

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES FOLIARES SOBRE EL
RENDIMIENTO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L), EN CAJAMARCA**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el bachiller:

SALDAÑA SALDAÑA, FREDY

Asesor:

Dr. Isidro Rimarachin Cabrera

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Fredy Saldaña Saldaña
DNI: 77793288
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:** Dr. Isidro Rimarachin Cabrera
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES FOLIARES SOBRE EL RENDIMIENTO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), EN CAJAMARCA
7. **Fecha de evaluación:** 07/11/2024
8. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 20%
10. **Código Documento:** oid:3117:402943983
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 20%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 07/11/2024

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Dr. Isidro Rimarachin Cabrera
26676820



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

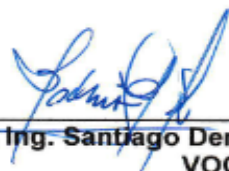
En la ciudad de Cajamarca, a los dos días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 416-2024-FCA-UNC, de fecha 04 de setiembre del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES FOLIARES SOBRE EL RENDIMIENTO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), EN CAJAMARCA"**, realizada por el Bachiller FREDY SALDAÑA SALDAÑA para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las nueve horas y cinco 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 catorce (14); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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


Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
PRESIDENTE


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


MBA Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
VOCAL


Dr. Isidro Rimarachin Cabrera
ASESOR

DEDICATORIA

A mi madre por apoyarme para salir adelante incluso en los peores momentos, porque ha sabido formarme con buenos hábitos, sentimientos, valores. Me animaba a seguir a pesar de las dificultades o problemas que se presentaban en el camino.

A mi padre por estar siempre dispuesto en apoyarme y guiarme en este camino llamado vida

Fredy Saldaña Saldaña.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a Dios por cuidarme, protegerme y guiarme en cada momento de mi vida.

Al ing. Urías Mostacero Plasencia por asesorarme en el presente trabajo de investigación.

A mi familia por su comprensión y apoyo constante.

Y a todas las personas que directa e indirectamente apoyaron a la realización de este trabajo.

Fredy Saldaña Saldaña.

ÍNDICE

Contenido	página
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1. Formulación del problema	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.1.1. Internacionales	5
2.1.2. Nacionales	6
2.1.3. Locales	8
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Importancia de la espinaca como cultivo	8
2.2.2. Nutrición de la planta a través de las hojas	9
2.2.3. Propósito de la fertilización foliar	9
2.2.4. Fitohormonas.....	10
2.3. Bioestimulantes	12
2.3.1. Bioestimulante a base de algas pardas	13
2.3.2. Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos.....	14
2.4. Bioestimulantes usados en el experimento	15
2.4.1. Bayfolan® Aktivator	15
2.4.2. Algax	16
2.5. Cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L), variedad Viroflay.....	18
2.5.1. Características generales	18
2.5.2. Características Botánicas.....	19
2.5.3. Requerimientos de clima y suelo	20
2.5.4. Manejo agronómico.....	21
2.6. Definición de términos.....	24

2.6.1.	Hortalizas	24
2.6.2.	Espinaca	24
2.6.3.	Variedad viroflay.....	24
2.6.4.	Calidad de la espinaca	24
2.6.5.	Agricultura orgánica.....	25
2.6.6.	Dosis.....	25
2.6.7.	Frecuencia	25
2.6.8.	Madurez de cosecha	25
2.6.9.	Concepto de hormonas vegetales	25
2.6.10.	Crecimiento	26
CAPÍTULO III.....		27
MATERIALES Y MÉTODOS		27
3.1.	Ubicación	27
3.1.1.	Ubicación del campo experimental	27
3.1.2.	Ubicación geográfica.....	28
3.2.	Campo experimental	29
3.3.	Clima.....	29
3.4.	Materiales.....	30
3.4.1.	Material biológico	30
3.4.2.	Insumos	30
3.4.3.	Materiales de campo.....	30
3.4.4.	Materiales de escritorio	31
3.4.5.	Servicios.....	31
3.5.	Variables de estudio	31
3.5.1.	Variable independiente.....	31
3.5.2.	Variable dependiente.....	31
3.6.	Tipo y diseño de la investigación.....	31
3.7.	Área experimental	32
3.8.	Análisis del suelo	34
3.9.	Siembra	34
3.10.	Labores culturales	35
3.10.1.	Riegos.....	35
3.10.2.	Deshierbos	35
3.10.3.	Aporque.....	35

3.10.4.	Aplicación de bioestimulante	35
3.11.	Parámetros de evaluación.....	36
3.11.1.	Largo de la hoja.....	36
3.11.2.	Rendimiento	36
3.11.3.	Numero de hojas.....	36
3.11.4.	Peso de planta.....	36
3.11.5.	Longitud de raíz	36
CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1.	Análisis Estadístico del rendimiento de espinaca (kg ha ⁻¹).....	37
4.2.	Análisis estadístico del número de hojas	41
4.3.	Análisis estadístico de la longitud de hoja	43
4.4.	Análisis estadístico del peso de planta.....	46
4.5.	Análisis estadístico de la longitud de raíz.....	49
CAPÍTULO V	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1.	Conclusiones	51
5.2.	Recomendaciones.....	51
CAPÍTULO VI	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	59
Anexo 1.	Semilla certificada de espinaca variedad Viroflay	59
Anexo 2.	Análisis de suelos	60
Anexo 3.	Bioestimulante Bayfolan Aktivator	61
Anexo 4.	Bioestimulante Algax	62
Anexo 5.	Fotos de campo.....	63
Anexo 6.	Fotos de laboratorio.....	70
Anexo 7.	Tablas de datos	73

Índice de tablas

Contenido

página

Tabla 1 Dosis y condiciones de aplicación	16
Tabla 2 Composición	17
Tabla 3 Datos Meteorológicos	29
Tabla 5 Análisis de suelos.....	34
Tabla 6 Dosis de bioestimulante	36
Tabla 7 Análisis de varianza del rendimiento de espinaca en kg por ha	37
Tabla 8 Prueba de Dunnett comparando los tratamientos que recibieron bioestimulante con el testigo que no recibió bioestimulante.....	38
Tabla 9 Análisis de varianza del rendimiento de espinaca, de acuerdo al factorial usado en el estudio	38
Tabla 10 Aplicación de la prueba de Tukey al rendimiento d espinaca	40
Tabla 11 Análisis de varianza del número promedio de hojas de espinaca.....	41
Tabla 12 Prueba de Dunnett aplicada al número de hojas de espinaca.....	42
Tabla 13 Análisis de varianza del número de hojas según el factorial usado en el estudio.....	42
Tabla 14 Prueba de Tukey aplicada al número de hojas de espinaca	43
Tabla 15 Análisis de varianza de la variable longitud de hoja de espinaca	43
Tabla 16 Prueba de Dunnett aplicada a la variable longitud de hoja.....	44
Tabla 17 Análisis de varianza de la longitud de hoja de espinaca.....	44
Tabla 18 Prueba de Tukey aplicada a las medias de longitud de hoja de espinaca.	45
Tabla 19 Análisis de varianza de la variable peso de planta de espinaca	46
Tabla 20 Aplicación de la prueba de Dunnett a los promedios de peso de planta de espinaca. ..	46
Tabla 21 Análisis de varianza según el factorial 3x2 aplicado a los datos de altura de planta....	47
Tabla 22 Prueba de Tukey aplicada al peso de planta de espinaca.....	48
Tabla 23 Análisis de varianza de los datos de longitud de raíz de espinaca.....	49
Tabla 24 Análisis de varianza de la longitud de raíz de espinaca.....	50
Tabla 25 Tablas de datos del Bloque I (T1 Bayfolan Y T3 Algax).....	73
Tabla 26 Datos de los tratamientos del bloque I (T3 Bayfolan y T2 Algax).....	74
Tabla 27 Datos de campo del Bloque I (T1 Algax y T2 Bayfolan).....	75
Tabla 28 Datos de los testigos de BI y BII	76
Tabla 29 Datos del Bloque II (T2 Algax y T3 Bayfolan)	77
Tabla 30 Datos Bloque II (T3 Algax y T1 Bayfolan).....	78
Tabla 31 Datos del Bloque II (T1 Algax y T2 Bayfolan)	79
Tabla 32 Datos del Bloque III (T3 y T1Bayfolan).....	80
Tabla 33 Datos del Bloque III (T2 y T1 Algax)	81
Tabla 34 Datos del Bloque III (T3 Algax y T2 Bayfolan).....	82
Tabla 35 Bloque III (testigo).....	83
Tabla 36 Promedio del número de hojas.....	83
Tabla 37 Promedio de la longitud de raíz	84
Tabla 38 Promedio longitud de la hoja	84
Tabla 39 Promedio del peso de la planta	84

Índice de figuras

Contenido	página
Figura 1 Mapa geográfico de la provincia y departamento de Cajamarca.	27
Figura 2 Vista satelital del Silvo Agropecuario - UNC	28
Figura 3 Ubicación geográfica del Silvo Agropecuario UNC	28
Figura 4 Datos meteorológicos	29
Figura 5 Distribución de los tratamientos en el campo experimental.....	32
Figura 6 Semilla de Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L)	59
Figura 7 Análisis de suelos	60
Figura 8 Bioestumlante Algax	62
Figura 9 Delimitación del área experimental.....	63
Figura 10 Preparación de los surcos y siembra.....	63
Figura 11 Siembra de espinaca	64
Figura 12 Surco después de la siembra.....	64
Figura 13 Espinaca de 15 días	65
Figura 14 Deshierbo antes de la primera aplicación de bioestimulante	65
Figura 15 Limpia total de las repeticiones	66
Figura 16 Preparación de la mochila con el bioestimulante Bayfolan Aktivator	66
Figura 17 Preparación de la mochila con bioestimulante Algax	67
Figura 18 Primera aplicación de bioestimulante.....	67
Figura 19 Aplicación de bioestimulante	68
Figura 20 Espinaca después de la aplicación de bioestimulante	68
Figura 21 Espinaca a los 25 días después de la siembra.....	69
Figura 22 Cosecha de la espinaca	69
Figura 23 muestras para laboratorio	70
Figura 24 Muestras en laboratorio	70
Figura 25 Peso de la espinaca en laboratorio.....	71
Figura 26 Peso de la raíz.....	71
Figura 27 Muestras después de tomar datos	72

RESUMEN

El presente trabajo de investigación nos permite evaluar el efecto de la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos Bayfolan Aktivator y Algax sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) variedad viroflay bajo condiciones ambientales del Campo experimental Servicio Silvo Agropecuario – UNC; el análisis estadístico se realizó para un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con factorial de $2 \times 3 + 1$ (2 bioestimulantes Bayfolan y Algax, tres dosis de bioestimulante y un testigo), se consideró 3 repeticiones con 7 tratamientos. Las dosis usadas se consideraron según el área y ficha técnica; fueron: D1 = 10 m L, D2 = 20 m L y D3 = 30 m L, en 2 L de agua; se realizó el análisis estadístico para cada parámetro haciendo una comparación entre dos bioestimulantes y el testigo, obteniéndose los resultados siguientes: con bioestimulante Bayfolan y la mejor dosis fue D3 = 30 m L, peso de hoja 164.82 g, número de hojas 10; longitud de las hojas 27.34 cm y longitud de raíz 16.75 cm; y con el bioestimulante Algax fue la dosis D3 = 30 m L obteniendo: peso de hojas de 201.92 g; número de hojas 9; longitud de las hojas 29.48 cm y longitud de raíz de 17 cm. Y el testigo con peso 42.67 g de hojas; número de hojas 7; longitud de las hojas 17 cm y longitud de raíz de 11.17 cm. Según la comparación se determinó que el mejor bioestimulante Algax con dosis D3 = 30 m L.

Palabras clave: Espinaca, Viroflay, bioestimulante, bayfolan, algax

ABSTRACT

The present research work allows us to evaluate the effect of the application of two organic biostimulants Bayfolan Aktivator and Algax on the cultivation of spinach (*Spinacia oleracea* L.) viroflay variety under environmental conditions of the Servicio Silvo Agropecuario – UNC experimental field; The statistical analysis was carried out for a randomized complete block design (DBCA) with a $2 \times 3 + 1$ factorial (2 biostimulants Bayfolan and Algax, three doses of biostimulant and a control), 3 repetitions with 7 treatments were considered. The doses used were considered according to the area and technical sheet; were: D1 = 10 m L, D2 = 20 m L and D3 = 30 m L, in 2 L of water; Statistical analysis was carried out for each parameter, making a comparison between two biostimulants and the control, obtaining the following results: with Bayfolan biostimulant and the best dose was D3 = 30 m L, leaf weight 164.82 g, number of leaves 10; leaf length 27.34 cm and root length 16.75 cm; and with the biostimulant Algax the dose was D3 = 30 m L obtaining: leaf weight of 201.92 g; number of sheets 9; leaf length 29.48 cm and root length 17 cm. And the control weighing 42.67 g of leaves; number of sheets 7; leaf length 17 cm and root length 11.17 cm. According to the comparison, it was determined that the best biostimulant Algax with dose D3 = 30 m L.

Keywords: Spinach, Viroflay, biostimulant, bayfolan, algax

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El uso de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en Cajamarca es fundamental para poder reducir la baja productividad de los diferentes cultivos de hortalizas en la agricultura; este trabajo de investigación tienen como finalidad buscar alternativas de solución de fertilización foliar orgánica sin causar daño a la salud de los consumidores y tener buenos resultados en el rendimiento del cultivo antes mencionado, garantizando la productividad y los bajos costos de producción de los agricultores; así permitir a los agricultores tener buenas prácticas de cultivo en la región; además desarrollar estrategias para poder tener diferentes alternativas de fertilización sin causar daño al suelo y a la salud del consumidor. En la Región de Cajamarca el cultivo de espinaca ha ido tomando interés por los diferentes pequeños productores ya que es un cultivo de importancia económica y social, es así que en más huertos familiares se han ido implementando este cultivo para el consumo y para el sustento económico de las mismas.

