

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 4 BIOESTIMULANTES SOBRE EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), EN
CAJAMARCA**

Presentado por El Bachiller:

WILIAN MEJÍA ROJAS

ASESOR:

DR. ISIDRO RIMARACHÍN CABRERA


CAJAMARCA – PERÚ

-2024-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
MEJÍA ROJAS WILIAN.
DNI: 77088255
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE AGRONOMIA
 2. Asesor:
DR. ISIDRO RIMARACHIN CABRERA
Facultad/Unidad UNC:
DE CIENCIAS AGRARIAS
 3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
 4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
 5. Título de Trabajo de Investigación:
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE 4 BIOESTIMULANTES SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), EN CAJAMARCA
Fecha de evaluación: 09/08/2024
 6. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
 7. Porcentaje de Informe de Similitud:
 8. Código Documento: oid: 3117:372150202
 9. Resultado de la Evaluación de Similitud: 19%
- APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 09/08/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> Dr. ISIDRO RIMARACHIN CABRERA DNI: 26676820

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los trece días del mes de junio del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 175-2024-FCA-UNC, de fecha 18 de marzo del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE 4 BIOESTIMULANTES SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), EN CAJAMARCA"**, realizada por el Bachiller **WILIAN MEJÍA ROJAS** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis especialmente a Dios Padre y Dios Madre Celestiales por darme la fuerza necesaria para terminar esta meta.

También a mis queridos Padres como es Alboredo Mejía Leiva y a mi querida Madre Vilma Rojas Benavides y sin falta a mis abuelos Juan Mejía Nuñez y María Flormira Leiva Cubas por su amor incondicional y por motivarme a seguir adelante y también a mis hermanos por su apoyo moral.

Y finalmente a todos mis amigos, docentes especialmente a mi asesor que me han apoyado en esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer desde el fondo de mi corazón a Dios Padre y Dios Madre Celestiales quienes son la fuente del agua de la vida y me guían conforme a su voluntad y han permitido que cumpla esta meta.

Mi profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño y caminaron junto conmigo en todo momento siendo de inspiración y motivación. Esta mención en especial para mis Padres Celestiales y mis Padres físicos, mis abuelos, mis hermanos, mi esposa. Muchas gracias a todos ustedes por su amor incondicional.

Agradecer a mi asesor Dr. Isidro Rimarachín Cabrera por su apoyo en el desarrollo de esta tesis y a cada uno de mis jurados por su aporte para que obtengamos una mejor investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de Investigación	2
1.2 Formulación del Problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Hipótesis	4
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Cultivo de espinaca	7
2.2.2 Generalidades de la espinaca	7
2.2.3 Taxonomía	8
2.2.4 Características agronómicas	8
2.2.4.1 Raíz	8
2.2.4.2 Tallo	9
2.2.4.3 Hojas	9
2.2.4.4 Flores	9
2.2.5 Fenología del cultivo	10
2.2.6 Variedad Viroflay	10
2.2.7 Propiedades nutricionales de la espinaca	11
2.2.8 Bioestimulantes	12
2.2.9 Reguladores de crecimiento	13
2.2.10 Bioestimulantes comerciales	15

a.1	APU BIO	15
a.2	ACADIAN (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	16
a.3	BAYFOLAN AKTIVATOR	17
a.4	FERTIPLAN	17
2.2.11	Definición de términos básicos	18
b.1	Bioestimulante	18
b.2	Giberelinas	18
b.3	Auxinas	19
b.4	Citoquininas	19
	CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1	Ubicación	20
3.2	Materiales	21
3.2.1	Material genético	21
3.2.2	Insumos de campo	21
3.2.3	Material de campo	21
3.2.4	Equipos de campo y gabinete	22
3.3	Metodología	22
3.3.1	Características del experimento	22
3.3.2	Distribución experimental	23
3.3.3	Diseño experimental	23
3.3.4	Tratamientos	25
3.3.5	Población y muestra	25
3.3.6	Metodología	26
3.3.6.1	Muestreo de suelos para análisis	26
3.3.6.2	Preparación de terreno	26
A	Roturación de terreno	26
B	Delimitación del área experimental según DBCA	26
C	Surcado	27
D	Siembra	27
E	Riesgos	27
F	Desahije	28
G	Aplicación de bioestimulante	28

H	Control de malezas	29
I	Cosecha	29
3.3.7	VARIABLES AGRONÓMICAS EVALUADAS	29
3.3.7.1	Rendimiento (t ha⁻¹)	29
3.3.7.2	Altura de planta	30
3.3.7.3	Número de hojas por planta	30
3.3.7.4	Longitud de hojas	30
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1	Rendimiento t ha⁻¹	31
4.2	Altura de planta	34
4.3	Número de hojas por planta	38
4.4	Longitud de hojas	40
	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1	Conclusiones	43
5.2	Recomendaciones	43
	CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
	CAPÍTULO VII: ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	<i>Fenología del cultivo de espinaca <i>Spinacia oleracea</i> L.</i>	10
2	<i>Propiedades nutricionales del cultivo de espinaca, descritas por López (1994)</i>	11
3	<i>Propiedades nutricionales del cultivo de espinaca, descritas por Jiménez et al. (2010)</i>	12
4	<i>Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal.</i>	14
5	<i>Composición química de BAYFOLAN AKTIVATOR</i>	17
6	<i>Tratamientos utilizados en el trabajo de investigación.</i>	25
7	<i>Análisis de varianza del rendimiento $t\ ha^{-1}$ del cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.)</i>	31
8	<i>Prueba de Dunnett, aplicada al rendimiento $t\ ha^{-1}$ en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.).</i>	32
9	<i>Análisis de varianza según el factorial 4×2, y el diseño de Bloques completos al azar para rendimiento $t\ ha^{-1}$ en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.).</i>	33
10	<i>Análisis de varianza de la altura de planta (cm), en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.).</i>	34
11	<i>Prueba de Dunnett aplicada a la altura de planta (cm), en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.).</i>	35
12	<i>Análisis de varianza de la altura de planta (cm) en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.), según la factorial usada.</i>	36
13	<i>Prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, aplicado a la altura de planta, en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.).</i>	37
14	<i>Análisis de varianza del número de hojas por planta, en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.)</i>	38
15	<i>Prueba de Dunnett, aplicada al número de hojas por planta, en el cultivo espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.)</i>	39
16	<i>Análisis de varianza del número de hojas por planta, en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.).</i>	39
17	<i>Análisis de varianza de la longitud de hoja (cm), en el cultivo de espinaca (<i>Espinacia oleracea</i> L.).</i>	40

18	<i>Prueba de Dunnett, aplicada para comparar las medias de los tratamientos con la media del testigo, para longitud de hoja (cm) (Espinacia oleracea L.).</i>	41
19	<i>Análisis de varianza según el factorial 4 x 2, usado en el experimento para la variable longitud de hoja (cm).</i>	42
20	<i>Promedio de las evaluaciones de rendimiento t ha⁻¹ del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.). en tres repeticiones.</i>	49
21	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable rendimiento t ha⁻¹.</i>	49
22	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable rendimiento t ha⁻¹.</i>	50
23	<i>Promedio de las evaluaciones de altura de planta (cm) del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.). en tres repeticiones.</i>	50
24	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).</i>	50
25	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).</i>	51
26	<i>Promedio de las evaluaciones de número de hojas del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.). en tres repeticiones.</i>	51
27	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).</i>	51
28	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).</i>	52
29	<i>Promedio de las evaluaciones de longitud de hojas (cm) del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.). en tres repeticiones.</i>	52
30	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable longitud de hojas (cm).</i>	52
31	<i>Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable longitud de hojas (cm).</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Ubicación del experimento.	20
2	Distribución experimental utilizado en la investigación.	23
3	Preparación de terreno.	53
4	Delimitación de bloques.	54
5	Delimitación del área experimental.	54
6	Separación de caminos.	55
7	Siembra del cultivo	55
8	Riego por aspersión después de la siembra.	56
9	Plantas de espinaca a los 15 días.	56
10	Espinaca a los 30 días.	57
11	Riego para mantener al cultivo.	57
12	Deshierbo de las calles.	58
13	Segundo deshierbo del cultivo.	58
14	Planta de espinaca a los 45 días.	59
15	Espinaca después de la segunda aplicación de bioestimulantes.	59
16	Evaluación en laboratorio.	60
17	Plantas de espinaca separadas por tratamiento.	60
18	Peso de la planta de espinaca.	61
19	Peso de espinaca en la balanza electrónica.	61
20	Peso de una planta de espinaca.	62
21	Longitud de la hoja.	62
22	Toma de datos en laboratorio.	63
23	Evaluaciones en laboratorio.	63
24	Resultados de análisis de suelo.	64

RESUMEN

El objetivo principal del estudio fue evaluar el efecto de cuatro tipos de bioestimulantes (ACADIAN, BAYFOLAN AKTIVATOR, FERTIPLAN y UPA BIO) en el rendimiento del cultivo de espinaca, utilizando dos dosis diferentes (10 mL y 20 mL) y un testigo absoluto. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2D x 4B, donde D representa las dosis de bioestimulantes y B los tipos de bioestimulantes, resultando en un total de 9 tratamientos. Las variables estudiadas fueron el rendimiento ($t\ ha^{-1}$), la altura de planta (cm), el número de hojas por planta y la longitud de hoja (cm), así como la interacción entre bioestimulantes y dosis. Para el análisis estadístico se utilizó análisis de varianza, prueba de Dunnett y prueba de Duncan al 95%. Los resultados indicaron que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con bioestimulantes en comparación con el testigo. Sin embargo, no se detectó un efecto superior de ninguna de las dosis en estudio, ni en la interacción entre bioestimulantes y dosis. Se concluye que el uso de bioestimulantes mejora la producción de espinaca, aunque no se observó un beneficio adicional significativo al variar las dosis utilizadas en este estudio.

