobar (2013), destaca que algunas facultades del extracto acuoso del humus de lombriz roja es que aumenta significativamente la fabricación de clorofila en las diferentes plantas e incrementa notablemente la producción en los cultivos.

De acuerdo con Neumann (1997) citado por Hoyos (2009), sostiene que la tasa de crecimiento de las hojas depende de la continua e irreversible expansión de células jóvenes, las cuales son producidas por la división celular en los tejidos meristemáticos. De este modo, el suministro subóptimo de nutrientes podría afectar la tasa de crecimiento de las hojas por la inhibición de la tasa de producción y expansión de nuevas hojas.

Campero (2004), menciona que se tuvo mayor comportamiento cuando se aplicó 3 kg de abonamiento orgánico para la variedad Viroflay, con el nivel tres de incorporación de estiércol de ovino, el número de hojas es mucho mayor.

4.2.3. Largo de hoja

Cuadro 13. Análisis de varianza para el largo de hojas de dos variedades de espinaca bajo diferentes niveles de humus de lombriz

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedades	4.46	1	4.46	1.54	0.228	NS
Niveles de humus	1.63	3	0.54	0.19	0.9032	NS
Variedades*Niveles	15.46	3	5.15	1.78	0.1811	NS
Bloque	82.32	3	27.44	9.5	0.0004	**
Error	60.67	21	2.89			
Total	164.54	31				

El factor variedades no es significativo, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la variable de respuesta entre las variedades evaluadas. En otras palabras, la variedad no tiene un impacto significativo en el largo de hoja y se

acepta hipótesis nula (H_0). El factor niveles de humus de lombriz no es significativo, lo que indica que los diferentes niveles de tratamiento de humus no tienen un efecto significativo en el largo de hoja y se acepta hipótesis nula (H_0). La interacción entre variedad y niveles de humus no es significativa, lo que indica que el efecto del nivel de humus no varía significativamente según la variedad. Cuadro 13 los bloques son altamente significativos, lo que indica que hay diferencias importantes en la variable de respuesta entre los bloques.

Según Casco (2005), enfatiza que la aplicación de lixiviado de humus de lombriz al suelo o a la planta actúa como racionalizante de la fertilización, hace asimilables en todo su espectro a los macro y micronutrientes.

Cuadro 14. Promedio de largo de hojas (cm), obtenidas en las dos variedades de espinaca

Variedades	Promedio
Viroflay	5.94
Savoy verde	5.19

En el cuadro 14 ambas variedades Viroflay y Savoy verde están etiquetadas con el mismo grupo lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos variedades. A pesar de que la media de Viroflay es numéricamente mayor que la de Savoy verde (5.94 cm frente a 5.19 cm), esta diferencia no es lo suficientemente grande para considerarse estadísticamente significativa.

De acuerdo con Cadena (2014), menciona que, los niveles de aplicación de abonos orgánicos líquidos, no presentan diferencias significativas, es decir que esto se debe a que tanto las raíces como las hojas tienen maneras similares de absorción de nutrientes lo que deriva en que llegan a aprovechar de manera similar los componentes presentes en estos abonos.

Cuadro 15. Promedio de largo de hojas (cm), obtenidos en la espinaca con diferentes niveles de humus de lombriz

Niveles de humus	Promedio
30 gramos	5.9
0 gramos	5.55
20 gramos	5.54
10 gramos	5.27

Todos los niveles de humus de lombriz (30, 0, 20 y 10 gramos por planta) están etiquetados con el mismo grupo como se puede observar en el cuadro 15, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los niveles de humus.

Aunque existen pequeñas variaciones numéricas en los promedios (con 30 gramos por planta mostrando el valor más alto y 10 gramos por planta el más bajo), estas diferencias no son lo suficientemente grandes como para considerarse estadísticamente significativas.

Cuadro 16. Promedios obtenidos de largo de hoja (cm), de las dos variedades de espinaca con diferentes niveles de humus de lombriz

Variedades	Niveles de humus	Promedio
Viroflay	30 gramos	7.17
Savoy verde	20 gramos	6.21
Viroflay	0 gramos	6.11
Viroflay	10 gramos	5.61
Savoy verde	0 gramos	5
Savoy verde	10 gramos	4.93
Viroflay	20 gramos	4.87
Savoy verde	30 gramos	4.63

En esta investigación cuadro 16, la variedad Viroflay con nivel de humus 30 gramos tiene el mejor largo de hoja, mientras que Savoy verde de nivel de 30 gramos tiene el más bajo.

Choque (2021), expone con la aplicación de Biol muestra las diferencias mínimas entre las dos variedades de espinaca, así con un mayor largo de hoja (cm) la variedad Viruflay midiendo un promedio de 12 cm, mientras la variedad Bolero presentó un largo de hoja promedio de 11,9 cm.

Según Chahua (2006), menciona que el largo de hojas previo a la cosecha en la variedad Híbrido Quinto alcanzó una media de 11 cm y en la variedad Viruflay obtuvo una media de 9,9 cm. En los valores obtenidos en la investigación son mayores obteniendo 12 cm en la variedad Viruflay.

4.2.4. Ancho de hoja

Cuadro 17. Análisis de varianza para ancho de hojas de dos variedades de espinaca con diferentes niveles de humus de lombriz

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedades	0.89	1	0.89	0.5	0.4882	NS
Niveles de humus	0.57	3	0.19	0.11	0.9554	NS
Variedades*niveles	9.58	3	3.19	1.78	0.1811	NS
Bloque	47.62	3	15.87	8.87	0.0005	**
Error	37.59	21	1.79			
Total	96.26	31				

El cuadro 17 el factor variedades no es significativo (p -valor = 0.4882), lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la variable de respuesta entre las variedades evaluadas. Es decir, la variedad no tiene un impacto importante en el ancho de hoja, se acepta hipótesis nula (H_0). El factor niveles de humus niveles de humus tampoco es significativo (p -valor = 0.9554), lo que indica que los diferentes niveles de humus no tienen un efecto significativo en la variable de respuesta. Todos los niveles de humus producen resultados similares, se acepta hipótesis nula (H_0). La interacción entre variedades y niveles de humus no es significativa (p -valor = 0.1811), lo que implica que el efecto de los niveles de humus no varía significativamente según la variedad. Los bloques son altamente significativos (p -valor = 0.0005), lo que indica que hay una diferencia importante en el ancho de hoja entre los bloques.

De acuerdo con Alpi, (1991) propone que el Nitrógeno es el elemento mineral absorbido por las plantas en mayor cantidad y la carencia de este se manifiesta en las plantas con una disminución del tamaño de la parte aérea de la planta.

Choque (2021), al respecto a las variedades de espinaca, se encontraron diferencias no significativas ($p=0,37$) en el cultivo en la cosecha realizada, de tal manera que podemos decir que no hubo diferencias significativas entre ambas variedades para la variable ancho de hoja.

Cuadro 18. Promedio de ancho de hojas (cm), obtenidas de las dos variedades de espinaca

Variedades	Promedio
Viroflay	3.89
Savoy verde	3.55

Ambas variedades en el cuadro 18 muestra que Viroflay y Savoy verde están etiquetadas con el mismo grupo lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las dos variedades.

A pesar de que el promedio de Viroflay es numéricamente mayor que la de Savoy verde (3.89 frente a 3.55 cm), esta diferencia no es lo suficientemente grande como para ser significativa desde un punto de vista estadístico.

Mientras que Choque (2021), obtuvo promedios de ancho de hojas (cm), donde la variedad Viruflay mostro un valor mayor de ancho de hoja con 9,1 cm, ante la variedad Bolero que mostro un valor de ancho de hoja de 7,3 cm.

Cuadro 19. Promedio del ancho de hojas (cm), obtenidas de las dos variedades de espinaca con diferentes niveles de humus de lombriz

Niveles de humus	Promedio
30 gramos	3.92
20 gramos	3.73
0 gramos	3.67
10 gramos	3.55

Todos los niveles de humus en el cuadro 19 (30, 20, 0, y 10 gramos por planta respectivamente) están etiquetados con el mismo grupo, lo cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los niveles. Aunque 30 gramos tienen el promedio más alto (3.92 cm) y 10 la más baja (3.55 cm), estas diferencias no son lo suficientemente grandes como para ser consideradas significativas desde un punto de vista estadístico.

Según Escobar (2013), propone que es conocido que el alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales que se encuentran en el suelo, como los son fósforo, nitrógeno, potasio, hierro, magnesio, molibdeno, entre otros.

Cuadro 20. Promedios obtenidos por tratamiento de la variable ancho de hoja de dos variedades de Espinaca.

