

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Bioestimulantes en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.)
variedad Great Lakes. Canaán 2750 m.s.n.m - Ayacucho**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Clinton AYALA AGUILAR

ASESOR:

M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y guiarme en el transcurso de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres por su apoyo incondicional, por los valores que me inculcaron, y por sus oraciones constantes, sin ello este trabajo no sería posible.

A mis hermanos, hermana, sobrinas y mi hijo por ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi Alma Mater, a la Facultad de Ciencias Agrarias a través de la Escuela Profesional de Agronomía que en sus aulas adquirí los conocimientos para formarme profesionalmente.

A mi asesor M.Sc. Ing. Walter Augusto Mateu Mateo, por su apoyo, tiempo y paciencia durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al presidente jurado Dra. Nery Santillana Villanueva, Ing. Guillermo Carrasco Aquino e Ing. Eduardo Robles García mi agradecimiento por todo el apoyo brindado en la elaboración de esta tesis.

A los trabajadores del Centro Experimental Canaán por su apoyo en las labores de campo durante la conducción del presente trabajo de investigación.

A mis amigos (as), que de una u otra forma contribuyeron en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. De la lechuga.....	8
1.2.1. <i>Taxonomía</i>	8
1.2.2. <i>Morfología de la planta</i>	8
1.2.3. <i>Valor alimenticio</i>	10
1.2.4. <i>Requerimiento del cultivo de lechuga</i>	11
1.2.5. <i>Manejo de cultivo</i>	14
1.2.6. <i>Variedades de lechuga</i>	18
1.3. Bioestimulantes.....	20
1.3.1. Ácidos húmicos.....	20
1.3.2. Extracto de algas marinas (EAM)(Kelpak).....	21
CAPITULO II.....	24
METOLOGÍA.....	24

2.1. Ubicación del trabajo.....	24
2.1.1. Ubicación política.....	24
2.1.2. Ubicación geográfica.....	24
2.1.3. Ubicación ecológica.....	24
2.2. Antecedentes del terreno.....	25
2.3. Características físicas y químicas del suelo.....	25
2.4. Características climatológicas.....	26
2.5. Material experimental.....	30
2.5.1. Material vegetativo.....	30
2.5.2. Extracto de algas (Kelpak- Ecklonia máxima).....	30
2.5.3. Ácidos húmicos (HumiGrow® EHT 80%).....	31
2.6. Variables e indicadores.....	32
2.7. Criterios de evaluación de los caracteres evaluados.....	33
2.8. Método procedimental.....	34
2.8.1 Diseño estadísticos y análisis de los datos.....	34
2.8.2. Descripción del campo experimental.....	34
2.8.3. Tratamientos.....	35
2.8.4. Croquis experimental.....	35
2.8.5. Instalación y conducción del experimento.....	36
CAPÍTULO III.....	39
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	39
3.1. Precocidad (días de cosecha)	39
3.2. Diámetro polar de pella de lechuga.....	40
3.3. Diámetro ecuatorial de la lechuga.....	42

3.4. Peso de cabeza de la lechuga.....	43
3.5. Número de pellas de lechuga.....	44
3.6. Rendimiento de pellas de lechuga por hectárea.....	45
3.7. Correlación general de las variables.....	47
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. <i>Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán, 2750 msnm</i>	26
Tabla 2.2. <i>Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023-2024 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) – Ayacucho</i>	28
Tabla 3.1. <i>Análisis de variancia de días a cosecha de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 msnm</i>	39
Tabla 3.2. <i>Análisis de variancia del diámetro polar de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 msnm</i>	40
Tabla 3.3. <i>Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 msnm</i>	42
Tabla 3.4. <i>Análisis de variancia del peso de cabeza de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 msnm</i>	44
Tabla 3.5. <i>Análisis de variancia del en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 msnm</i>	44
Tabla 3.6. <i>Análisis de variancia de cabezas, en el rendimiento de pellas de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 msnm</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. <i>Mapa de ubicación del centro experimental de Canaán, lugar del experimento, elaborado a partir de cartas nacionales de geogpsperu.....</i>	<i>25</i>
Figura 2.2. <i>Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023 - 2024; Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) – Ayacucho.....</i>	<i>29</i>
Figura 3.1. <i>Prueba de Tukey (0.05) de la precocidad a la cosecha de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.....</i>	<i>39</i>
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey (0.05) del diámetro polar de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.....</i>	<i>41</i>
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey (0.05) del diámetro ecuatorial de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.....</i>	<i>42</i>
Figura 3.4. <i>Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento por hectárea de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.....</i>	<i>45</i>
Figura 3.5. <i>Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento por hectarea de pellas de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.....</i>	<i>47</i>
Figura 3.6. <i>Correlación de las variables de respuesta en lechuga cultivar Great Lakes con aplicación de bioestimulantes.....</i>	<i>48</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Promedio de los datos ordenados para el procesamiento.....</i>	57
Anexo 2. <i>Panel fotográfico.....</i>	58

RESUMEN

El experimento se realizó en el Centro Experimental Canaán a 2750 msnm de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, a 2750 msnm. El objetivo fue determinar la influencia de bioestimulantes en el rendimiento de pellas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes. Se establecieron cuatro tratamientos (testigo, 1.5 l ha⁻¹ de AH, 3 l ha⁻¹ de EA y 1.5 L ha⁻¹ de AH y 3 L ha⁻¹ de EA). Se midieron los días a la cosecha, diámetro polar de pella, diámetro ecuatorial de pella, peso de cabeza, número de pellas comerciales y rendimiento de pellas. El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloque Completo Randomizado, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados mostraron que, la combinación de bioestimulantes extracto de algas y ácido húmico alargaron el periodo de madurez comercial pellas en la lechuga, variedad Great Lakes en las condiciones de Canaán – Ayacucho, que registró 80.67 días a la cosecha de pellas, seguido del extracto de algas y ácido húmico con 79 y 79 días a cosecha de pellas, respectivamente; la combinación de extracto de algas y ácido húmico (EA+AH) y ácido húmico (AH) fueron estadísticamente superiores a la aplicación de extracto de algas y el testigo, con rendimientos de pellas de 72,378 y 65,782.33 kg.ha⁻¹, respectivamente, superando al testigo.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., extracto de algas, ácidos húmicos.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es de importancia económica y alimentaria a nivel mundial, debido a su elevado consumo en fresco y a su amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas. La producción de esta hortaliza superó los 29 millones de toneladas en una superficie aproximada de 1.3 millones de hectáreas durante el año 2023, siendo China, Estados Unidos, India y España los principales productores a nivel global (FAOSTAT, 2024).

Desde el punto de vista nutricional, la lechuga destaca por su contenido de minerales esenciales como calcio, fósforo, hierro, magnesio y potasio, además de vitaminas A, C y complejo B, compuestos que contribuyen a la prevención de enfermedades y al mantenimiento de la salud humana (Maynard & Hochmuth, 2007). Asimismo, presenta bajo contenido calórico y propiedades antioxidantes (Kopta et al., 2018).

En el Perú, la lechuga es una de las hortalizas de consumo masivo y se cultiva principalmente en la costa y los valles interandinos. La producción nacional de lechuga fue de 68,433 toneladas anuales, concentrándose principalmente en las regiones de Lima, Junín, Ancash y Arequipa (MIDAGRI, 2022). El incremento sostenido de restaurantes, pollerías, cadenas de comida rápida y mercados saludables ha contribuido significativamente al aumento de su demanda interna. En el caso de la región Ayacucho, se cultivó en 671 toneladas anuales en 72 hectáreas, menor en comparación con otras regiones hortícolas del país, aun cuando ha mostrado un crecimiento progresivo en los últimos años (DRA Ayacucho, 2023).

El incremento de la demanda de lechuga exige una producción continua y eficiente que garantice el abastecimiento permanente con productos de buena calidad comercial e inocuidad alimentaria. Sin embargo, el cultivo intensivo de esta hortaliza requiere una adecuada nutrición mineral y orgánica, debido a que posee un sistema radicular superficial y poco desarrollado, lo cual limita su capacidad de exploración del suelo y la hace altamente dependiente de la disponibilidad inmediata de nutrientes y humedad (Castellane & Araújo, 1994).

Diversos estudios en lechuga reportan que la incorporación de materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes, la retención de humedad y el desarrollo radicular, aspectos que repercuten positivamente en el rendimiento y calidad del cultivo (Rodríguez et al., 2019).

Dentro de las alternativas sostenibles para optimizar la producción hortícola destacan los bioestimulantes orgánicos capaces de estimular procesos fisiológicos en las plantas, incrementando la eficiencia en el uso de nutrientes, la tolerancia al estrés y el crecimiento vegetal (du Jardin, 2015). Entre los bioestimulantes más utilizados se encuentran los extractos de algas marinas, ricos en aminoácidos, fitohormonas, vitaminas y compuestos antioxidantes, los cuales favorecen la división celular, el crecimiento foliar y la precocidad del cultivo (Craigie, 2011). De igual manera, los ácidos húmicos y fúlvicos cumplen una función importante en la dinámica del suelo, ya que mejoran la estructura edáfica, estimulan la actividad microbiana y facilitan la absorción de nutrientes por las raíces (Canellas & Olivares, 2014).

Bajo este contexto, resulta necesario evaluar alternativas de manejo nutricional sostenible en el cultivo de lechuga, orientadas a incrementar el rendimiento y calidad del producto sin comprometer la salud del suelo ni el equilibrio ambiental.

Objetivo general

Conocer el efecto de bioestimulantes en el rendimiento de pellas de lechuga, variedad Great Lakes en las condiciones de Canaán - Ayacucho.

Objetivos específicos

- Determinar la influencia de bioestimulante en el periodo de madurez comercial de pellas de lechuga, variedad Great Lakes en las condiciones de Canaán - Ayacucho.
- Determinar la influencia de bioestimulantes en el rendimiento de pellas de lechuga, variedad Great Lakes en las condiciones de Canaán - Ayacucho.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

López (2019) evaluó el efecto de tres dosis de bioestimulante ($d1 = 0$ L/ha, $d2 = 1$ L/ha y $d3 = 2$ L/ha) en cinco variedades de lechuga ($v1 =$ Waldaman's Green, $v2 =$ Great Lakes, $v3 =$ White Boston, $v4 =$ Prize head, $v5 =$ Hansom) en las variables de planta (longitud, diámetro, ancho, peso y rendimiento) y las variables de hoja (largo, ancho, perímetro, área foliar y color) en dos zonas de la provincia de Chincheros – Apurímac, utilizando el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con arreglo factorial 3×5 con cuatro repeticiones, concluyó que,

hubo efecto de las dosis de bioestimulante (extracto de cultivos microbianos) en el rendimiento de las variedades de lechuga: variedad Waldman's Green obtuvo 24 387,5 kg/ha con la dosis (1 L/ha) en la $z1$ (Chuparo) y la variedad Great Lakes logró obtener 25 375 kg/ha con la dosis (0 L/ha) en la $z2$ (La Victoria) y con el análisis combinado el efecto del bioestimulante con la dosis (1 L/ha) en la variedad Waldman's Green en la $z1$ (Chuparo) y la $z2$ (La Victoria) con rendimiento de 21 972,5 kg/ha.

Erazo (2020) determinó el efecto de bioestimulantes en el crecimiento y producción de lechuga desde la etapa de plántula hasta la cosecha.

El estudio se ubicó en la unidad de producción Olerícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Utilizó el híbrido de lechuga Kristine, establecido por trasplante en una densidad de población de 87,900 plantas/hectárea. Aplicó dos bioestimulantes, un ácido fúlvico (Cator®) y en mezcla con un nano bioestimulante (Nano-Gro), resultando un total de cinco tratamientos, incluyendo el control (sin bioestimulantes). Los tratamientos fueron aplicados en la semilla al momento de la siembra (inmersión) y de forma foliar a los 20 días después de la siembra y a los 10 días después del trasplante. En la etapa de plántulas, el efecto fue negativo en el peso fresco al aplicar todos los tratamientos. El peso fresco de la raíz fue afectado positivamente al

aplicar a la semilla y foliar el ácido fúlvico y su mezcla con el nano bioestimulante. En la materia seca del tallo no hubo ningún efecto. El contenido de materia seca de las hojas fue mayor cuando fue aplicado el ácido fúlvico de manera individual tanto en la semilla como en las hojas. De la misma manera el tratamiento antes mencionado tuvo un efecto positivo en el rendimiento. La aplicación de bioestimulantes ácido fúlvico y nano bioestimulante, tanto en semilla y semilla y foliar, aumentó la materia seca tanto en plántulas como en la planta.