Palabras claves: Biostimulante, espinaca, dosis.

ABSTRACT

The main objective of the study was to evaluate the effect of four types of biostimulants (ACADIAN, BAYFOLAN AKTIVATOR, FERTIPLAN and UPA BIO) on the yield of the spinach crop, using two different doses (10 mL and 20 mL) and an absolute control. A randomized complete block design with a 2D x 4B factorial arrangement was used, where D represents the doses of biostimulants and B the types of biostimulants, resulting in a total of 9 treatments. The variables studied were yield (t ha⁻¹), plant height (cm), the number of leaves per plant and leaf length (cm), as well as the interaction between biostimulants and dose. For the statistical analysis applying analysis of variance, Dunnett's test and Duncan's test at 95%. The results indicated that there are significant statistical differences between treatments with biostimulants compared to the control. However, a superior effect was not detected in any of the study doses, nor in the interaction between biostimulants and dose. It is concluded that the use of biostimulants improves spinach production, although no significant additional benefit was observed when varying the doses used in this study.

L.)

Keywords: Biostimulant, spinach, doce.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es una planta hortícola que se cultiva ampliamente en todo el mundo, valorada tanto por sus propiedades nutricionales como por sus diversas aplicaciones culinarias. A pesar de que tradicionalmente ha sido una hortaliza de hoja con bajo consumo y restringida a una pequeña parte de la población, en años recientes su cultivo ha crecido considerablemente (Mezquiriz, 2007). Se trata de una planta anual que se cultiva por sus hojas comestibles, las cuales son grandes y de un verde intenso. La espinaca se puede cultivar en cualquier época del año y se consume en formas frescas, cocidas o fritas. En Perú, la producción de espinaca en 2017 alcanzó las 28,536 toneladas, con un rendimiento promedio nacional de 17,636 toneladas por hectárea (MINAG, 2017).

Eroski (2019) señala que la espinaca es notable por su alto contenido de provitamina A y vitaminas C y E, todas ellas con propiedades antioxidantes. También es una excelente fuente de vitaminas del grupo B, incluyendo folatos, B2 y B6, y en menor medida B3 y B1. En cuanto a minerales, la espinaca destaca por su riqueza en calcio, hierro, magnesio, potasio y sodio, además de contener cantidades significativas de fósforo y yodo. No obstante, en nuestra región, su producción se ve limitada por los bajos rendimientos y los elevados costos de los fertilizantes químicos.

El aumento del costo de los fertilizantes químicos y el consiguiente deterioro erosivo de los suelos representan problemas importantes en nuestra región. Por tanto, es necesario buscar alternativas que mejoren el desarrollo de los cultivos, como la espinaca, para lograr rendimientos satisfactorios. El empleo de bioestimulantes eficaces de origen biológico u orgánico puede reducir los costos de producción en comparación con la inversión necesaria para utilizar fertilizantes químicos (Arias, 2010). Los bioestimulantes, sin importar su contenido nutricional, pueden incluir sustancias, compuestos y/o microorganismos que, al aplicarse en las hojas o en la rizosfera, mejoran el crecimiento de los cultivos y, por ende, su rendimiento. Esto se logra estimulando

procesos naturales que optimizan la absorción de nutrientes y aumentan la resistencia a condiciones de estrés biótico y abiótico (INTAGRI, 2001).

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de cuatro biofertilizantes en el rendimiento del cultivo de espinaca, buscando así una alternativa eficaz para aumentar la productividad de este cultivo poniendo así tecnologías nuevas a disposición de los productores de espinaca con el fin de incrementar la productividad en sus cosechas a través de la utilización tecnologías disponibles.

1.1. Problema de investigación

El problema de investigación radica en el desconocimiento del uso de alternativas ecológicas como los bioestimulantes, así como su potencial en la producción del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). En Cajamarca tienen una gran demanda las hortalizas y en especial la espinaca por sus beneficios que aporta a la salud, pero los productores desconocen alternativas como la aplicación de biostimulantes que incremente su rendimiento de dicho cultivo.

Esta limitación se debe a varios factores, entre ellos, la escasa disponibilidad de nuevas tecnologías existentes, pero poco difundidas entre los productores locales, lo que genera un desconocimiento sobre su uso. Además, el alto costo de los fertilizantes químicos y orgánicos también afecta la productividad de este cultivo. A pesar de que estudios previos realizados con bioestimulantes en el cultivo de espinaca han demostrado beneficios considerables en la productividad, como lo señalan Díaz et al. (2018), Ceron (2017), Tintayo (2020), Chacón (2016) y otros, el uso y potencial de estos bioestimulantes aún no se conocen con certeza en la región de Cajamarca. Bajo este contexto se formula el siguiente problema.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de 4 bioestimulantes, sobre el rendimiento del cultivo espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en la provincia de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de 4 bioestimulantes, sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Espinacia oleracea* L.), en la provincia de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de 4 bioestimulantes en el rendimiento $t\ ha^{-1}$ del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en la provincia de Cajamarca.
- Determinar la mejor dosis de 4 bioestimulantes, en el rendimiento $t\ ha^{-1}$ del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en la provincia de Cajamarca.
- Determinar la interacción de 4 bioestimulantes con respecto a 2 dosis en el rendimiento $t\ ha^{-1}$ del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en la provincia de Cajamarca.
- Identificar la combinación óptima de tipo y dosis de bioestimulantes para maximizar el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en la provincia de Cajamarca.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos un bioestimulante con dosificación específica, presenta efectos positivos en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en la provincia de Cajamarca.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Díaz et al. (2018) llevaron a cabo una investigación titulada "Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes en el cultivo de Espinaca (*Spinacea oleracea* L)" en la Zona de Izamba, provincia de Tungurahua, Ecuador. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de los bioestimulantes Wuxal Doble, Bayfolan Aktivator y Wuxal Ascofol en diferentes dosis (1, 2 y 3 L/ha) en el cultivo de espinaca de la variedad Viroflay invern, además de realizar un análisis económico de los tratamientos. Se utilizaron nueve tratamientos con bioestimulantes foliares y un testigo absoluto, en un diseño experimental completamente al azar. Los resultados indicaron que el bioestimulante Wuxal Doble a 2 L/ha obtuvo los mejores resultados en términos de crecimiento y rendimiento de la espinaca, destacándose por la mayor longitud del follaje, el número de hojas por planta y la longitud de la hoja, así como los mejores rendimientos por parcela y por hectárea.

Ceron (2017) realizó un estudio titulado "Efectos de la aplicación de tres bioestimulantes a base de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) en el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi". El objetivo de esta investigación fue analizar el impacto de tres tipos de bioestimulantes de algas marinas y dos dosis diferentes en el rendimiento de la espinaca (*Spinacea oleracea* L.). Se implementaron siete tratamientos que combinaban diversas aplicaciones de algas y dosis, junto con un testigo, en un diseño experimental de BCA con un arreglo factorial A x B + 1. Se evaluaron variables como la altura de la planta, el diámetro y la longitud de la hoja, el peso de las hojas comerciales, y se llevó a cabo un análisis económico de cada tratamiento. Los resultados mostraron que la aplicación de algas y dosis tuvo un efecto positivo en el cultivo de espinaca, mejorando la altura de planta, el diámetro y longitud de hoja, así como el peso de hojas comerciales.

Además, se encontró que la aplicación de algas generó el mejor beneficio neto en comparación con el testigo sin aplicación. Esto sugiere que la aplicación de algas comerciales y dosis adecuadas pueden mejorar significativamente el rendimiento y la calidad de la espinaca, proporcionando un beneficio económico adicional para los agricultores.

A nivel nacional

Tintayo (2020) llevó a cabo una investigación en el anexo de Aza, distrito de El Tambo, Huancayo - Junín, durante la campaña 2018-2019, con el fin de evaluar el impacto de diferentes dosis del bioestimulante trihormonal Phyllum en el rendimiento de cuatro híbridos de espinaca (*Spinacia oleracea* L). Los híbridos estudiados fueron Viroflay, Manatee rz, Pv 1369 y Tiger rz, aplicando dosis de Phyllum de 0, 50 y 100 ml/20 L en momentos específicos tras la siembra. El experimento utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado con un arreglo factorial 3A*4B, donde A representaba las dosis de Phyllum y B los híbridos de espinaca. Se midieron la altura de la planta (cm), el número de hojas y el rendimiento ($t\ ha^{-1}$). Los resultados indicaron que la dosis de 50 ml/20 L de Phyllum y el híbrido Tiger rz alcanzaron el mayor rendimiento con $16,127\ t\ ha^{-1}$. Además, se observaron efectos significativos en la altura de la planta (50 ml/20 L de Phyllum - Viroflay) y el número de hojas (50 ml/20 L de Phyllum - Pv 3619), con 24.45 cm y 22.56 hojas, respectivamente. Se concluyó que el bioestimulante trihormonal Phyllum influyó significativamente en las características evaluadas en combinación con los híbridos de espinaca.

A nivel local

Chacón (2016) llevó a cabo un estudio sobre el impacto de los abonos orgánicos en el cultivo de espinaca, específicamente en las variedades Viroflay y Dash, en un invernadero del centro de investigación y producción Santo Tomás, ubicado en la provincia de Abancay, región de Apurímac. La investigación evaluó los efectos de la gallinaza y el guano de isla en el rendimiento de ambas variedades en condiciones de invernadero, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar con

un arreglo factorial 3x2. Los resultados destacaron a la variedad Dash y al guano de isla con un porcentaje de germinación del 90,6%. En cuanto a la altura de la planta, la mejor combinación fue la variedad Dash con gallinaza, alcanzando 33 cm. Esta misma combinación también logró el mayor peso de planta, con 97,4 g, y el mejor rendimiento, con 5,8 t ha⁻¹.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El cultivo de espinaca

Según Agrohuerto (2015), la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es una planta anual perteneciente a la familia Amaranthaceae.