Variedades	Niveles de humus	Promedio
Viroflay	30 gramos	4.74
Savoy verde	20 gramos	4.43
Viroflay	0 gramos	3.98
Viroflay	10 gramos	3.79
Savoy verde	0 gramos	3.37
Savoy verde	10 gramos	3.32
Savoy verde	30 gramos	3.1
Viroflay	20 gramos	3.03

A pesar de que hay variaciones en el cuadro 20 en los promedios entre las combinaciones de variedades y niveles de humus, todas están etiquetadas en el mismo grupo.

Esto significa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las combinaciones de variedad y niveles de humus. Aunque algunas combinaciones, como Viroflay 30 gramos (4.74 cm) y Savoy verde 20 gramos (4.43 cm), tienen promedios más altos que otras (como Viroflay 20 gramos con 3.03 cm), estas diferencias no son lo suficientemente grandes para ser consideradas significativas desde el punto de vista estadístico.

Choque (2021), enfatiza sus promedios para el ancho de hojas (cm), donde el nivel 10% de Biol en relación a los otros niveles planteados, obtuvo un mayor ancho de hoja con 8,9 cm, seguido del nivel 15% con 8,6 cm, similar al nivel 5% con un ancho de hoja de 8,5 cm y por último con 6,8 cm está el nivel 0% de Biol.

Con respecto Aliagna (2009), enfatiza que la obtención de lixiviado propicia una vía segura y estable de nutrientes esenciales disponibles para las plantas; además, estimula los procesos metabólicos y con ello el crecimiento vegetal.

4.2.5. Largo del peciolo

Cuadro 21. Análisis de varianza para largo del peciolo de dos variedades de espinaca diferentes humus de lombriz

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedades	28.5	1	28.5	24.95	0.0001	**
Niveles de humus	0.6	3	0.2	0.18	0.9115	NS
Variedades*niveles	6.75	3	2.25	1.97	0.1493	NS
Bloque	23.17	3	7.72	6.76	0.0023	**
Error	23.99	21	1.14			
Total	83.02	31				

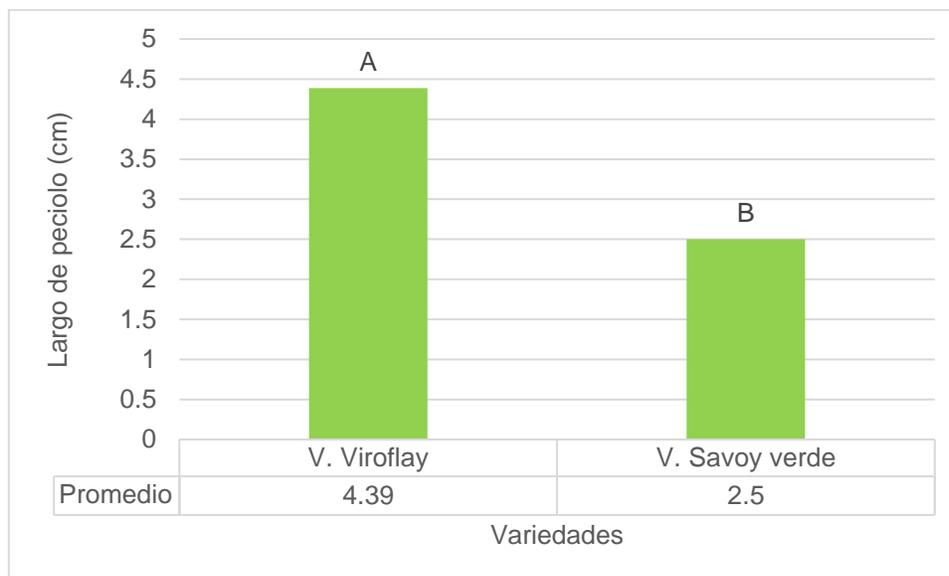
En el cuadro 21 el factor variedades es altamente significativo (p -valor = 0.0001), lo que indica que hay diferencias importantes en la variable de respuesta entre las variedades. La variedad tiene un efecto significativo en los resultados, se rechaza la hipótesis nula (H_0). El factor niveles de humus no es significativo (p -valor = 0.9115), lo que indica que los diferentes niveles de humus no tienen un impacto significativo en la variable de respuesta, se acepta la hipótesis nula (H_0). Por otro lado, la interacción entre variedades y niveles de humus no es significativa (p -valor = 0.1493), lo que implica que los efectos del nivel de humus no dependen de la variedad. En otras palabras, el comportamiento de los niveles de humus es consistente entre las diferentes variedades evaluadas. Los bloques son altamente significativos (p -valor = 0.0023), lo que indica que existe una variabilidad significativa entre los bloques, lo cual tiene un impacto importante en los resultados.

Según Fahn (1985), menciona que la xilema conduce savia bruta desde la raíz hasta los órganos verdes. El floema conduce savia elaborada desde los órganos verdes al resto del vegetal.

Devlim (1970) citado por Hoyos (2009), menciona que la aplicación de las giberelinas, exigen el mismo tratamiento de las fitohormonas de crecimiento tipo natural, ya que presentan los siguientes efectos fisiológicos:

- Estimulan el crecimiento, especialmente en las de tipo innato.
- Estimulan la germinación de las semillas y la terminación del reposo.
- Alargamiento del tallo.
- La división celular.

Figura 16. Promedio de largo de peciolo (cm), obtenidas de dos variedades de espinaca



En la figura 17 la variedad Viroflay tiene el largo de peciolo más alto con un promedio de 4.39 cm. Esta en un grupo mayor, indica que este grupo mayor es significativamente diferente de la variedad Savoy verde grupo menor. Esto significa que el largo de peciolo de la variedad Viroflay es significativamente mayor que el de Savoy verde.

Pacheco (2007), menciona que el humus de lombriz es un proveedor de fitohormonas tales como las auxinas, giberelinas y citoquinas cada una de las cuales tiene una función diferente, la auxina, provocan el alargamiento de las células de los brotes lo que provoca, presentando el lixiviado de humus de lombriz estas fitohormonas a lo que se debería el crecimiento del peciolo.

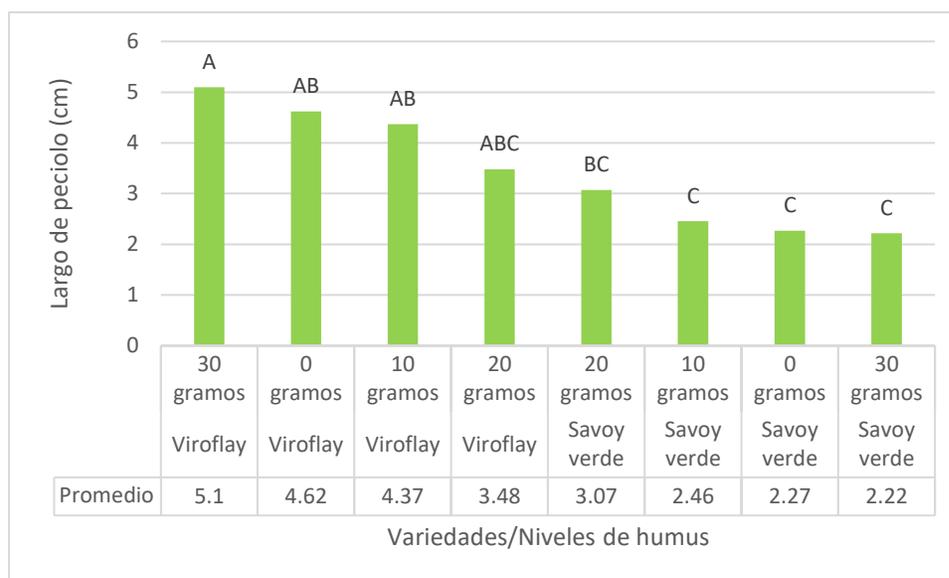
Cuadro 22. Promedio del largo del peciolo (cm), obtenidas de las dos variedades de espinaca con diferentes niveles de humus de lombriz

Niveles de humus	Promedio
30 gramos	3.66
0 gramos	3.44
10 gramos	3.41
20 gramos	3.27

Cuadro 22 muestra a pesar de que hay ligeras diferencias entre los promedios de los niveles de humus (30 gramos tienen lo más alto y 20 gramos de humus la más baja), todas están

etiquetadas en el mismo grupo. Esto significa que, estadísticamente no hay diferencias significativas entre los distintos niveles.

Figura 17. Promedios obtenidos por tratamiento de la variable largo de peciolo de dos variedades de espinaca.