Marcañaupa (2021) reportó los siguientes resultados de investigación:

Evaluó el efecto de dos dosis de bioestimulante ($d_1 = 0$ ml/ha y $d_2 = 250$ ml/ha) en tres distanciamientos ($D_1 = 20$ cm, $D_2 = 30$ cm y $D_3 = 40$ cm) de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la variedad escarola (Great Lakes 118) sobre cuatro variables (altura de planta, grosor de cabeza, rendimiento y peso de materia seca) en dos zonas en estudio del Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes – Huancavelica. Utilizó el Diseño de Bloques completamente randomizado con arreglo factorial 3×2 con tres repeticiones, y encontró que la interacción de la dosis del bioestimulante Stingen (250 ml) con el D_1 (20 cm) en la variedad Great Lakes alcanzó el mayor rendimiento, 27,095.14 kg/ha en la z_2 (Anchacclla).

Sicha (2023) en el Cusco, en el cultivo de lechuga:

Evaluó el efecto de las soluciones nutritivas y bioestimulantes en la producción vertical de la lechuga variedad White Boston mediante la técnica de cultivo vertical bajo condiciones de fitotoldo en San Jerónimo – Cusco; para lo cual empleó un Diseño Estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de $3A \times 3B$ (Dosis de soluciones nutritivas y dosis de bioestimulantes); posterior a la evaluación, se llegó a las siguientes conclusiones: La aplicación de soluciones nutritivas y bioestimulantes mostró diferencias significativas entre los tratamientos con soluciones nutritivas y bioestimulantes para el peso del cogollo, de igual manera la interacción para el peso del cogollo mostró diferencias significativas ($F_c > F_t$); no obstante, la interacción para la altura de planta no muestra diferencias significativas ($F_c < F_t$), de igual manera ocurre en el diámetro de cogollo y longitud de raíz. El tratamiento que obtuvo mejor respuesta en el rendimiento fue el T5 (10 ml A + 4 ml B solución nutritiva*5 ml Greenzit) de 123.76 g/planta para el peso de cogollo y el T2 (5 ml A +2 ml B solución nutritiva * 5 ml Greenzit) fue de 15.16 g/planta en el peso fresco

de raíz; mientras que el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva *2 ml Humega) obtuvo 107.30 g/planta en el peso de cogollo y 13.02 g/planta en peso fresco de raíz. El tratamiento que mostró una mejor respuesta en el comportamiento agronómico fue el T8 (sin solución nutritiva *5 ml Greenzit) de 19.64 cm de altura de la planta; el T2 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva *5 ml Greenzit) y el T8 (sin solución nutritiva*5 ml Greenzit) alcanzaron un diámetro de cogollo de 24.61 cm y 24.50 cm, respectivamente, y la longitud de la raíz fue mayor en el T3(5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*sin bioestimulantes) alcanzó 21.01 cm, siendo este similar al T2, T6, T4, T8, T7 y T5 (20.75, 20.72, 20.45, 20.34, 20.00 y 19.84); a diferencia con el T3 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*sin bioestimulante) con 16.43 cm de altura de planta, mientras que el T1 (5 ml A + 2 ml B solución nutritiva*2 ml Humega) alcanzó 19.92 cm de diámetro y 17.12 cm de longitud de raíz. El T5 (5ml A + 2 ml B*5 ml Greenzit) obtuvo un rendimiento de 7.92 kg/tratamiento.

Eugenio (2023) estudió el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes, con tres dosis y tres momentos de aplicación de bioestimulante Folirey stimul en el Servicio Silvo Agropecuario (SESA) de la Universidad Nacional de Cajamarca, detalla que:

Empleó el modelo estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial $3 \times 3 + 1$, donde el primer factor es los momentos de aplicación con valores de 15, 30 y 60 días después del trasplante (DDT) y el segundo factor son las dosis de aplicación (15, 35, 50 ml / 20 l), resultado 9 tratamientos más un testigo, con tres repeticiones cada uno. Después de medir y analizar las variables de respuesta (como rendimiento total, altura de planta, diámetro de cabezuela, longitud de la raíz, área foliar y materia seca) por medio del análisis de varianza al 95 % (ANOVA) de confianza y análisis de comparación de promedios (Tukey), encontró que no existe interacción significativa para los factores momentos y dosis de aplicación en las variables respuesta. Es decir, los momentos y dosis actúan de manera individual como si fuera un análisis simple. Obtuvo el mejor rendimiento al aplicar Folirey stimul en el M2 (35 DDT) y con la D3 (50 ml / 20 l) con promedios de 56.05 y 59.62 t ha⁻¹, respectivamente.

Calero et al. (2019) evaluó el efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento productivo del cultivo de rábano e indica que:

Desarrolló un experimento en las áreas de huertas del predio “El Estadio” perteneciente a la agricultura urbana de Sancti Spíritus durante los meses de febrero a abril del 2016.

Los tratamientos fueron: ME-50, 50 mL.L⁻¹, humus lixiviado de lombricomposta, 100 mL.L⁻¹ y Biobras-16, a dosis de 0.012 L.ha⁻¹ y el testigo de agua. Las observaciones de los parámetros morfoagronómicos fueron sobre 45 plantas por tratamiento y las variables observadas fueron el promedio de hojas por planta, promedio de hojas por planta (cm), promedio de diámetro de raíces (cm), producción de biomasa (g.planta⁻¹), rendimientos (kg.m⁻²) y porcentaje de raíces de tubérculo afectadas (raíces agrietadas) (%). Los resultados mostraron que el uso de tres bioestimulantes en la producción del cultivo de rábano en condiciones de huerta, ya que tuvo efecto positivo porque incrementó la producción media de hojas por planta, promedio de diámetro de raíces, producción de biomasa, los rendimientos en más de 1.05 kg.m⁻², además, el tratamiento con ME-50 redujo el porcentaje de raíz tuberosa dañada en un 50% menos con relación al control. (p.54).

Calero et al. (2019) mencionó que los principales problemas de la producción de pepino residen fundamentalmente en la escasez de fertilizantes minerales, la afectación climática y el limitado uso de biofertilizantes, por lo que es importante buscar alternativas eficientes que incrementen la productividad, la racionalidad y la sostenibilidad e informó que:

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del uso individualizado y asociado de biofertilizantes microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado en el incremento agro productivo del pepino. El trabajo se desarrolló en la unidad productiva “El Estadio”, Sancti Spíritus, Cuba, entre enero y abril de 2015 y se utilizó el cultivar de pepino Su Yi Sung. Los tratamientos empleados fueron un control (sin aplicación), inoculación al suelo y aplicaciones foliares con microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado a 100 y 200mL L⁻¹, e inoculación al suelo con microorganismos eficientes a 100mL L⁻¹ y aplicaciones foliares con vermicompost lixiviado a 100mL L⁻¹. Se observaron las siguientes variables: número de hojas, flores femeninas y frutos por planta, longitud de frutos (cm), masa de frutos (g) y rendimiento (kg m⁻²). Los resultados mostraron que la aplicación individual y combinada de biofertilizantes tuvo un efecto bioestimulante en la producción de pepino. La aplicación de microorganismos eficientes a 100mL L⁻¹ y la combinación con vermicompost lixiviado a 100mL L⁻¹ constituyen una alternativa sustentable en la productividad del pepino, especialmente porque incrementaron el número de hojas, flores femeninas, frutos, masa y longitud de frutos e incrementaron el rendimiento en un 42 % con respecto al tratamiento control.

Catasú (2023) señaló que la soya (*Glycine max* (L.) Merrill) posee importancia económica y nutricional por sus niveles de proteína y contenido de aceite vegetal de calidad biológica, necesarios para la alimentación humana y animal. Las alternativas microbianas para la biofertilización de este cultivo representarían una opción para su producción con bajos insumos en condiciones tropicales. Reportó que realizó un estudio:

Con el objetivo de evaluar el efecto de microorganismos autóctonos (MA) como alternativa para la biofertilización de *G. max* en condiciones de producción de bajos insumos. Materiales y métodos. El experimento se estableció en una finca ubicada en la localidad de El Coco, Yara, Granma, Cuba, sobre un suelo Pardo Mullido Carbonatado, durante el año 2021. Se utilizaron semillas certificadas de *G. max* cv. Incasoy-27. La siembra se realizó en primavera a una distancia de 0,70 mx 0,04 m. Se emplearon tres dosis de MA (12, 24 y 36 L ha⁻¹) y un testigo absoluto. Se evaluaron variables de crecimiento, rendimiento y sus componentes. Se empleó un diseño de bloques al azar. Los datos fueron procesados mediante ANOVA, regresión lineal, correlación y análisis de componentes principales. Resultados. El MA bioestimuló el crecimiento de *G. max* en un rango de 12 % y 24 %, mientras que el rendimiento fue favorecido entre 16 % y 44 %. El análisis de correlación de Pearson indicó que la masa de semillas por planta y el número de vainas por planta fueron las variables más fuertemente interrelacionadas con el rendimiento. Conclusión. La inclusión de MA logró una bioestimulación del crecimiento en longitud de las plantas de *G. max* cv. Incasoy-27 en comparación con el testigo y se mejoró el rendimiento agrícola.

Según Liriano et al. (2021), los bioproductos agrícolas basados en microorganismos eficaces (EM) constituyen una alternativa adecuada para reducir el uso de fertilizantes químicos y tienen un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Indica que:

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de EM y FitoMas-E® en la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). El experimento se realizó en un organopónico del municipio de Matanzas, Cuba. El mismo estuvo constituido por cuatro tratamientos: control (sin aplicación de bioproductos), EM (4 mL m⁻²), FitoMas-E® (0,1 mL m⁻²) y EM (4 mL m⁻²) + FitoMas-E® (0,1 mL m⁻²). Se realizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas por tratamiento. Se realizó análisis de varianza de una vía para determinar diferencias entre tratamientos y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para comparación de medios. Se determinó la altura de plántula, el número

de hojas por plántula, el diámetro del tallo, la longitud de la raíz, el índice de esbeltez, el peso fresco y seco de hojas y raíces y la relación brote/raíz en base a los datos de peso seco. La aplicación de EM y FitoMas-E® tuvo un efecto positivo en el crecimiento y la calidad de las plántulas de pimiento en condiciones de vivero. El tratamiento 4 mostró los mejores resultados en cuanto a los parámetros morfológicos: altura de la planta (17,19 cm), número de hojas (6,01), diámetro del tallo (3,98 mm), longitud de la raíz (8,82 cm) así como peso fresco y seco de hojas y raíces. La aplicación combinada de EM y FitoMas-E demostró ser efectiva para promover el crecimiento de raíces y órganos aéreos, pero manteniendo una relación brote/raíz en un rango de 1,28 a 2,5, que son valores adecuados para obtener plántulas de pimiento de calidad. (p. 96-99)

1.2. De la lechuga

1.2.1. Taxonomía

Según Cronquist (1978) la lechuga se clasifica de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
Subreino	: Embryobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Género	: Lactuca
Especie	: <i>Lactuca sativa</i> L.
Variedad botánica	: Capitata (cabeza de hojas crespas)
Nombre común	: Lechuga

1.2.2. Morfología de la planta

Valadez (1994) señala que, “la lechuga es una planta herbácea anual, que cuando la planta es joven y no ha alcanzado la madurez fisiológica, contiene en sus tejidos un jugo lechoso llamado látex, cuya cantidad va disminuyendo con la edad de la planta”.