La espinaca (*Spinacea oleracea* L.) es un cultivo de distribución mundial, de gran importancia para alimenticia y económica para los pequeños agricultores. Según la FAO (2020) la producción mundial de espinaca fue de 30 995 069 toneladas en todo el mundo, obtenidas en una superficie cosechada de 920,804 hectáreas, por lo que el rendimiento promedio quedó en 33.7 toneladas por hectárea, lo que nos indica que la espinaca es un cultivo que en los últimos años ha ido incrementando su valor como cultivo agrícola.

En el año 2019 según estudios del INEI (2020) hubo una producción de 29.71 toneladas métricas a nivel de todo el Perú, con un rendimiento promedio de 10 tha^{-1} , siendo la costa el primer el principal productor; En Cajamarca el cultivo de espinaca es u cultivo de gran

importancia para los pequeños agricultores ya que es un medio para poder tener un sustento, no teniendo impacto en el mercado local ya que se comercializa en pequeñas cantidades por su baja producción. Existe una serie de factores al igual que en otras hortalizas, para su bajo rendimiento y los de mayor significación son las bajas cantidades de nutrientes del suelo (Franke, 2006).

En los últimos años y con la finalidad la producción agrícola sea eficiente, diferentes industrias agroquímicas han puesto en el mercado complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y hormonas de crecimiento, los cuales se han denominado bioestimulantes (Epuin, 2004).

Estos productos, tienen la capacidad de estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo radicular, resistencia a enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, translocación de nutrientes y por consiguiente aumentos en el rendimiento (Epuin, 2004).

En la región de Cajamarca el estudio de bioestimulantes orgánicos no tienen un amplio estudio es por eso que, el presente de trabajo investigación tiene como finalidad buscar alternativas de fertilización foliar en los bioestimulantes para incrementar la productividad; y por lo tanto propiciar una nueva rentabilidad de cultivo y hacer estudios más profundo experimentando con ellos y así obtener resultados favorables en la producción que beneficien a los pequeños productores en la ciudad de Cajamarca.

1.1.Planteamiento del problema

Las hortalizas son de importancia económica para los pequeños productores de Cajamarca ya que su producción sólo es para su consumo y venta en pequeñas cantidades; es un alimento natural con alto valor nutricional que no está siendo sometido a procesos de valor agregado, siendo un cultivo de importancia para los pequeños productores, creciente demanda de espinaca en las ciudades obliga a los productores incrementar las áreas de producción,

intensificar el cultivo y utilizar mayor cantidad de insumos como: fertilizantes y pesticidas químicos, que elevan el porcentaje de la contaminación del ambiente, problemas de salud en las personas y dependencia a su uso; frente a esta situación, en Cajamarca se han planteado alternativas como la agricultura orgánica utilizando diferentes abonos orgánicos o compuestos derivados de diferentes materiales orgánicos, que prescinde del uso de insumos químicos y prioriza los ciclos naturales y productos naturales como los bioestimulantes que contribuyen en la conservación de la fertilidad de los suelos y el ambiente.

Es por lo cual que se debe hacer investigaciones sobre los diferentes usos de los bioestimulantes sobre las hortalizas ya que el uso de estos componentes es en bajas cantidades prometiendo una aceleración en los diferentes procesos fisiológicos de los cultivos además de no tener ningún efecto sobre la salud del consumidor. Además este estudio permitiría un estudio más preciso de las respuestas fisiológicas del cultivo en estudio y así poder tener un antecedente más para las futuras investigaciones y aporte técnico a los agricultores, ya que es un producto de bajo costo y con aplicaciones en pequeñas cantidades.

1.1. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de los bioestimulantes foliares Bayfolan y Algax sobre el rendimiento de Espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en Cajamarca?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de los bioestimulantes foliares Bayfolan y Algax sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L), en Cajamarca – 2022.

1.2.2. *Objetivos específicos*

Determinar la mejor dosis de aplicación del bioestimulante Bayfolan sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L).

Determinar la mejor dosis de aplicación del bioestimulante Algax sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Condori (2023), en el artículo “Comparación del Efecto (sólido y líquido) del Abono Orgánico de Camélido, en el Rendimiento del Cultivo de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.) Realizado en el Centro Experimental de Cota Cota”, *Cada tratamiento estuvo conformado por una variedad de espinaca, para el abonamiento se realizó el previo análisis de suelo y se implementó de forma sólida por metro cuadrado y de forma líquida mediante el riego por goteo con la ayuda de un sistema Venturi para uniformizar el riego. El método de siembra empleado fue siembra en almácigos, con una distancia de 30 centímetro por planta para cada tratamiento, durante el desarrollo del trabajo de investigación se consideraron las siguientes variables: número de hojas, ancho de hoja, longitud de la planta, peso después de la cosecha por variedad.*

En su trabajo de investigación Cerón (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. “*Los resultados que se presentaron en el cultivo de espinaca respondió favorablemente a la aplicación de algas y dosis generando el mayor porcentaje en altura de planta, diámetro de hoja, longitud de hoja, peso de kilogramos de hojas comerciales y un análisis económico, el cual obtuvo el mejor beneficio neto, en comparación al testigo sin aplicación. Dicha investigación despejo dudas con relación a la aplicación de algas productos comerciales y la dosis que mejor rendimiento, calidad y beneficio neto genero al agricultor,*

concluyendo que el cultivo sin aplicación no genera comparación alguna estadísticamente a los tratamientos que fueron testigos de estos productos”.

2.1.2. Nacionales

Hermitaño (2022), realizó el trabajo de investigación titulado: Respuesta de dos variedades de espinaca (*Spinacea oleracea*) a la fertilización foliar. Yanahuanca. Daniel Alcides Carrión. Donde obtuvo los resultados siguientes: *“Para longitud de raíz, rendimiento por planta y por hectárea se observa que el tratamiento T5 (variedad viroflay y fertilizante foliar Rot power) alcanzó el mayor promedio con 22.50 cm, 205,80 gramos y 13.67 t/ha respectivamente. Para altura de plantas y longitud de lámina se observa que, el T2 (variedad viroflay y fertilizante super abono) obtuvo el mayor promedio con 41.50 cm y 19.00 cm, respectivamente. Concerniente a longitud de peciolo el T3 (variedad viroflay y fertilizante foliar biorganica), alcanzó el mayor promedio con 15.89 cm”.*

Tintayo, E. (2020), en su trabajo: Aplicación de Diferentes Dosis de Bioestimulante Trihormonal en el Rendimiento de Cuatro Híbridos de Espinaca (*Spinacia oleracea* L.). *“Los resultados muestran que el mejor rendimiento se obtuvo con la dosis de 50 ml/20 l y el híbrido Tiger logrando un rendimiento de 16127 kg ha⁻¹. Los demás componentes de rendimiento que también fueron significativos corresponden a la altura de planta (50 ml/20 l de Phyllum - Viroflay) y número de hojas (50 ml/20 l de Phyllum – Pv 3619), que lograron 24,45 cm de altura y 22,56, respectivamente”.*

Maquerhua (2019), en su trabajo: Efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo condiciones de fitotoldo en k'ayra- Cusco. Llevó a cabo un estudio sobre el abonamiento y fertilización en espinaca. *“Los resultados más resaltantes fueron, la aplicación química (160N-120P2O5-80K2O) se obtuvo 146.60 g, 15.78, 47.15, 16.85 cm,*

19.75 cm y 7.30 cm concerniente a número de hojas, altura de la planta, longitud de peciolo, longitud de la lámina foliar y longitud de raíz”.

Ushiñahua (2017), en su trabajo: Evaluación de Cuatro Dosis de Trihormona en el Cultivo de Espinaca (*Spinacia oleracea*) Variedad “Viroflay F-1”, Bajo Condiciones Agroclimáticas en el Distrito de Lamas. Los resultados obtenidos indican: *“que las plantas tratadas con la dosis de 0.5 l.ha-1 de Agrostemin G.L., resultó ser el tratamiento que determinó que influya en la estimulación del incremento del rendimiento y beneficio económico en el cultivo de la espinaca (Spinacia oleracea) variedad “Viroflay F1, bajo las condiciones del distrito de Lamas obteniendo 10 402,50 kg.ha-1 de peso fresco y un Beneficio / costo de 1.41 y un beneficio neto de S/. 3 032,38 Nuevos Soles, respectivamente”.*

Quipo (2016), en su investigación: Efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) mediante el sistema hidropónico de raíz flotante en K'ayra-Cusco. Estudió el efecto de soluciones nutritivas en espinaca en un sistema hidropónico. *“Obtuvo 203.00 g/planta (94.73 t/ha), 49.00 g/planta (22.87 t/ha) y en número de hojas con 33.00 hojas/planta, el testigo 38.00 g/planta (17.73 t/ha)”.*

Valenzuela (2016), en su investigación titulada: Evaluación del Efecto de Abonos Orgánicos en el Cultivo de Espinaca (*Spinacea oleracea*), Variedades Viroflay, Dash en Invernadero del Centro de Investigación y Producción Santo Tomas- Abancay. Los resultados obtenidos, fueron: *“Al realizar la comparación de medias (Duncan, alpha=0.05) del peso promedio (gr) por planta a la cosecha se hallaron diferencias entre los promedios, hallándose el mayor peso con Gallinaza x Dash (97.4 gr) el cual fue diferente al resto de pesos; le siguió en peso Guano de Isla x Viroflay (92.4 gr), Gallinaza x Viroflay (92.8 gr) y Guano de Isla x Dash (92.4 gr); mientras que los menores pesos fueron para el Testigo x Dash (53.167 gr) y Testigo x*

Viroflay (51.6 gr). En el cuadro N° 57 y grafico N° 04, se muestra Kg. / área experimental 3m2, T2V2 (Dash con Gallinaza con 5.8 Kg) mostro el mejor rendimiento, seguido por tratamiento T2V1 (Viroflay con Gallinaza 5.6 Kg), T1V1 (Viroflay con Guano de Isla 5.6 Kg), T1V2 (Dash con Guano de Isla 5.5 Kg), T3V2 (Testigo x Dash 3.2 Kg) y T3V1 (Testigo x Viroflay 3.1 Kg) respectivamente”.

2.1.3. Locales

Sangay (2022), en su trabajo de Investigación titulado: “Eficiencia de tres dosis de biol para mejorar el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* sp.), en el departamento de Cajamarca”, obtuvo los siguientes resultados: *comparación con el testigo los tratamientos en los cuales se aplicó biol hubo diferencia significativa en comparación con el testigo. Según el análisis estadístico realizado; se determinó que el T5 (D5 = 2.50 l) dio un rendimiento promedio de 35.00 t ha⁻¹, la altura de planta promedio de 34.76 cm, número de hojas promedio de 16, longitud de hoja de 20.5 cm, ancho de hoja de 13.16cm, los cuales superan significativamente al rendimiento obtenido en el testigo obteniendo un rendimiento de 26.57 t ha⁻¹, altura de planta 24.58 cm, longitud 14.12 cm y ancho de la hoja 10.85 cm, número de hojas 12 , lo cual demuestra que la aplicación de biol con el manejo adecuado es una buena alternativa para un cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)*

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Importancia de la espinaca como cultivo

El mercado de la espinaca está en crecimiento, dado que es un producto que ofrecen muchos aportes beneficiosos para la salud y dado a su sabor y frescura es utilizado para la alimentación en una gran variedad de platos y ensaladas, ya que la espinaca tiene un gran valor nutritivo y es un buen antioxidante, ofrece vitaminas como las vitaminas A, B6, B2, B1, C, K,

además es rica en magnesio, calcio, hierro, potasio y omega 3, dado que tiene un alto contenido de hierro (Treviño, 2015).

2.2.2. Nutrición de la planta a través de las hojas

La absorción de sustancias a través de las hojas comienza con la aplicación de las sustancias concretas por ejemplo rociando gotas finas de cualquier solución acuosa sobre la superficie de las hojas. La epidermis de las hojas está cubierta por una capa uniforme aparentemente imperceptible llamada cutícula. Junto al lumen de la célula adyacente se encuentra el plasmalema, que es el límite exterior del citoplasma. Las hojas transpiran con esto excretan agua (vapor), sustancias orgánicas e inorgánicas, esta representa el 5 a 10 % del total de la transpiración, esto reafirma la capacidad de las hojas para que puedan excretar que estas sustancias pasen desde el interior de la pared celular hacia el exterior (Franke, 2006).

2.2.3. Propósito de la fertilización foliar

Antonio (2009), manifiesta que por *“permitir la incorporación inmediata de nutrientes esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis, la fertilización foliar es muy ventajoso para varios propósitos como por ejemplo, para poder optimizar la calidad del producto, corregir deficiencias nutricionales en cualquier etapa fisiológica, poder proveer a la planta de nutrientes que retienen o se fijan en el suelo, poder acelerar o retrasar alguna etapa fisiológica, corregir requerimientos nutricionales que no se pueda con la fertilización al suelo, poder ayudar y reforzar la fertilización al suelo para que la planta pueda mejorar sus rendimientos”*.