En la figura 18 la variedad Viroflay tiene consistentemente mejores largos de peciolo que Savoy verde en todos los niveles de humus. Los niveles de 30, 0, y 10 gramos respectivamente en Viroflay no presentan diferencias significativas entre ellos, ya que todos pertenecen a un grupo mayor. Así también la variedad Savoy verde tiene el largo de peciolo más bajos en comparación con Viroflay en todos los niveles de humus. El nivel 20 gramos en Savoy verde tiene el mayor largo de peciolo en esta variedad, pero aún es significativamente inferior a la mayoría de los niveles de humus de Viroflay.

Mientras que Cadena (2014), con concentración 2 obtuvo un mayor promedio con 9,1 centímetros de largo de peciolo siendo este estadísticamente diferente a las concentraciones 3 y 1 que presentaron promedios de 6,7 y 5,5 centímetros en promedio respectivamente existiendo a la vez diferencias estadísticas entre estas dos concentraciones.

Escobar (2013), enfatiza las características químicas del fertilizante que aumenta significativamente la fabricación de clorofila en las diferentes plantas, lo que provocaría a realizar mayor cantidad de fotosíntesis.

Según Rocha (2014), el factor abono, influye en la cuarta cosecha, obteniendo un resultado significativo, ya que se aprovechó de distinta forma los abonos orgánicos aplicados, y no así en la primera, segunda y tercera cosecha, donde se obtuvo un resultado no significativo, donde el cultivo asimilo de igual manera los nutrientes proporcionados.

4.2.6. Área foliar

Cuadro 23. Análisis de varianza para área foliar de dos variedades de espinaca con diferentes niveles humus de lombriz

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedades	46.06	1	46.06	0.28	0.6025	NS
Niveles de humus	113.13	3	37.71	0.23	0.8752	NS
Variedad*niveles	807.11	3	269.04	1.63	0.2119	NS
Bloque	3100.64	3	1033.55	6.27	0.0033	**
Error	3459.94	21	164.76			
Total	7526.87	31				

En el cuadro 23 se puede observar que el factor variedades no es significativo (p-valor = 0.6025), lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la variable de respuesta área foliar entre las variedades evaluadas y aceptamos la hipótesis nula (H₀). Por otro lado, el factor niveles de humus tampoco es significativo (p-valor = 0.8752), lo que indica que los diferentes niveles de humus no tienen un efecto significativo sobre la variable de respuesta. Todos los niveles de humus resultaron un área foliar similar y se rechaza la hipótesis alterna (H_a). La interacción entre variedades y niveles de humus no es significativa (p-valor = 0.2119). Esto implica que los efectos del nivel no dependen de la variedad y viceversa. Es decir, el comportamiento de los niveles de humus es consistente entre las variedades evaluadas. Sin embargo, los bloques son altamente significativos (p-valor = 0.0033), lo que indica que la variabilidad entre los bloques tiene un impacto importante en la variable de respuesta.

Por tanto, Callizaya (2007), indica a mayor nivel de estiércol aplicado mayor fue el área foliar en las variedades debido a que la disponibilidad de nutrientes tuvo mayor efecto o viceversa.

Uhart (1995), citado por Hoyos (2009), menciona que adecuados contenidos de N incrementan las tasas de división y diferenciación celular y la actividad fotosintética, esto se

traduce en mayor biomasa vegetativa o reproductiva en los cultivos por una alta eficiencia en la intercepción y conversión de la radiación.

Según Hoyos (2009), en el cultivo de espinaca con la fertilización de nitrato de amonio al 1,5%, logro obtener a los 49 días de trasplante un área foliar de 91,64 cm². Este valor indica un valor muy inferior ante el área foliar obtenido en la presente investigación, que principalmente es repercutido por el área de las hojas y la cantidad de hojas presentes en ambas variedades de estudio.

Cuadro 24. Promedio de área foliar, obtenidas de dos variedades de espinaca (IAF/cm²)

Variedades	Promedio
Viroflay	19.65
Savoy verde	17.25

Ambas variedades Viroflay y Savoy verde están etiquetadas en el mismo grupo, lo que indica que no hay diferencias significativas entre los promedios de las dos variedades.

Cuadro 24 muestra a pesar de que Viroflay tiene un promedio numéricamente mayor que Savoy verde (19.65 frente a 17.25 cm²), esta diferencia no es lo suficiente significativo estadísticamente para diferenciarlas. Por lo tanto, se concluye que, bajo las condiciones del experimento, las dos variedades presentan un área foliar estadísticamente similar.

Cuadro 25. Promedio del área foliar, obtenidas de dos variedades de espinaca con diferentes niveles de humus de lombriz (IAF/cm²)

Niveles de humus	Promedio
30 gramos	20.57
0 gramos	19.66
20 gramos	17.93
10 gramos	15.64

En el cuadro 25 todos los niveles de humus (30, 0, 20, y 10 gramos respectivamente) están etiquetados con el mismo grupo, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos. Aunque existe una diferencia numérica entre los promedios.

De acuerdo con Rodríguez (1982), indica que la cantidad suficiente de nitrógeno en la planta provoca mayor vigor vegetativo, aumenta el volumen y peso, debido al alargamiento celular y a la multiplicación celular. El mismo autor, indica que, el nitrógeno provoca el color intenso de la masa foliar, mayor producción de hojas de buena sanidad y calidad, esta afirmación corrobora el desarrollo y el color de las variedades en estudio.

Cuadro 26. Promedios obtenidos para área foliar de dos variedades de espinaca (IAF/cm²)

Variedades	Niveles de humus	Promedio
Viroflay	30 gramos	28.6
Savoy verde	20 gramos	24.04
Viroflay	0 gramos	20.52
Savoy verde	0 gramos	18.8
Viroflay	10 gramos	17.66
Savoy verde	10 gramos	13.62
Savoy verde	30 gramos	12.54
Viroflay	20 gramos	11.82

En el cuadro 26 los promedios varían considerablemente entre las combinaciones de Variedades y niveles de humus, todas están etiquetadas en el mismo grupo.

Esto indica que, estadísticamente no hay diferencias significativas entre las diferentes combinaciones de variedades y nivel de humus.

Según Cadena (2014), muestra que las concentraciones 2 presentó los mejores resultados con promedio de 4,3 de índice de área foliar siendo estadísticamente diferente a las concentraciones 1 y 3 que presentaron valores de 3,0 cada uno, así mismo muestra que no existen diferencias significativas entre las concentraciones 1 y 3.

Rodríguez (1982), citado por Choque (2021), al respecto indica que la cantidad suficiente de nitrógeno en la planta provoca mayor vigor vegetativo, aumenta el volumen y peso, debido al alargamiento celular y a la multiplicación celular.

4.2.7. Rendimiento de las variedades de espinaca (g/m²)

Cuadro 27. Análisis de varianza para rendimiento en dos variedades de espinaca bajo cuatro niveles humus de lombriz

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Variedades	447.53	1	447.53	0.49	0.4923	NS
Niveles de humus	573.94	3	191.31	0.21	0.8891	NS
Variedades*nivel	3814.48	3	1271.49	1.39	0.2741	NS
Bloque	18906.55	3	6302.18	6.88	0.0021	**
Error	19238.51	21	916.12			
Total	42981.02	31				

En este análisis del cuadro 27, ni las variedades, ni los niveles con humus no son significativos, se acepta la hipótesis nula (H₀) respectivamente, ni la interacción entre ambos resultaron ser estadísticamente significativas, indicando que estas variables no afectarán significativamente la variable respuesta en esta investigación. Sin embargo, los bloques mostraron un efecto significativo.

Según Estrada (2003), indica que los rendimientos obtenidos con la aplicación fraccionada de N con el nivel uno 175 kgN/ha (17%) de N al trasplante y 17% de cada cosecha con un rendimiento de 4,1 kg/m², con el nivel dos 150 kgN/ha (33%) al trasplante, y 33% después de la segunda cosecha y 33% después de la cuarta cosecha con rendimientos de 3,2 kg/m², con el nivel tres 150 kgN/ha (50%) al trasplante y 50% después de la tercera cosecha con un rendimiento de 2,1 kg/m². A mayor cantidad de fertilización de N aplicado se obtuvo mayores rendimientos, esto nos indica que a mayor nivel de estiércol aplicado también se obtuvo mayor rendimiento.

Borrego (1995), citado por Callizaya (2007), indica que los niveles de extracción varían de acuerdo a las cosechas, al realizar cuatro cosechas se extrajo 91 kg/ha de N, 27 kg/ha de P y 233 kg/ha de K con un rendimiento de 8,3 kg/ha. Por lo tanto, la cantidad aplicada de nutrientes de acuerdo al requerimiento como el nivel dos de estiércol de ovino 3 kg/m², se obtuvo el rendimiento de 2,6 kg/m² en cuatro cosechas, esto puede ser por factores climáticos que influenciaron en el rendimiento o la insuficiente cantidad de estiércol aplicado.