Raíz

López y Frezza (2022) mencionan que:

El sistema radical en lechuga consiste en una raíz pivotante de origen seminal bien diferenciada, de la cual se origina un sistema radical ramificado posterior a la germinación. El desarrollo de la raíz en la lechuga se lleva a cabo rápidamente a partir del desarrollo de la radícula. En las raíces de segundo, tercer y cuarto orden se desarrollan los pelos radicales. En los materiales más antiguos el sistema radical podía profundizar unos 60-70 cm, en las variedades comerciales actuales la mayor cantidad de biomasa no profundiza más de 25-30 cm. La raíz principal no desarrolla en gran medida y tiende a ramificarse cuando la siembra es en contenedores o en bandejas de germinación, aspecto que difiere de la siembra directa en la cual hay un desarrollo de la raíz principal. Las raíces en las plántulas se pueden regenerar rápidamente por lo que la lechuga es posible realizarla en almácigo tradicional y posterior trasplante.

Hojas

López y Frezza (2022) señalan que:

Lactuca sativa presenta una gran diversidad genética ya que existen diferentes tipos de especies caracterizadas por su hábito de crecimiento y por sus hojas. Estas últimas se insertan en el tallo de manera alterna y formando una roseta de hojas que en muchas variedades se disponen de manera laxa (lechuga francesa o crespita) o erguida (lechuga criolla), pero en las variedades de cabeza se imbrican las hojas dando origen primero a un “cogollo” y luego a una cabeza firme. Las hojas son glabras de forma redondeada, lanceolada o espatulada; el borde del limbo puede ser liso, ondulado o aserrado (o crespo), el resto del órgano puede ser orbicular o liso. El color de las hojas varía entre el verde claro-amarillento hasta el verde oscuro y rojizo.

Tallo

Según López y Frezza (2022) la lechuga es una “Planta denominada por su morfología como “hemicriptófita en roseta” ya que posee poco tallo, con hojas en roseta. El tallo es corto y cilíndrico en la fase vegetativa. Cuando la planta es estimulada a la floración los entrenudos se alargan y se ramifican. La variedad asparagina es la excepción más contrastante de la especie, posee los entrenudos alargados y el tallo es succulento”.

Flor

La floración inicia con la elongación del tallo, los entrenudos comienzan a separarse varios centímetros entre sí hasta que el tallo llega a una longitud de 1-1,5 m. Las flores se disponen en capítulos florales amarillos que contienen de 13 a 20 flores, los capítulos se encuentran en racimos o corimbos. La planta es autógama (con 1-3 % de fecundación cruzada) y florece durante el primer año del cultivo. La flor posee 5 estambres unidos por las anteras que constituyen un tubo estaminal por el cual asciende el estilo y estigma; posee protandria por lo que maduran los gametos masculinos antes que las femeninas, los estigmas se encuentran receptivos a medida que van emergiendo a través del tubo polínico. Ambos procesos (morfológicos y fisiológicos) aseguran la autofecundación (López y Frezza, 2022 p 16).

Fruto

López y Frezza (2022) menciona que:

El fruto es un aquenio típico uniseminado, seco e indehisciente. El aquenio posee un vilano plumoso al extremo que permite la dispersión de los frutos a través del viento, se produce a partir de la autofecundación. Al madurar puede ser blanco, marrón o casi negro. El aquenio mide 4-5 mm de longitud y es conocido en términos prácticos como la “semilla” de la especie. Se estima un número de 800 a 1000 semillas por gramo. Se conservan de 3 a 5 años con una temperatura media de 10 °C y una humedad relativa del 30 %, es sensible a los excesos de humedad durante su conservación. El fruto presenta una dormición posterior a la cosecha que oscila entre los 2 a 6 meses según la variedad; la dormición puede ser eliminada con la aplicación exógena de hormonas (giberelinas o citocininas), por pregerminación en cámara fría a 2 °C durante 48 h (método más utilizado), o por pregerminación en cámara oscura. El aquenio o la mal llamada “semilla de lechuga” está cubierto con una membrana que tiene poca permeabilidad a los gases cuando es nueva. Después de un año o más, la permeabilidad va aumentando. Cuando está húmedo, es sensible a la luz y la exposición a la misma acelera su germinación. También la reducción de la temperatura a cerca de 0 °C, favorece la permeabilidad. Estos tratamientos se utilizan para mejorar la germinación.

1.2.3. Valor alimenticio

La lechuga es una hortaliza de hoja, importante por su alto contenido de elementos minerales y por su riqueza vitamínica, su contenido de calorías es bajo por lo que es

utilizado con gran eficacia en el régimen de dieta para los humanos. Se le reconoce además propiedades calmantes y somníferas. La Lechuga también es utilizada como componente de algunos productos cosméticos, gracias a otras propiedades (Valencia, 1995).

La composición de 100 g de lechuga según Valencia (1995) es el siguiente:

Elemento	Cantidad
Calorías	: 11,00 g
Agua	: 96,60 g
Proteínas	: 0,60 g
Carbohidratos	: 2,40 g
Fibra	: 0,70 g
Ceniza	: 0,30 g
Calcio	: 52,00 mg
Fósforo	: 20,00 mg
Hierro	: 0,10 mg
Vit. A	: 0,67 mg
Vit.B1	: 0,02 mg
Vit. B2	: 0,13 mg
Niacina	: 0,40 mg
Vit. C	: 1,50 mg

1.2.4. Requerimientos del cultivo de lechuga

a. Clima

Ampuero (2014) menciona que:

La lechuga exige como temperatura mínima 12°C, optima de 15°C a 18°C y máxima de 21°C a 24°C. Las temperaturas óptimas dependerán del grado de iluminación del lugar, lo cual podría extenderse de 20°C a 22°C en un día despejado, y de 15°C a 16°C en un día nublado. Aquellas temperaturas superiores a los 25°C, son perjudiciales ya que favorecen el inicio de la etapa reproductiva de la planta, y también la cabeza de la lechuga podría quedar suelta. Las temperaturas frías y un crecimiento lento son adecuadas para una buena formación de cabeza. Los rangos de temperatura donde la

planta crece en forma óptima, se encuentran entre los 15 °C y los 18 °C, con temperaturas máximas de 21 °C a 24 °C y mínimas de 7 °C. Las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se deteriora rápidamente, debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular. Durante su crecimiento, la lechuga exige diferencias térmicas entre el día y la noche. Para la germinación de la semilla, la temperatura óptima oscila entre los 18 °C y 20 °C. Cuando crece, requiere de 14 °C a 18 °C de día y de 5 °C a 8 °C por la noche. La máxima temperatura que puede soportar y con un adecuado abastecimiento hídrico es de 30 °C y una mínima de 6 °C bajo cero durante un periodo no prolongado. Las temperaturas sobre los 25 °C inhibe la germinación de la semilla de lechuga.

Según Ampuero (2014) varios autores advierten que:

las lechugas se adaptan con mayor frecuencia a climas frescos y bastante húmedos. La planta resiste bajas temperaturas en su primera etapa, pero es sensible a las heladas durante el periodo cercano a la cosecha. Cuando el calor es excesivo las plantas adquieren textura suelta, los bordes de las hojas se queman, hay tendencia a floración prematura y aparición de enfermedades que dificultan la situación. Sin embargo, existe un gran número de variedades cultivadas de lechugas que se adaptan a una gama muy amplia de climas, en términos generales estas prefieren climas templados y húmedos.

Valencia (1995) menciona que, “la temperatura óptima para el desarrollo de la lechuga está alrededor de 20° C y entre 15 a 20° C para su germinación, sin embargo, gracias a los trabajos de mejoramiento genético realizados en los Institutos de Investigación Genética, en la actualidad se cuenta con variedades de lechugas que se adaptan bien a diferentes tipos de climas, por lo que se puede cultivar y cosechar durante todas las estaciones”.

La lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodo de más de 12 horas luz (día largo) acompañado de altas temperaturas (más de 26 °C) emite su tallo floral, siendo más sensibles las lechugas de hojas que las de cabeza. El cultivo de lechuga exige mucha luz, debido a que la escasez de ella provoca que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas se suelten. Se recomienda considerar este factor para una densidad de población adecuada y para evitar el sombreado de las plantas. Así mismo, la productividad del cultivo, así como su color sabor y textura, depende en gran parte de una alta luminosidad solar (Ampuero, 2014).

El sistema radicular de la lechuga es bastante menor en comparación con la parte aérea de la planta, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque este sea muy breve. Por ello la humedad relativa conveniente para la lechuga varía entre un 60% y 80%. Una disponibilidad adecuada de humedad y temperaturas frescas es muy importante y necesaria al momento de la formación de cabezas bien acogolladas. A baja humedad y altas temperaturas, aumenta la incidencia de quemaduras en las puntas de las hojas. El exceso de agua de lluvia y de riego puede lixiviar los nutrientes del suelo, así como también favorecer la presencia de enfermedades fungosas, bacterianas e insectiles (Ampuero, 2014).

b. Suelo

INFOAGRO (2018) menciona que, “los suelos preferidos por los cultivos de lechuga son los ligeros, areno-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6.7 y 7.4. Este cultivo en ningún caso admite la sequía, aunque es conveniente que la superficie del suelo esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de la podredumbre del cuello”.

Ampuero (2014) señala que la lechuga,

Requiere suelos con alto contenido de materia orgánica, buen drenaje, alta capacidad de retención de humedad y un pH que oscile entre (7 y 7.5). El suelo debe ser trabajado previamente a una profundidad de 30 centímetros como mínimo para poder lograr un buen drenaje y además favorecer el lavado de sales provenientes de agua de riego y de la fertilización. Por otro lado, la nivelación del suelo es un aspecto muy importante al momento de la preparación del terreno, ya que de lo contrario podría ocurrir la formación de charcos en lugares no adecuados para el cultivo, lo cual es una situación que predispone la posible aparición de enfermedades fúngicas en el suelo. La lechuga es una hortaliza que puede ser cultivada en suelos que tengan un pH al menos de 6,0. En la práctica es preferible ajustar el pH añadiendo un encalado durante la preparación del suelo hasta alcanzar el 6.5, debido a que este cultivo es susceptible a las deficiencias de calcio. La lechuga prefiere suelos ligeros, arenosos-limosos, con buen drenaje y un pH entre (6.7 y 7.4). En cultivos de verano, son preferibles los suelos ricos en materia orgánica, pues hay mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido. En lo que se refiere a salinidad, la lechuga es sensible al exceso de salinidad en el suelo. Por lo cual se propone cultivar previamente en el terreno hortalizas resistentes o tolerantes, como mínimo por cuatro años. La lechuga no

tolera la salinidad del suelo y que por ellos debe abonarse en pequeñas dosis, con el objetivo de evitar un aumento del contenido de sales del terreno.

Finalmente, Valencia (1995) señala que, “la lechuga no es muy exigente en los suelos, se considera una especie medianamente tolerante a la acidez, siendo su pH óptimo 6,8, aunque puede prosperar sin problemas en suelos con pH de 5,0-8,0. En cuanto a la conductividad eléctrica (salinidad) del suelo se considera como susceptible. A valores mayores de 1,2 mmhos/cm, puede verse afectada a su desarrollo si el riesgo no es manejado en forma eficiente”.

1.2.5. Manejo del cultivo

a. Propagación de lechuga

Valencia (1995) señala que:

La lechuga se propaga por semilla botánica. La semilla puede tener una viabilidad de hasta cuatro años en condiciones ambientales favorables, la semilla puede ser de color negro, marrón o blanco. La temperatura óptima de germinación esta entre 15 y 20° C. A temperaturas menores de 10° C y mayores de 30° C su germinación disminuye a menos del 50%. En condiciones ambientales óptimas necesitan 2-4 días para germinar.

b. Siembra

Valencia (1995) afirma que:

La lechuga se puede realizar en forma directa en campo definitivo, utilizando 1,5 kg de semilla por hectárea. En otros casos se siembra primero en almácigo y posterior trasplante a campo definitivo, en este último caso solo es necesario de 0,5-0,8 kg de semilla/ha. Con frecuencia en siembra directa al momento de hacer el raleo se utilizan las plantas que han sido extraídas para trasplantar a otros campos lo que es un sistema mixto de siembra directa y siembra con trasplante. La siembra es manual colocando 3-4 semillas por golpe de acuerdo al distanciamiento establecido y a doble hilera. La densidad dependiendo del distanciamiento se puede tener de 60-80 mil plantas por hectárea. La mayor parte de la semilla es importada, la cual viene desinfectada, en caso de semilla nacional se debe desinfectar.