2.2.4. Fitohormonas

A. Auxinas

Son hormonas que dirigen e intervienen en la división, elongación y diferenciación celular en las plantas, están distribuidas en la mayoría de células y tejidos vegetales por lo que interfiere en procesos de diferenciación celular e incluso en tejidos vegetales, son capaces de inducir la diferenciación celular en las raíces, tallos y hojas y puedan dar origen a ellos. Entre las auxinas más conocidas que tiene la planta, es el ácido indolacético (AIA) es la que se produce de forma natural (Alcántara y Acero, 2019).

a. Transporte de auxinas

Las hormonas se caracterizan por poder desplazarse del lugar de su biosíntesis hasta otra parte de la planta para que pueda ejercer su acción, la biosíntesis están estimulada por factores ambientales que actúan como una señal moduladora del desarrollo. El ácido indolacético se puede transportar por células no vasculares (cambium) y células diferenciadas que están asociadas al floema, este proceso diferente recibe el nombre de transporte polar, las auxinas que son aplicadas a la planta (sintéticas) también pasan por este transporte.

b. Efectos fisiológicos de las auxinas

No actúa de forma aislada la auxina influyen otras hormonas como el etileno, giberelinas y citoquininas, el alargamiento o elongación de las células es un efecto de esta hormona, alargamiento de la raíz y tallos, influyen de forma decisiva en la división celular del cambium, la diferenciación vascular, formación de raíces adventicias, la dominancia apical y el desarrollo de los frutos (Azcon y Talon, 2013).

B. Giberelinas

La giberelina más conocida en la planta es el ácido giberélico, están involucradas en el desarrollo de los tejidos que tienen crecimiento constante, por ejemplo, elongación de raíces, hojas jóvenes, floración, etc, estimulan la elongación celular con respuesta a las condiciones de luz. También están presentes en la iniciación de la floración y por ende cuando hay una cantidad baja de esta hormona hay esterilidad y un bajo desarrollo de los aparatos reproductores (Alcántara y Acero, 2019).

a. Síntesis

La giberelina se sintetiza en yemas activas, hojas, semillas, en los frutos, en las raíces merma esta síntesis, a través del floema fluyen diversos intermediarios que distribuyen a diversos órganos, las bajas temperatura y los días largos son determinantes para que las moléculas se activan. (Jordan y Casaretto, 2006).

b. Efectos fisiológicos

Regulan los procesos fisiológicos como en el crecimiento vegetativo y reproductivo, son hormonas que determinan el control de la elongación del tallo, también tiene un efecto en los procesos reproductivos, participa en la inducción de la floración, crecimiento y la producción de flores, en el cuajado, y por ende en el desarrollo y maduración de los frutos (Azcon y Talon, 2013).

C. Citoquininas

Son hormonas que estimulan e inducen a la alta proliferación y división celular, tienen efecto a la elongación de las raíces, pueden activar la senescencia de las hojas, participa de forma decisiva en el aumento y generación de brotes a nivel vegetal. Se producen en abundancia en la

punta de la raíz y se transporta por el xilema hacia la parte aérea de la planta. Se descubrió que son derivados de las adeninas (Alcántara y Acero, 2019).

a. Síntesis

Se sintetiza en las zonas meristemáticas de las raíces, en el endospermo se origina esta hormona, durante el desarrollo de las semillas, también en el eje embrionario cuando se inicia la germinación de las semillas (Azcon y Talon, 2013).

b. Efectos fisiológicos

Las citoquininas promueven la división celular, las auxinas con las citoquininas hacen que se acumule la ciclina y eso hace que exista un nuevo ciclo celular en resumen promueven la división celular, estas hormonas pueden inducir a que haya brotes adventicios en porciones de las hojas son claves para que se induzca la formación de brotes en diversos explantes, causan una dominancia apical reducida con brotes y crecimiento de yemas axilares. Retardan la senescencia de las hojas manteniéndolos verdes por más tiempo (Cerón, 2017).

2.3. Bioestimulantes

En los últimos años se han propuesto diferentes conceptos para definir a los bioestimulantes.

“Sustancias que, a pesar de no ser un nutrimento, un pesticida o un regulador de crecimiento, al ser aplicados generan un efecto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos. En este caso no aclaró la procedencia de estas sustancias” (Saborío, 2002).

Posteriormente Bietti y Orlando (2003), los definen como productos capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los vegetales. Estos autores consideran

como bioestimulantes a las hormonas, aminoácidos, vitaminas, enzimas y elementos minerales, que son los más conocidos y de uso común en la agricultura.

Los bioestimulantes como sustancias orgánicas derivadas principalmente de extractos de materiales vegetales, y de algas marinas principalmente, debido a que tienen una elevada concentración de aminoácidos, y una relación de nutrientes adecuados con las necesidades de las plantas (Guerrero, 2006).

2.3.1. Bioestimulante a base de algas pardas

Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en nuestra agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas (Carrera y Canacuán, 2011).

Las algas pardas de grandes dimensiones: especies de los géneros *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas, son las más utilizadas (Medjdoub, 2012).

El efecto de los extractos líquidos de algas, más que como abono (que no lo es, ya que su aporte mineral es mínimo), consiste principalmente en la estimulación de sistema radicular y en general, en la estimulación del vigor de la planta. Los extractos líquidos de algas son bioestimulantes (estimuladores del desarrollo y del sistema inmunitario y de defensa de la planta). Los principales disparadores (elicitores) de las reacciones metabólicas que generan la bioestimulación de la planta están compuestos por unos tipos especiales de azúcares (oligosacáridos: moléculas compuestas entre 7 y 25 monómeros de azúcar) que se encuentra en las paredes celulares de las algas (García, 2005).

2.3.2. Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos

Los bioestimulantes nutricionales son complejos de abonos foliares especiales de enmiendas de sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) líquidas, que se define como un bioestimulante que activa, sin alterar, los procesos naturales del metabolismo de las plantas (Gallardo, 2008).

Los ácidos fúlvicos son fracciones activas solubles en ácidos fuertes. Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos, susceptibles en cambio de experimentar floculación en determinadas condiciones de pH y concentración de las soluciones de cationes no alcalinos (FOSAC, 2007).

Son de muy rápida asimilación por las plantas debido a sus conformaciones estructurales simples y pequeñas, actuando como bioestimulantes (FOSAC, 2007).

Entre las principales ventajas de utilizar ácido fúlvico en agricultura se encuentran (Quiminet, 2011):

Regula el pH de la solución.

Favorece el crecimiento de las plantas.

Facilita la absorción de nutrientes que, por su naturaleza, son difícilmente absorbidos por las plantas.

Sirve como bioestimulante.

Estimula la división celular y el crecimiento de las plantas.

Aumenta la resistencia de las plantas a la sequía.

Hace más eficaz la recuperación de cultivos.

Mejora los suelos.

Promueve la formación de ácidos nucleicos

2.4. Bioestimulantes usados en el experimento

2.4.1. Bayfolan® Aktivator

Es un fisioactivador de origen natural basado en 3 categorías diferentes de compuestos nutrientes que ayudan a las plantas a alcanzar todo su potencial: Proteínas hidrolizadas, Ácidos fúlvicos y Microelementos.

A. Formulación

Concentrado soluble (SL) con boro (B) + ácido fúlvico + manganeso (Mn) + nitrógeno (N) y zinc (Zn)

B. Propiedades

- Su combinación permite mejorar varios aspectos relacionados con el crecimiento y la calidad, pero también con la reducción del estrés en los momentos más críticos del ciclo vital de una planta.
- Incrementa los niveles de absorción de múltiples elementos nutritivos (acción complejante), tanto cuando se distribuye por el terreno como cuando se pulveriza sobre la vegetación.
- Posee 19 aminoácidos concentrados diferentes con alto contenido de nitrógeno orgánico.
- Altos niveles de prolina y glicina capaces de inducir propiedades específicas de reducción del estrés en las plantas.
- Rápida absorción y transporte dentro del tejido vegetal (cropscience.bayer, 2023).

Tabla 1*Dosis y condiciones de aplicación*

Cultivo	Agente	Dosis	Condicionantes específicos
			Aire libre e Invernadero: Aplicación foliar desde 2-3 hojas y durante el crecimiento del cultivo.
Coles, Esparrago, Hortalizas de hoja, Hortalizas-de-bulbo	Deficiencia de aminoácidos y micronutrientes	3 L/ha	Aire libre e Invernadero: Aplicación mediante riego por goteo desde 2-3 hojas y durante el crecimiento del cultivo.
			Máximo: 6 aplicaciones Dosis máxima: 18 l/ha

*Nota: Cropscience.Bayer***2.4.2. Algax**

Algax® es un extracto líquido de algas marinas que recuperan las plantas sometidas a situaciones adversas (estrés). Se caracteriza por ser altamente asimilable por las plantas, actuando como un nutriente orgánico, activador fisiológico que favorece la asimilación de otros micro y macro elementos, está indicado para la recuperación de aquellos cultivos que han sufrido estrés por diversos motivos (sequías, lluvias, temperaturas altas y/o bajas, fitotoxicidad por exceso de plaguicidas, entre otros).

Algax, es un bioestimulante a base de algas marinas de la especie *Ascophyllum nodosum* cosechadas en el Atlántico Norte, que contiene macro y micro nutrientes hidratados de carbono, aminoácidos y promotores de crecimiento de origen vegetal. Algax actúa como precursor en diversos procesos biológicos del metabolismo de la planta, como divisor celular, síntesis de

proteínas, proceso de envejecimiento e inducción de auto defensas (fitoalexinas) (Grupo Anadina, 2023).

Tabla 2

Composición

Contenido	Cantidad
Algas marinas	90 % p/p
Aminoácidos totales	10 % p/p
<i>(Incluye materia orgánica)</i>	44 % p/p
Nitrógeno total	2.36 % p/p
Fósforo asimilable (P2O5)	715 ppm
Potasio soluble (K2O)	7791 ppm
Calcio 9406 ppm	9406 ppm % Calcio/Calcio
Magnesio	3777 ppm % Magnesio/Magnesio
Hierro	4167 ppm % Hierro/Hierro
Cobre	4.9 ppm % Cobre/Cobre
Boro	21 ppm % Boro/Boro
Manganeso	40 ppm % Manganeso/Manganeso
Zinc	25.7 ppm % Zinc/Zinc

Nota: grupo Andina

A. Formulación

Concentrado Soluble – SL V.

B. Modo y/o mecanismo de acción

Algax® es un producto que se caracteriza por ser altamente asimilable por las plantas, actuando como un nutriente orgánico, activador fisiológico que favorece la asimilación de otros micro y macro elementos, está indicado para la recuperación de aquellos cultivos que han sufrido estrés por diversos motivos (sequías, lluvias, temperaturas altas y/o bajas, fitotoxicidad por exceso de plaguicidas, entre otros).

C. Recomendaciones de uso

Se recomienda aplicarla dosis de 1-2 L ha⁻¹ en diversos cultivos

Hortalizas: Espinaca, col, cebolla, ají, paprika, etc

D. Momento y frecuencia de aplicaci3n

Algax puede ser aplicado varias veces durante el desarrollo de los cultivos siguiendo las indicaciones mencionadas en la etiqueta comercial, s3lo o en mezcla con los fertilizantes y/o plaguicidas de uso com3n

2.5.Cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L), variedad Viroflay

2.5.1. Características generales

La espinaca (*Spinacia oleracea* L) es una planta anual, de la familia Amaranthaceae. Su cultivo se realiza prácticamente durante todo el año y se puede consumir de m3ltiples maneras: fresca, en ensaladas, cocida, frita. Es rica en vitaminas A y E, yodo y varios antioxidantes, es por ello que es muy apreciada por su elevado valor nutritivo en general y su riqueza vitamínica en particular, aunque contiene ácido oxálico, lo que hace que deban consumirse con moderaci3n. Fue introducida en Europa alrededor del año 1000 procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia. Comenz3 a difundirse y se establecieron cultivos para su explotaci3n principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia (Agrohuerto, 2015).

La de producci3n de espinaca para 2007 de la FAO, en el mundo se produjo más de 14 millones de toneladas de espinaca. China es el primer productor destacado (85%) seguido de lejos por Estados Unidos (2,6 %), Jap3n (2,2 %) y Turquía (1,6 %). Los rendimientos por hectárea para un cultivo de espinaca al aire libre con la industria congeladora como destino principal, oscilar entre 15 000 y 20 000 kg ha⁻¹. El rendimiento aumenta en los casos en los que

el ciclo de cultivo permite un segundo corte (Albacete) aunque lo habitual es efectuar un único corte (Magrama, 2012).

La producción de espinaca se puede destinar tanto a la industria como al mercado en fresco durante todo el año, mientras que en el norte y centro de Europa el periodo de producción es mucho más reducido (junio-octubre). El cultivo de la espinaca tiene muy buenas expectativas de futuro, especialmente el cultivo para industria debido al creciente mercado europeo (Infoagro, 2015).

La espinaca es posiblemente, la verdura con el mayor valor nutricional de las que se conocen, solo aporta 22 calorías por cada 100 g, también logra aportar dos tercios de las necesidades diarias de vitamina A, el total de ácido fólico o folato, la mitad de vitamina C del total necesario, la cuarta parte del total de magnesio necesario, y casi la mitad de las necesidades de hierro del ser humano (Pamplona, 2003).

Viroflay, es una variedad de crecimiento semi erecto, resistente a la humedad y al frío, es una variedad precoz y con gran productividad. Tiene hojas grandes de forma aflechada, de color verde oscuro, su periodo de cosecha es de 55 a 60 días (Hortus, 2014)

2.5.2. Características Botánicas

La Espinaca (*Spinacia oleraceae* L.) pertenece a la familia Chenopodiaceae. Es una planta poco ramificada, de desarrollo radicular superficial, forma una roseta de hojas pecioladas, con un limbo que puede presentar formas variadas. Se dice que en la fase de roseta de hojas puede alcanzar entre 15 a 25 cm de altura (Antoine, 2010).

Puede alcanzar un diámetro y altura total de 20 cm al momento de cosecha (Ugás *et al*, 2000).

Sus hojas son de color verde oscuro, brillante u opaco pálido, pecioladas, con un limbo o lámina 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 (Doñate, 2013).