Estrada (2003), enfatiza que los rendimientos obtenidos en las variedades Viroflay e híbrida bolera son de 5,1 kg/m² y 4,2 kg/m² respectivamente en condiciones de carpa solar.

Cuadro 28. Promedio de rendimiento, obtenidas de dos variedades de espinaca (g/m²)

Variedades	Promedio
Viroflay	44.89
Savoy verde	37.41

En el cuadro 28 ambas variedades como Viroflay y Savoy verde, están etiquetadas el mismo grupo, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre los promedios de estas dos variedades en el nivel de significancia utilizado. En otras palabras, a pesar de que el promedio de Viroflay es mayor que la de Savoy verde, estadísticamente, sus diferencias no son lo suficientemente grandes como para considerar significativas.

Al respecto CEDAF (1997), citado por Cadena (2014), también menciona que el alto contenido de auxinas y hormonas vegetales influyen de manera positiva al crecimiento y desarrollo de las plantas. Presentando el lixiviado de humus de lombriz los macronutrientes y micronutrientes además de las fitohormonas necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cuadro 29. Promedio del rendimiento, obtenidas de dos variedades de espinaca con diferentes niveles de humus de lombriz (g/m²)

Niveles de humus	Promedio
0 gramos	47.56
30 gramos	42.2
20 gramos	38.36
10 gramos	36.49

Todos los niveles de humus en el cuadro 29 (0, 30, 20 y 10 gramos respectivamente), están etiquetados con el mismo grupo, lo que indica que no hay diferencias significativas entre los niveles de humus en términos de sus promedios. En otras palabras, a pesar de que el nivel de humus con 0 gramos tiene el promedio más alto (47.56 g/m²) y el nivel de humus con 10 gramos la más baja (36.49 g/m²).

Cuadro 30. Promedios obtenidos para rendimiento de dos variedades de espinaca (g/m²)

Variedades	Niveles de humus	Promedio
Viroflay	0 gramos	56.47
Viroflay	30 gramos	56.14
Savoy verde	20 gramos	52.98
Viroflay	10 gramos	43.23
Savoy verde	0 gramos	38.66
Savoy verde	10 gramos	29.75
Savoy verde	30 gramos	28.27
Viroflay	20 gramos	23.73

Todas las combinaciones del cuadro 30 de las variedades y niveles de humus (Viroflay con 0, 30 gramos, Savoy verde con 20 gramos, etc.) están etiquetadas con el mismo grupo, lo que indica que no hay diferencias significativas entre los promedios de las interacciones Variedades y niveles de humus. A pesar de que los promedios varían considerablemente, con la variedad Viroflay con nivel 0 gramos teniendo el promedio más alto (56.47 g/m²) y Viroflay con 20 gramos la más baja (23.73 g/m²), las diferencias no son estadísticamente significativas.

De acuerdo con Campero (2004), menciona que se tuvo mayor comportamiento cuando se aplicó 3 kg de abonamiento orgánico para la variedad Viroflay, entonces con el nivel tres de incorporación de estiércol de ovino, el número de hojas es mucho mayor.

Serrano (1980), citado por Choque (2021), menciona al respecto que el rendimiento en el cultivo de espinaca en carpas solares es de 15.000 a 20.000 kg/ha que equivale de 1,5 a 2 kg/m², los resultados que se obtuvieron en la presente investigación son inferiores a los resultados obtenidos esto se atribuye principalmente a las condiciones del medio ya que la investigación se llevó a cabo en los meses más fríos y tomando en cuenta las condiciones no fueron en su totalidad óptimas.

4.3. Análisis económico

4.3.1. Beneficio Neto

Para la determinación de los ingresos netos, en el cuadro 31 se muestra que fue necesario obtener los costos de producción por tratamiento para un área de producción (30 m²), donde

los tratamientos con mayor costo de producción fueron el T2, T3, T4, y los T6, T7, T8 con 180 y 179 respectivamente. Luego los tratamientos con menor costo de producción fueron el T1 con 161.5 Bs y el T5 con 160.9 Bs.

Cuadro 31. Análisis de Beneficio Neto para 30 m², para cada tratamiento

TRATAMIENTO	Rendimiento (g/m ²) por Tratamiento	Rendimiento (g/m ²) en 30 m ²	Precio de Venta Beneficio Bruto (Bs)	Beneficio Bruto (Bs)	Costo de Producción (Bs)	Beneficio Neto (Bs)
T1	154.63	4638.9		139.17	161.50	-22.33
T2	119.00	3570		107.10	180.25	-73.15
T3	211.90	6357	Bs. 6 por cada 200 g	190.71	180.25	10.46
T4	113.05	3391.5		101.75	180.25	-78.50
T5	225.88	6776.4		203.29	160.90	42.39
T6	172.93	5187.9		155.64	179.65	-24.01
T7	94.93	2847.9		85.44	179.65	-94.21
T8	224.53	6735.9		202.08	179.65	22.43

Con respecto al Cuadro 31, considerando un precio de venta de Bs 6. Por cada 200 g de espinaca fuese las dos variedades estudiadas y el rendimiento obtenido por tratamiento (g/m²) tomando en cuenta la producción intensiva en un área de 30 m² lo que significa el uso del ambiente atemperado en su total producción. Se llegó a generar beneficios brutos (Bs.) donde los tratamientos T3, T5 y T8 presentan beneficios altos de 10.46, 42.39 y 22.43 (Bs.) respectivamente, siendo los más rentables en respecto a los demás tratamientos.

En el cuadro 31, se puede observar que menos de la mitad de los tratamientos lograron obtener ganancias netas durante la producción, esto se debe que los costos de producción fueron más altos de los beneficios generados, tomando en cuenta que solo se utilizó el rendimiento la única cosecha como también producción en época fría.

También se pudo evidenciar que la mayoría de los tratamientos que alcanzó a obtener beneficios fueron las que se interactuaban con la variedad Viroflay.

4.3.2. Relación Beneficio/Costo

En cuanto a la relación Beneficio/Costo y establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos estudiados, con la aplicación de niveles de humus de Lombriz en dos variedades de espinaca para luego recomendar a los hermanos agricultores sobre alternativa de producción del cultivo de espinaca.

Cuadro 32. Análisis de Beneficio/Costo para 30 m², para cada tratamiento

Tratamiento	Descripción	Rendimiento (g/m ²) en 30 m ²	Beneficio Bruto (Bs)	Costo de Producción (Bs)	Beneficio Costo (B/C)
T1	Tratamiento testigo de variedad Savoy verde	4638.9	139.17	161.5	0.86
T2	a1b1 Savoy verde con Humus de lombriz 10 g/planta	3570	107.1	180.25	0.59
T3	a1b2 Savoy verde con Humus de lombriz 20 g/planta	6357	190.71	180.25	1.06
T4	a1b3 Savoy verde con Humus de lombriz 30 g/planta	3391.5	101.75	180.25	0.56
T5	Tratamiento testigo de variedad Viroflay	6776.4	203.29	160.9	1.26
T6	a2b1 Viroflay con Humus de lombriz 10 g/planta	5187.9	155.64	179.65	0.87
T7	a2b2 Viroflay con Humus de lombriz 20 g/planta	2847.9	85.44	179.65	0.48
T8	a2b3 Viroflay con Humus de lombriz 30 g/planta	6735.9	202.08	179.65	1.12

Como se observa en el cuadro 32, en el análisis beneficio costo, se realizó para un área de producción de 30 m² se obtuvo los siguientes resultados de los tratamientos de los cuales los que sobresalen más son el: T5 (Espinaca Variedad Viroflay con 0 gramos de humus de Lombriz), con un Beneficio/Costo de 1.26 el cual significa que por cada Bs 1 invertido se logra ganar Bs. 0.26, como también T8 (Espinaca Variedad Viroflay con 30 gramos de humus de Lombriz), con un Beneficio/Costo de 1.12 lo que significa por Bs 1 invertido se logra ganar Bs. 0.12. También en el T3 (Espinaca Variedad Savoy verde con gramos de humus de Lombriz), con un Beneficio/Costo de 1.06 lo que significa por Bs. 1 invertido se logra ganar Bs. 0.06.

Así mismo los tratamientos que presentaron un menor Beneficio/Costo son: el T7 (Espinaca Variedad Viroflay con 20 gramos de humus de Lombriz) con un valor de 0.48 como también T4 (Espinaca Variedad Savoy verde con 30 gramos de humus de Lombriz) con un valor 0.56, los datos presentados no son rentables esto principalmente debido a los rendimientos y costos de producción que estos poseen.