Universidad Nacional de Lujan (2026) menciona que:

El cultivo de lechuga puede realizarse a campo o bajo distintas formas de protección como túnel bajo, túnel alto, medias sombras, invernaderos calefaccionados o fríos. El suelo debe ser trabajado en profundidad para lograr un buen drenaje de las sales del agua de riego y de la fertilización. Es necesaria una buena nivelación, pues el encharcamiento favorece el problema de Sclerotinia. El cultivo puede iniciarse por siembra directa o mediante la realización de almácigo y trasplante. Siembra directa: puede hacerse al voleo (3 a 4 kg de semilla/ha) o en líneas (2 a 3 kg de semilla/ha). La siembra debe ser superficial (profundidad menor a 1,5 cm). El almácigo para producción de plantines a raíz desnuda se realiza utilizando entre 1 y 12 g de semilla/m² de almácigo, para obtener de 700 a 800 plantines, mientras que el almácigo para la siembra de plantines con pan de tierra se realiza en bandejas con celdas de capacidad variable (25 a 50 cm³) en forma de cono invertido o piramidal. El trasplante se efectúa cuando las plantas alcanzan los 8 a 10 cm de altura y poseen entre 5 y 6 hojas verdaderas. La plantación puede realizarse en hileras distanciadas de 25 a 30 cm y 20 a 30 cm entre plantas. También puede trasplantarse sobre lomos de 0,6 a 0,8 m de ancho, con una hilera de plantas a cada lado del lomo.

Ampuero (2014) en relación a la siembra señala que:

Existen dos tipos de establecimiento para el cultivo de lechuga, los que se conocen como almácigo y trasplante, y por siembra directa. Por lo general y de preferencia se realiza trasplante por sobre siembra directa. Bajo esta situación, si el trasplante se hace a raíz desnuda el ciclo del cultivo se alarga y las plantas no son tan uniformes. Es por ello que se debe recurrir al uso de plantas criadas en cepellón de sustrato preparado en bandejas (speedling). Cuanto más pequeño sea el cepellón, es menos costoso, pero a la vez, la planta se vuelve más sensible a la sequía y por lo tanto el riego se debe controlar cuidadosamente.

c. Preparación del terreno definitivo

Valencia (1995) señala que, para el cultivo de lechuga se necesita un terreno bien mullido. La importancia de la preparación del terreno y los objetivos que se persiguen pueden resumirse en:

- Aumentar el contenido de aire en la capa arable del suelo
- Mejorar la capacidad de absorción y retención de agua

- Favorecer el desarrollo radicular del cultivo
- Controlar la emergencia de malas hierbas
- Dificultar la propagación de ciertas plagas y patógenos
- Incorporar materia orgánica (abono verde, rastrojos, estiércol).

d. Trasplante

Valencia (1995) menciona que, “en caso que se realice almácigo y posterior trasplante a campo definitivo los cuidados que se deben tener son los de proporcionar una buena humedad al almácigo para extraer las plántulas sin dañar su sistema radicular y regar el campo definitivo para lograr un buen establecimiento del cultivo”.

Ampuero (2014) indica que:

La lechuga se siembra en un semillero o almacigo (speedling) a 5 milímetros de profundidad. Aproximadamente un mes o 40 días después de siembra, cuando la planta tiene alrededor de 5 a 6 hojas verdaderas y una altura de 8 centímetros, se trasplanta al lugar definitivo. Para evitar podredumbre en el cuello del tallo o que se sequen las raíces, la plantación debe hacerse de tal forma que la parte superior del cepellón quede al nivel del suelo (SIAP, 2013). Las plantas de lechuga en semilleros y almacigos, se inician en invernadero, lugar donde permanecen alrededor de 4 a 5 semanas antes del trasplante. Actualmente el método más utilizado para la formación de las plántulas antes de realizar el trasplante, es el de bandejas tipo “speedling” de poliestireno que, debido al diseño y tamaño de sus cavidades, dan forma de cono al cepellón y además promueven un mayor crecimiento de raíces secundarias lo que se traduce en un mejor establecimiento de la planta al aire libre.

e. Densidad de plantas

En lechuga comercial se pueden obtener poblaciones de 66,000-72,000 plantas ha⁻¹, utilizando surcos de 0.90 - 1.00 m, y de 30-35 cm entre plantas y 25 cm entre hileras. Las lechugas con crecimiento un tanto erecto y las variedades de planta pequeñas o que forman cabezas pequeñas se adaptan a un espaciamiento corto en el surco que va de 10 a 20 cm entre plantas. Las lechugas de cabeza o arrepolladas, como el grupo Great Lakes, requieren de 25 a 30 cm, hasta 45 cm entre plantas. En Perú, por ejemplo, se deja 0.70 m surcos y 0.25 a 0.30 m entre plantas. En el huerto casero los surcos para

lechuga de hoja pueden espaciarse de 0.20 a 0.45 m entre sí. En Tarma - Perú es frecuente encontrar densidades hasta de 30 plantas por metro cuadrado en la variedad White Boston, bajo producción muy intensiva, en terrazas. En producción comercial extensiva bajo riego, los surcos están de 0.35 a 0.42 m entre sí. Frecuentemente se siembra en la parte superior de los surcos formando eras o camas. (Valadez, 1994)

f. Riego

Valencia (1995) señala que, “la lechuga necesita humedad suficiente para desarrollarse y mantenerse turgente. Los riegos deben ser preferentemente ligeros y frecuentes. Cerca de la cosecha es muy susceptible al exceso de humedad que puede causar pudriciones. El tipo de riego más frecuente es por surcos”.

Valadez (1994) menciona que, “no hay reportes específicos en campo, sin embargo, en la práctica se ha observado que los periodos críticos son la germinación y cuando empieza a formar cabeza (Var. Capitata), por lo que se recomienda humedad permanente en el suelo a lo largo de su desarrollo para obtener lechugas de buen peso y comercializables”.

Ampuero (2014) recomienda realizar “riegos bien dosificados y constantes, para mantener la planta en desarrollo ininterrumpido. Por otro lado, el cultivo de lechuga también funciona muy bien con riego por microaspersión y riego por goteo. También se añade que en el establecimiento por almácigo y trasplante es básico que el suelo se mantenga a capacidad de campo, hasta empezar la madurez”.

g. Control de malezas

Valadez (1994) afirma que “la escarda es una práctica que ayuda a la eliminación de las malezas entre surcos, además ayuda a aflojar el suelo, sobre todo si es arcilloso, se recomienda hacerlo a las tres semanas después del trasplante”.

h. Cosecha

Valencia (1995) menciona que “la cosecha depende del tipo de lechuga, variedad y forma de cultivo. En condiciones de campo abierto la cosecha se realiza de 70-80 días después de la siembra. En condiciones de invernadero y en cultivo hidropónico la cosecha se produce a los 46 días. Respecto a la comercialización en campo es por docenas y al consumidor por unidades”.

Martínez et al. (2024) señala que,

el momento de cosecha difieren según los tipos de lechuga. En lechugas de cabeza, la prioridad está dada por un buen desarrollo de la cabeza, para ello existe una clasificación por solidez de las cabezas que determina el estado de madurez y la vida postcosecha de las mismas. Las cabezas se consideran firmes cuando son compactas, pero pueden ceder levemente a una presión moderada. En este momento, el producto presenta las máximas posibilidades de almacenamiento. El periodo desde emergencia de las plántulas hasta la cosecha de una cabeza de lechuga bajo fotoperiodo normal y temperaturas cálidas, se extiende desde los 55 días a los 77 días. Cuando las lechugas se cultivan bajo temperaturas frías y fotoperiodos cortos, la maduración de las cabezas puede extenderse hasta los 170 días, debido a que las plantas experimentan una respuesta más lenta al crecimiento. A diferencia de la siembra directa en el terreno definitivo, el trasplante después de la formación de las plántulas en almácigo podría reducir de 1 semana hasta 4 semanas el periodo de permanencia de la lechuga en el campo.

i. Rendimiento

Martínez et al. (2024) mencionan que “en lechugas de cabeza la prioridad está dada por un buen desarrollo de la cabeza. Existe una clasificación por solidez de las cabezas que determina el estado de madurez y la vida postcosecha de las mismas. Las cabezas se consideran firmes cuando son compactas, pero pueden ceder levemente a una presión moderada. En este momento, el producto presenta las máximas posibilidades de almacenamiento. La cosecha se realiza en forma manual y escalonada en el cultivo”.

1.2.6. Variedades de lechuga

Dentro de la especie *Lactuca saliva* L. existen 5 variedades botánicas que se indican a continuación:

- *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Lam.) Janchen: Lechugas que se aprovechan por sus hojas y no forman verdaderos cogollos. Son las correspondientes a las lechugas llamadas Romanas o Cos. La planta desarrolla hojas grandes, erguidas, oblongas y obovadas, de 20 a 30 cm de largo y 6 a 10 cm de ancho, con nervadura prominente, superficie ligeramente ondulada y borde irregularmente denticulado. El tallo se presenta de mayor longitud que en otras variedades y permanece protegido por el

conjunto de hojas, las que forman una cabeza cónica o cilíndrica por su disposición erecta, pudiendo alcanzar un gran peso, de hasta 2 kg. (Saavedra, 2017 p. 21)

- *Lactuca sativa* L. var. capitata (L.) Janchen: Variedades que forman un cogollo apretado, la forma de sus hojas suele ser ancha y corresponden a las lechugas conocidas como de amarra, mantecosas o españolas. Presentan hojas lisas, relativamente delgadas, orbiculares, anchas, sinuosas y de textura suave o mantecosa; las hojas más internas forman un cogollo amarillento al envolver las más nuevas. En general, se distinguen dos subtipos: las de verano, para cultivo al aire libre, llegan bien a la madurez y son más grandes; y las de invierno, que pueden ser cultivadas al aire libre o en invernadero, más pequeñas de tamaño y con menos llenado. Estas variedades tienen menor tamaño y son más precoces, con ciclos de entre 55 a 70 días, por lo que son los más usados para la producción en invernadero. En este tipo algunas de las variedades se citan a la Española o Gallega, la White Boston, la Milanese. (Saavedra, 2017 p. 22)
- *Lactuca sativa* L. var. crispa L.: corresponde a las lechugas que forman cabeza, como las Great Lakes o Batavias. En este grupo se distinguen dos subtipos: las llamadas Iceberg, que forman una cabeza compacta, y las Batavia, que forman una cabeza menos densa, son más pequeñas y de formas irregulares. En ambos casos, en su desarrollo la planta pasa desde un estado de roseta hasta que las primeras hojas se alargan, pero cada incremento en número de hojas aumenta el grosor de la planta hasta que se convierte en más ancha que larga cuando madura. Cuando alcanza 10 a 12 hojas, estas se ponen curvadas envolviendo las hojas interiores, lo cual lleva a formar una cabeza esférica. Dentro de este tipo se encuentra la Variedad Great Lakes, salinas-Vanguard, Iceberg. (Saavedra, 2017 p. 23)
- *Lactuca sativa* L. var. acephala Dill: se caracteriza por tener las hojas sueltas y dispersas. Son las lechugas de corte o de hojas sueltas (loose leaf), ya que, como su nombre lo indica, este tipo no forma cogollo, sino que sus hojas son sueltas, no envolventes. Aunque se comercializan enteras, su principal virtud se aprecia en las huertas caseras, ya que sus hojas se pueden ir cosechando individualmente. Son muy populares para cultivo hidropónico, aunque también se cultivan en suelo. Estas plantas forman una roseta muy plana, las hojas pueden variar en contenido de antocianinas, dando muy interesantes colores o combinaciones de colores, además los bordes de las hojas son muy variados en formas. (Saavedra, 2017 p. 24)
- *Lactuca sativa* L. var. augustuana All.: Son las lechugas espárrago o de tallo cultivadas solamente en China. En este tipo se utiliza principalmente el tallo carnoso y también

las hojas, que pueden presentar color verde o rojizo. Presenta un hábito más alto que las otras variedades como resultado del desarrollo de entrenudos más largos en su tallo, con las hojas dispuestas libremente, sin formar cogollo. (Saavedra, 2017 p. 25)

1.3. Bioestimulantes

Los bioestimulantes agrícolas son sustancias y/o microorganismos que mejoran la eficiencia de los procesos naturales de las plantas, potenciando el crecimiento, la calidad de los cultivos y la tolerancia a estrés abiótico y biótico, todo ello de forma sostenible. A diferencia de los fertilizantes, no aportan nutrientes directamente, sino que estimulan los procesos fisiológicos de la planta, optimizando la absorción y el uso de los nutrientes y mejorando la calidad de la cosecha. Sus ingredientes pueden incluir extractos de algas, ácidos húmicos, aminoácidos y microorganismos benéficos.