Las flores son verdosas y cuando se desarrolla el escapo floral puede llegar a alcanzar hasta 80 cm. Es importante señalar que es una especie dioica donde las flores femeninas y masculinas se desarrollan en plantas diferentes, aunque también existe la presencia de plantas hermafroditas (Ferri y Bermejo, 2006).

Las semillas se producen exclusivamente en las plantas femeninas siendo las plantas masculinas las que mueren poco tiempo de florecer liberando el polen que es transportado por efecto del viento para la fecundación (De La Paz, 2003).

De forma lenticular, lisa en unas variedades y espinosa en otras. Como término medio tienen una capacidad germinativa de 4 años, 1 g. puede contener unas 115 semillas (Huerta, 2016).

La espinaca es una planta de días largos la duración mínima optima de hora luz es de 12 horas, por debajo de este valor se detiene rápidamente la inducción floral (Moll, 2000).

2.5.3. *Requerimientos de clima y suelo*

La temperatura óptima para la germinación es de 21.1 ° C, la mínima es de 0 °C y la máxima es de 24 °C las temperaturas alternadas son favorables para la germinación: 16 a 18 horas a la temperatura menor y a 6 a 8 horas a la temperatura mayor (Montes y Holle, 2010).

La germinación de la semilla de espinaca es óptima a los 20 °C y la germinación es mejor a temperaturas menores (5-10 °C) que a 25 °C. Sin embargo la emergencia es más lenta a temperaturas bajas (Yamaguchi, 2013).

En lo referente al suelo, se adapta mejor a suelos sueltos, ricos en materia orgánica. Lo recomendable es un pH de 6 a 6.8 ya que son poco tolerantes a la acidez (Ugás *et al.*, 2000).

2.5.4. Manejo agronómico

2.5.4.1.Preparación del terreno

Se suele efectuar en primer lugar una labor profunda y a continuación cuantas labores superficiales hagan falta para dejar bien mullido el suelo. Al cultivo no le conviene como precedentes ni beterraga, ni acelga (Doñate, 2013).

2.5.4.2.Siembra

Debe realizarse en terrenos ligeramente húmedos, de forma directa, con distanciamientos entre surcos de 60 a 80 cm. Y entre plantas a 10 cm., con 2 hileras de plantas por surco, con un gasto de 12 a 15 kg de semilla /ha (Ugás *et al.*, 2000).

La distancia usual es de 30 cm entre las hileras; puede ser aumentada a 40 cm si se prefiere emplear cultivadoras especialmente adaptadas (Giaconi y Escaff, 2008).

2.5.4.3.Desahíje

Si la siembra ha quedado muy densa (lo que puede evitarse con una correcta dosificación de la semilla) se recomienda uno o dos desahíjes o raleos, para lo cual se espera que la plantas adquieran el tamaño mínimo comercial, a fin de aprovecharlas para la venta, antes de que comprometan el futuro del cultivo (Giaconi y Escaff, 2008).

2.5.4.4.Aclareo

Se suele efectuar cuando las plantas tienen de 4 a 5 hojas se realiza cuando el cultivo es denso, para facilitar un crecimiento adecuado y evitar el desarrollo de patógenos. El distanciamiento final dependerá si la espinaca es para consumo en fresco o para la industria (Doñate, 2013).

2.5.4.5. Valor nutritivo

Desde el punto de vista nutritivo, las frutas y hortalizas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Poseen un alto contenido de agua y bajo de carbohidratos, de proteínas y de lípidos pero son, en general, una buena fuente de minerales y vitaminas. Es necesario mencionar que las condiciones de cultivo, variedades, clima y formas de preparación influyen en el contenido de nutrientes (FAO, 2015).

2.5.4.6. Control de malezas

Puede realizarse de forma manual (Ugás *et al.*, 2000)

El desmalezado puede realizarse en forma manual, mecánica y/ o química. En el caso del cultivo orgánico de espinaca, pueden aplicarse únicamente los dos primeros métodos, mediante azadines y azadas para extraer malezas entre las plantas, y escardillos entre las hileras (Doñate, 2013).

2.5.4.7. Riegos

Es necesario disponer de agua para el riego, porque el arraigamiento de la Espinaca es superficial, de manera que es sensible a las sequías (Giacconi y Escaff, 2008).

2.5.4.8. Abonamiento y fertilización

En suelos ácidos es conveniente aplicar cal, como medida previa a la fertilización. El estiércol ejerce beneficiosa influencia sobre este cultivo, si se aplica en fuertes dosis y se complementa con fertilizantes químicos (Giacconi y Escaff, 2008)

La espinaca es un cultivo que responde bien a las aplicaciones de materia orgánica (Montes y Holle, 2010).

2.5.4.9.Requerimiento de nutrientes

La fertilidad que posee el suelo se le aplicara la dosis de abono y se recomienda lo siguiente: 250 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 200 kg ha⁻¹ de K₂O (Marulanda, 2003).

2.5.4.10.Cosecha

La recolección se inicia en las variedades precoces a los 40 a 45 días después de la siembra (Huerta, 2016).

Las Espinacas son ya comerciales a una altura de 10 a 15 cm, aunque las personas que tienen huertas suelen cosecharlas a una altura mayor de 25 a 30 cm (Yamaguchi, 2013).

La cosecha manual consiste en ir cortando poco a poco las plantas más desarrolladas. Se cosechan comercialmente plantas enteras, cortando por debajo de la roseta a 1 cm bajo tierra (Huerta, 2016).

La espinaca es recolectada durante los momentos del día más frescos para minimizar el marchitamiento. La espinaca pierde agua más rápidamente cuando hace calor que cuando hace frío. Se utilizan cestas redondas, canastas y cajones para envasar las espinacas para su transporte, y generalmente se coloca hielo desmenuzado en los contenedores cuando se utilizan furgonetas o camiones refrigerados para transportes largos. La espinaca vendida es detallistas se envasa previamente en bolsas de plástico transparente, que permiten el intercambio de gases pero que mantienen una alta humedad reduciendo la evaporación de agua (Echevarria y Parco, 2011).

2.6. Definición de términos

2.6.1. Hortalizas

Son un conjunto de plantas cultivadas generalmente en huertas o regadíos, que se consumen como alimento, ya sea de forma cruda o preparadas culinariamente, y que incluye las verduras y las legumbres (las habas, los guisantes, etc.). Las hortalizas no incluyen a las frutas ni a los cereales (FAO, 2020).

2.6.2. Espinaca

Hortaliza comestible, anual, de la familia de las quenopodiáceas, con tallo ramoso, hojas radicales, estrechas, agudas y suaves, con pecíolos rojizos, flores dioicas, sin corola, y semillas redondas o con cuernecillos, según las variedades (FAO, 2020).

2.6.3. Variedad viroflay

Variedad de hojas anchas color verde oscuro, de ciclo rápido. Puede empezar a cosecharse a los 45 ó 50 días de su siembra, estando en aprovechamiento mucho tiempo sin endurecerse. Muy apta para el transporte, siendo nuestra selección resistente a la amarillez (Geneseeds, 2023).

2.6.4. Calidad de la espinaca

La palabra calidad proviene del latín *qualitas*, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es “grado de excelencia o superioridad”. Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente (FAO, 2020).

2.6.5. Agricultura orgánica

Sistema de producción que, sobre la base de una interrelación armoniosa de los diferentes elementos que componen un ecosistema (suelo, plantas, animales, clima, el ser humano), busca maximizar los beneficios de la biodiversidad y el reciclaje, evitando el uso de insumos sintéticos para producir alimentos de alta calidad nutricional. Existen diferentes visiones de sistemas agrícolas alternativos: sostenible, ecológica, biológica, natural, biodinámica, permacultura, biointensiva, etc (Cherlinka, 2022).

2.6.6. Dosis

En farmacología se entiende por dosis la cantidad de principio activo de un medicamento, expresado en unidades de volumen o peso por unidad de toma en función de la presentación, que se administrará de una vez. También es la cantidad de fármaco efectiva (Europa.Eu, 2024).

2.6.7. Frecuencia

El término proviene del latín *frequentia* y también permite hacer referencia a la cantidad de veces que un proceso periódico se repite por unidad de tiempo (RAE, 2017).

2.6.8. Madurez de cosecha

El grado de madurez es el índice más usado para la cosecha de frutos pero debe diferenciarse la madurez fisiológica de la madurez comercial. La primera es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo mientras que la segunda se refiere al estado en el cual es requerido por el mercado (SciELO, 2024).

2.6.9. Concepto de hormonas vegetales

Las conseguimos en todas las plantas que pueden ser acuáticas, terrestres, de diferentes hábitats, de hábito arbustivo y en todas las especies, hasta el momento se han encontrado menos

de diez hormonas diferentes, estas a diferencias de las hormonas animales, regulan la respuesta de crecimiento y desarrollo de las plantas (Scielo, 2024).

2.6.10. Crecimiento

Para que las plantas se puedan desarrollar requieren reguladores hormonales que controlan las actividades metabólicas, para que puedan realizar estas actividades las hormonas ejecutan diferentes interacciones dependiendo con su estructura química. Dependiendo de la etapa que se encuentre la planta las hormonas desarrollan caminos morfogénicos alternativos distintos (Scielo.org, 2024).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación del campo experimental

Región : Cajamarca.

Departamento : Cajamarca.

Provincia : Cajamarca.

Distrito : Cajamarca.

Lugar : Campo experimental Servicio Silvo Agropecuario (SESA) –

UNC.

Figura 1

Mapa geográfico de la provincia y departamento de Cajamarca.



Figura 2

Vista satelital del Silvo Agropecuario - UNC



Nota: Google Earth

3.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas UTM

Latitud : - 7.16747

Longitud : - 78.49307

Altitud : 2 673 m

Figura 3

Ubicación geográfica del Silvo Agropecuario UNC



Nota: SENAMHI (2023)

3.2. Campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de febrero a junio del año 2023 en el SESA de la Universidad Nacional de Cajamarca, del departamento, provincia y distrito de Cajamarca.

3.3. Clima

Tabla 3

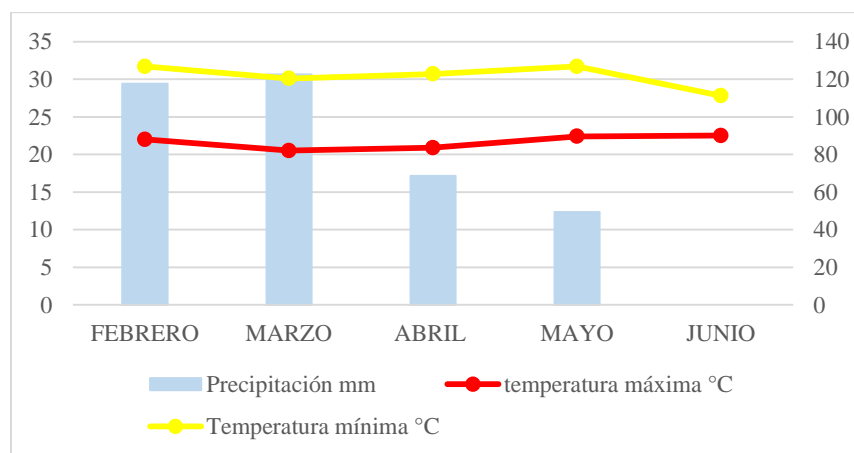
Datos Meteorológicos

Estación	Meses	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Precipitación mm
AUGUSTO WEBERBAUER	Febrero	22	9.7	117.7
	Marzo	20.5	9.6	122.6
	Abril	20.9	9.8	68.6
	Mayo	22.4	9.3	49.4
	Junio	22.5	5.3	0

Nota: SENAMHi - 2023

Figura 4

Datos meteorológicos



3.4.Materiales

3.4.1. *Material biológico*

Semilla de espinaca Var. Viroflay.

3.4.2. *Insumos*

Bioestimulantes:

Bayfolan Aktivator XL: derivado de sustancias orgánicas

Algax: a base de algas marinas

Fungicida

Insecticida Malathion 4 %

3.4.3. *Materiales de campo*

Cordel

Estacas de madera (eucalipto)

Etiquetas

Guantes de vinilo

Lampa

Libreta de campo

Manguera

Mochila de Fumigar

Pico

Rastrillo

Regadera

Wincha

3.4.4. *Materiales de escritorio*

Balanza analítica

Bolsas

Calculadora

Cámara fotográfica

Computadora

Cuaderno de notas

Impresora

Lapicero, lápiz y borrador

Teléfono celular

3.4.5. *Servicios*

Alquiler de rastra

Alquiler de tractor

3.5. Variables de estudio

3.5.1. *Variable independiente*

Dosis de bioestimulante

3.5.2. *Variable dependiente*

Cultivo de Espinaca

3.6. Tipo y diseño de la investigación

La investigación es de tipo aplicada por que tiene propósitos prácticos bien definidos donde se utilizó 3 dosis de bioestimulante en el cultivo de Espinaca.