5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- **Comparación del rendimiento agronómico:** La comparación del rendimiento agronómico de las dos variedades de espinaca, Viroflay y Savoy verde, bajo diferentes niveles de humus de lombriz mostró que la variedad Viroflay presentó un rendimiento significativamente superior en comparación con Savoy verde, independientemente del nivel de humus utilizado. Sin embargo, los resultados muestran que la variedad Viroflay tiene una mejor adaptación en las condiciones ambientales evaluadas y una mayor respuesta al uso del humus de lombriz. Por otro lado, los niveles de aplicación de humus de 10g, 20g y 30g por planta resultaron en un incremento progresivo del rendimiento, siendo el nivel de 30g el que mostró los mejores resultados, tanto en términos de altura de planta como en número de hojas y peso fresco total.
- **Nivel óptimo de humus de lombriz:** El nivel óptimo de humus de lombriz que maximiza el rendimiento y la calidad de cada variedad de espinaca fue el de 30g por planta. Este nivel de aplicación permitió un desarrollo más vigoroso del cultivo de espinaca, evidenciado por un incremento en el área foliar, altura y cantidad de hojas, lo cual se tradujo en una mayor biomasa por unidad de área. Además, se observó que el nivel de 30g contribuyó significativamente a mejorar la calidad del producto, destacando que la variedad Viroflay alcanzó el mayor rendimiento.
- **Características fisiológicas y de crecimiento:** Las características fisiológicas y de crecimiento de las dos variedades de espinaca en respuesta a los niveles de humus de lombriz variaron considerablemente. La variedad Viroflay mostró una mayor altura de planta, mayor área foliar y un mayor número de hojas en comparación con la variedad Savoy verde. Estos resultados indican que la variedad Viroflay tiene una mejor capacidad para aprovechar los nutrientes suministrados a través del humus de lombriz, particularmente con la aplicación de 30g por planta, lo que permitió un desarrollo más rápido y eficiente. Además, se observó que la aplicación de humus mejoró las condiciones del suelo, favoreciendo el establecimiento y crecimiento de las plantas.
- **Viabilidad económica:** La evaluación de la viabilidad económica del uso de humus de lombriz en la producción de espinaca bajo condiciones de ambiente atemperado

mostró resultados favorables, especialmente con la aplicación de 30g de humus de lombriz. La relación beneficio/costo para este nivel de aplicación fue superior a 1, lo que indica rentabilidad en el uso de este insumo. En particular, la variedad Viroflay presentó una mayor rentabilidad debido a su mayor rendimiento, lo cual la convierte en una opción más viable desde el punto de vista económico.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda cultivar la variedad Viroflay en invierno. Porqué el cultivo de espinaca por su resistencia y tolerancia a las bajas temperaturas.
- Se recomienda aplicar niveles más altos de humus de lombriz (mayor e igual a los 30 gramos/planta) en ambas variedades, porque con los niveles planteados en la investigación se obtuvieron mayores rendimientos a comparación del nivel 0%, puesto que la fertilización radicular apoya en gran medida en la producción a hortalizas de hoja.
- Se recomienda realizar enmiendas ecológicas con humus de lombriz, en las mismas condiciones de temperatura y época, porque luego se puede comparar en los rendimientos que se obtengan.
- Realizar investigación en el cultivo de espinaca a campo abierto, sin tomar en cuenta la influencia del ambiente atemperado, con los mismos niveles de humus de lombriz para distinguir las diferencias.
- Realizar más investigación en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea*) en diferentes regiones y ecosistemas del país, porque es necesario tener más investigaciones en este cultivo.
- Realizar la misma investigación con diferentes densidades de siembra y niveles de humus de lombriz, porque se puede comparar con esa investigación para contrastar los datos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aliagna, A. 2009. Influencia de dosis creciente de lixiviado de abonos mixtos microbianos y lixiviado humus de lombriz sobre algunas variables morfoagronómicas en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum mill*). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Cuba. 16 p.
- Alpi. 1991. Cultivo en invernadero. 3ra edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 45 - 79 p.
- Borrego, M. 1995. Horticultura Herbácea Especial. Segunda Edición. Mundi Prensa. Madrid España. 255 - 258 p.
- Beltran, 1992. Práctica de Agricultura. 54 – 357 p.
- Cadena, M. 2014. Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de lixiviado de humus de lombriz y dos formas de aplicación en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.), bajo ambiente protegido. Tesis Licenciatura. Bolivia, UMSA. 24 - 72 p.
- Campero, L. 2004. Comportamiento Agronómico de dos Variedades de Espinaca con diferentes dosis de humus en el Altiplano Central. Tesis de grado. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. 91 p.
- Casco, C; Iglesias, M. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompostado consultado en 19 de junio de 2010 disponible en: riaiglesias@ciudad.com.ar/microfca@universia.com.ar
- Callizaya, f. m. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de variedades de espinaca (*Spinacea oleracea* L.), bajo condiciones de ambiente protegido. Bolivia.
- CYMMYT, (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), 1998. Un manual metodológico de evaluación económica, México D. F. 79 p.
- Choque, A. 2021. Evaluación del rendimiento de dos variedades de (*Spinacia oleracea*) bajo diferentes niveles de biol en condiciones de ambiente atemperado. Bolivia.
- Chahua, L. 2006. Evaluación de cinco cultivares de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo cultivo orgánico. XIV Congreso peruano de horticultura. Facultad de agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina. Arequipa-Perú. 18 p.
- Chilon, C. E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT. Primera reimpresión. La Paz – Bolivia. 26 – 73 p.

- CEDAF, (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal), 1997. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal agricultura orgánica. Santo Domingo - República Dominicana. 41 p.
- Claude, A. 1997. El Huerto Biológico. Quinta Edición. Barcelona. 12 - 17 p.
- Cruz, E. 2021. Efecto de tres dietas en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus aperea*) en las etapas de crecimiento y engorde, en el Centro Experimental de Kallutaca La Paz- Bolivia Tesis Lic. Medicina Veterinaria Y Zootecnia. La Paz- Bolivia. 82 p.
- Díaz, R. 1997. Aplicación fraccionada del nitrógeno en tres densidades de plantación en lechuga (*Lactuca sativa*) bajo carpa solar. 21 - 83 p.
- Escobar, C. 2013. Usos potenciales del humus (abono organico lixiviado y solido) en la empresa fertilombriz Consultado el 8 de agosto de 2013. Disponible en [http://www.usos-potenciales-del-humus \(abono organico lixiviado y solido\) en la empresa fertilombriz.com](http://www.usos-potenciales-del-humus-abono-organico-lixiviado-y-solido-en-la-empresa-fertilombriz.com). 37 p.
- Estrada, J. 2003. Aplicación fraccionada de nitrógeno y análisis de crecimiento en dos variedades de espinaca. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía. 82 p.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 1990. Primer Seminario Nacional sobre Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia. CIAT - IBTA. Santa Cruz - Bolivia. 35 - 38 p.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2010. Manejo y producción de hortalizas Consultado el 17 de diciembre de 2019. Disponible en: http://fao.org/ag/agp/pfl_report_en/annexes.doc
- Fahn, A. 1985. Anatomía Vegetal. Ed. Pirámide. 28 p.
- Flores, J. 1996. Carpas Solares. Técnicas de Construcción. La Paz, Bolivia. 10 - 28 p.
- Garcia, F., et al. 2019. Agronomic management of leafy greens in temperate climates. Crop Production Review. 33 - 45 p.
- Guarachi, E. 2011. Balance hídrico en el cultivo de papa bajo condiciones de drenaje sukakollus. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz - Bolivia. 96 p.
- Hartman, F. 1990. Invernaderos y Ambientes Atemperados. FADES. Bolivia. 131 p.

- Hoyos, V. 2009. Análisis del crecimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo el efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Colombia. 175 – 186 p.
- IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica), 1992. Federación de Instituciones de Mantenimiento de la Agricultura Orgánica.
- Johnson, K. & Patel, S. 2016. Managing soil quality for optimal spinach yield. International Journal of Horticultural Science. 50 – 64 p.
- Leñano, F. 1973. Como se cultivan las hortalizas de hoja. Editorial De Vecchi, S.A. Barcelona. 139 - 155 p.
- López, M. 1994. Horticultura. Ediciones Trillar. México 118 - 128 p.
- Maroto, J. V. 1990. Elementos de Horticultura General, mundi prensa. España. 568 p.
- Montgomery, D.C. 2020. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons. Explica el análisis de interacción en detalle, incluyendo cómo interpretar los resultados y utilizar gráficos.
- MultiSeeds. Disponible en: <https://www.multiseedsbolivia.com>
- Narváez, R. F. s/f. Humus de Lombriz. Folleto técnico. Temuco, Chile. 5 p.
- Pacheco, G. A. 2007. Mejorador de suelos y complemento de la fertilización México. 2 p.
- Paye, V. 2015. Evaluación del comportamiento productivo de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) a diferentes niveles de nitrógeno con fertirriego y su efecto residual en los frutos comerciales. Tesis Maestría. La Paz - Bolivia. 112 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6844/TM-2180.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perez, R., & Gonzales, M. 2018. Nutritional and medicinal value of spinach. Journal of Plant Sciences. 102 – 116 p.
- Plan Territorial de Desarrollo Integral – Laja (2016 – 2020). La Paz, Bolivia.
- Rocha, J.P. 2014. Evaluación agronómica de dos variedades de espinaca (*Spinacea olerácea*) con dos abonos orgánicos en carpa solar, en Chicani - La Paz. Tesis de Grado. UMSA Facultad de Agronomía. 60 p.