Un bioestimulante es una sustancia, microorganismo o mezcla de ellos, que al ser aplicados a las plantas estimulan benéficamente varios procesos en ellas. Por ejemplo, ayudan a absorber y asimilar mejor los nutrientes que se encuentran en el suelo, ser más tolerantes a diversos factores como la sequía, salinidad, frío, calor o ser resistentes a plagas (organismos que atacan y destruyen los cultivos) y enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus, nemátodos entre otros; que sin un manejo adecuado disminuyen su rendimiento y provocan su muerte. Además, los bioestimulantes mejoran sus características agronómicas, obteniendo alimentos de mejor calidad y libres de agroquímicos y/o pesticidas. Los bioestimulantes y fertilizantes no son lo mismo, aun cuando se utiliza con gran frecuencia en la agricultura. Existe una gran diferencia entre ellas, los fertilizantes son sustancias orgánicas o inorgánicas que contienen los nutrientes necesarios para que la planta se desarrolle correctamente. Por el contrario, los bioestimulantes no le proporcionan nutrientes directamente a la planta, si no que estimulan los procesos fisiológicos de ésta, para que por sí misma mejore la disponibilidad y absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo, dando como resultado plantas sanas y fuertes (Muñoz-Ibarra, 2024 p. 2).

1.3.1. Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son compuestos orgánicos complejos que provienen de la descomposición de materia vegetal y animal y se encuentran en el humus del suelo. Su uso en la agricultura beneficia tanto al suelo como a las plantas, mejorando la estructura del suelo,

aumentando la retención de agua y nutrientes, facilitando la absorción de estos por las raíces, estimulando el metabolismo de las plantas y ayudando a fijar elementos tóxicos.

Los ácidos húmicos y fúlvicos cumplen funciones fundamentales en la dinámica y fertilidad del suelo. Estos compuestos favorecen el incremento de la fertilidad edáfica al estimular la actividad microbiológica y mejorar las propiedades físicas del suelo. Asimismo, contribuyen a la formación de una estructura más estable, lo que facilita la infiltración y retención de agua. Otra función importante es su capacidad para actuar como agentes complejantes naturales, promoviendo la disponibilidad y liberación de nutrientes esenciales para las plantas. Del mismo modo, participan en la degradación de diversas sustancias tóxicas, entre ellas nicotina, aflatoxinas, antibióticos, chalotes y numerosos pesticidas orgánicos. Además, ayudan a regular el pH del suelo, favorecen la liberación de dióxido de carbono y amortiguan las variaciones térmicas del suelo, reduciendo también la velocidad de evaporación del agua (Artal, 2020).

Los cationes o iones con carga positiva son atraídos y retenidos por los ácidos húmicos mediante procesos de intercambio iónico. Gracias a este mecanismo, el humus conserva las bases de intercambio y facilita que los nutrientes liberados puedan ser absorbidos con mayor eficiencia por las plantas. Las raíces, al poseer una carga negativa superior a la de los ácidos húmicos, favorecen la transferencia de estos iones positivos hacia el sistema radicular, incrementando así la disponibilidad nutricional. Sin este mecanismo natural, gran parte de los nutrientes permanecerían inmovilizados en el suelo y no podrían ser aprovechados por las plantas para su crecimiento y desarrollo (Artal, 2020).

1.3.2. Extracto de algas marinas (EAM) (Kelpak)

Espinoza-Anton (2020) cita numerosos autores quienes mencionan que:

Los extractos de algas además de los reguladores del crecimiento y los polisacáridos, poseen otros compuestos bioactivos que pueden inducir mecanismos de defensa en las plantas y promover el crecimiento vegetal. Por ejemplo, ácidos grasos poliinsaturados (ω -3 y ω -6), aminoácidos (alanina, glicina, valina, aspartato, glutamato, arginina, treonina), vitaminas (B, C, E y K) y esteroides (fucoesterol, ergosterol, colesterol, estigmasterol). Asimismo, se han identificado compuestos osmoprotectores que pueden mejorar la respuesta agronómica de los cultivos bajo condiciones de estrés osmótico, tales como betaínas, prolina, sorbitol y manitol. Otros constituyentes abundantes en los

EAM son los nutrientes minerales debido a la capacidad de las algas de absorber elementos químicos del ambiente marino y acumularlos en la estructura molecular de quelatos como los polisacáridos sulfatados y los compuestos fenólicos. La composición mineral de diferentes macroalgas marinas detalla la presencia de macrominerales como potasio, nitrógeno, magnesio, calcio y sodio y de microminerales como cobre, hierro, manganeso, zinc, cadmio, cobalto, yodo, molibdeno, boro y níquel. También se refiere la presencia de cientos de metabolitos secundarios con propiedades antioxidantes, como son compuestos fenólicos, flavonoides, tocofenoles, carotenoides (α y β caroteno, luteína, fucoxantina, violaxantina), ácido ascórbico, terpenoides y aminoácidos tipo micosporina. Los EAM representan bioproductos alternativos que mejoraran el estado nutricional de los cultivos, pues promueven la absorción y asimilación de agua y sales minerales en condiciones subóptimas. Estos efectos se alcanzan cuando se usan los extractos directamente en el suelo, mediante aspersión foliar o una combinación de ambos modos de aplicación. En este último caso se propiciaría una fertilización más eficiente, ecológica y orientada a producir cosechas con mayor calidad, rendimiento y mejor costo-beneficio. La aspersión foliar beneficia la absorción de nutrientes presentes en los extractos de algas a través de los estomas y poros hidrofílicos de la cutícula; mientras que la aplicación en el suelo facilita la retención de la humedad, provee un entorno favorable para el desarrollo radical y estimula actividades microbianas asociadas con la mineralización y movilización de nutrientes. (p. 3 -10)

Kelpak

Es un concentrado líquido de alga *Ecklonia máxima* cosechada fresca. Alga que tiene una alta tasa de crecimiento, proporcional a su concentración de fitohormonas. Estimula la germinación y rápido enraizamiento de semillas y así el establecimiento de los cultivos, llegando sus resultados hasta cosecha (mayor rendimiento). Estimula la formación de raíces de las plantas, especialmente indicado para inmersión de raíces o plántulas antes del trasplante. La mayor producción de raíces secundarias estimula una mayor absorción de agua y nutrientes desde el suelo, que, junto a una mayor producción endógena de citoquininas, produce plantas con mejor follaje, determinando incrementos en la producción y calidad de las cosechas. Estimula una mejor cuaja en frutales, debido a la alta actividad Auxínica y de los Brassinoesteroides, hormonas responsables de la elongación de los tubos polínicos. Estimula el tamaño de frutos y bayas (uva de mesa, berries). Las Auxinas junto a los Brassinoesteroides de Kelpak, estimulan la

elongación celular y así frutos de mayor tamaño. Estando aplicado, confiere a las plantas un alto grado de resistencia a diversos estreses, tales como: frío (micro-heladas), falta de agua, altas temperaturas, salinidad, entre otros . Esto dado principalmente por la actividad de las poliaminas. Es un producto biodegradable, aprobado para el uso en agricultura orgánica (Certificación IMO y BCS) y por lo tanto no tiene restricciones de carencia. Además, es compatible con todos los productos fitosanitarios y fertilizantes foliares de uso común. (Kelpak, s.f)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del trabajo de investigación

Este trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres . Los detalles se mencionan a continuación:

2.1.1. *Ubicación política*

Departamento: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Andrés Avelino Cáceres

Localidad: Canaán

2.1.2. *Ubicación geográfica*

Latitud: 13°10'8.72"

Longitud: 74° 12' 12.85" O

Altitud: 2750 msnm.

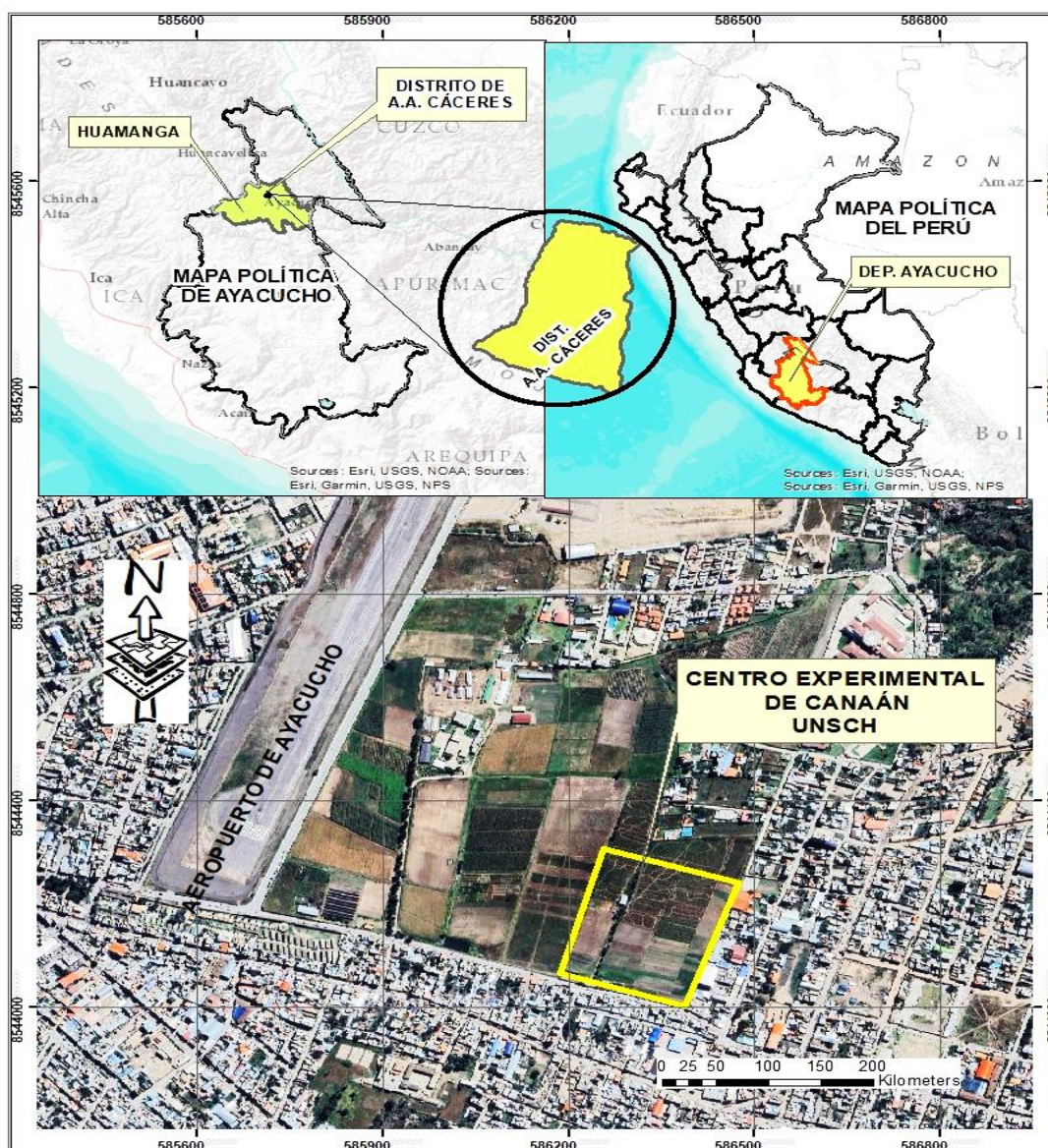
Pendiente: 1-2 %

2.1.3. *Ubicación ecológica*

Según la clasificación de Holdridge de zonas de vida, el Centro Experimental de Canaán pertenece a la zona de vida de montano bajo subtropical de estepa espinosa (ee-MBS), la altitud está entre 2000 y 3100 msnm.