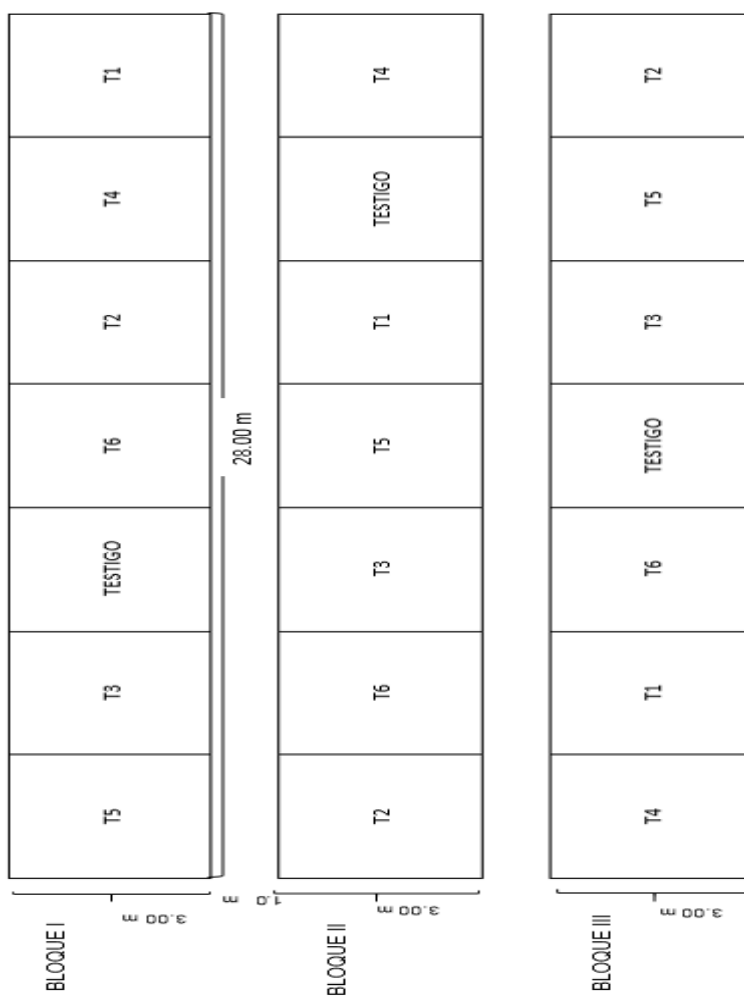
El diseño de la investigación es experimental porque se manipuló la variable independiente que son las dosis de bioestimulante en el cultivo de Espinaca.

En el experimento se realizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA). A ese grupo se le denomina bloque o replicación el objeto del agrupamiento es tener las unidades en un bloque lo más uniforme posible donde se aplicó 2 bioestimulantes y 3 dosis (10, 20, 30 m L) que se consideraran tratamientos (6), más el testigo con un total de 7 tratamientos la ubicación de los tratamientos se realizó al azar. Con un total de 3 bloques.

3.7. Área experimental

Figura 5

Distribución de los tratamientos en el campo experimental



REPETICIONES

N°	: 3
Largo de bloque	: 28.00 m
Ancho de bloque	: 3.00 m
Superficie	: 84.00 m ²
N° de parcelas / bloque	: 7

PARCELAS

Largo de parcela	: 3.00 m
Ancho de parcela	: 4.00 m
Superficie	: 12.00 m ²
N° de surcos	: 6
Distancia entre surco	: 0.60 m
Distancia entre plantas	: 0.40 m
Área de una planta	: 0.24 m ²

ÁREA EXPERIMENTAL

Largo	: 24.00 m
Ancho	: 11.00 m
Área neta	: 264.00 m ²
Caminos	: 2
Largo	: 28.00 m
Ancho	: 1.00m Área: 28.00 m ² x 2= 56.00 m ²
Área total	: 264.00 m² + 56.00 m² = 320.00 m²

3.8. Análisis del suelo

Se realizó el análisis de caracterización del suelo en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad de Agronomía, Departamento de suelos.

Tabla 4

Análisis de suelos

Análisis de suelo		
	Contenido	Interpretación
Fósforo (P)	21.47	Alto
Potasio (K)	330	Medio
pH (reacción)	7	Neutro
Materia Orgánica (M. O)	2.1	Medio
	Arena	52
Clase textural	Limo	14
	Arcilla	34
Capacidad de campo	20.12	
Punto de marchitez permanente	11.02	
Agua disponible	9.09	
Densidad aparente	1.4	

Nota: UNALM (2023)

3.9. Siembra

Se realizó la preparación del terreno para la siembra con ayuda de pico y rastrillo; se niveló y dejó mullido el terreno para la siembra de la Espinaca variedad Viroflay, la siembra de las semillas se realizó en surcos con un distanciamiento de 0.20 m entre plantas y 0.60 m entre surcos, la siembra se realizó a ambos lados del surco y con una profundidad de 2 cm luego se cubrió con tierra bien mullida.

3.10. Labores culturales

3.10.1. Riegos

Los riegos se realizaron después de la siembra y luego cada 3 días (suelo arcilloso) según el requerimiento del cultivo y según las precipitaciones pluviales con la finalidad de evitar la escasez de agua para el desarrollo del cultivo.

3.10.2. Deshierbos

Las labores culturales como deshierbo de malas hierbas se realizó en forma manual cada 15 días con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo.

3.10.3. Aporque

Se realizó aporques con la finalidad de proteger el cuello de la planta.

3.10.4. Aplicación de bioestimulante

Durante el periodo de desarrollo de la Espinaca se realizó 3 aplicaciones de bioestimulante con las dosis del 10 m L, 20 m L y 30 m L y el testigo recibió la aplicación de agua. Para determinar la cantidad de agua para cada aplicación se realizó una prueba en blanco el cual nos dio la cantidad exacta de agua por tratamiento, 2 L.

La dosis de bioestimulante se determinó de la siguiente manera:

Dosis de bioestimulante

$$2\ 000\ m\ L\ de\ bioestimulante\ \text{---}\ 200\ Lha^{-1}\ (agua)$$

$$x\ \text{---}\ 2\ L\ agua\ (tratamiento)$$

$$Dosis = 20\ m\ L$$

Se eligió los rangos de:

$$D1 = 10\ m\ L$$

$$D2 = 20\ m\ L$$

$$D3 = 30\ m\ L$$

Tabla 5*Dosis de bioestimulante*

Bioestimulante	Dosis	Cantidad (mL)
Bayfolan Aktivator XL	D1	10
	D2	20
	D3	30
Dustmar	D1	10
	D2	20
	D3	30

3.11. Parámetros de evaluación**3.11.1. Largo de la hoja**

Se midió con una cinta métrica, sin maltratar la hoja desde el ápice hasta la base de la hoja. En laboratorio, para que las muestras no se vieran maltratadas por la intensidad de rayos solares.

3.11.2. Rendimiento

Para estimar el rendimiento fue necesario registrar el peso de todas las plantas de cada parcela, con lo cual se estimó el rendimiento en kg por ha.

3.11.3. Numero de hojas

De las 10 plantas tomadas al azar se contaron el número de hojas y se determinó un promedio.

3.11.4. Peso de planta

Se pesó cada planta de las 10 que fueron seleccionadas al azar y se determinó el peso en gramos.

3.11.5. Longitud de raíz

Con la ayuda de un metro se determinó la longitud de raíz en centímetros.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis Estadístico del rendimiento de espinaca (kg ha⁻¹)

Lo datos recogidos al realizar las evaluaciones de la variable peso de plantas por parcela, fueron sometidos al análisis de varianza, obteniéndose los resultados que se dan en la Tabla 7.

La Tabla 6, nos muestra diferencias significativas para repeticiones, lo cual se esperaba, dado a que en la siembra, al momento de trazar los bloques, se exigió homogeneidad dentro de ellos, pero se permitió diferencias entre bloques, porque el diseño experimental usado lo permite.

Se observa también diferencias significativas entre tratamientos, lo cual nos indica que hay efecto de los bioestimulantes en el rendimiento de espinaca, lo cual se esperaba según la literatura consultada.

El coeficiente de variación estimado tiene un valor adecuado para este tipo de trabajos.

Tabla 6

Análisis de varianza del rendimiento de espinaca en kg por ha

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Bloques	2	114361941.6	57180970.8	4.813 *	3.89
Tratamientos	6	553911153.6	92318525.6	7.771 **	3.00
Error	12	142553006.0	11879417.2		
Total	20	810826101.2			

Coeficiente de variación: 14.9 % GL: Grados de libertad

Como al diseñar el experimento, se consideró un testigo; fue necesario aplicar la prueba de Dunnett con $\alpha = 0.05$, para conocer los tratamientos que son realmente diferentes que el testigo y los que son semejantes con este. Los resultados se dan en la Tabla 7.

Tabla 7

Prueba de Dunnett comparando los tratamientos que recibieron bioestimulante con el testigo que no recibió bioestimulante

Tratamientos	Rendimiento (kg ha⁻¹)	Dunnett
Algax 30 mm	21607.1	D
Bayfolan 30 mm	17444.9	D
Algax 20 mm	16070.0	D
Bayfolan 20 mm	12192.4	S
Algax 10 mm	11381.3	S
Bayfolan 10 mm	10355.6	S
Testigo	4512.0	S

**La letra D indica diferencias significativas con el testigo y la letra S indica semejanza

Según la Tabla 7, la mejor dosis es la dosis 3, que viene a ser la más alta probada con ambos bioestimulantes. La dosis 2, por llevar también la letra A, se considera que lleva a la espinaca a lograr rendimientos semejantes a los obtenidos con la dosis 3; pero la dosis 2, se desmerece porque lleva también la letra B, que identifica a los tratamientos que son superados por los tratamientos que llevan la letra A.

Podemos concluir entonces afirmando que se obtienen rendimientos semejantes con los bioestimulantes Bayfolan aktivator XL y Algax. Se concluye también que la mejor dosis de aplicación es la dosis 3 (30 mL).

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Cerón (2017), quien evaluó tres tipos de bioestimulantes a base de algas marinas en dosis de 1500 y 2000 cc. En su investigación, Cerón logró un rendimiento de 19 000 kg/ha al aplicar la dosis más alta de 2000 cc de Eco Hum Dx, cifra similar al rendimiento de 21 607 kg/ha (tabla 7) alcanzado en el presente trabajo con una dosis de (30ml) equivalente al mencionado. Esto refuerza la eficacia de dosis más elevadas de bioestimulantes en el incremento del rendimiento agrícola.

Los resultados obtenidos en la presente investigación superan los reportados por Hermitaño (2022), quien, al evaluar tres tipos de fertilizantes foliares en dos variedades de *Spinacea oleracea*, alcanzó un rendimiento máximo de 13 670 kg/ha con la variedad Viroflay y el fertilizante foliar Root Power. En contraste, en nuestro estudio se logró un 30 % más de rendimiento, obteniendo 21 607 kg/ha (tabla 7). Esta diferencia significativa puede atribuirse a las condiciones específicas del ensayo o a la mayor efectividad de los bioestimulantes estudiados y a la dosis correspondiente.

Los resultados de rendimiento obtenidos en nuestro estudio, con un valor máximo de 21,607.1 kg/ha (tabla 7) utilizando Algax a 30 mm, superan ampliamente los resultados reportados por Mejía Rojas (2024), quien observó rendimientos máximos de 17,500 kg/ha con la aplicación de BAYFOLAN en dosis similares. Esto sugiere que el bioestimulante Algax puede tener un efecto más potente en la mejora del rendimiento en espinaca en comparación con BAYFOLAN, bajo las condiciones experimentales evaluadas.

En nuestro estudio, el rendimiento de espinaca con el tratamiento de Algax a 30 mm fue de 21,607.1 kg/ha, siendo superior a otros estudios con bioestimulantes en espinaca. Por ejemplo, en un análisis realizado por *Agrotica* (2024), se encontró que el rendimiento promedio de espinaca varía entre 20,000 y 25,000 kg/ha bajo condiciones óptimas de cultivo. Nuestro resultado se encuentra dentro de este rango, lo que sugiere que el uso de Algax es altamente efectivo para mejorar el rendimiento del cultivo, especialmente en comparación con el testigo, que apenas alcanzó 4,512.0 kg/ha (tabla 7).

Tabla 8

Análisis de varianza del rendimiento de espinaca, de acuerdo al factorial usado en el estudio

Fuentes de	GL	Suma de	Cuadrado	F calc	F tabular
Repeticiones	2	114539654.5	57269827.3	4.152 *	4.10
Tratamientos	5	279522889.7	55904577.9	4.053 *	3.33

Bioestimulantes	1	41091342.9	41091342.9	2.979 NS	4.96
Dosis	2	229405408.4	114702704.0	8.315 **	4.10
Bioest x Dosis	2	9026138.3	4513069.2	0.327 NS	4.10
Error	10	137944112.1	13794411.2		
Total	17	532006656.4			

Por metodología estadística, debemos observar primero la interacción, la misma que en la Tabla 8, aparece como no significativa. Entonces podemos continuar con el análisis de los resultados de cada vactor por separado.

La Tabla 8 nos muestra que no hay diferencias significativas entre bioestimulantes, pero si hay para dosis.

Existiendo diferencias significativas entre dosis, pasamos a aplicar la prueba de Tuckey, con la cual podemos identificar las mejores dosis (Tabla 9).

Tabla 9

Aplicación de la prueba de Tukey al rendimiento d espinaca

Dosis	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Tukey
D3	19526.0	A
D2	14131.2	AB
D1	10868.4	B

Según la Tabla 9, la mejor dosis es la dosis 3, que viene a ser la más alta probada con ambos bioestimulantes. La dosis 2, por llevar también la letra A, se considera que lleva a la espinaca a lograr rendimientos semejantes a los obtenidos con la dosis 3; pero la dosis 2, se desmerece porque lleva también la letra B, que identifica a los tratamientos que son superados por los tratamientos que llevan la letra A.

Podemos concluir entonces afirmando que se obtienen rendimientos semejantes con los bioestimulantes Bayfolan aktivator XL y Algax. Se concluye también que la mejor dosis de aplicación es la dosis 3 (30 m L).

Tabla 11

Prueba de Dunnett aplicada al número de hojas de espinaca

Tratamientos	No. de hojas	Dunnett
Algax 30 mm	3.4	D
Algax 29 mm	3.4	D
Bayfolan 30 mm	3.3	D
Bayfolan 20 mm	3.1	D
Algax 10 mm	3.1	D
Bayfolan 10 mm	3.0	S
Testigo	2.7	S

Profundizando el análisis de los resultados, se pasó a desarrollar el análisis de varianza de acuerdo al factorial usado en el estudio (Tabla 12).