- Rodriguez, S. 1982. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Editorial AGTSA. D.F. México. 33 p.
- Serrano, C. Z. 1976. Cultivo de la Espinaca Publicaciones de Extensión Agraria Bravo, Murillo - Madrid. 1 - 19 p.
- Serrano, Z. 1980. Cultivo de hortalizas en invernadero. ED Barcelona - España. 86 - 360 p.
- Smith, J. & Lee, A. 2017. Spinach cultivation: Historical perspectives and modern practices. *Agricultural Studies Journal*. 215 – 227 p.
- Tenecela, Y. X. 2012. Producción de Humus de Lombriz Mediante el Aprovechamiento y Manejo de los Residuos Orgánicos. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 113 p.
- Thompson, R., & Clark, D. 2020. Vermicomposting and its effects on soil fertility. *Environmental Sustainability Journal*. 135 – 147 p.
- Torres, M. 1994. Horticultura. Trillas. México. 20 – 98 p.
- Unterladstatter, R. 2000. La Horticultura en el Sub Trópico Húmedo y Sub Húmedo de Bolivia. Santa Cruz – Bolivia. Facultad de Ciencia Agrícolas U.A.G.R.M. 310 p.
- Valadez, A. 1996. Producción de hortalizas. Editorial Limosa S. A. Venezuela. 45 - 127 p.
- Valdez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, Mexico. 127 p.
- Valdez, A. 1995. Abonos, insecticidas y fungicidas orgánicos. La Paz – Bolivia. 13 – 26 p.
- Vigliola, M. 1992. Manual de horticultura. Editorial, hemisferio sur. Buenos Aires - Argentina. 81 – 89 p.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., Ye, K. 2012. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. Pearson. Proporciona una buena introducción al análisis de la interacción en modelos factoriales.

8. ANEXOS

Anexo 1. Datos de Temperatura y Humedad Relativa

FECHA	TEMP. MAXIMA	TEMP. MINIMA	HR% MAXIMA
30/03/2024	37.9	6.2	44
06/04/2024	38.8	6.6	48
13/04/2024	39.3	7.1	54
20/04/2024	39.2	7.9	47
27/04/2024	40.5	7	40
04/05/2024	40	4.4	49
11/05/2024	42	7.1	60
18/05/2024	38.6	7.4	54
25/05/2024	37.5	4.7	59

Anexo 2. Promedios medios registrados de las variables agronómicas durante todo el ciclo productivo, introducidos al programa estadístico de análisis de datos (InfoStat)

Variedad	Tratamiento	Bloque	AP	NH	LH	AH	AF	LP	RD
V1	T0	1	9.05	14	10.81	7.55	61.24	4.65	129.88
V1	T0	2	3.93	7	2.77	1.78	3.70	1.46	4.00
V1	T0	3	4.59	8	3.81	2.43	6.94	1.80	11.00
V1	T0	4	3.07	6	2.60	1.70	3.30	1.15	9.75
V1	T10	1	5.60	10	5.41	3.60	14.61	2.36	30.00
V1	T10	2	4.90	8	3.37	2.02	5.10	1.79	6.13
V1	T10	3	8.71	10	7.15	5.19	27.82	3.70	64.63
V1	T10	4	4.79	7	3.78	2.45	6.94	1.99	18.25
V1	T20	1	10.27	14	9.78	7.03	51.51	4.56	106.88
V1	T20	2	4.63	7	3.33	2.06	5.14	1.75	3.75
V1	T20	3	7.69	11	6.99	5.24	27.49	3.19	80.88
V1	T20	4	6.81	9	4.75	3.37	12.01	2.76	20.40
V1	T30	1	7.29	10	7.48	5.14	28.83	3.70	72.88
V1	T30	2	4.70	7	3.35	1.96	4.94	1.59	3.38
V1	T30	3	5.60	9	4.76	3.44	12.28	2.22	21.00
V1	T30	4	3.93	7	2.94	1.86	4.11	1.35	15.80
V2	T0	1	9.73	8	5.84	3.39	14.86	4.66	47.00
V2	T0	2	5.33	7	3.05	1.67	3.81	2.16	3.75
V2	T0	3	10.83	12	7.57	5.05	28.67	5.21	74.63
V2	T0	4	13.14	12	7.98	5.80	34.73	6.44	100.50
V2	T10	1	12.75	12	8.20	6.13	37.74	6.63	102.38
V2	T10	2	7.08	8	3.95	2.21	6.53	3.48	4.80
V2	T10	3	8.33	10	5.46	3.65	14.93	3.85	32.50
V2	T10	4	7.55	9	4.81	3.16	11.42	3.50	33.25
V2	T20	1	7.91	8	6.03	3.81	17.25	3.71	35.75
V2	T20	2	5.69	8	2.93	1.62	3.57	2.45	6.80
V2	T20	3	8.76	11	5.13	3.26	12.54	4.10	29.88
V2	T20	4	8.38	10	5.38	3.44	13.90	3.65	22.50
V2	T30	1	10.26	11	7.97	5.31	31.74	5.29	58.13
V2	T30	2	5.83	7	3.30	1.76	4.37	2.26	5.90
V2	T30	3	12.37	13	8.09	5.33	32.32	6.40	62.38
V2	T30	4	12.66	12	9.33	6.57	45.97	6.43	98.13

Anexo 3. Promedios medios registrados de las variables agronómicas Área Foliar durante todo el ciclo productivo, introducidos al programa estadístico de análisis de datos (InfoStat)

Variedad	Tratamiento	Bloque	L.H.	A.H	CONST. 0.75	A.F.
V1	T0	1	10.81	7.55	0.75	61.24
V1	T0	2	2.77	1.78	0.75	3.70
V1	T0	3	3.81	2.43	0.75	6.94
V1	T0	4	2.60	1.70	0.75	3.30
V1	T10	1	5.41	3.60	0.75	14.61
V1	T10	2	3.37	2.02	0.75	5.10
V1	T10	3	7.15	5.19	0.75	27.82
V1	T10	4	3.78	2.45	0.75	6.94
V1	T20	1	9.78	7.03	0.75	51.51
V1	T20	2	3.33	2.06	0.75	5.14
V1	T20	3	6.99	5.24	0.75	27.49
V1	T20	4	4.75	3.37	0.75	12.01
V1	T30	1	7.48	5.14	0.75	28.83
V1	T30	2	3.35	1.96	0.75	4.94
V1	T30	3	4.76	3.44	0.75	12.28
V1	T30	4	2.94	1.86	0.75	4.11
V2	T0	1	5.84	3.39	0.75	14.86
V2	T0	2	3.05	1.67	0.75	3.81
V2	T0	3	7.57	5.05	0.75	28.67
V2	T0	4	7.98	5.80	0.75	34.73
V2	T10	1	8.20	6.13	0.75	37.74
V2	T10	2	3.95	2.21	0.75	6.53
V2	T10	3	5.46	3.65	0.75	14.93
V2	T10	4	4.81	3.16	0.75	11.42
V2	T20	1	6.03	3.81	0.75	17.25
V2	T20	2	2.93	1.62	0.75	3.57
V2	T20	3	5.13	3.26	0.75	12.54
V2	T20	4	5.38	3.44	0.75	13.90
V2	T30	1	7.97	5.31	0.75	31.74
V2	T30	2	3.30	1.76	0.75	4.37
V2	T30	3	8.09	5.33	0.75	32.32
V2	T30	4	9.33	6.57	0.75	45.97

Anexo 4. Costo de Producción de la espinaca. Tratamiento 1 (Variedad Savoy verde con 0 g/planta de Humus de lombriz)

TRATAMIENTO 1					
Nº	Descripción	Cantidad	Unidad	P/U	Total
Preparación de sustrato					
1	Turba	0.25	carretilla	5	1.25
2	Arena	0.25	carretilla	3.8	1
SUB TOTAL					2.25
Material vegetativo					
1	Semilla de Espinaca (Var. Savoy verde)	0.5	onzas	5	2.5
SUB TOTAL					2.5
Material de trabajo					
1	Material de escritorio	Global			68
2	Material de campo	Global			80
SUB TOTAL					148
Labores culturales					
1	Labores culturales	1	jornal	8.75	8.75
SUB TOTAL					8.75
TOTAL					161.5