Su origen se ubica en el sureste asiático. Fue introducida en España por los árabes en el siglo XI y luego se extendió al resto de Europa, siendo mencionadas sus semillas en el siglo XIII por Alberto Magno (Maroto, 1986).

Hoy en día, la espinaca se cultiva en todo el mundo, en China, Japón y Estados Unidos siendo los principales países productores (Feder, 2010).

2.2.2. Generalidades de la espinaca

Pamplona (2003) señala que la espinaca podría ser la verdura con el mayor valor nutricional conocido, aportando solo 22 calorías por cada 100 g. Además, proporciona dos tercios de la ingesta diaria recomendada de vitamina A, la totalidad del ácido fólico o folato, la mitad de la vitamina C necesaria, una cuarta parte del magnesio requerido y casi la mitad de las necesidades diarias de hierro.

La espinaca es una planta anual que se caracteriza por sus hojas rugosas y de forma triangular ovalada. La parte aprovechable de la espinaca es principalmente sus hojas. Debido a su ciclo de vida corto, esta planta está compuesta en su mayor parte por agua y contiene una cantidad reducida de hidratos de carbono. Aunque su contenido proteico no es elevado, la espinaca es rica en nutrientes (Paz, 2003).

2.2.3. Taxonomía

La taxonomía del cultivo de espinaca descrito por Carlos Linneo en 1753 es la siguiente:

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Caryophyllidae
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Amaranthaceae
Subfamilia	: Chenopodioideae
Género	: Spinacia
Especie	: <i>Spinacia oleracea</i> L., 1753 (Fundation Charles Darwin, 1985).

2.2.4. Características Agronómicas

2.2.4.1. Raíz

Pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial (Jiménez et al., 2010).

La raíz de la espinaca es simple, poco ramificada y de tipo pivotante, alcanzando una profundidad de solo hasta un metro debido a su carácter superficial. Su ancho suele variar entre 30 y 180 centímetros aproximadamente (Animales y Biología, 2023).

2.2.4.2. Tallo

El tallo floral de la espinaca es erecto, con una longitud que varía de 30 cm a 1 m, donde se ubican las flores (Jiménez et al., 2010). Según Valadez (1994), el tallo floral es cilíndrico y puede alcanzar una altura de entre 60 y 80 cm.

2.2.4.3. Hojas

Maroto (1986) destaca que la parte consumible de la espinaca, al igual que en la acelga, son las hojas. Estas hojas tienen una lámina y pecíolo bien desarrollados, siendo glabras y con una superficie lisa que puede ser ondulada (semi-Savoy) o rizada (Savoy), con bordes enteros. El color varía entre verde claro y verde oscuro, y la forma suele ser triangular u ovalada.

Por otro lado, Valadez (1994) señala que las hojas comestibles son lisas, en forma de corazón y de color verde, creciendo en roseta o ramillete.

Además, Aldabe (2000) indica que las hojas se forman inicialmente en roseta, son pecioladas, con un limbo triangular u ovalado, con bordes enteros o sinuosos, y pueden tener un aspecto liso, rizado o abollado.

2.2.4.4. Flores

Las flores masculinas, agrupadas en espigas terminales o axilares en números de 6 a 12, son de color verde y constan de un periantio con 4 a 5 pétalos y 4 estambres. Las flores femeninas, que se agrupan en glomérulos axilares, tienen un periantio

tetradentado, ovarios uniovulares, un estilo único y un estigma dividido en 3 a 5 segmentos (Jiménez et al., 2010).

INFOAGRO (2005) señala que la espinaca presenta un escapo floral que puede superar los 30 cm de altura. Las flores son verdosas y es importante destacar que se trata de una especie dioica, con flores masculinas agrupadas en números de 6 a 12 en las espigas terminales o axilares.

2.2.5. Fenología del cultivo

Tabla 1

Fenología del cultivo de espinaca Spinacia oleracea L.

Semana	Fase fenológica
1 – 2	Germinación
2 – 7	Desarrollo vegetativo
8 – 9	Madurez para consumo
11	Floración
11 – 14	Formación y maduración de semilla
14	Semillas maduras

Fuente: (PIDR, 2014)

2.2.6. Variedad Viroflay

La variedad de espinaca OP es ideal para climas templados y muestra resistencia a bajas temperaturas. Es una planta de tamaño mediano con un follaje extendido, que crece rápidamente y ofrece una cosecha abundante. Sus hojas son lisas, largas y de un verde tenue, mientras que las semillas tienen forma redonda. Además, esta variedad presenta resistencia a las enfermedades más comunes (R & B Agropecuaria, 2020).

Nutrientes y vitaminas: Contiene vitaminas A, calcio, hierro y fósforo.

Tiempo de germinación: Entre 8 y 11 días.

Profundidad de siembra: 1 cm.

Rango de temperatura: 14° – 25°C.

Número de semillas por gramo: Aproximadamente 100 (CALYX, 2024).

2.2.7. Propiedades nutricionales de la espinaca

López (1994), describe las propiedades nutricionales del cultivo de espinaca de la siguiente manera *Spinacia oleracea* L.

Tabla 2

Propiedades nutricionales del cultivo de espinaca, descritas por López (1994)

Elemento	Cantidad	Unidad
Prótidos	3,77	g
Lípidos	0,65	g
Glúcidos	3,59	g
Vitamina A	9,420	ui
Vitamina B1	110	mg
Vitamina B2	200	mg
Vitamina C	59	mg
Calcio	81	mg
Fosforo	55	mg
Hierro	3,0	mg
Valor energético	26	cal
Calorías	22,0	%

Fuente: (López, 1994)

Tabla 3

Propiedades nutricionales del cultivo de espinaca, descritas por Jiménez et al. (2010)

Componente	Aporte nutricional
Calorías	22
Proteína	2.9 g
Grasa	0,4 g
Carbohidratos	3,4 g
Fibra	3,2 g
Fósforo	49 mg
Calcio	94 mg
Hierro	2,7 mg
Sodio	79 mg
Potasio	558 mg
Magnesio	79 mg
Zinc	0,53 mg
Cobre	0,13 mg
Manganeso	0,90 mg
Vitamina A	6715 UI
Tiamina	0,08 mg
Niacina	0,7 mg
Acido pantoténico	0,07 mg
Vitamina B6	0,20 mg
Ácido fólico	194 mg
Acido ascórbico	28 mg

Fuente: (Jiménez et al., 2010)

2.2.8. Bioestimulantes

Cadahia (2005) define los bioestimulantes como sustancias que estimulan el crecimiento sin actuar como fuente de nutrición, similar a cómo lo hacen las vitaminas o enzimas. Estos compuestos son rápidamente metabolizados por los microorganismos y su eficacia se limita significativamente a menos que se apliquen a través de la vía foliar.

Los bioestimulantes son sustancias biológicas que mejoran ciertas funciones metabólicas y fisiológicas en las plantas. Se utilizan para aumentar la calidad de los vegetales, promoviendo el desarrollo de diferentes órganos y reduciendo los daños ocasionados por diversos tipos de estrés, como fitosanitarios, climáticos o durante el transporte (INDAGRO, 1999).

2.2.9. Reguladores del crecimiento

Los reguladores o hormonas de crecimiento son moléculas producidas en una parte de la planta que se trasladan a otra región para influir en procesos fisiológicos esenciales, actuando en dosis muy bajas. Los principales estimuladores del crecimiento incluyen auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico (ACOSTA, 2014).

Tabla 4

Clasificación de los principales reguladores de crecimiento vegetal.

Fitohormona	Variedades Encontradas	Efecto a nivel vegeta	Efecto a nivel celular	Precursor orgánico
Auxinas	AIA, AIB, 2,4-D, Ácido α -naftalenacético, (NAA) (sintético)	Formación y elongación de tallos Producción de diferentes raíces adventicias Aumento de la dominancia apical	División y elongación celular. Diferenciación celular. Promoción división celular meristemática. Aumenta contenido osmótico celular Aumenta permeabilidad celular. Aumento de producción proteica Disminución de la presión de la pared celular	L-Triptofano
Giberelinas	GA1, GA2, GA3	Aumenta el desarrollo de tejidos de manera constante Elongación de raíces, hojas jóvenes, floración. largamiento de segmentos nodales Participan en procesos de iniciación floral Vital en fertilidad de plantas masculinas y femeninas Induce germinación de semillas Induce la iniciación y elongación de raíces. Activa la senescencia de las hojas. Induce la iniciación y elongación de raíces. Activa la senescencia de las hojas.	Estimula elongación celular en respuesta a condiciones de luz y oscuridad. Promociona el crecimiento embrionario. Producida de manera endógena durante los procesos de germinación y desarrollo apical. Pueden sustentar e iniciar la proliferación de tejidos vegetales madre.	ent-Kaureno
Citoquininas	Zeatina, Benciladenina, 4-hidroxifeniletíl alcohol, Kinetina	Estimulan desarrollo fotomorfo genico vegetal Estimula la generación de brotes axilares a nivel vegetal.	Permite producir una alta proliferación y división celular. Se produce con mayor abundancia en las células de los ápices radiculares.	Adenina

Fuente: (Arias, 2019)

2.2.10. Bioestimulantes comerciales

a.1. APU BIO

La ficha técnica del producto Piaggio (s/f) describe un núcleo fisiológico natural balanceado que incluye Inductores Tri Hormonales (ITH), Promotores Fenológicos (NPK), Activadores enzimáticos (micro y meso elementos) y Bionutrientes (L-aminoácidos). También contiene Energía Bio disponible (materia orgánica) que actúa sobre los procesos fisiológicos de las plantas.