Tabla 12

Análisis de varianza del número de hojas según el factorial usado en el estudio

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	0.3627	0.1814	9.2915 **	4.10
Tratamientos	5	0.4256	0.0851	4.3602 *	3.33
Bioestimulantes	1	0.1164	0.1164	5.9612 *	4.96
Dosis	2	0.2958	0.1479	7.5759 *	4.10
Bioest x Dosis	2	0.0134	0.0067	0.3439	4.10
Error	10	0.1953	0.0195		
Total	17	0.9836			

El análisis de varianza según el factorial usado en el estudio nos indica que no hay diferencias significativas para la interacción entre los dos factores en estudio; resultado que nos permite afirmar que son independientes los bioestimulantes y la dosis; en relación al número de hojas de espinaca.

En la Tabla 13, se observa que hay diferencias significativas para bioestimulantes y para dosis. Por lo tanto se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 14), para visualizar al mejor bioestimulante a la mejor dosis.

Tabla 13

Prueba de Tukey aplicada al número de hojas de espinaca

Bioestimulantes/Dosis	Numero de hojas	Tukey
Algax	3.3	A
Bayfolan aktivator XL	3.1	B
Dosis		
D3	3.3	A
D2	3.2	A B
D1	3.00	B

Según la Tabla 13, el mejor bioestimulante para el número de hojas de espinaca es algax y la mejor dosis, la dosis 3 (30 mL).

4.3. Análisis estadístico de la longitud de hoja

Los datos de la variable longitud de hoja fueron analizados, obteniéndose los resultados de la Tabla 14.

Tabla 14

Análisis de varianza de la variable longitud de hoja de espinaca

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Bloques	2	27.2315	13.6158	1.99 NS	3.89
Tratamientos	6	357.8195	59.6366	8.72 **	3.00
Error	12	82.0870	6.8406		
Total	20	467.1380			

CV: 6 %

GL: Grados de libertad

En la Tabla 14, observamos que hay diferencias significativas entre tratamientos, incluido el testigo. Entonces se tuvo que recurrir a la prueba de Dunett, para determinar que tratamientos son diferentes y que tratamientos son semejantes con el testigo.

Tabla 15*Prueba de Dunnett aplicada a la variable longitud de hoja*

Tratamientos	Longitud de hoja (cm)	Dunnett
Algax 30 mm	29.5	D
Bayfolan 30 mm	27.3	D
Algax 29 mm	26.3	D
Algax 10 mm	21.5	S
Dayfolan 20 mm	20.8	S
Bayfolan 10 mm	20.8	S
Testigo	17.0	S

En la Tabla 15 observamos que hay tratamientos que difieren significativamente con el testigo y otros que tienen promedios en longitud de hoja semejantes con el testigo.

Se observa también que los tratamientos que son significativamente diferentes con el testigo son los que llevan las dosis altas de bioestimulantes, mientras que aquellos tratamientos que son semejantes con el testigo, son los que llevan las dosis más bajas de bioestimulantes.

Para aprovechar mejor la información, se procedió a realizar el análisis de varianza, según el factorial usado en el estudio (Tabla 16); se encontró que no hay diferencias significativas para la interacción, de manera que se puede continuar con el análisis de los resultados, separadamente de cada factor.

Tabla 16*Análisis de varianza de la longitud de hoja de espinaca*

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrad medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	25.5409	12.7705	1.645 NS	4.10
Tratamientos	5	218.1475	43.6295	5.619 *	3.33
Bioestimulantes	1	35.3921	35.3921	4.558 NS	4.96
Dosis	2	164.7073	82.3537	10.606 **	4.10
Bioest x Dosis	2	18.0481	9.024039	1.162 NS	4.10
Error	10	77.6526	7.7653		
Total	17	321.3410			

GL: Grados de libertad

Según la prueba de F (Tabla 16), hay diferencias significativas entre las dosis, por lo tanto es posible identificar la mejor dosis, para lo cual se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 17).

Tabla 17

Prueba de Tukey aplicada a las medias de longitud de hoja de espinaca.

Dosis	Longitud de hoja (cm)	Tukey
d3	28.4	A
d2	23.6	B
d1	21.1	B

Según la Tabla 18, la mejor dosis es la dosis 3, es decir 30mL, porque supera significativamente a las dosis 1 y 2; en longitud de hoja de espinaca.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Cerón (2017), quien evaluó tres tipos de bioestimulantes a base de algas marinas en dosis de 1500 y 2000 cc. En su investigación, Cerón logró una longitud de hoja máxima de 11.31 cm con Alga Complet al aplicar la dosis más alta de 2000 cc de Eco Hum Dx, cifra inferior 29.5 (Algax) alcanzado en el presente trabajo con una dosis de (30ml).

Los resultados obtenidos en nuestro estudio sobre la longitud de las hojas son comparables a los reportados por Sangay (2022), quien utilizó tres dosis de bioles aplicados a nivel foliar en dos momentos, 20 y 30 días después de la siembra (DDS). En su investigación, la mayor longitud alcanzada fue de 20.5 cm, utilizando una dosis de 2.50 litros de biol y 0.5 litros de agua. En contraste, en nuestro estudio, se obtuvo una longitud de 29.5 cm al aplicar el bioestimulante Algax con una dosis de 30 ml. Estos resultados sugieren que la mayor concentración del bioestimulante Algax es capaz de ofrecer una mayor productividad en términos de crecimiento foliar en comparación con las dosis de biol evaluadas en el estudio de referencia.

Los resultados de nuestro estudio sobre la longitud de hojas de espinaca se asemejan a los de Mejía Rojas (2024), quien evaluó el impacto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento de espinaca, utilizando dosis de 10 ml y 20 ml de varios productos, incluidos ACADIAN y BAYFOLAN AKTIVATOR. En su investigación, la longitud máxima alcanzada fue de 24.7 cm al aplicar ACADIAN en la dosis más alta. Comparado con nuestro resultado de 29.5 cm utilizando 30 ml del bioestimulante Algax, esto evidencia que una mayor concentración de bioestimulante genera un incremento en la longitud de hoja.

4.4. Análisis estadístico del peso de planta

El análisis de varianza hecho a los datos obtenidos en las evaluaciones de la variable peso de planta (Tabla 18), nos muestra que hay diferencias significativas entre tratamientos incluido el testigo.

Tabla 18

Análisis de varianza de la variable peso de planta de espinaca

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Bloques	2	10020.8479	5010.4240	4.768 *	3.89
Tratamientos	6	48429.0590	8071.5098	7.682 **	3.00
Error	12	12609.1514	1050.7626		
Total	20	71059.0583			

CV: 15 %

GL: Grados de libertad

Esta situación nos llevó a aplicar la prueba de Dunnett (Tabla 19), para identificar los tratamientos que difieren con el testigo en peso de planta de espinaca y también los que son semejantes con este.

Tabla 19

Aplicación de la prueba de Dunnett a los promedios de peso de planta de espinaca.

Tratamientos	Peso de	Dunnett
---------------------	----------------	----------------

planta (g)	
Algax 30 mm	201.9 D
Bay 30 mm	164.8 D
Algax 29 mm	151.1 D
Day 20 mm	113.2 S
Algax 10 mm	107.5 S
Bay 10 mm	97.9 S
Testigo	42.7 S

En la Tabla 20, observamos que los tratamientos que consisten en aplicar las dosis más altas de los bioestimulantes, produjeron los mayores promedios en peso de planta, logrando superar significativamente al testigo. En cambio, los tratamientos que consisten en aplicar las dosis más bajas no logran diferenciarse del promedio.

Tabla 20

Análisis de varianza según el factorial 3x2 aplicado a los datos de altura de planta

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	10054.5069	5027.2535	4.120 *	4.1
Tratamientos	5	24361.2525	4872.2505	3.993 *	3.33
Bioestimulantes	1	3585.9158	3585.9158	2.939 NS	4.96
Dosis	2	20000.1462	10000.0731	8.196 **	4.1
Bioest x Dosis	2	775.1906	387.5953	0.317 NS	4.1
Error	10	12201.0703	1220.1070		
Total	17	46616.8297			

GL: Grados de libertad

El análisis de varianza aplicado al peso de planta; según el factorial usado en el estudio (Tabla 20); nos muestra que no hay diferencias significativas para la interacción, tampoco entre bioestimulantes, pero si hay entre dosis. Entonces, fue necesario aplicar a prueba de Tukey, con la finalidad de identificar la mejor dosis, obteniéndose los resultados de la Tabla 21.

Tabla 21

Prueba de Tukey aplicada al peso de planta de espinaca

Dosis	Peso de planta (g)	Tukey
D3	183.37	A
D2	132.18	AB
D1	102.69	B

La Tabla 21 nos muestra que el mayor promedio se logra con la dosis 3, el mismo que supera significativamente a la dosis 1. Con la dosis dos tiene un promedio semejante, pero dicho promedio es también semejante al promedio logrado con la dosis 1, que ocupa el último lugar. De esta manera, queda sola en primer lugar el promedio de la dosis 3.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio, en los cuales el tratamiento con Algax a 30 mm alcanzó un peso promedio de planta de 201.9 g (tabla 19), son superiores a los reportados por Mejía Rojas (2024). En su investigación, utilizando BAYFOLAN AKTIVATOR y ACADIAN como bioestimulantes, los pesos promedio de planta alcanzaron valores de 170 g para la dosis de 20 ml y 140 g para la dosis de 10 ml. Esto sugiere que el uso de Algax en una dosis mayor puede ofrecer una ventaja significativa en cuanto al peso de planta, en comparación con otros bioestimulantes.

De manera similar, Sangay Jara (2022) encontró que la aplicación de biol en una dosis de 2.5 L resultó en un peso promedio de planta de 160 g en espinaca. Si bien este valor es menor que los 201.9 g obtenidos en nuestro estudio con Algax, el uso de bioles sigue mostrando un efecto positivo en el peso de la planta en comparación con el grupo control, el cual solo alcanzó un peso de 105 g por planta. Estos resultados refuerzan la efectividad de los bioestimulantes, aunque Algax parece ser más eficiente en incrementar el peso de la planta.

Los resultados obtenidos son inferiores al descrito por Ramírez et al. (2001), quien con el uso de extractos vegetales como bioestimulantes resultó en un peso promedio de planta de 120 g. Aunque este valor es considerablemente menor que el obtenido con Algax en nuestra investigación, los resultados coinciden en demostrar que el uso de bioestimulantes mejora el rendimiento en comparación con el grupo control. Esto subraya la importancia de las concentraciones adecuadas y del tipo de bioestimulante utilizado para maximizar el crecimiento y el peso de las plantas.

4.5. Análisis estadístico de la longitud de raíz

El análisis de varianza de los datos sobre longitud de raíz (Tabla 22), nos muestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos; situación que se interpreta también, afirmando que todos los tratamientos son semejantes en cuanto a longitud de raíz. De modo que el testigo sin recibir bioestimulantes es igual que los tratamientos que sí recibieron bioestimulantes, debido probablemente a que los bioestimulantes no afectan significativamente a la longitud de raíz de espinaca. Se hace esta deducción porque el testigo se incluyó como un tratamiento más en el análisis de varianza.

Tabla 22

Análisis de varianza de los datos de longitud de raíz de espinaca

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Bloques	2	85.7113	42.8557	7.317	3.89
Trat	6	72.1151	12.0192	2.052	3.00
Error	12	70.2817	5.8568		
Total	20	228.1081			

CV : 10 % GL: Grados de libertad

Se realizó también el análisis de varianza según el factorial usado en el estudio, obteniendo los resultados que se dan en la Tabla 23.

Tabla 23*Análisis de varianza de la longitud de raíz de espinaca*

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	91.8744	45.9372	7.427 *	4.10
Tratamientos	5	34.0111	6.8022	1.100 NS	3.33
Bioestimulantes	1	1.8113	1.8113	0.293 NS	4.96
Dosis	2	31.7589	15.8794	2.567 NS	4.10
Bioest x Dosis	2	0.4409	0.2204	0.036 NS	4.10
Error	10	61.8540	6.1854		
Total	17	187.7395			

El análisis de varianza según el factorial usado en el estudio (Tabla 24), nos muestra que solo hay diferencias significativas para repeticiones, pero no para bioestimulantes y tampoco para dosis de aplicación, como tampoco para la interacción de los factores en estudio. Por lo que podemos concluir que los bioestimulantes y dosis de aplicación de los mismos no afectan la longitud de raíz de espinaca.

González y Fuentes (2017) sugieren que la variabilidad en la respuesta de la longitud de la raíz puede estar relacionada con la producción de auxinas por microorganismos presentes en algunos bioestimulantes. Sin embargo, en algunos casos, como en el nuestro, la longitud de la raíz no presenta variaciones significativas entre tratamientos, lo que podría estar asociado a la naturaleza del bioestimulante utilizado o a las condiciones específicas del suelo y del cultivo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación nos lleva a las siguientes conclusiones:

- Los bioestimulantes Bayfolan aktivator XL y Algax afectan positivamente al rendimiento, número de hojas, longitud de hoja, longitud de raíz y peso de espinaca.
- Se determinó que la mejor dosis para el bioestimulante Algax fue de 30 m L, obteniendo los siguientes resultados: el rendimiento según los datos obtenidos de 21.61 t ha⁻¹, 10 hojas, 27.34 cm, 16.75 cm, 18.23 g.
- La mejor dosis del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL fue 30 m L, obteniendo el rendimiento de 17.44 t ha⁻¹, 9 hojas, 29.48 cm, 17 cm y 22.21 g. Generando una diferencia significativa con el testigo que se obtuvo según los datos de campo los resultados siguientes: 4.51 t ha⁻¹, 7 hojas, 17 cm, 11.17 cm, 4.69 g.