Anexo 5. Costo de Producción de la espinaca. Tratamientos 2,3 y 4 (Variedad Savoy verde con 10, 20 y 30 g/planta de Humus de lombriz)

TRATAMIENTO 2 - 4					
Nº	Descripción	Cantidad	Unidad	P/U	Total
Preparación de sustrato					
1	Turba	0.25	carretilla	5	1.25
2	Arena	0.25	carretilla	3.8	1
SUB TOTAL					2.25
Material vegetativo					
1	Semilla de Espinaca (Var. Savoy verde)	0.5	onzas	5	2.5
SUB TOTAL					2.5
Material insumo					
1	Humus de lombriz	0.25	carretilla	5	1.25
SUB TOTAL					1.25
Material de trabajo					
1	Material de escritorio	Global			68
2	Material de campo	Global			80
SUB TOTAL					148
Labores culturales					
1	Labores culturales	3	26.25	8.75	26.25
SUB TOTAL					26.25
TOTAL					180.25

Anexo 6. Costo de Producción de la espinaca. Tratamiento 5 (Variedad Viroflay con 0 g/planta de Humus de lombriz)

TRATAMIENTO 5					
N.º	Descripción	Cantidad	Unidad	P/U	Total
Preparación de sustrato					
1	Turba	0.25	carretilla	5	1.25
2	Arena	0.25	carretilla	3.8	1
	SUB TOTAL				2.25
Material vegetativo					
1	Semilla de Espinaca (Var. Viroflay)	0.5	onzas	3.8	1.9
	SUB TOTAL				1.9
Material de trabajo					
1	Material de escritorio	Global			68
2	Material de campo	Global			80
	SUB TOTAL				148
Labores culturales					
1	Siembra (Preparación de almacigueras)	1	jornal	8.75	8.75
	SUB TOTAL				8.75
	TOTAL				160.9

Anexo 7. Costo de Producción de la espinaca. Tratamientos 6,7 y 8 (Variedad Viroflay con 10, 20 y 30 g/planta de Humus de lombriz)

TRATAMIENTO 6 - 8					
N.º	Descripción	Cantidad	Unidad	P/U	Total
Preparación de sustrato					
1	Turba	0.25	carretilla	5	1.25
2	Arena	0.25	carretilla	3.8	1
	SUB TOTAL				2.25
Material vegetativo					
1	Semilla de Espinaca (Var. Viroflay)	0.5	onzas	3.8	1.9
	SUB TOTAL				1.9
Material insumo					
1	Humus de lombriz	0.25	carretilla	5	1.25
	SUB TOTAL				1.25
Material de trabajo					
1	Material de escritorio	Global			68
2	Material de campo	Global			80
	SUB TOTAL				148
Labores culturales					
1	Labores culturales	3	jornal	8.75	26.25
	SUB TOTAL				26.25
	TOTAL				179.65

Anexo 8. Análisis químico de Agua

ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA

Municipio de Laja- Agua de pozo (UPEA - Agronomía)

2/9/2022



Resultados del análisis de AGUA en meq/L y ppm

Parámetros:

pH: **6,93**

Conductividad eléctrica: **0,516** dS/m

Cationes:

Ca ⁺²	1,05 meq/L	Ca	21 ppm
Mg ⁺²	0,36 meq/L	Mg	4 ppm
K ⁺	0,14 meq/L	K	5 ppm
Na ⁺	0,59 meq/L	Na	14 ppm
NH ₄ ⁺	0,02 meq/L	N-NH4	0 ppm
Suma de cationes	2,16 meq/L		

Aniones:

NO ₃ ⁻	0,6 meq/L	N-NO ₃	8 ppm
SO ₄ ⁻²	1,125 meq/L	S	36 ppm
H ₂ PO ₄ ⁻	0,012371 meq/L	P	0 ppm
CO ₃ ⁻²	0 meq/L	CO ₃	0 ppm
HCO ₃ ⁻	1,15 meq/L	HCO ₃	70 ppm
Cl ⁻	0,05 meq/L	Cl	2 ppm
Suma de aniones	2,93 meq/L		

TDS **366** ppm

SALT **163** ppm

Microelementos:

Fe	0,31 ppm
Cu	0,06 ppm
Mn	0,027 ppm
Zn	0,02 ppm
B	0,021 ppm

Características del agua:

RAS **0,7**

Dureza del agua **18** grados hidrotimétricos franceses (ghf)

CE generada por sales nocivas (Na. Cl. HCO₃) **0,12**

CE generada por sales nutrientes **0,40**

Si RAS < 3 no hay problemas de sodicidad

Se considera agua dura si ghf > 32

Cuantos ml/m³ se ocupan de ácido para bajar el pH del agua de riego hasta 5.5 - 6.6

Acido sulfúrico:	Densidad	1,84 g/cm ³	Pureza	98 %	4,0 ml/m ³
Acido fosfórico:	Densidad	1,66 g/cm ³	Pureza	75 %	11,6 ml/m ³
Acido nítrico:	Densidad	1,11 g/cm ³	Pureza	70 %	12,0 ml/m ³

M. Sc. Victor Paye Huaranca
GERENTE GENERAL LABSAS PRO

Anexo 9. Análisis químico de Humus Lombriz

ANALISIS QUIMICO DE M1 EN PS



Lugar: Kallutaca, Cliente: Jose Luis Chura
 Fecha de recepcion: 29/08/2024 Fecha de entrega: 10/09/2024

Resultados del análisis químico de M1 en meq/L y ppm

Parámetros:

pH
 Conductividad eléctrica dS/m

Cationes:

Ca ⁺²	<input type="text" value="2.2"/>	meq/L	Ca	<input type="text" value="44"/>	ppm
Mg ⁺²	<input type="text" value="0.8"/>	meq/L	Mg	<input type="text" value="10"/>	ppm
K ⁺	<input type="text" value="0.18"/>	meq/L	K	<input type="text" value="7"/>	ppm
Na ⁺	<input type="text" value="0.5"/>	meq/L	Na	<input type="text" value="12"/>	ppm
NH ₄ ⁺	<input type="text" value="0.015"/>	meq/L	N-NH4	<input type="text" value="0"/>	ppm
Suma de cationes	<input type="text" value="3.695"/>	meq/L			

Aniones:

NO ₃ ⁻	<input type="text" value="2.5"/>	meq/L	N-NO3	<input type="text" value="35"/>	ppm
SO ₄ ⁻²	<input type="text" value="0.5"/>	meq/L	S	<input type="text" value="16"/>	ppm
H ₂ PO ₄ ⁻	<input type="text" value="0"/>	meq/L	P	<input type="text" value="0"/>	ppm
CO ₃ ⁻²	<input type="text" value="0"/>	meq/L	CO3	<input type="text" value="0"/>	ppm
HCO ₃ ⁻	<input type="text" value="0.23"/>	meq/L	HCO3	<input type="text" value="14"/>	ppm
Cl ⁻	<input type="text" value="0.18"/>	meq/L	Cl	<input type="text" value="6"/>	ppm
Suma de aniones	<input type="text" value="3.41"/>	meq/L			

TDS ppm Si esta entre: 0-300 Excelente; 300 -600
 SALT ppm Nivel bueno: 900-1200 nivel no recomendable

Microelementos:

Fe	<input type="text" value="0.013"/>	ppm
Cu	<input type="text" value="0"/>	ppm
Mn	<input type="text" value="0"/>	ppm
Zn	<input type="text" value="0"/>	ppm
B	<input type="text" value="0"/>	ppm

TIPO DE AGUA	GRADOS FRANCESES	ppm CO ₃ Ca
MUY BLANDA	< 7	< 70
BLANDA	7 - 14	71 - 141
SEMI BLANDA	14 - 22	142 - 220
SEMI DURA	22 - 32	221 - 320
DURA	32 - 54	321 - 540
MUY DURA	> 54	> 541

Características del agua:

RAS Si RAS < 3 no hay problemas de sodicidad
 Dureza del agua grados hidrotimétricos franceses (ghf) Se considera agua dura si ghf > 32
 CE generada por sales nocivas (Na, Cl, HCO₃)
 CE generada por sales nutrientes

Cuantos ml/m³ se ocupan de ácido para bajar el pH del agua de riego hasta 5.5 - 6.6