Tipo

Inductor Tri Hormonal Nucleado (Auxinas, Giberelinas y Citoquininas)

Composición

Inductores Bio hormonales, promotores fenológicos, Activadores Enzimáticos.

Inductores Bio hormonales

- Giberelina 0.004%
- Auxinas 0.007%
- Citoquinina 0.010%

Promotores fenológicos

- Nitrógeno 0.12 - 0.30%
- Fósforo 0.21 – 0.29%
- Potasio 4.5%

Activadores Enzimáticos

- Calcio (Ca) 0.15 -0.44%
- Manganeso (Mn) 0.01%
- Hierro (Fe) 0.04 - 0.07%
- Cobre (Cu) 6 - 11ppm (Ficha técnica - Piaggio, s/f)

a.2. ACADIAN (*Ascophyllum nodosum*)

El alga marina conocida como *Ascophyllum nodosum*, también llamada *Norwegian Kelp*, es de color marrón y se encuentra en la costa norte, desarrollándose en la zona intermareal. Esta alga se utiliza como materia prima para la producción de fertilizantes y estimulantes de crecimiento (Vesga, 2018).

Tecnicrop (2021) indica que los productos que contienen extractos naturales de *Ascophyllum nodosum* son ricos en polisacáridos complejos, como aminarinas, alginatos y fucoidanos, los cuales no se encuentran en plantas terrestres. Estos extractos actúan como bioestimulantes, promoviendo la producción de hormonas del crecimiento como auxinas y citoquininas. Entre los beneficios de este biofertilizante se destacan:

- Estimulan el crecimiento de las raíces y el desarrollo vegetativo.
- Promueven un crecimiento más vigoroso de las plantas.
- Aumentan la resistencia de las plantas a situaciones de estrés, como salinidad, heladas y sequías, y mejoran la resistencia a plagas.
- Mejoran el intercambio de nutrientes entre la raíz y el suelo.
- Optimiza el sistema radicular.
- Incrementan la capacidad de absorción radicular y la translocación de nutrientes.
- Actúan como potenciadores de cultivos.
- Aumentan el número de frutos y mejoran su calidad.

a.3. BAYFOLAN AKTIVATOR

Bayer (2011) define los bioestimulantes como sustancias orgánicas de origen animal y vegetal que se pueden utilizar en cualquier tipo de cultivo. Están diseñados para una rápida revitalización de las plantas afectadas por estrés, actuando como reguladores del crecimiento nutricional al proporcionar aminoácidos y péptidos listos para su uso. Aunque sirven como complemento, no reemplazan a los fertilizantes radiculares, y deben aplicarse por vía foliar una vez que las primeras hojas se hayan desarrollado.

Tabla 5

Composición química de BAYFOLAN AKTIVATOR.

Componente	Cantidad
Nitrógeno total	7.70%
Aminoácidos totales	56.50%
Aminoácidos libres	7.50%
Carbono orgánico	23%
Materia orgánica	Harina de carne fluida en suspensión

(AgroServicios Bayer, 2024).

Se utiliza para corregir deficiencias específicas en la planta y para momentos en los que se requiere un mayor aporte de este elemento durante el desarrollo del cultivo. Su objetivo es promover el desarrollo vegetativo de la planta, prevenir el desequilibrio osmótico y ofrecer una mayor protección al cultivo frente a plagas y factores ambientales estresantes.

a.4. FERTIPLAN

Tech Industries (2021) menciona que es un inoculante biológico compuesto por una mezcla de microorganismos, incluyendo bacterias ácido lácticas, actinomicetos, levaduras y otras especies de bacterias (PGPR) y de hongos benéficos.

- Promueve el crecimiento vegetal.
- Favorece el aprovechamiento de los nutrientes por la planta en asociación con ella y/o su rizosfera.
- Fertiplant no es venenoso ni contaminante, no es tóxico para el hombre cuando se aplica solo y no ataca plantas ni animales vertebrados. Inoculación en los cultivos para aumentar biomasa aérea y radical (Tech Industries, 2021).

Componentes activos

Azotobacter spp., *Azospirillum* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., Levaduras, Actinomicetos, Hongos y Bacterias Promotoras de Crecimiento (PGPR) (Tech Industries, 2021).

2.2.11. Definición de términos básicos

b.1 Bioestimulante

Es una sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, mejora su capacidad para absorber y asimilar nutrientes, aumenta la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o mejora alguna de sus características agronómicas, independientemente de su contenido en nutrientes (García, 2017).

b.2 Giberelinas

La giberelina, especialmente el ácido giberélico, juega un papel crucial en el desarrollo de tejidos con crecimiento continuo, como la elongación de raíces, hojas jóvenes y floración. Estas hormonas estimulan la elongación celular en respuesta a las condiciones de luz. Además, están involucradas en la iniciación de la floración; cuando hay niveles bajos de giberelinas, se puede observar esterilidad y un desarrollo deficiente de los órganos reproductores (Alcántara & Acero, 2019).

b.3 Auxinas

Las hormonas vegetales son responsables de controlar y participar en la división, alargamiento y especialización de las células en las plantas. Se encuentran ampliamente distribuidas en la mayoría de las células y tejidos vegetales, lo que les permite influir en procesos de diferenciación celular y en la formación de tejidos vegetales. Las auxinas, un tipo importante de hormonas vegetales, como el ácido indolacético (AIA), tienen la capacidad de inducir la diferenciación celular en las raíces, tallos y hojas, y así contribuir a la formación de estos órganos de la planta (Alcántara & Acero, 2019).

b.4 Citoquininas

Las citoquininas, o citocininas, son hormonas vegetales que fomentan la división y diferenciación celular. Además de estos efectos, también desempeñan un papel en la regulación del crecimiento y desarrollo general de las plantas (Solagri, 2020).

CAPÍTULO III

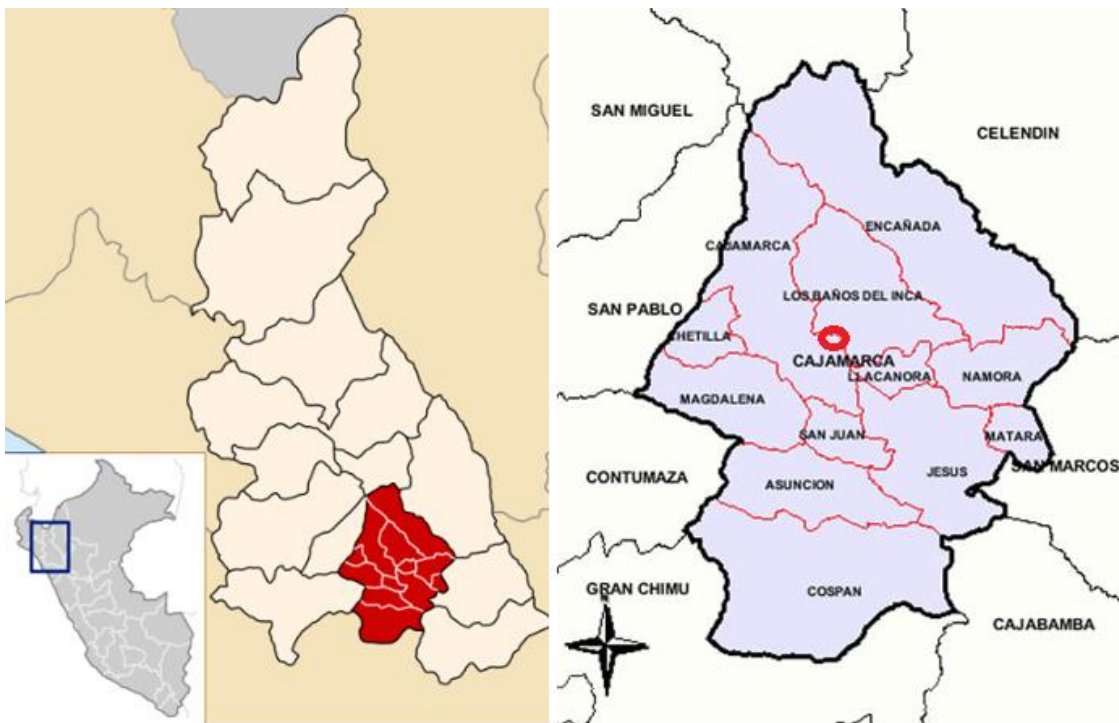
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Silvo Agropecuario, de la Universidad Nacional de Cajamarca. En el distrito, provincia y región de Cajamarca, con las coordenadas geográficas: Latitud sur $07^{\circ} 10' 03''$, longitud oeste $78^{\circ} 29' 35''$ y 2536 m.s.n.m.

Figura 1

Ubicación del experimento.



Fuente: PeruTours. com

3.2. Materiales

3.2.1. Material genético

- Semillas de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.), variedad Viroflay.

3.2.2. Insumos de campo

- Bioestimulante a base de Algas Marinas Acadian (*Ascophyllum nodosum*)
- Bioestimulante APU
- Bioestimulante Fertiplan
- Bioestimulante Bayfolan Aktivator
- Insecticida
- Fungicida
- Adherente

3.2.3. Material de campo

- Estacas
- Wincha
- Mochila fumigadora
- Envases calibrados
- Guantes quirúrgicos
- Aspersores
- Rafia
- Letreros de identificación
- Manguera
- Regadera

- Herramientas (pala, pico, rastrillo, etc.)