Figura 2.1

Mapa de ubicación del centro experimental de Canaán, lugar del experimento, elaborado a partir de cartas nacionales de geogpsperu



2.2. Antecedentes del terreno experimental

En el terreno destinado para realizar el trabajo investigación, en la campaña anterior 2022 el terreno agrícola estuvo destinado a la producción comercial de cebolla china y col.

2.3. Características físicas y químicas del suelo

Con el propósito de determinar las propiedades físicas y químicas del suelo del sector Canaán, se efectuó el muestreo en la parcela experimental. Para ello, se recolectaron 16

submuestras de la capa superficial del suelo a una profundidad de 20 cm, siguiendo un recorrido en zigzag a través del terreno. Posteriormente, las submuestras fueron homogenizadas cuidadosamente, obteniéndose una muestra compuesta representativa de aproximadamente 1 kg. Dicha muestra fue remitida al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet”, perteneciente al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde se realizaron los análisis correspondientes.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán, 2750 msnm

Componentes	Valor	Método	Interpretación
pH (H ₂ O 1:2.5)	7.85	Potenciómetro	Moderadamente alcalino
M.O. (%)	2.79	Walkley Black	Bajo
N total (%)	0.14	Semi micro-Kjeldahl	bajo
P disponible (ppm)	21.4	Olsen	Medio
K disponible (ppm)	212.7	Acetato de sodio pH 4.8	Medio
Arena (%)	45.8	Hidrómetro	Clase textural (franco)
Limo (%)	28.9	Hidrómetro	
Arcilla (%)	25.3	Hidrómetro	

Nota: Analizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” UNSCH

De acuerdo con los resultados del análisis físico-químico del suelo presentados en la tabla 2.1 y considerando los criterios establecidos por Ibáñez y Aguirre (1983), el suelo evaluado se clasifica con una textura franca y un pH ligeramente alcalino de 7.85. Asimismo, presenta bajos contenidos de materia orgánica y nitrógeno total, con valores de 2.79% y 0.14%, respectivamente; mientras que los niveles de fósforo y potasio disponibles se encuentran en rangos medios. En términos generales, estas características edáficas resultan favorables para el adecuado desarrollo del cultivo de lechuga.

2.4. Características climatológicas

La información climática utilizada en la presente investigación fue obtenida de la Estación Meteorológica del INIA, administrada por la oficina OPEMAN del Gobierno

Regional de Ayacucho. Dicha estación se encuentra ubicada en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, Ayacucho, a una altitud de 2750 m s. n. m., con coordenadas geográficas de 13° 08' 14'' de latitud sur y 74° 13' 14'' de longitud oeste. A partir de estos registros meteorológicos se efectuaron los cálculos de evapotranspiración potencial y balance hídrico, cuyos resultados se presentan en la tabla 2.2 y figura 2.2.

Durante el periodo de desarrollo del cultivo se registró una temperatura media de 17.73 °C, alcanzando valores máximos de 25.37 °C y mínimos de 10.09 °C. Asimismo, la precipitación acumulada anual fue de 639.60 mm. En el transcurso de la ejecución de la investigación, comprendida entre enero y marzo de 2024, se evidenciaron condiciones meteorológicas caracterizadas por precipitaciones moderadas, registrándose valores de 9.90 mm, 26.00 mm, 35.00 mm, 85.80 mm, 80.10 mm y 157.80 mm, respectivamente.

Tabla 2.2

Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023-2024 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) – Ayacucho

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

Altitud: 2735 msnm

Provincia : Huamanga

Latitud: 13°08'00''

Departamento : Ayacucho

Longitud: 74°32'10''

AÑO	2023									2024				
MESES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL	PROM
T° Máxima media mensual (°C)	25.27	24.59	25.15	25.74	26.52	25.97	26.43	26.47	24.72	24.75	24.63	24.23		25.37
T° Mínima media mensual (°C)	9.67	8.85	6.29	7.13	8.12	10.37	12.24	11.94	11.63	11.76	11.43	11.62		10.09
T° Media mensual (°C)	17.47	16.72	15.72	16.44	17.32	18.17	19.33	19.20	18.17	18.26	18.03	17.92		17.73
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96		
ETP (mm)	83.87	82.91	75.44	81.52	85.92	87.22	95.90	92.18	90.14	90.55	83.65	88.90	1038.20	
Precipitación (mm)	24.60	25.80	0.00	0.00	0.00	9.90	26.00	35.00	85.80	80.10	157.80	194.60	639.60	
ETP Ajustado (mm)	51.67	51.08	46.48	50.22	52.93	53.73	59.08	56.79	55.53	55.79	51.53	54.77		
Humedad del suelo (mm)	-27.07	-25.28	-46.48	-50.22	-52.93	-43.83	-33.08	-21.79	30.27	24.31	106.27	139.83		
Exceso (mm)									30.27	24.31	106.27	139.83		
Déficit (mm)	-27.07	-25.28	-46.48	-50.22	-52.93	-43.83	-33.08	-21.79						

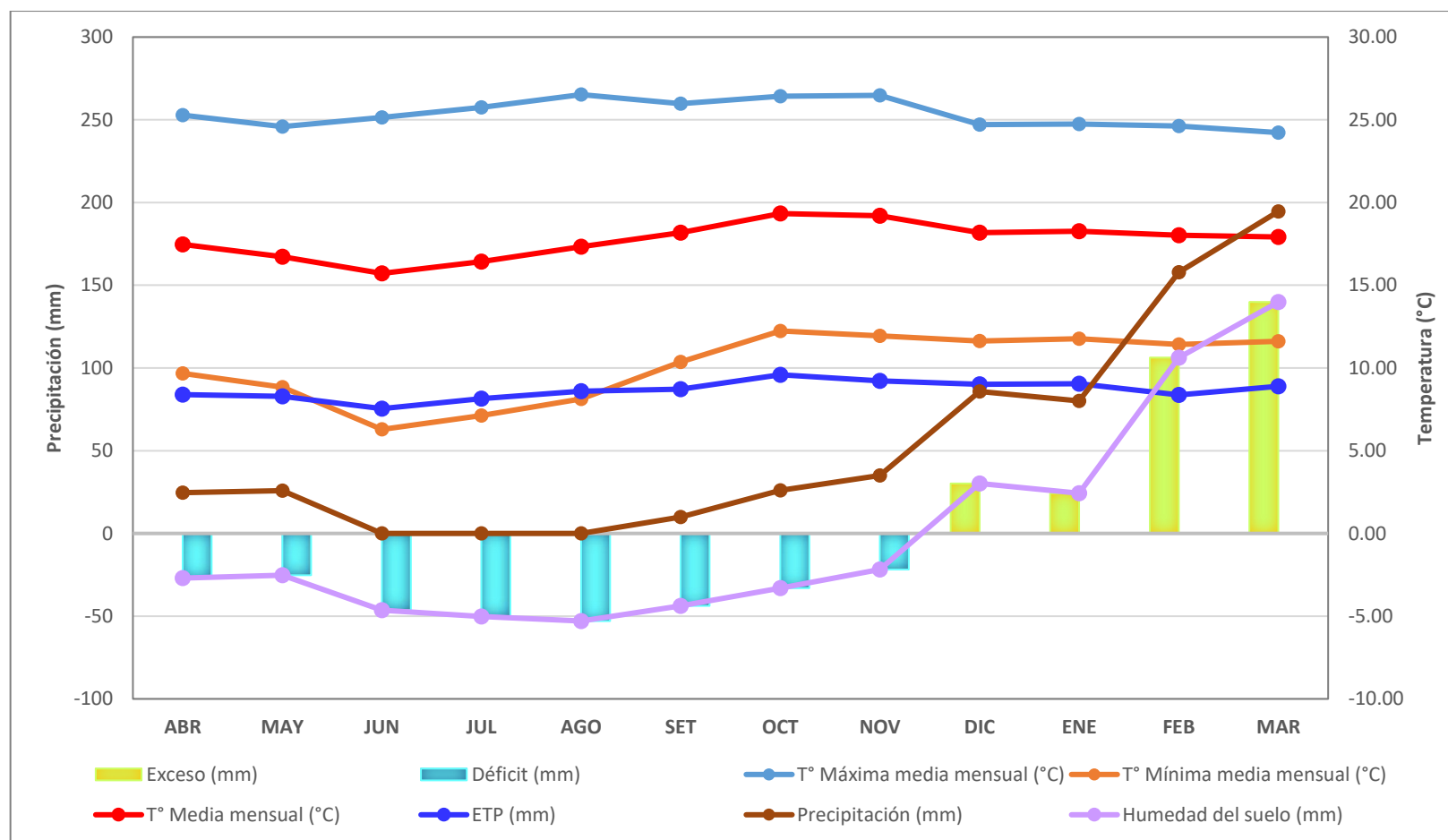


Figura 2.2 Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023 - 2024; Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) – Ayacucho

2.5. Material experimental

2.5.1. Material vegetativo

Se utilizó plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) del cultivar Great Lakes, de cabeza o repollo grande, redondo, firme, compacto y cubierta por hojas envolventes de color verde oscuro. Es muy resistente a los daños de invierno y rara vez sufre quemaduras o chamuscado. Tiene muy buena resistencia al transporte.

2.5.2. Extracto de algas (Kelpak - *Ecklonia máxima*)

Se trata de un regulador de crecimiento vegetal con efecto promotor del desarrollo radicular, elaborado a partir del alga marina *Ecklonia maxima*. Su obtención se realiza mediante un proceso de ruptura celular en frío por diferencial de presiones, tecnología innovadora y exclusiva a nivel mundial. Además, es un producto completamente natural que cuenta con certificaciones internacionales para agricultura orgánica.

Este bioestimulante posee un balance adecuado de biorreguladores que favorecen el crecimiento de raíces y follaje, incrementando la capacidad de las plantas para tolerar condiciones de estrés y contribuyendo a la optimización del rendimiento del cultivo.

Asimismo, presenta una elevada concentración de auxinas y un contenido relativamente bajo de citoquininas. Esta relación hormonal estimula la división y elongación celular, favoreciendo el incremento del tamaño de los frutos.

a) Formulación (g/L)

Nitrógeno total-N	5.0
Nitrógeno Amoniacal-N	5.0
Fósforo Asimilable P ₂ O ₅	44.0
Potasio Soluble en agua	7.0
Carbono Orgánico Oxidable Total	24.0
Densidad g/cc	1.06
pH sol al 10%	4,1
Enterobacterias totales	Menos de 10 UF/ml
<i>Salmonella</i> sp	Ausente en 25 ml de producto

b) Recomendaciones de uso

Kelpak es un fertilizante orgánico-mineral de origen natural elaborado a partir del alga marina *Ecklonia maxima*. Este producto ha sido desarrollado para estimular el metabolismo vegetal y regular los procesos fisiológicos celulares, destacando principalmente por su efecto en la promoción y fortalecimiento del sistema radicular de las plantas (Agroactivo, 2023).

Su aplicación resulta especialmente recomendable durante las primeras fases de crecimiento del cultivo, tales como el enraizamiento en bancos de propagación, bandejas de almácigo, posteriores al trasplante y en las etapas iniciales de desarrollo vegetativo.

2.5.3. Ácidos Húmicos (HumiGrow® EHT 80%)

HumiGrow® EHT 80% es una enmienda orgánica con alto contenido de EHT (Extractos húmicos totales) principalmente de Ac. Húmicos (75%) provenientes de leonardita de muy alta calidad. Actúa favorablemente sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, contribuyendo a mejorar las condiciones para la retención y disponibilidad de nutrientes en el momento y cantidad requeridos por el cultivo. Su composición incluye una elevada concentración de grupos funcionales activos, tales como ácidos carboxílicos e hidroxilos fenólicos, los cuales participan en diversos procesos de intercambio y disponibilidad nutricional. Asimismo, los coloides presentes en el producto favorecen la adsorción de nutrientes, incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y aportan compuestos bioactivos que estimulan la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Entre los principales efectos benéficos sobre el suelo, destaca el incremento de la capacidad de intercambio catiónico, debido a que los ácidos húmicos actúan como coloides capaces de retener nutrientes en la zona radicular. Además, mejora la estructura del suelo mediante la formación de agregados, favoreciendo la creación de macroporos y microporos donde se almacenan agua, aire y nutrientes. También contribuye a la formación del complejo arcillo-húmico y genera condiciones favorables para el desarrollo de la microbiota edáfica, responsable de la descomposición de la materia orgánica y de la transformación de nutrientes a formas disponibles para las plantas.