Acido sulfúrico:	Densidad	<input type="text" value="1.84"/>	g/cm ³	Pureza	<input type="text" value="98"/>	%	<input type="text" value="-7.3"/>	ml/m ³
Acido fosfórico:	Densidad	<input type="text" value="1.71"/>	g/cm ³	Pureza	<input type="text" value="85"/>	%	<input type="text" value="-15.8"/>	ml/m ³
Acido nítrico:	Densidad	<input type="text" value="1.41"/>	g/cm ³	Pureza	<input type="text" value="70"/>	%	<input type="text" value="-19.1"/>	ml/m ³


 M. Sc. Victor Paye Huaranca
 GERENTE GENERAL DE LABSAS PRO

Anexo 10. Análisis químico del suelo

ANALISIS QUIMICO DE M2 EN PS



Lugar: Kallutaca, Cliente: Jose Luis Chura
 Fecha de recepcion: 29/08/2024 Fecha de entrega: 10/09/2024

Resultados del análisis químico de M2 en meq/L y ppm

Parámetros:

pH
 Conductividad eléctrica dS/m

Cationes:

Ca ⁺²	<input type="text" value="1.16"/>	meq/L	Ca	<input type="text" value="23"/>	ppm
Mg ⁺²	<input type="text" value="0.29"/>	meq/L	Mg	<input type="text" value="3"/>	ppm
K ⁺	<input type="text" value="1.18"/>	meq/L	K	<input type="text" value="46"/>	ppm
Na ⁺	<input type="text" value="0.33"/>	meq/L	Na	<input type="text" value="8"/>	ppm
NH ₄ ⁺	<input type="text" value="0.01"/>	meq/L	N-NH4	<input type="text" value="0"/>	ppm
Suma de cationes	<input type="text" value="2.97"/>	meq/L			

Aniones:

NO ₃ ⁻	<input type="text" value="1.2"/>	meq/L	N-NO3	<input type="text" value="17"/>	ppm
SO ₄ ⁻²	<input type="text" value="0.05"/>	meq/L	S	<input type="text" value="2"/>	ppm
H ₂ PO ₄ ⁻	<input type="text" value="0"/>	meq/L	P	<input type="text" value="0"/>	ppm
CO ₃ ⁻²	<input type="text" value="0"/>	meq/L	CO3	<input type="text" value="0"/>	ppm
HCO ₃ ⁻	<input type="text" value="0.23"/>	meq/L	HCO3	<input type="text" value="14"/>	ppm
Cl ⁻	<input type="text" value="1.18"/>	meq/L	Cl	<input type="text" value="42"/>	ppm
Suma de aniones	<input type="text" value="2.66"/>	meq/L			

TDS ppm Si esta entre: 0-300 Excelente; 300 -600
 SALT ppm Nivel bueno: 900-1200 nivel no recomendable

Microelementos:

Fe	<input type="text" value="0"/>	ppm
Cu	<input type="text" value="0"/>	ppm
Mn	<input type="text" value="0"/>	ppm
Zn	<input type="text" value="0"/>	ppm
B	<input type="text" value="0"/>	ppm

TIPO DE AGUA	GRADOS FRANCESES	ppm CO ₃ Ca
MUY BLANDA	< 7	< 70
BLANDA	7 - 14	71 - 141
SEMI BLANDA	14 - 22	142 - 220
SEMI DURA	22 - 32	221 - 320
DURA	32 - 54	321 - 540
MUY DURA	> 54	> 541

Características del agua:

RAS Si RAS < 3 no hay problemas de sodicidad
 Dureza del agua grados hidrotimétricos franceses (ghf) Se considera agua dura si ghf > 32
 CE generada por sales nocivas (Na, Cl, HCO₃)
 CE generada por sales nutrientes

Cuantos ml/m³ se ocupan de ácido para bajar el pH del agua de riego hasta 5.5 - 6.6

Acido sulfúrico:	Densidad	<input type="text" value="1.84"/>	g/cm ³	Pureza	<input type="text" value="98"/>	%	<input type="text" value="-7.3"/>	ml/m ³
Acido fosfórico:	Densidad	<input type="text" value="1.71"/>	g/cm ³	Pureza	<input type="text" value="85"/>	%	<input type="text" value="-15.8"/>	ml/m ³
Acido nítrico:	Densidad	<input type="text" value="1.41"/>	g/cm ³	Pureza	<input type="text" value="70"/>	%	<input type="text" value="-19.1"/>	ml/m ³


 M. Sc. Victor Paye Huaranca
 GERENTE GENERAL DE LABSAS PRO

FOTOGRAFIAS DEL EXPERIMENTO

Anexo 11. Preparado del sustrato para el almácigo



Anexo 12. Características del material biológico

Espinaca - Savoy - verde SILVERWHALE RZ F1 (51-300)



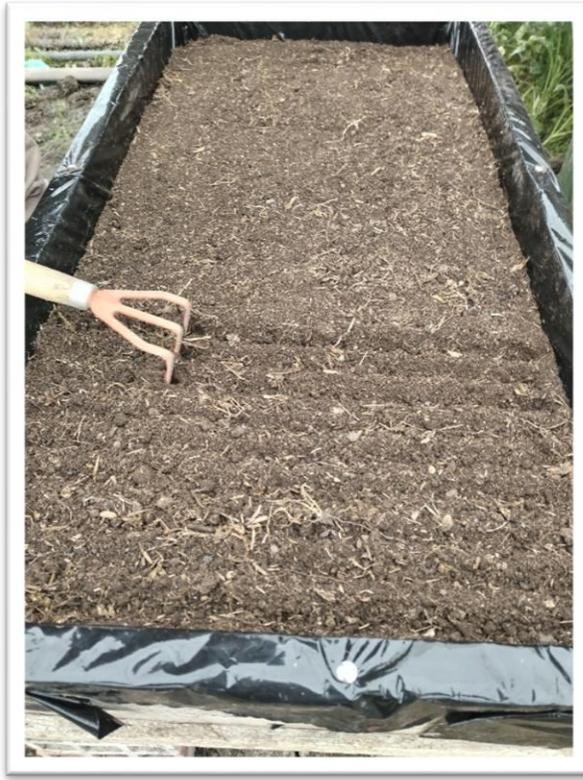
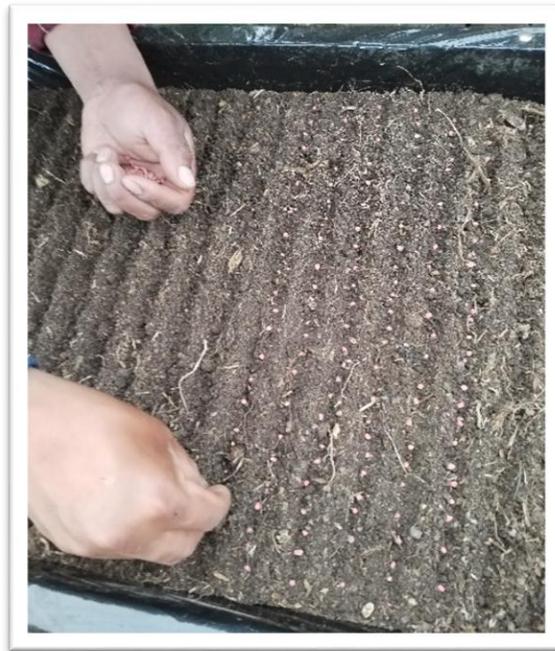
Descripción
Variedad de ciclo medio largo, indicada para recolecciones de primavera y otoño. Posee un altopotencial productivo y una buena calidad de hoja para mercado fresco.

Resistencias
HR. Pfs: 1-9, 11-16
IR. Pe10

   NCT

Presentación:
Sobre: 25000 und.



Anexo 13. Preparado del almacigo**Anexo 14. Siembra de las dos variedades de espinaca en el almacigo**

Anexo 15. Germinación de las dos variedades de espinaca en el almacigo



Anexo 16. Pesado del Humus de lombriz en sus diferentes niveles



Anexo 17. Prendimiento de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra



Anexo 18. Identificación de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra



Anexo 19. Numeración de las muestras de planta de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra



Anexo 20. Rendimiento más alto de las dos variedades de espinaca



Anexo 21. Crecimiento de las dos variedades de espinaca en la cama de siembra**Anexo 22. Preparado de bolsas para las dos variedades de espinaca**

Anexo 23. Materiales, herramientas de escritorio y de campo para las dos variedades de espinaca



Anexo 24. Cosecha de las dos variedades de espinaca



Anexo 25. Lavado las dos variedades de espinaca



Anexo 26. Hoja de la variedad Viroflay



Anexo 27. Hoja de la variedad Savoy verde



Anexo 28. Respectivo pesaje de las dos variedades de espinaca



Anexo 29. Sellado de las dos variedades de espinaca



Anexo 30. Producto final de las dos variedades de espinaca



Anexo 31. Embolsado final de las dos variedades de espinaca