3.2.4. Equipos de campo y gabinete

- Balanza digital
- Laptop Lenovo i3

3.3. Metodología

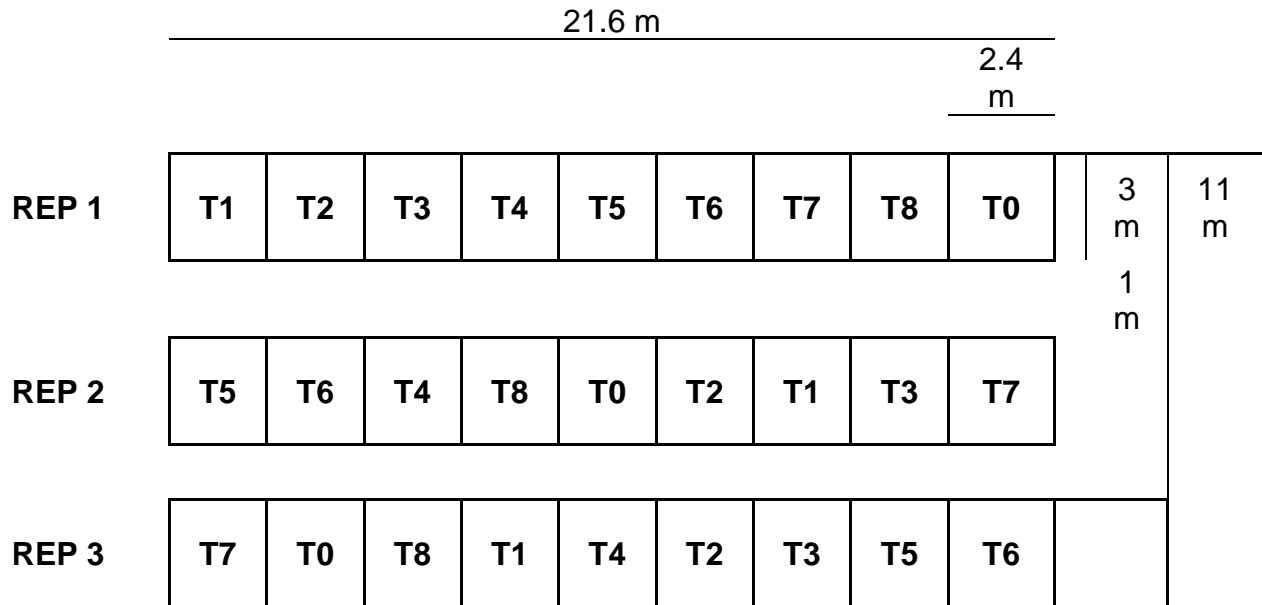
3.3.1. Características del experimento

N° de factores	: 2
N° de niveles de factor D	: 2
N° de niveles de factor B	: 4
N° de tratamiento testigo	: 1
N° total de tratamientos	: 9
N° de repeticiones	: 3
Ancho de la calle	: 1 m
N° de surcos por tratamiento	: 5
Distancia entre surcos	: 0.60 m
Distancia entre plantas	: 0.30 m
Ancho de surcos	: 2.4 m
Largo de surcos	: 3 m
Área de la unidad experimental	: 7.2 m ²
Total, de unidades experimentales	: 27
Área neta del experimento	: 194.4 m ²
Área total de experimento	: 237.6 m ²
Diseño experimental	: DBCA con arreglo factorial 2 x 4.
Prueba de significación	: Se utilizó prueba de Tukey al 0.05 %

3.3.2. Distribución experimental

Figura 2

Distribución experimental utilizado en la investigación.



3.3.3. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó para el trabajo fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2D X 4B donde el factor D es dosis de bioestimulantes y B es tipos de bioestimulantes y la prueba de significación según Tukey con $\alpha=0.05$ para los niveles del factor D y B y para las interacciones DB.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + \alpha_k + (T\alpha)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Cualquier observación del experimento

μ = Media poblacional

β_i = Efecto de la i-ésima repetición

T_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor D

α_k = Efecto del k-ésimo nivel del factor B

$(T\alpha)_{jk}$ = Efecto de la interacción D x B

ε_{ijkl} = Error experimental

Factores y niveles de estudio

Factor D: Dosis de bioestimulantes

D1: 10 mL

D2: 20 mL

Factor B: Tipos de bioestimulantes

B1: APU

B2: ACADIAN (*Ascophyllum nodosum*)

B3: Bayfolan Aktivator

B4: FERTIPLAN

3.3.4. Tratamientos

Tabla 6

Tratamientos utilizados en el trabajo de investigación.

Factores en estudio	Tratamientos	Descripción
Factor D: Dosis de bioestimulante	T0: Testigo	Sin aplicación de bioestimulante.
D1: 10 mL	T1: D1*B1	10 mL de bioestimulante APU BIO a los 20 y 30 días después de la siembra.
D2: 20 mL	T2: D2*B1	20 mL de bioestimulante APU BIO a los 20 y 30 días después de la siembra.
Factor B: Tipo de bioestimulante	T3: D1*B2	10 mL de bioestimulante ACADIAN a los 20 y 30 días después de la siembra.
B1: APU BIO	T4: D2*B2	20 mL de bioestimulante ACADIAN a los 20 y 30 días después de la siembra.
B2: ACADIAN (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	T5: D1*B3	10 mL de bioestimulante Bayfolan Aktivator a los 20 y 30 días después de la siembra.
B3: Bayfolan Aktivator	T6: D2*B3	20 mL de bioestimulante Bayfolan Aktivator a los 20 y 30 días después de la siembra.
B4: FERTIPLAN	T7: D1*B4	10 mL de bioestimulante FERTIPLAN a los 20 y 30 días después de la siembra.
	T8: D2*B4	20 mL de bioestimulante FERTIPLAN a los 20 y 30 días después de la siembra.

3.3.5. Población y muestra

3.3.5.1. Población

Constituido por 1 350 plantas del cultivo de espinaca dentro del total del experimento. Cada unidad experimental tuvo 50 plantas.

3.3.5.2. Muestra

Se evaluaron 10 plantas por cada unidad experimental.

3.3.6. Metodología

3.3.6.1. Muestreo de suelos para análisis

Se recorrió el lote al azar en forma de zigzag, tomando submuestras de suelo cada 14 o 20 pasos. En total, se recolectaron 10 submuestras de suelo a una profundidad de 30 cm. Todas las submuestras se homogeneizaron para obtener una muestra compuesta de 1 kg, la cual fue enviada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional La Molina para su respectivo análisis.

3.3.6.2. Preparación de terreno

a. Roturación del terreno

La preparación del terreno se realizó durante la primera semana de mayo de 2023, a nivel de la capa arable del suelo, utilizando un arado de discos accionado por un tractor agrícola. Este proceso consistió en la desintegración de estructuras grandes del suelo y el volteo de malezas y rastrojos en toda la superficie del terreno.

b. Delimitación del área experimental según (DBCA)

Esta labor se realizó el mismo día del surcado con la ayuda de una wincha, cordel y estacas (figura 2), al realizar las delimitaciones del área experimental se nos facilitó el trasado de surcos y la siembra.

c. Surcado

El surcado se realizó el 08 de mayo del 2023 utilizando un cordel, wincha, estacas y una lampilla de manera manual a una distancia de 0.60 m entre surcos. Al realizar esta labor se facilitó la siembra.

d. Siembra

La siembra se realizó el 10 de mayo de 2023, precedida por un riego ligero el día anterior para humedecer el suelo. Las semillas se distribuyeron según el croquis experimental (ver Figura 2), colocando 3 semillas por golpe a una profundidad de 1 cm, con una distancia de 0.30 m entre golpes y 0.60 m entre surcos. Cada tratamiento cubre un área superficial de 7.20 m², compuesto por 50 plantas distribuidas en 5 surcos por tratamiento.

e. Riegos

El sistema de riego por aspersión fue instalado el 9 de mayo. Los aspersores se colocaron en la calle de 1 metro de ancho que separa los bloques. El primer aspersor se ubicó a 7 metros y el segundo a 14 metros, ambos regando tanto los tratamientos de la repetición 1 como de la repetición 2 (ver Figura 2). De igual manera, se instalaron los aspersores 3 y 4 en la calle correspondiente a la repetición 3. Cada aspersor tiene la capacidad de regar un radio de 8 metros. Los riegos se aplicaron tres veces por semana

desde el inicio del experimento, siendo frecuentes pero ligeros durante todo el desarrollo del cultivo.

f. Desahíje

Se realizó 15 días después de la siembra, dejando solo una planta por golpe. Las plantas que fueron desahijadas en buen estado se trasplantaron a surcos donde no emergieron plántulas. Posteriormente, se aplicó un riego y se dejó el terreno sin regar durante dos días.

g. Aplicación de bioestimulante

Antes de hacer la aplicación del bioestimulante se realizó una prueba en blanco con una mochila de 20 L, en las cuales se agregó 5 L de agua y se aplicó a todas las plantas de cada unidad experimental, así se determinó que por cada unidad experimental se usaría 3 L de agua más la dosis indicada de cada bioestimulante por cada tratamiento como lo indica la tabla 6.

La primera aplicación de los bioestimulantes se realizó el 30 de mayo y la segunda aplicación el 09 de junio en cada unidad experimental de acuerdo a los tratamientos descritos en la tabla 5.

h. Control de malezas

El control de malezas se llevó a cabo manualmente, utilizando un pico de mano, con deshierbos realizados cada 14 días para prevenir la competencia entre las malezas y el cultivo.

i. Cosecha

Se realizó a los 55 días después de la siembra, se tomaron al azar 10 plantas de los surcos centrales, manualmente para no dañar las hojas. Se trasladaron al laboratorio para las evaluaciones correspondientes.