Por otro lado, los ácidos húmicos poseen una elevada capacidad de retención hídrica, pudiendo almacenar hasta quince veces su peso en agua. Asimismo, favorecen la disgregación

de arcillas en suelos compactados y contribuyen a mejorar la estructura en suelos arenosos. Presentan además un efecto quelante sobre macro y micronutrientes, facilitando su disponibilidad y movilidad hacia las raíces. Su acción es continua y persistente, incrementando la permeabilidad en suelos pesados, reduciendo la salinidad mediante la retención de cationes sodio (Na^+) y actuando como agentes amortiguadores que estabilizan el pH del suelo.

En las plantas, HumiGrow® EHT 80% promueve el desarrollo radicular y mejora la respiración de las raíces, favoreciendo un crecimiento más vigoroso tanto de las estructuras vegetativas como reproductivas. Del mismo modo, estimula la síntesis de clorofila y la actividad fotosintética, contribuyendo al adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo.

Puede aplicarse al inicio de la campaña agrícola en mezcla con materia orgánica. En aplicaciones foliares, el producto debe disolverse previamente en una pequeña cantidad de agua hasta lograr una suspensión uniforme; posteriormente, se completa el volumen total en el tanque de aplicación. La pulverización puede realizarse con mochila manual o motorizada, procurando generar gotas finas que permitan una cobertura eficiente del cultivo.

2.6. Variables e Indicadores

a. Variables independientes e indicadores

Bioestimulante (B)

b₁: testigo

b₂: 1.5. L ha⁻¹ ácido húmico - ácido fúlvico (AH)

b₃: 3 L ha⁻¹ extracto de algas (EA)

b₄: 3 L ha⁻¹ extracto de algas + 1.5 L ha⁻¹ ácido húmico-ac. fúlvico (AH + EA)

b. Variables dependientes e indicadores

- Variables de precocidad

- Días a Madurez comercial

- Variables de rendimiento

- Altura de pella
- Altura polar de pella
- Diámetro ecuatorial de pella
- Peso de pella

- Rendimiento de pellas (kg ha^{-1})
- Cantidad de pellas comerciales por hectárea.

2.7. Criterios de evaluación de los caracteres evaluados

a) Altura polar de la pella en lechuga (cm)

Para la evaluación se seleccionaron aleatoriamente cinco plantas en estado de madurez comercial provenientes de los surcos centrales de cada parcela experimental. Posteriormente, utilizando una regla graduada, se procedió a medir el diámetro polar de la pella de lechuga correspondiente a cada tratamiento.

b) Diámetro ecuatorial de la pella en lechuga (cm)

Se cosechó 5 plantas al azar en estado de madurez comercial de los surcos centrales de la parcela y con la ayuda de una regla se procedió a medir diámetro ecuatorial de la pella de la lechuga por tratamiento.

c) Número de pellas comerciales por hectárea

Se contabilizaron todas las pellas comerciales de lechuga en los surcos de la unidad experimental aptas para el mercado, en los diferentes momentos de la cosecha.

d) Peso de cabeza de la lechuga (kg)

Antes de la cosecha general, se cosechó 5 plantas (pellas) al azar en estado de madurez comercial de los surcos centrales de la parcela por tratamiento y se pesaron en una balanza digital de 5 kg, luego se obtuvo el peso promedio por pella de lechuga.

e) Rendimiento de cabezas comerciales (kg ha^{-1})

Se cosecharon todas las plantas (pellas) de lechuga de la parcela que se encontraban en madurez comercial; se realizó el corte con un cuchillo en el cuello de la planta a ras del suelo, luego de desprender las hojas basales se pesaron en una balanza digital de capacidad 100 kg. Este valor se infirió a una hectárea para efectos del análisis estadístico.

f) Precocidad (Periodo de inicio de cosecha en días)

El periodo de inicio de cosecha se considerará el tiempo transcurrido desde el momento del trasplante a terreno definitivo hasta que las plantas presenten pellas bien conformados aptos para la cosecha.

2.8. Método Procedimental

2.8.1. Diseño estadístico y análisis de los datos

El Tipo de investigación, experimental; Nivel, aplicada y Método, inductivo. El Diseño estadístico es Bloque Completo Randomizado con 3 repeticiones, 4 tratamientos y 12 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación cualquiera (Respuesta)

μ = Efecto de la media

β_k = Efecto de la K-ésima repetición (Bloque)

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor B (bioestimulante)

ϵ_{ijk} = Error experimental

Con los datos obtenidos se realizará el análisis de Variancia (ANVA) y prueba de Tukey correspondiente para cada una de las variables evaluadas, luego estudio de las regresiones y correlaciones de las variables significativas asociadas al rendimiento.

2.8.2. Descripción del campo experimental

Parcelas

- Número de parcelas por bloque	:	4 parcelas
- Largo de parcelas	:	3.30 m
- Ancho de parcelas	:	2.40 m
- Área total de parcela	:	7.92 m ²
- Distancia entre plantas	:	0.30 m

Bloques

- Número de bloques	:	3
- Ancho de bloque	:	2.40 m
- Largo del bloque	:	19.80 m
- Área total del bloque	:	47.52 m ²

Área del experimento

- Ancho	:	9.20 m
- Largo	:	19.80 m
- Área total	:	182.16 m ²
- Área efectiva	:	142.56 m ²

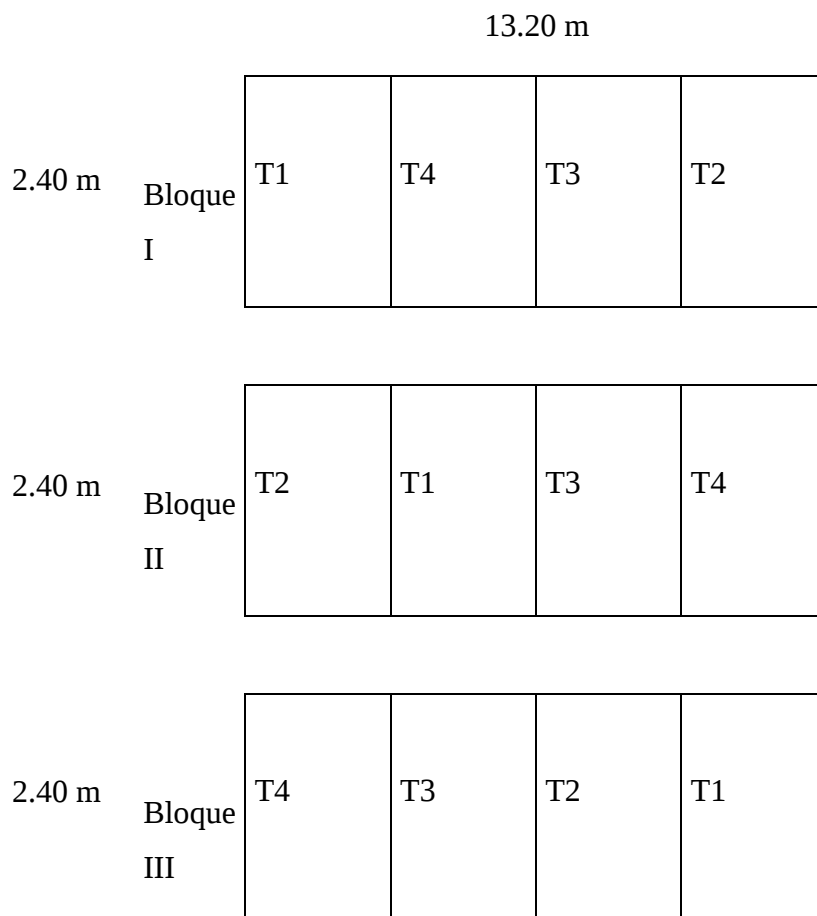
2.8.3. Tratamientos

Los tratamientos son los niveles de ácido húmico-ácido fúlvico, extracto de algas y la combinación de ambos, resultando 4 tratamientos:

Tratamiento Descripción

T ₁	testigo
T ₂	1.5 L ha ⁻¹ de ácido húmico-ácido fúlvico
T ₃	3 L ha ⁻¹ de extracto de algas
T ₄	1.5 L ha ⁻¹ de ácido húmico-ac fúlvico + 3 L ha ⁻¹ extracto de algas

2.8.4. Croquis experimental



Parcela

3.30 m	
0.40m	2.40 m
0.80 m	
0.80 m	
0.40 m	

2.8.5. Instalación y conducción del experimento

- **Preparación del terreno**

La preparación del terreno se realizó utilizando un tractor agrícola, efectuándose inicialmente el arado y posteriormente el gradeo con rastra de discos, con la finalidad de desmenuzar los terrones y acondicionar adecuadamente el suelo para el establecimiento del cultivo. Estas labores se iniciaron el 02 de enero de 2024.

- **Demarcación del experimento**

Posteriormente, se efectuó la delimitación del área experimental, estableciéndose tres bloques con cinco tratamientos cada uno. Para esta actividad se emplearon materiales como yeso, estacas de madera y soguilla.

- **Nivelación del terreno**

Una vez obtenido un suelo mullido, se procedió a nivelar el terreno con el propósito de facilitar la instalación de las cintas de riego en cada parcela experimental.

- **Siembra del almácigo**

Para el establecimiento del cultivo se adquirieron plantines de lechuga que presentaban entre tres y cuatro hojas verdaderas, condición adecuada para su trasplante al campo definitivo.

- **Trasplante**

El trasplante se llevó a cabo el 10 de febrero de 2024 de manera manual. Las plántulas fueron colocadas en camas previamente humedecidas, respetando la distribución correspondiente a cada tratamiento. Finalizada esta labor, se aplicó un riego ligero con el objetivo de favorecer el contacto del suelo con las raíces y evitar la formación de espacios de aire que pudieran afectar el prendimiento de las plantas.

- **Recalce**

A los 15 días después del trasplante se realizó el recalce, reemplazándose aquellas plántulas que no lograron establecerse adecuadamente en el terreno definitivo.

- **Deshierbes**

Se efectuaron dos labores de control de malezas a los 20 y 40 días después del trasplante, con la finalidad de reducir la competencia por agua, luz y nutrientes. Estas actividades se realizaron manualmente utilizando azadón.

- **Riegos**

Durante la fase inicial del cultivo, los riegos se aplicaron cada tres días hasta asegurar el adecuado establecimiento de las plántulas en campo definitivo. Posteriormente, la frecuencia de riego se amplió a intervalos de siete días, manteniéndose este manejo hasta la cosecha.

- **Abonamiento**

El abonamiento orgánico se realizó utilizando el nivel de 4 t/ha de gallinaza descompuesta, aplicándose a la semana después del trasplante a chorro continuo entre las líneas de plantas en el surco en un surquito abierto y luego se cubrió con una capa de suelo de 7 cm de profundidad. A continuación, se aplicó un riego por goteo.

- **Aplicación de los bioestimulantes**

La aplicación de los bioestimulantes se realizó a los 4 días después del trasplante, luego que las plántulas se han establecido en campo. La forma de aplicación fue en drench al cuello de las plántulas. Las dosis de los bioestimulantes se tomaron de acuerdo a la recomendación comercial de los productos.

- **Plagas y enfermedades**

Se realizó el control de plagas (pulgones) a los 30 días ddt. No se aplicó ningún fungicida porque no hubo presencia de enfermedades en el cultivo de lechuga.