5.2. Recomendaciones

Motivar a los productores y estudiantes de agronomía el uso de bioestimulantes, en los diferentes cultivos para mejorar la producción de espinaca.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrohuerto. (2015). Cómo cultivar Espinacas en tu Huerto. Consultado el 15 de junio del 2023, de Agrohuerto.com: <http://www.agrohuerto.com/como-cultivarespinacas-en-tu-huerto/>
- Alcántara, J., y Acero, J. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Nova, p. 115.
- Antoine, J. E. (2010). El abecedario de frutas, verduras y vegetales caribeños. Envision Business & Computer School Publishing. Texas, Estados Unidos.
- Antonio, T. (2009). Fertilización Foliar, un Respaldo Importante en el Rendimiento de Cultivos. Terra Latinoamericana 17, 252.
- Azcon, B., y Talón, M. (2013). Fundamentos de fisiología vegetal. Madrid España: MonoComp SA segunda edición.
- Carrera, E. y Canacuán, Z. (2011). Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de frijol arbustivo, cargabello y calima rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Coatacachi - Imbabura. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica del Norte Ecuador. Consultado el 18 de junio del 2023. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/782/2/03%20AGP%20118%20DOCUMENTO%20TESIS.pdf>
- Cerón, G. (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. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Programa Semipresencial Sede El Ángel. Carrera de

- Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Carchi, Ecuador.
- Cherlinka, V. (2022). Agricultura Orgánica. Revista EOSDA. Ucrania. Consultado el 6 de agosto del 2022. <https://eos.com/es/blog/agricultura-organica/>
- Condori, R. (2023). Comparación del efecto (sólido y líquido) del Abono Orgánico de Camélido, en el Rendimiento del Cultivo de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.) realizado en el Centro Experimental de Cota Cota. Trabajo de Investigación. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- De la Paz, A. (2003). La huerta fértil. S.A. Editorial Libsa. España.
- Devlin, R. (2012). Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S.A. 517 Págs.
- Doñate, M. (2013). Efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento y la concentración de nitrato en cultivo ecológico de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en invernadero. Tesis para optar el título de Magister en Ciencias Agrarias. Bahía Blanca. Universidad Nacional del Sur. Consulta: 20 de abril del 2023. Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3724>
- Echevarria, J. y Parco, M. (2011). Coliformes totales en el manejo post cosecha de espinacas (*Spinacia oleracea*). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Tarma - Perú. Escuela académico de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional del Centro del Perú Consultado 17 de abril del 2023. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1945/Echevarria%20Quispe%2020P%20arco%20Nu%C3%B1ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- FAO (2020). Cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea*). En línea.
<https://www.fao.org/about/about-fao/es/>
- Ferri, R., y Bermejo, M. (2006). Peón especializado agrícola, personal laboral de la comunidad autónoma de extremadura. MAD. Barcelona, España.
- FOSAC. (2007). Importancia de los ácidos húmicos. Fertilizantes orgánicos S.A.C. (en línea). Consultado el 11 de abril de 2023. Disponible en:
<http://fosacperu.blogspot.com/2007/07/importancia-de-los-cidos-humicos-delmo.html>
- Franke, W. (2006). The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanisms. *Developments in Plant and Soil Sciences*, 17-18.
- Gallardo, N. (2008). Efecto de la aplicación de bioestimulantes en floración de palto (*Persea americana*) Mill. cv. Hass sobre la cuaja y retención de frutos. Universidad Católica de Valparaíso Chile. Consultado el 07 de abril de 2023. Disponible en: <http://www.fichier-pdf.fr/2012/05/23/biostavocatier/biost-avocatier.pdf>
- García, G. (2005). Efectos de un multiextracto de algas y cianobacterias sobre la producción y calidad de tomate ecológico e integrado. *Horticom*. Consultado el 11 de abril de 2023. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/59/039/59039.html>
- Giaconi M., Vicente y Escaff G, Moises. (2008). Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria. ISBN 978-956-11-1513-2. Santiago de Chile, Chile.
- Grageda, O.; Díaz, A.; Peña, J.; Vera, J. (2012). Impacto de los fertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 3, número 6, noviembre-diciembre, 2012. Pág. 1261-1274. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

Guerrero, A. (2006). Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de Proteas, *Leucadendron* sp cv. Safari Sunset. Tesis para optar al título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ecuador.

Hermitaño E. (2022). Respuesta de dos variedades de espinaca (*Spinacea oleracea*) a la fertilización foliar. Yanahuanca. Daniel Alcides Carrión. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú.

Hopkins H., Huner N. (2009). Introducción a la Fisiología de la Planta. Wiley & Sons, Ontario, Canadá. p. 305.

Hortus S.A. (2014). Boletín de información técnica de insecticidas, fungicidas, bioestimulantes y semillas. Pág. 13-30.

http://grupoandina.com.pe/media/uploads/ficha_tecnica/ft-algax_d1JCFKH.pdf

<http://www.monografias.com/trabajos82/impactoresiduos-organicos-propiedades-suelo/impacto-residuos-organicos-propiedades-suelo2.shtml#cultivosda>.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/agc/v25n1/v25n1a10.pdf>

<https://ec.europa.eu/health/opinions/es/blanqueadores-dentales/glosario/def/dosis.htm>

<https://geneseeds.com.mx/producto/espinaca-viroflay/>

<https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Diversos/Bayfolan-Aktivator>

<https://www.senamhi.gob.pe/?&p=boletin-agro>

Huerta, J. (2016). Evaluación del efecto del guano de isla y Ema en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en el distrito y provincia de Recuay - Ancash año 2015.

- Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía. Huaraz- Perú. Consultado 1 de Junio 2023. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1097>
- Infoagro. (2015). El Cultivo de la Espinaca. Consultado el 25 de mayo del 2023. De Infoagro.com: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>
- Jordan, M., y Casaretto, J. (2006). Hormonas y reguladores del crecimiento, Auxinas, Giberelinas y Citocinas. Santiago: Universidad La Serena.
- Magrama. (2012). Material Vegetal. Consultado el 25 de mayo del 2023. <http://www.magrama.gob.es/app/materialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?lng=es&IdFicha=2530>
- Maquergua, L. (2019). Efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* l.) bajo condiciones de fitotoldo en k'ayra- Cusco. Título Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional San Antonio Abad. Cuzco. Perú.
- Marulanda, C. (2003). Hidroponía Familiar. Editorial Optigraf. Armenia-Colombia. Pp. 156.
- Moll, H. (2000). La Espinaca. Acriba. Zaragoza – España.
- Montes, A., y Holle, M. (2010). Descripción de algunos cultivos olerícolas.
- Pamplona, J. (2003). Salud por los alimentos. SAFELIZ. España.
- Peña, R. (2012). Impacto de los residuos orgánicos sobre las propiedades del suelo. Consultado el 15 de junio del 2023. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. Disponible en:

- Quiminet. (2011). Aproveche las ventajas de utilizar ácido fúlvico en la agricultura. Consultado el 11 de abril de 2023. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/aproveche-las-ventajas-de-utilizar-acidofulvico-en-la-agricultura-2644286.htm>
- Quiro R. (2016). Efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) mediante el sistema hidropónico de raíz flotante en K'ayra-Cusco. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Cuzco, Perú.
- RAE (2017). Real Academia Española. Consultado el 15 de setiembre del 2023. <https://www.rae.es/diccionario-lengua-espanola-rae-buscadore/gogle>
- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar: Fertilización foliar: Principios y aplicaciones. Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas.
- Salud y Buenos Alimentos. (2011). Clasificación y propiedades de la espinaca. Consultado el 08 de junio del 2023, de [Saludybuenosalimentos.es](http://saludybuenosalimentos.es): <http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Hojas&s3=Espinaca>
- Sangay, H. (2022). Eficiencia de tres dosis de biol para mejorar el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* sp.), en el departamento de Cajamarca. Trabajo de investigación. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Treviño, C. (2015). La Espinaca, Un Cultivo Con Mucho por Ofrecer al Mercado. Agricultura Moderna.
- Ugás R., Siura, S., Delgado, F, Casas, A. y Toledo, J. (2000). Hortalizas «Datos básicos». Consultado 10 mayo 2023. ISBN ISBN 9972-93-12-0-X. UNALM. Lima –Perú.
- Ushiñahua, A. (2017). Evaluación de Cuatro Dosis de Trihormona en el Cultivo de Espinaca (*Spinacia oleracea*) Variedad “Viroflay F-1”, Bajo Condiciones Agroclimáticas en el

Distrito de Lamas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Profesional de Agronomía. Departamento Académico de Agrosilvo Pastoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

Valenzuela, H. (2016). Evaluación del Efecto de Abonos Orgánicos en el Cultivo de Espinaca (*Spinacea oleracea*), Variedades Viroflay, Dash en Invernadero del Centro de Investigación y Producción Santo Tomas- Abancay. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Profesional de Agronomía. Facultad de Ingeniería. Universidad Tecnológica de Los Andes. Apurímac, Perú.

Yamaguchi, M. (2013). World vegetables: principles, production and nutritive values. AVI. Estados Unidos.

ANEXOS

Anexo 1. Semilla certificada de espinaca variedad Viroflay

Figura 6

Semilla de Espinaca (Spinacia oleracea L)



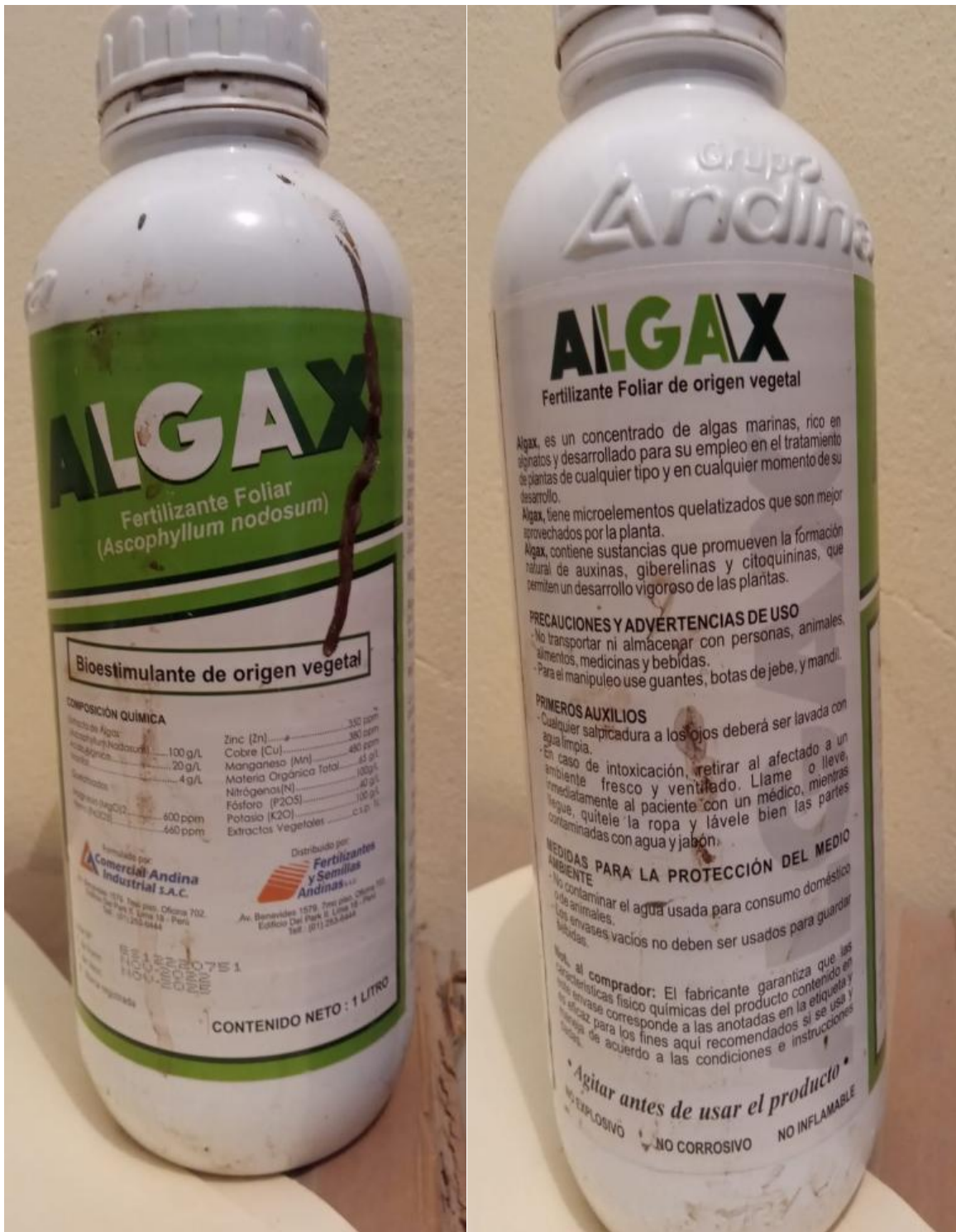
Anexo 3. Bioestimulante Bayfolan Aktivator