3.3.7. Variables agronómicas evaluadas

3.3.7.1 Rendimiento (kg/ha)

Este dato se obtuvo como se explica a continuación:

Área de cada planta:

Distancia entre planta : 0.30 m

Distancia entre surco : 0.60 m

$$A = 0.30 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$$

$$A = 0.09 \text{ m}^2$$

N° de plantas por U. E.	:	50
N° de plantas por bloque	:	50 x 9 = 450
N° total de plantas del experimento	:	450 x 3 = 1350
N° de plantas por ha:		

194.4 m² : 1350 plantas

10 000 m² :

$$NP = \frac{1350 \text{ plantas} \times 10\,000 \text{ m}^2}{194.4 \text{ m}^2}$$

$$NP = 69\,444 \text{ plantas ha}^{-1}$$

Después de determinar el número total de plantas por hectárea se determinó el rendimiento por hectárea de cada tratamiento con la fórmula siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \text{Promedio de sub muestras} * \text{N}^\circ \text{ plantas/ha/1000000}$$

3.3.7.2. Altura de planta

Se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas de la parte central para cada tratamiento, y se midió la longitud de la planta con la ayuda de una regla desde la base hasta el extremo del ápice de la última hoja.

3.3.7.3. Número de hojas por planta

Se tomaron 10 plantas al azar de los surcos centrales por cada tratamiento y se contabilizó el número total de hojas.

3.3.7.4. Longitud de hojas

Se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas de los surcos centrales y se midieron utilizando una cinta métrica colocándola de extremo a extremo.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento t ha⁻¹

Se procedió a realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos al estimar el rendimiento de espinaca t ha⁻¹. Se obtuvo los resultados que se dan en la Tabla 7.

Tabla 7

Análisis de varianza del rendimiento t ha⁻¹ del cultivo de espinaca (Espinacia oleracea L.)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular α= 0.05
Repeticiones	2	0.0254	0.0127	0.031 NS	3.58
Tratamientos	8	10.7139	1.3392	3.274 **	2.59
Error	16	6.5455	0.4091		
Toral	26	17.2848			

CV = 5%

El coeficiente de variabilidad estimado para el rendimiento es del 5%, lo que indica un nivel de precisión adecuado para este tipo de trabajos. Al observar la prueba de F en la Tabla 7, se encuentra que, para la fuente de variación de los tratamientos, el valor de F calculado es superior al valor de F tabular con $\alpha = 0.05$. Esto significa que hay diferencias significativas en las medias de los tratamientos, incluyendo al testigo (T0). Ante estos resultados, es necesario identificar cuáles tratamientos son diferentes al testigo. Para ello, la prueba indicada es la prueba de Dunnett (Tabla 8).

Tabla 8

*Prueba de Dunnett, aplicada al rendimiento $t\ ha^{-1}$ en el cultivo de espinaca (*Espinacia oleracea* L.).*

Tratamiento	Rendimiento	Dunnett
T3	13.64	D
T4	13.36	D
T7	13.23	D
T8	13.23	D
T6	13.06	D
T2	13.05	D
T1	12.99	D
T5	12.94	D
T0	11.29	S

Siguiendo la metodología de la prueba de Dunnett, se determinó primero el valor crítico necesario para realizar las comparaciones de medias, que resultó ser 1.34. Usando este valor, se estableció que las medias superiores a 12.63 son significativamente diferentes a la media del testigo. De esta manera, se concluye que las medias de los tratamientos son diferentes y superiores a la del testigo. Los tratamientos difieren del testigo debido al efecto de los bioestimulantes. En este caso, el efecto es positivo, ya que aumenta el rendimiento de la espinaca.

Dado que los tratamientos se determinaron siguiendo la metodología de factoriales, se realizó el análisis de varianza de acuerdo con esta metodología. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9

*Análisis de varianza según el factorial 4 x 2, y el diseño de Bloques completos al azar para rendimiento $t\ ha^{-1}$ en el cultivo de espinaca (*Espinacia oleracea* L.).*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	0.0277	0.0138	0.030 NS	3.74
Tratamientos	7	1.1201	0.1600	0.346 NS	2.76
Bioestimulantes	3	0.9793	0.3264	0.706 NS	3.34
Dosis	1	0.0034	0.0034	0.007 NS	4.60
Bioest x dosis	3	0.1375	0.0458	0.099 NS	3.34
Error	14	6.4720	0.4623		
Toral	24	7.6198			

CV = 5.2 %

En la Tabla 9, se observa que todas las fuentes de variación muestran un valor de F calculada menor que el valor de F tabular. Esta situación indica que no hay diferencias significativas entre los bioestimulantes, entre las dosis, ni en la interacción de los dos factores en estudio. En otras palabras, los efectos de los bioestimulantes en las dosis aplicadas tienen un impacto similar en el rendimiento de la espinaca.

El coeficiente de variación (CV = 5.2 %), muestra un buen nivel en la precisión de los datos de rendimiento estudiados.

Los resultados de rendimiento en t/ha son comparables a los obtenidos por Díaz et al. (2018), quienes lograron un rendimiento de $12.73\ t\ ha^{-1}$ con el bioestimulante Bayfolan Aktivator. Este valor es ligeramente inferior al obtenido en nuestro estudio, donde con una dosis de 10 mL de los bioestimulantes, se logró un rendimiento de $13.20\ t\ ha^{-1}$.

Sin embargo, son superiores a los obtenidos por Chacón (2016). En su estudio, Chacón utilizó abonos orgánicos para la producción de cultivos de espinaca en las variedades Viroflay y Dash, con un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 3x2. Obtuvo como mejor resultado en rendimiento utilizando guano de isla con 5.8 t ha⁻¹.

Ceron (2017) concluyó en su investigación, que incluyó siete tratamientos con diferentes bioestimulantes y dosificaciones, que el uso de todos los bioestimulantes estudiados resultó en una mejora significativa con respecto al testigo. Este hallazgo resalta el potencial de beneficios que ofrece la tecnología de los bioestimulantes en la producción de espinaca.

4.2. Altura de planta

Los datos obtenidos al evaluar la variable altura de planta fueron analizados y se obtuvieron los resultados que se dan en la Tabla 10.

Tabla 10

Análisis de varianza de la altura de planta (cm), en el cultivo de espinaca (Espinacia oleracea L.).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	1.9827	0.9913	0.717 NS	3.58
Tratamientos	8	68.4900	8.5613	6.195 **	2.59
Error	16	22.1121	1.3820		
Toral	26	92.5848			

CV = 3 %

Al observar los valores de F en la Tabla 10, encontramos que el valor de F calculada para los tratamientos es superior al valor de F tabular. Esta situación indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos, incluido el testigo. Por lo tanto, es necesario identificar cuáles tratamientos difieren del testigo. Para ello, se aplicó la prueba de Dunnett, cuyos resultados se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11

Prueba de Dunnett aplicada a la altura de planta (cm), en el cultivo de espinaca (Espinacia oleracea L.).

Tratamiento	Altura de planta	Dunnett
D1 B2	43.1	D
D2 B2	42.4	D
D2 B4	42.1	D
D1B4	42.1	D
D2 B3	41.7	D
D1 B3	41.4	D
D1 B1	40.7	D
D2 B1	40.1	S
Testigo	37.4	S

En la Tabla 11, se observa que solo un tratamiento lleva la letra "S", al igual que el testigo, lo que significa que es el único tratamiento semejante al testigo. Todos los demás tratamientos llevan la letra "D", indicando que son diferentes. Este tratamiento específico consiste en la aplicación del bioestimulante 1 en la dosis alta. Sin embargo, el mismo bioestimulante en la dosis baja mejora la altura de la espinaca de manera significativa.

Los otros tres bioestimulantes en estudio afectaron significativamente la altura de la planta de espinaca cuando se aplicaron en ambas dosis. El efecto fue un aumento en la altura de la planta de espinaca.

Asimismo, se realizó el análisis de varianza según el diseño factorial utilizado en el presente trabajo, cuyos resultados se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12

Análisis de varianza de la altura de planta (cm) en el cultivo de espinaca (Espinacia oleracea L.), según la factorial usada.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular
Repeticiones	2	2.4103	1.2051	0.793 NS	3.74
Tratamientos	7	18.9059	2.7008	1.778 NS	2,76
Bioestimulantes	3	17.5702	5.8567	3.856 *	3.34
Dosis	1	0.3480	0.3480	0.229 NS	4,60
Bioest. X Dosis	3	0.9877	0.3292	0.217 NS	3.34
Error	14	21.264475	1.5189		
Toral	24	42.5805958			

CV = 3 %

Los resultados del análisis de varianza presentados en la Tabla 12 revelan que hay diferencias significativas únicamente entre los bioestimulantes, mientras que no se observan diferencias significativas para las dosis ni para la interacción entre ambos factores. Además, estos resultados indican que los factores bioestimulantes y dosis son independientes entre sí.

Para determinar que bioestimulante es el mejor se recurrió a la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, los resultados obtenidos se dan en la Tabla 13.

Tabla 13

*Prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, aplicado a la altura de planta, en el cultivo de espinaca (*Espinacia oleracea* L.).*

Bioestimulante	Altura de planta	Duncan $\alpha = 0.05$
B2	42.77	A
B4	42.10	AB
B3	41.55	B
B1	40.43	B

Según la prueba de Duncan, el bioestimulante 2 y el bioestimulante 4 resultaron en alturas de planta de espinaca similares, superando significativamente a los otros dos bioestimulantes (3 y 1). Sin embargo, el bioestimulante 2 puede considerarse el mejor, ya que logra la mayor altura de la espinaca y ocupa el primer lugar sin llevar la letra B.

Los datos obtenidos tanto para dosis de bioestimulantes como para tipos de bioestimulantes son ligeramente inferiores en altura de planta en comparación con los obtenidos por Ceron (2017). En su estudio, Ceron evaluó tres tipos de bioestimulantes de algas marinas y dos dosis en el rendimiento de espinaca (*Spinacea oleracea* L.), utilizando siete tratamientos en un diseño de BCA con un arreglo factorial $A \times B + 1$. Con el bioestimulante Eco Hum Dx, logró obtener una altura de planta de 45.47 cm, este resultado es ligeramente mayor al obtenido en la presente investigación.

4.3. Número de hojas por planta

Se realizó el análisis de varianza de los datos obtenidos al evaluar el número de hojas por planta, obteniéndose los resultados de la Tabla 14.

Tabla 14

Análisis de varianza del número de hojas por planta, en el cultivo de espinaca (*Espinacia oleracea* L.)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular
Repeticiones	2	1.5385	0.7693	2.767 NS	3.58
Tratamientos	8	10.4852	1.3106	4.715 *	2.59
Error	16	4.4481	0.2780		
Toral	26	16.4719			

CV = 4.4 %

En la Tabla 14 se observa que el valor de F calculado de la fuente tratamientos es superior al valor de F tabular, demostrándonos así que existen diferencias significativas entre tratamientos, es decir hay efectos significativos debidos a bioestimulantes y dosis. Seguidamente debemos determinar los tratamientos que superan al testigo; para lo cual se aplicó la prueba de Dunnett, obteniéndose los resultados que se dan en la Tabla15.

El valor critico de Dunnett encontrado es 1.28; con lo cual se determinó que toda media superior a 11.75 es significativamente superior al testigo. De esta manera resulta que todos los tratamientos son significativamente superiores al testigo, por eso llevan la letra D y por lo tanto debemos afirmar que los bioestimulantes aplicados en las dosis en

estudios, afectan significativamente al número de hojas por planta de espinaca (tabla 15).

Tabla 15

Prueba de Dunnett, aplicada al número de hojas por planta, en el cultivo espinaca (Espinacia oleracea L.)

Tratamiento	Número de hojas	Dunnett
D2 B1	12.67	D
D1 B3	12.63	D
D1 B1	12.47	D
D2 B2	12.03	D
D2 B3	12.00	D
D2 B4	11.87	D
D1 B4	11.80	D
D1 B2	11.83	D
Testigo	10.47	S

Se realizó también el análisis de varianza según el factorial usada en el presente estudio. Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 16.

Tabla 16

Análisis de varianza del número de hojas por planta, en el cultivo de espinaca (Espinacia oleracea L.).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	1.2175	0.6088	1.964 NS	3.74
Tratamientos	7	2.8163	0.4023	1.298 NS	2.76
Bioestimulante	3	2.0879	0.6960	2.245 NS	3.34
Dosis	1	0.0104	0.0104	0.034 NS	4.60
Bioest x Dosis	3	0.7179	0.2393	0.772 NS	3.34
Error	14	4.3425	0.3102		
Toral	24	8.3763			

CV = 4.6 %

El análisis de varianza presentado en la Tabla 16 muestra que no hay diferencias significativas para ninguna fuente de variación. Esto indica que los tratamientos tienen un efecto similar en el número de hojas por planta de espinaca.

Los resultados de esta investigación difieren de los reportados por Tintayo (2020), quien evaluó diversas dosis del bioestimulante trihormonal Phyllum en el rendimiento de cuatro híbridos de espinaca, incluida la variedad Viroflay con dosis de 50 y 100 mL/20 L de Phyllum. En su estudio, Tintayo obtuvo un promedio de 22.56 hojas por planta con la dosis de 50 mL/20 L de Phyllum en la variedad Pv 3619, un resultado superior al encontrado en nuestra investigación, donde se registró un promedio de 12.18 hojas por planta en la variedad Viroflay, con una dosis de 10 mL de los bioestimulantes.

4.4. Longitud de hojas

Tabla 17

Análisis de varianza de la longitud de hoja (cm), en el cultivo de espinaca (*Espinacia oleracea* L.).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	0.1495	0.0747	0.031 NS	3.58
Tratamientos	8	63.1177	7.8897	3.274 *	2.59
Error	16	38.5612	2.4101		
Toral	26	101.8285			

CV = 4.9 %

En el análisis de varianza de la longitud de hojas de espinaca (Tabla 17), se encuentran diferencias significativas solo entre tratamientos, lo que indica que uno o más tratamientos son diferentes. Continuando con el análisis, es necesario comparar el testigo con los tratamientos para identificar cuáles difieren del testigo y cuáles podrían ser similares. Para este propósito, se eligió la prueba de Dunnett. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18

Prueba de Dunnett, aplicada para comparar las medias de los tratamientos con la media del testigo, para longitud de hoja (cm) (Espinacia oleracea L.).

Tratamiento	Longitud de hoja	Dunnett
D1 B2	33.1	D
D2 B2	32.4	D
D1 B4	32.1	D
D2 B4	32.1	D
D2 B1	31.7	D
D2 B3	31.7	D
D1 B1	31.5	D
D1 B3	31.4	D
Testigo	27.4	S

En la Tabla 18, se observa que todos los tratamientos llevan la letra "D", lo que significa que son diferentes al testigo debido al efecto de los tratamientos sobre la longitud de hoja. Además, solo el testigo lleva la letra "S", lo que indica que no tiene tratamientos semejantes.

Además, se realizó el análisis de varianza según el diseño factorial utilizado en el presente estudio. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19

Análisis de varianza según el factorial 4 x 2, usado en el experimento para la variable longitud de hoja (cm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	0.1629	0.0815	0.030 NS	3.74
Tratamientos	7	6.5990	0.9427	0.346 NS	2.76
Bioestimulante	3	5.7693	1.9231	0.706 NS	3.34
Dosis	1	0.0198	0.0198	0.007 NS	4.60
Bioest x Dosis	3	0.8098	0.2699	0.099 NS	3.34
Error	14	38.1278	2.7234		
Toral	24	44.8898			

Cv = 8%

Según los valores de F de la Tabla 19, no hay diferencias significativas en los efectos de los bioestimulantes, las dosis ni la interacción de los dos factores en la longitud de la hoja. Esto significa que, para aumentar la longitud de la hoja de espinaca, se puede aplicar cualquiera de los bioestimulantes y dosis estudiadas, ya que todos tienen efectos similares.

Los datos obtenidos en nuestra investigación muestran una longitud de hoja superior a la reportada por Díaz et al. (2018). En su estudio, Díaz evaluó tres diferentes dosis de L/ha de cuatro bioestimulantes, incluido el Bayfolan Aktivator, utilizando un diseño de Bloques Completamente al Azar con un arreglo factorial 3*4 en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.). Los resultados de Díaz et al. mostraron que el Bayfolan Aktivator presentó una longitud de hoja máxima de 23.25 cm, una cifra inferior a los 32.03 cm obtenidos en nuestra investigación con una dosis de 1 mL de bioestimulante.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que hay efectos significativos de los bioestimulantes en las dosis estudiadas; en el rendimiento de espinaca.
- No se detectó mejor efecto de alguna de las dosis en estudio.
- No se encontró interacción significativa entre los factores bioestimulante y dosis estudiadas.
- No se pudo elegir la mejor combinación entre los factores en estudio.

5.2. RECOMENDACIONES

- Dado que el tratamiento testigo (0 mL) mostró un rendimiento inferior, se recomienda considerar el uso de bioestimulantes en general para mejorar el rendimiento del cultivo de espinaca.
- Se recomienda llevar a cabo investigaciones futuras que exploren diferentes dosis y tipos de bioestimulantes disponibles en el mercado; con la finalidad de confirmar o modificar los resultados ahora encontrados.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrohuerto. (29 de 1 de 2015). *Cómo cultivar Espinacas en tu Huerto*. Recuperado el 15 de 2 de 2024, de Agrohuerto.com: <http://www.agrohuerto.com/como-cultivarespinacas-en-tu-huerto/>

Aldabe, D.L.2000. *Producción de hortalizas en Uruguay*. Ed. Epsilon. Montevideo. 269 p.

Alcántara, J., y Acero, J. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal*. Nova, p. 115.

Animales y Biología. (2023). *Espinaca (Spinacia oleracea)*. Recuperado de <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/verduras/espinaca-spinacia-oleracea>

ARIAS, A. 2010. *Microrganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente*. Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Popayán, Colombia.

Arias, L. A., Jiménez, J., Espinosa, L., Fuentes, L. S., Garzón, C., Gil, R., Niño, N., & Rodríguez, M. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal*. NOVA. 2019; 17 (32): 109-129

Bayer. (2011). *BAYFOLAN AKTIVATOR XL*. Ficha técnica. Revisado en línea. <https://www.posnet.pe/product/bayfolan-aktivator-xl>

Cadahia, C. (2005). *Fertiirrigación: Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. España: Mundi Prensa Libros.

CALYX. 2024. *Semillas de espinaca Viroflax*. Ficha técnica. Revisado en línea. <https://calyxplantas.com/products/semillas-de-espinaca-viroflax>

Cerón Chalacán, G. H. (2017). *Efectos de la aplicación de tres bioestimulantes a base de algas marinas (Ascophyllum nodosum) en el comportamiento agronómico del cultivo de la espinaca (Spinacea oleracea L.), en la zona de San Gabriel provincia del Carchi* (Bachelor's thesis, El Angel: UTB, 2017).

Darwin Foundation. (1985). *Lista de especies de las Islas Galápagos. Spinacia oleracea*. Recuperado el 13 de febrero de 2024, de <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=276>

Díaz, M. F., Molina, B. V., Pazmiño, P. A., & Chávez, B. R. X. (2015). *Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes en el cultivo de Espinaca (Spinacea oleracea L.), en la zona de Izamba, Provincia de Tungurahua*. (Doctoral dissertation, Tesis: Ing. Agr. Escuela de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel-Carchi-Ecuador).