Anexo 4. Bioestimulante Algax

Figura 8

Bioestimulante Algax



Anexo 5. Fotos de campo

Figura 9

Delimitación del área experimental



Figura 10

Preparación de los surcos y siembra



Figura 11

Siembra de espinaca

**Figura 12**

Surco después de la siembra



Figura 13

Espinaca de 15 días

**Figura 14**

Deshierbo antes de la primera aplicación de bioestimulante



Figura 15

Limpia total de las repeticiones

**Figura 16**

Preparación de la mochila con el bioestimulante Bayfolan Aktivator



Figura 17

Preparación de la mochila con bioestimulante Algax

**Figura 18**

Primera aplicación de bioestimulante



Figura 19

Aplicación de bioestimulante

**Figura 20**

Espinaca después de la aplicación de bioestimulante



Figura 21

Espinaca a los 25 días después de la siembra

**Figura 22**

Cosecha de la espinaca



Figura 23

muestras para laboratorio

**Anexo 6. Fotos de laboratorio****Figura 24**

Muestras en laboratorio



Figura 25

Peso de la espinaca en laboratorio

**Figura 26**

Peso de la raíz



Figura 27

Muestras después de tomar datos



Anexo 7. Tablas de datos

Tabla 24

Tablas de datos del Bloque I (T1 Bayfolan Y T3 Algax)

BLOQUE:		I						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T1(BAYFOLAN)	1	7	5	6	12	20	42.33	
	2	8	6	7	10	21	42	
	3	9	5	7	7	15	44	
	4	11	6	8.5	9	17	72	
	5	12	7	9.5	12	19	54	
	6	13	4	8.5	10	20	44	
	7	5	5	5	12	15	42	
	8	8	7	7.5	11	19	41	
PROMEDIO		9.13	5.63	7.38	10.38	18.25	47.67	

BLOQUE:		I						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T3(ALGAX)	1	13	7	10	14	33	109	
	2	14	8	11	10	30	120	
	3	14	7	10.5	12	35	108	
	4	11	6	8.5	15	30	128	
	5	15	5	10	17	29	203	
	6	10	9	9.5	19	27	210	
	7	9	6	7.5	20	30	209	
	8	10	7	8.5	20	33	198	
PROMEDIO		12.00	6.88	9.44	15.88	30.88	160.63	

Tabla 25

Datos de los tratamientos del bloque I (T3 Bayfolan y T2 Algax)

BLOQUE:		I					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)
T3(BAYFOLAN)	1	9	5	7	14	20	85
	2	7	5	6	8	21	107
	3	10	8	9	9	22	128
	4	9	9	9	10	21	74
	5	11	7	9	12	24	123
	6	12	9	10.5	10	19	115
	7	9	8	8.5	9	17	110
	8	10	4	7	8	20	67
PROMEDIO		9.63	6.88	8.25	10.00	20.50	101.13
BLOQUE:		I					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)
T2 (ALGAX)	1	7	6	6.5	15	23	112.8
	2	10	7	8.5	10	27	98
	3	14	8	11	15	25	111
	4	10	9	9.5	9	29	105
	5	15	6	10.5	10	30	98
	6	20	7	13.5	12	19	96
	7	12	10	11	13	19	103
	8	10	12	11	15	24	109
PROMEDIO		12.25	8.13	10.19	12.38	24.50	104.10

Tabla 26

Datos de campo del Bloque I (T1 Algax y T2 Bayfolan)

BLOQUE:		I					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)
T1 (ALGAX)	1	14	7	10.5	10	20	110.3
	2	14	6	10	10	23	115.5
	3	12	5	8.5	9	20	100
	4	9	4	6.5	8	25	98.6
	5	11	6	8.5	9	18	95
	6	13	5	9	10	21	91
	7	14	6	10	9	19	96
	8	10	5	7.5	7	15	113
PROMEDIO		12.13	5.50	8.81	9.00	20.13	102.43
BLOQUE:		I					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)
T2 (BAYFOLAN)	1	10	14	12	14	19.5	98.45
	2	9	13	9	13	14	115
	3	11	18	10	18	19	128
	4	9	4	6.5	15	18	123
	5	13	11	7	13	25	119
	6	12	10	11	10	28	133
	7	11	10	10.5	12	23	125
	8	10	12	11	11.5	29	138
PROMEDIO		10.63	11.50	9.63	13.31	21.94	122.43

Tabla 27

Datos de los testigos de BI y BII

BLOQUE:		I						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
TESTIGO	1	7	3	5	10	21	37.42	
	2	12	3	7.5	13	20	36.2	
	3	6	4	5	8	17	14.86	
	4	7	3	5	9	18	19.04	
	5	5	4	4.5	10	13	23	
	6	9	5	7	12	10	15	
	7	8	3	5.5	10	15	39	
	8	7	6	6.5	11	12	35	
PROMEDIO		7.63	3.88	5.75	10.38	15.75	27.44	
BLOQUE:		II						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
TESTIGO	1	6	9	7.5	8	14	41.46	
	2	10	10	10	11	13	47	
	3	9	8	8.5	10	14	83	
	4	9	13	11	7	14	43	
	5	7	8	7.5	13	15	45	
	6	9	10	9.5	12	19	38	
	7	11	9	10	15	18	56	
	8	5	8	6.5	10	23	78	
PROMEDIO		8.25	9.38	8.81	10.75	16.25	53.93	

Tabla 28

Datos del Bloque II (T2 Algax y T3 Bayfolan)

BLOQUE:		II				
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)
T2(ALGAX)	1	10	8	9	19	25
	2	14	12	13	14	32
	3	12	16	14	18	31
	4	11	8	9.5	16	28
	5	13	11	12	13	32
	6	15	12	13.5	15	31
	7	14	15	14.5	17	28
	8	13	12	12.5	13	27
PROMEDIO		12.75	11.75	12.25	15.63	29.25
BLOQUE:		II				
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)
T3 (BAYFOLAN)	1	17	12	14.5	18	34
	2	11	8	9.5	13	33
	3	13	9	11	23	29
	4	13	8	10.5	17	31
	5	15	10	12.5	23	30
	6	14	5	9.5	21	25
	7	13	8	10.5	20	34
	8	17	10	13.5	19	35
PROMEDIO		14.13	8.75	11.44	19.25	31.38

Tabla 29

Datos Bloque II (T3 Algax y T1 Bayfolan)

BLOQUE:		II					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	
T3(ALGAX)	1	14	10	12	12.5	21	
	2	14	12	13	16	26	
	3	11	8	9.5	17.5	21.5	
	4	14	11	12.5	10	27	
	5	15	10	12.5	23	33	
	6	16	12	14	25	29	
	7	14	12	13	24	38	
	8	13	13	13	26	35	
PROMEDIO		13.88	11.00	12.44	19.25	28.81	
BLOQUE:		II					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	
T1 (BAYFOLAN)	1	15	12	13.5	22	28	
	2	5	9	7	18	19	
	3	10	7	8.5	24	19	
	4	7	7	7	14	16	
	5	7	5	6	13	21	
	6	8	10	9	10	25	
	7	13	9	11	15	24	
	8	11	8	9.5	12	23	
PROMEDIO		9.50	8.38	8.94	16.00	21.88	

Tabla 30

Datos del Bloque II (T1 Algax y T2 Bayfolan)

BLOQUE:		II					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	
T1 (ALGAX)	1	10	7	8.5	13.5	20	
	2	11	9	10	15	23	
	3	12	6	9	15.5	28	
	4	10	7	8.5	17.5	25	
	5	9	5	7	15	21	
	6	13	9	11	13	19	
	7	8	10	9	12	17	
	8	9	10	9.5	18	21	
PROMEDIO		10.25	7.88	9.06	14.94	21.75	
BLOQUE:		II					
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	
T2 (BAYFOLAN)	1	11	14	12.5	15	15	
	2	7	14	10.5	12	13	
	3	9	11	10	15	14	
	4	9	12	10.5	11	15	
	5	14	7	10.5	13.5	25	
	6	13	9	11	15	25	
	7	10	6	8	15.5	23	
	8	12	7	9.5	17.5	24.5	
PROMEDIO		10.63	10.00	10.31	14.31	19.31	

Tabla 31

Datos del Bloque III (T3 y T1Bayfolan)

BLOQUE:		III						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T3(BAYFOLAN)	1	16	7	11.5	21	32	196	
	2	17	8	12.5	23	32	153	
	3	14	11	12.5	22	34	220	
	4	12	11	11.5	20	30	189	
	5	15	12	13.5	25	32	198	
	6	14	13	13.5	19	29	206	
	7	12	10	11	15	25	256	
	8	11	11	11	23	27	176	
PROMEDIO		13.88	10.38	12.13	21.00	30.13	199.25	
BLOQUE:		III						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T1(BAYFOLAN)	1	10	10	10	22	18	92	
	2	11	11	11	19	20	105	
	3	9	7	8	16	27	72	
	4	16	9	12.5	14	28	93	
	5	10	8	9	13	25	110	
	6	9	7	8	10	20	78	
	7	12	10	11	9	15	95	
	8	11	10	10.5	6	24	112	
PROMEDIO		11.00	9.00	10.00	13.63	22.13	94.63	

Tabla 32

Datos del Bloque III (T2 y T1 Algax)

BLOQUE:		III						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T2 (ALGAX)	1	13	13	13	15	25	254	
	2	15	9	12	15	29	213	
	3	18	7	12.5	16	30	364	
	4	16	10	13	17.5	22	155	
	5	13	10	11.5	15	23	106	
	6	12	9	10.5	13	24	135	
	7	15	5	10	20	27	207	
	8	9	8	8.5	16	22	124	
PROMEDIO		13.88	8.88	11.38	15.94	25.25	194.75	
BLOQUE:		III						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T1 (ALGAX)	1	18	3	10.5	22	24	152.44	
	2	9	8	8.5	17	27	109.5	
	3	15	7	11	16	20	99.53	
	4	10	5	7.5	18	20	75	
	5	15	7	11	20	25	101.6	
	6	19	9	14	23	29	78	
	7	13	8	10.5	21	17	96	
	8	15	5	10	16	19	58	
PROMEDIO		14.25	6.50	10.38	19.13	22.63	96.26	

Tabla 33

Datos del Bloque III (T3 Algax y T2 Bayfolan)

BLOQUE:		III						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T3(ALGAX)	1	20	3	11.5	15	28	323	
	2	19	10	14.5	15	29	245	
	3	19	14	16.5	11	30	230	
	4	15	7	11	15	30	264	
	5	15	10	12.5	22	28	192	
	6	15	11	13	19	30	395	
	7	12	7	9.5	16	27	172	
	8	15	9	12	14	28	165	
PROMEDIO		16.25	8.88	12.56	15.88	28.75	248.25	
BLOQUE:		III						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
T2 (BAYFOLAN)	1	11	10	10.5	19	15.5	66	
	2	12	8	10	17	15	65	
	3	9	5	7	19	22	66	
	4	8	7	7.5	18	18	58	
	5	13	9	11	13	25	78	
	6	15	8	11.5	12	23	96	
	7	14	5	9.5	10	26	65	
	8	10	12	11	10	25	108	
PROMEDIO		11.50	8.00	9.75	14.44	21.19	75.25	

Tabla 34

Bloque III (testigo)

BLOQUE:		III						
TRATAMIENTO	N° PLANTA	N° DE HOJAS GRANDES	N° DE HOJAS PEQUEÑAS	PROMEDIO DE LAS HOJAS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ (cm)	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)	PESO DE LA HOJA (g)	
TESTIGO	1	7	5	6	13	21	35	
	2	7	4	5.5	12	20	45	
	3	9	6	7.5	10	15	58	
	4	8	7	7.5	15	18	23	
	5	5	3	4	14	19	39	
	6	7	6	6.5	10	15	45	
	7	8	10	9	12	23	61	
	8	10	5	7.5	13	21	67	
PROMEDIO		7.63	5.75	6.69	12.38	19.00	46.63	

Tabla 35

Promedio del número de hojas

BIOESTIMULANTE	TRATAMIENTOS	BLOQUES			PROMEDIO
		I	II	III	
BAYFOLAN	T1	7.38	8.94	10	8.77
	T2	9.63	10.31	9.75	9.90
	T3	8.25	11.44	12.13	10.61
	T4	8.81	9.06	10.38	9.42
ALGAX	T5	10.19	12.25	11.38	11.27
	T6	9.44	5.75	12.56	9.25
TESTIGO		5.75	8.81	6.69	7.08

Tabla 36*Promedio de la longitud de raíz*

BIOESTIMULANTE	TRATAMIENTOS	LONG. PROMEDIO DE RAÍZ			PROMEDIO
		BLOQUES			
		I	II	III	
BAYFOLAN	T1	10.38	16	13.63	13.34
	T2	13.31	14.31	14.44	14.02
	T3	10	19.25	21	16.75
	T4	9	14.94	19.13	14.36
ALGAX	T5	12.38	15.63	15.94	14.65
	T6	15.88	19.25	15.88	17.00
TESTIGO		10.38	10.75	12.38	11.17

Tabla 37*Promedio longitud de la hoja*

BIOESTIMULANTE	TRATAMIENTOS	LONG. PROMEDIO DE LA HOJA (cm)			PROMEDIO
		BLOQUES			
		I	II	III	
BAYFOLAN	T1	18.25	21.88	22.13	20.75
	T2	21.94	19.31	21.19	20.81
	T3	20.5	31.38	30.13	27.34
	T4	20.13	21.75	22.63	21.50
ALGAX	T5	24.5	29.25	25.25	26.33
	T6	30.88	28.81	28.75	29.48
TESTIGO		15.75	16.25	19	17.00

Tabla 38*Promedio del peso de la planta*

BIOESTIMULANTE	TRATAMIENTOS	PESO DE LA HOJA (g)			PROMEDIO
		BLOQUES			
		I	II	III	
BAYFOLAN	T1	5.24	16.64	10.41	10.76
	T2	13.47	15.62	8.28	12.46
	T3	11.12	21.35	21.92	18.13
	T4	11.27	13.63	10.59	11.83
ALGAX	T5	11.45	17	21.42	16.62
	T6	17.67	21.66	27.31	22.21
TESTIGO		3.02	5.93	5.13	4.69