EROSKI. 2019. *Espinacas. Hortalizas y verduras, guía práctica de verduras*. Disponible en: <http://verduras.consumer.es/espinacas/introduccion>. Revisado: 12/02/2019.

Feder, F. E. (2017). *Unión Europea*. Recuperado el 20 de enero del 2024 de <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/?uri=URISERV:g24234>.

García, S. D. 2017. *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

INTAGRI. 2001. *Bioestimulantes en Nutrición, Fisiología y Estrés Vegetal*. Extraído en línea. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>

INDAGRO. 1999. *Bioestimulante*. Registro de inscripción del producto químico formulado. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 223 p.

INFOAGRO. (2005). *El cultivo de la espinaca*. Consultado 15 de noviembre 2023. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>

Jiménez, J., Arias, L. A., Espinosa, L., Fuentes, L. S., Garzón, C., Gil, R., Niño, N., & Rodríguez, M. 2010. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (El cultivo de la espinaca y su manejo. Recuperado de https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_49_el_cultivo_de_la_espinaca_y_su_manejo.pdf.

López, M. (1994). *Horticultura. Ediciones Trillar*. México. Pp.118-128.

MINAG. 2017. *Anuario estadísticas de la producción agrícola y ganadera 2016*. Dirección de Estadística Agraria. Lima, Perú.

Mezquiriz, N., (2007). *Espinaca bajo cubierta plástica*. Boletín Hortícola. Año 12. Nº 36.

MAROTO, J. 1986. *Horticultura herbacea especial*. Madrid, España. Mundi prensa. 343 p.

Pamplona Roger, J. (2003). *Salud por los alimentos*. España: Safeliz.

Piaagio. s/f. *APU Bio*. Ficha técnica. Revisado en línea. <https://piaggio.com.pe/wp-content/uploads/2022/09/APU-BIO.pdf>

R & B Agropecuaria. 2020. *Semilla espinaca Virafloy*. Ficha técnica. Revisado en línea. <https://rybagropecuaria.com.pe/producto/semilla-espinaca-viroflay-3-grs/>

Solagri. 2020. *Que es la Citoquinina*. Revisado en línea. <https://solagri.pe/primer-entrada/>

Tecnicrop. (2021). *Ascophyllum Nodusum, propiedades y usos en agricultura*. Revisado en línea el 18 de febrero del 2024. <https://tecnicrop.com/blog/ascophyllum-nodusum-propiedades-y-usos-en-agricultura>

Tintayo, R, E. A. (2020). *Aplicación de diferentes dosis de bioestimulante trihormonal en el rendimiento de cuatro híbridos de espinaca (Spinacia oleracea L.) Universidad Nacional de Centro del Perú*. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo. Revisado en línea. <file:///D:/Tesis%20terceros/Willian%20Mejia/espinaca%20con%20arreglo%20facorial%20bien.pdf>

Valencia, M. F. (2015). *Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes en el cultivo de espinaca (Tesis de grado)*. Universidad Técnica de Babahoyo, El Angel - Ecuador.

VALADEZ, A. 1994. *Producción de Hortalizas*. México, D.F. Edit. Limusa, S.A. Grupo Noriega Editores. México

Vesga, J. 2018. *Efecto de un bioestimulante a base de algas marinas Ascophyllum nodosum sobre la longitud del tallo y en la producción de rosa tipo exportación, variedades vulcano y tressor, en flores de bojacá s.a.s. universidad de los llanos*. trabajo de grado como requisito para optar por el título de ingeniero agrónomo. extraído en línea. <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1368/efecto%20de%20un%20bioesti;jsessionid=1acba7ebf1846dbf1a4ddace6ee3ca3b?sequence=2>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Tabla 20

*Promedio de las evaluaciones de rendimiento $t\ ha^{-1}$ del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en tres repeticiones.*

TRATAMIENTO	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1	13.2	12.4	13.4	13.0
T2	14.3	12.2	12.6	13.0
T3	13.6	13.7	13.6	13.6
T4	13.2	13.1	13.8	13.4
T5	12.9	13.4	12.5	12.9
T6	12.1	14.0	13.1	13.1
T7	12.5	13.7	13.5	13.2
T8	13.5	13.3	12.9	13.2
TESTIGO	11.2	11.1	11.5	11.3

Tabla 21

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable rendimiento $t\ ha^{-1}$.

Dosis de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
10 mL	T1, T3, T5, T7	13.2
20 mL	T2, T4, T6, T8	13.18
0 mL (Testigo)	Testigo	11.29

Tabla 22

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable rendimiento $t\ ha^{-1}$.

Tipo de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
APU BIO	T1, T2	13
ACADIAN	T3, T4	13.5
Bayfolan Aktivator	T5, T6	13
FERTIPLAN	T7, T8	13.2

Tabla 23

Promedio de las evaluaciones de altura de planta (cm) del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en tres repeticiones.

TRATAMIENTO	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1	42.0	40.1	40.1	40.7
T2	40.1	39.7	40.6	40.1
T3	42.9	43.3	43.1	43.1
T4	42.1	41.7	43.5	42.4
T5	41.2	42.6	40.4	41.4
T6	39.3	43.9	41.9	41.7
T7	40.3	43.3	42.7	42.1
T8	42.7	42.2	41.4	42.1
TESTIGO	37.3	37	37.9	37.4

Tabla 24

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).

Dosis de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
10 mL	T1, T3, T5, T7	41.83
20 mL	T2, T4, T6, T8	41.58
0 mL (Testigo)	Testigo	37.4

Tabla 25

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).

Tipo de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
APU BIO	T1, T2	40.4
ACADIAN	T3, T4	42.75
Bayfolan Aktivator	T5, T6	41.55
FERTIPLAN	T7, T8	42.1

Tabla 26

Promedio de las evaluaciones de número de hojas del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en tres repeticiones.

TRATAMIENTO	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1	12.3	12.7	12.4	12.5
T2	12.6	12.8	12.6	12.7
T3	11.2	12.8	11.5	11.8
T4	11.8	11.4	12.9	12.0
T5	13.1	13.1	11.7	12.6
T6	12.1	12.4	11.5	12.0
T7	11.9	12	11.5	11.8
T8	12.1	12.4	11.1	11.9
TESTIGO	10.2	11	10.2	10.5

Tabla 27

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).

Dosis de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
10 mL	T1, T3, T5, T7	12.18
20 mL	T2, T4, T6, T8	12.15
0 mL (Testigo)	Testigo	10.5

Tabla 28

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable altura de planta (cm).

Tipo de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
APU BIO	T1, T2	12.6
ACADIAN	T3, T4	11.9
Bayfolan Aktivator	T5, T6	12.3
FERTIPLAN	T7, T8	11.85

Tabla 29

Promedio de las evaluaciones de longitud de hojas (cm) del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.). en tres repeticiones.

TRATAMIENTO	Repetición			Promedio
	I	II	III	
T1	32.0	30.1	32.5	31.5
T2	34.7	29.7	30.6	31.7
T3	32.9	33.3	33.1	33.1
T4	32.1	31.7	33.5	32.4
T5	31.2	32.6	30.4	31.4
T6	29.3	33.9	31.9	31.7
T7	30.3	33.3	32.7	32.1
T8	32.7	32.2	31.4	32.1
TESTIGO	27.3	27	27.9	27.4

Tabla 30

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable longitud de hojas (cm).

Dosis de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
10 mL	T1, T3, T5, T7	32.03
20 mL	T2, T4, T6, T8	31.98
0 mL (Testigo)	Testigo	27.4

Tabla 31

Promedio de los tratamientos agrupados según dosis del bioestimulante, para la variable longitud de hojas (cm).

Tipo de Bioestimulante	Tratamientos Agrupados	Promedio
APU BIO	T1, T2	31.6
ACADIAN	T3, T4	32.75
Bayfolan Aktivator	T5, T6	31.55
FERTIPLAN	T7, T8	32.1

7.1. Anexo 1: Instalación, manejo y evaluaciones del cultivo.

Figura 3

Preparación de terreno.



Figura 4

Delimitación de bloques.



Figura 5

Delimitación del área experimental.



Figura 6

Separación de caminos.



Figura 7

Siembra del cultivo



Figura 8

Riego por aspersión después de la siembra.



Figura 9

Plantas de espinaca a los 15 días.



Figura 10

Espinaca a los 30 días.



Figura 11

Riego para mantener al cultivo.



Figura 12

Deshierbo de las calles.



Figura 13

Segundo deshierbo del cultivo.



Figura 14

Planta de espinaca a los 45 días.



Figura 15

Espinaca después de la segunda aplicación de bioestimulantes.



Figura 16

Evaluación en laboratorio.



Figura 17

Plantas de espinaca separadas por tratamiento.



Figura 18

Peso de la planta de espinaca.



Figura 19

Peso de espinaca en la balanza electrónica.



Figura 20

Peso de una planta de espinaca.



Figura 21

Longitud de la hoja.



Figura 22

Toma de datos en laboratorio.



Figura 23


Evaluaciones en laboratorio.




7.2. Anexo 2: Análisis de suelo

Figura 24

Resultados de análisis de suelo.



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




ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**


Departamento : CAJAMARCA Provincia : CAJAMARCA
 Distrito : Predio :
 Referencia : H.R. 72260-044C-20 Bolt: 4139 Fecha : **16/10/2023**

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m		M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves		CaCO ₃ %	CaCO ₃ %				Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
2644		7.46	1.98	1.90	5.06	110.9	372	52	22	26	Fr.Ar.A.	20.00	16.39	2.40	1.09	0.13	0.00	20.00	20.00	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Ft. = Franco ; Ft.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Braulio La Torre Martinez
 Jefe del Laboratorio



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