- **Cosecha**

Se realizó entre los 70-80 días después del trasplante (24 de marzo al 03 de abril de 2024), según los tratamientos, se procedió a cosechar la pella de lechuga cuando adquirió una consistencia dura a la presión con los dedos, consistió en cortar en la base del cuello de planta empleando un cuchillo, posteriormente se realizó la limpieza de hojas basales, selección, conteo de pellas de lechuga en general y finalmente se pesaron para obtener el rendimiento.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Precocidad (Días a cosecha)

Tabla 3.1

Análisis de variancia de días a cosecha de pellas de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

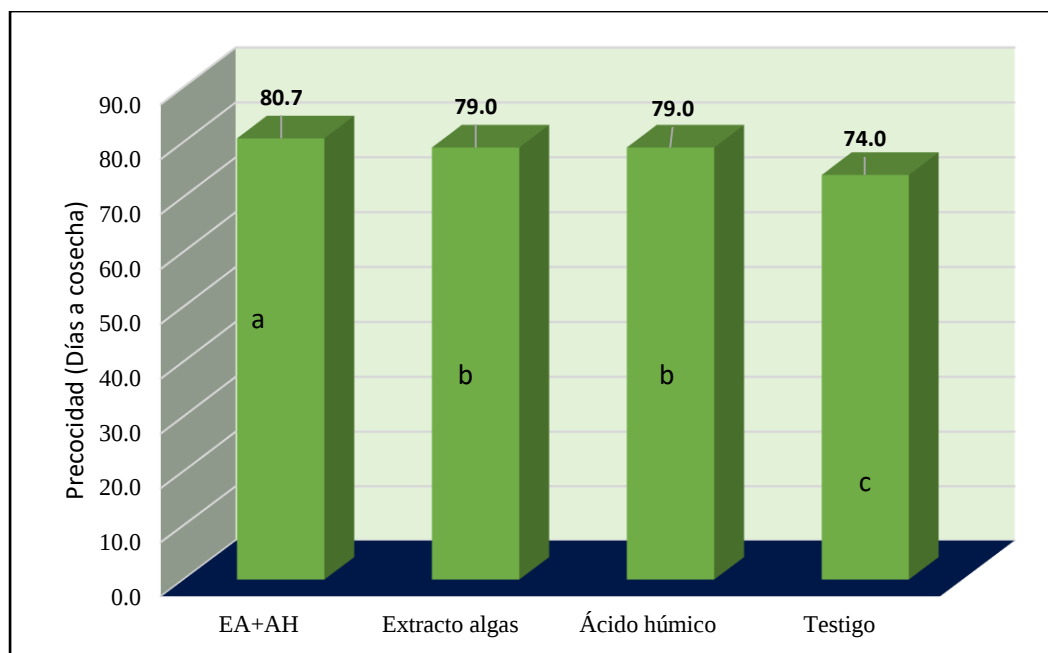
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.17	0.08	1.00	0.4219 ns
Bioestimulante	3	75.00	25.00	300.00	<0.0001**
Error	6	0.50	0.08		
Total	11	75.67			

C. V. = 0.37%

Tabla 3.1 muestra que no existe significación para la fuente de variación de bloque, pero para el bioestimulante si existe alta significación estadística. Por lo cual, por lo menos un bioestimulante difiere del resto de los tratamientos con bioestimulante. El coeficiente de variación de 0.37% es un indicador de alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.1

Prueba de Tukey (0.05) de la precocidad a la cosecha de pellas de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



La figura 3.1 muestra que la combinación de los bioestimulantes de extracto de alga más ácido húmico (EA+AH) es estadísticamente superior al resto de los bioestimulantes con 80.67 días a la cosecha, siendo la más tardía; seguido del extracto de algas y ácido húmico con valores de 79, 79 días a la cosecha, respectivamente. El testigo con 74 días a la cosecha de pellas resultó el más precoz, es decir, los bioestimulantes alargan el periodo de cosecha de las pellas de lechuga según estos resultados. La conformación de pellas de menor tamaño que se logró con el testigo, reduce el periodo de cosecha de pellas de lechuga. En conclusión, los bioestimulantes extendieron la precocidad a la cosecha, pero ayudaron a formar mayor número de pellas a comparación del testigo. Por otro lado, se debe señalar que las buenas condiciones de humedad y temperatura de Canaán permitieron que el ciclo vegetativo, así como el desarrollo de la lechuga fueran adecuados y cercanos a las referencias para el cultivar Great Lakes. Los hallazgos muestran que es inferior a los reportes de Cueva (2023), quien demostró que la aplicación de extracto de algas influyó con precocidad de la cosecha con 73 días hasta la cosecha en el cultivo de lechuga.

3.2. Diámetro polar de pella de lechuga

Tabla 3.2

Análisis de variancia del diámetro polar de pella de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

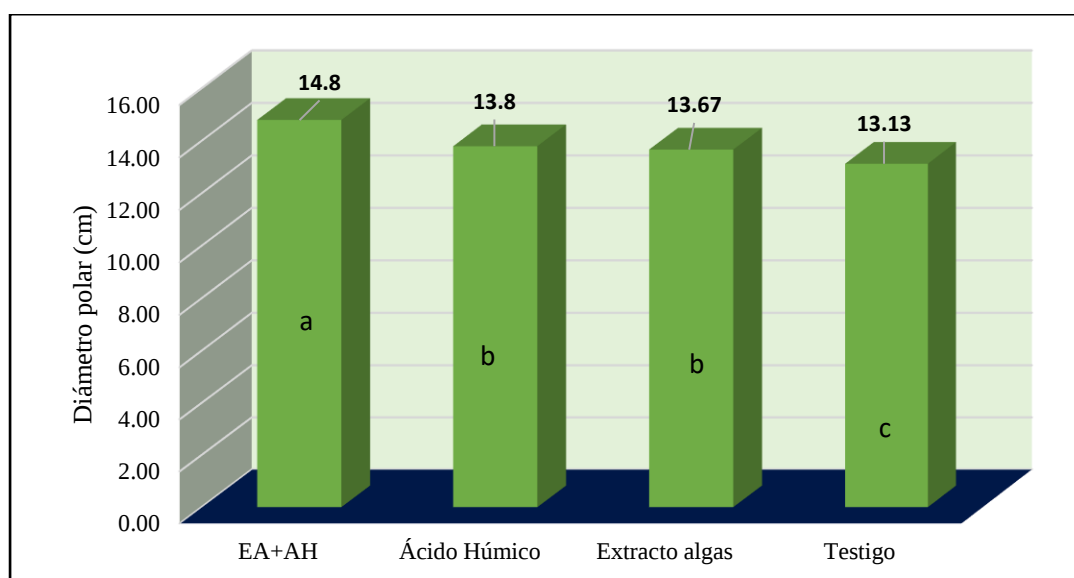
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	2.66	1.33	41.28	0.0003**
Bioestimulante	3	4.36	1.45	45.07	0.0002**
Error	6	0.19	0.03		
Total	11	7.21			

C. V. = 1.30%

La tabla 3.2, muestra alta significancia estadística para el efecto tanto para el bloque y bioestimulante, este resultado significa que hay una variación entre los bloques y, por lo menos, el efecto de uno de los bioestimulantes se diferencia de las otras. El coeficiente de variación resultó 1.30%, el cual es indicio de alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.2

Prueba de Tukey (0.05) del diámetro polar de pella de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



La figura 3.2 muestra que el bioestimulante compuesto por extracto de algas más ácido húmico (EA+AH) con 14.8 cm es superior estadísticamente superior al testigo, con un incremento de 11.12 %. Entre extracto de algas y ácido húmico no se observa una clara diferencia estadística, por lo tanto, sus efectos son similares y también superiores al testigo.

Se observa que existe sinergia del ácido húmico y extracto de algas que inducen a un mayor crecimiento de las pellas de lechuga, en este caso del diámetro polar, que se atribuye por la

combinación de las bondades de estos dos bioestimulantes tienen mejor efecto en el desarrollo de la planta de lechuga.

3.3. Diámetro ecuatorial de la lechuga

Tabla 3.3

Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de pella de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

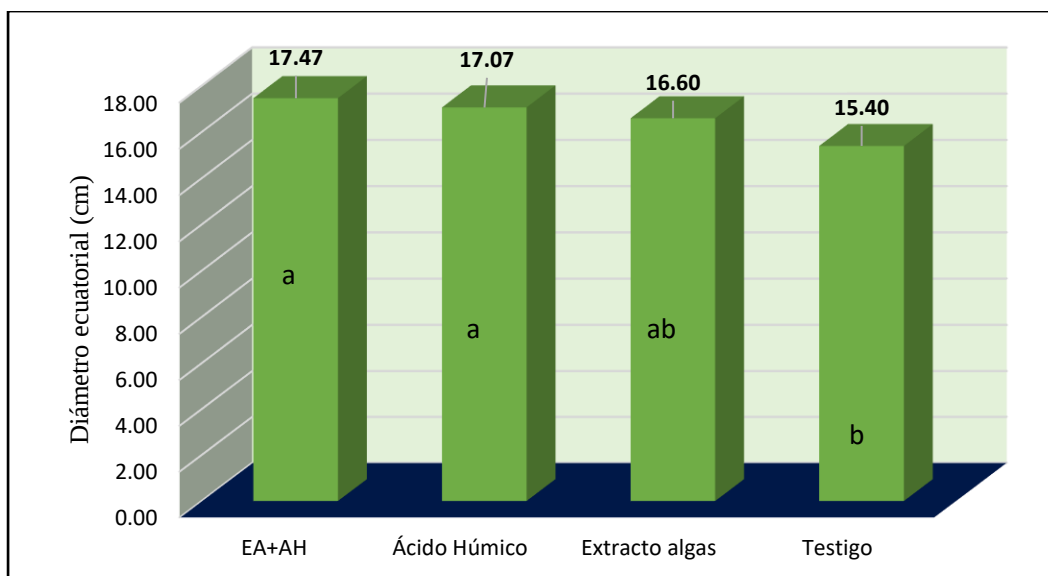
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	1.49	0.74	3.26	0.1099 ns
Bioestimulante	3	7.21	2.40	10.56	0.0083 **
Error	6	1.37	0.23		
Total	11	10.07			

C. V. = 2.87%

La tabla 3.3 muestra alta significancia estadística para el efecto de los bioestimulantes con respecto al diámetro ecuatorial de pella, es decir, por lo menos uno de los bioestimulantes difiere de las otras. El coeficiente de variación 2.87% es un valor de alta confiabilidad y precisión. Este resultado nos permite analizar la comparación de medias con la finalidad de escoger el mejor bioestimulante.

Figura 3.3

Prueba de Tukey (0.05) del diámetro ecuatorial de pella de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



La figura 3.3 muestra que el bioestimulante compuesto por extracto de algas más ácido húmico (EA+AH) es superior estadísticamente superior al testigo, con 17.47 cm de diámetro ecuatorial de pella, con un incremento de 13.44%. Entre extracto de algas y testigo no se observa una clara diferencia estadística, por lo tanto, sus efectos son similares. Referente al ácido húmico, los resultados de este trabajo fueron inferiores a los hallazgos de Puebla (2012), quien demostró que la aplicación de bioestimulante influyó significativamente en el diámetro de la pella de lechuga, reportando 29 cm de dimensión. Este hallazgo se muestra superior a los reportes de Cueva (2023), quien demostró que la aplicación de extracto de algas influyó significativamente en el diámetro de pella de lechuga, 129.81 mm.

3.4. Peso de cabeza de la lechuga

Según el análisis de varianza de peso de pella de lechuga (Tabla 3.4) no se encontró significación estadística para los efectos de los bioestimulantes, lo cual indica que no difieren entre ellas. El coeficiente de variación 34.89% muestra una variación relativa de los datos de campo. Referente al ácido húmico, los resultados de este trabajo fueron similares a los hallazgos de Puebla (2012) quien demostró que, no tuvo una influencia significativa en el peso de pella de lechuga, donde, haciendo promedio reportó como el máximo peso de 0.580 kg por unidad. Asimismo, Cueva (2023), demostró que la aplicación de extracto de algas no influyó de manera significativa en el peso de la pella de lechuga.

Tabla 3.4

Análisis de variancia del peso de cabeza de pella de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

F. Variación	G. L	S. C	C. M	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	303014.53	151507.26	1.95	0.2227 ns
Bioestimulante	3	113872.68	37957.56	0.49	0.7030 ns
Error	6	466412.61	77735.44		
Total	11	883299.81			

C. V. = 34.89%

3.5. Número de pellas de lechuga

Tabla 3.5

Análisis de variancia de pellas de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	54179686.50	27089843.25	1.70	0.2604 ns
Bioestimulante	3	1010701574.92	336900524.97	21.11	0.0014 **
Error	6	95739172.83	15956528.81		
Total	11	1160620434.25			

C. V. = 5.92%

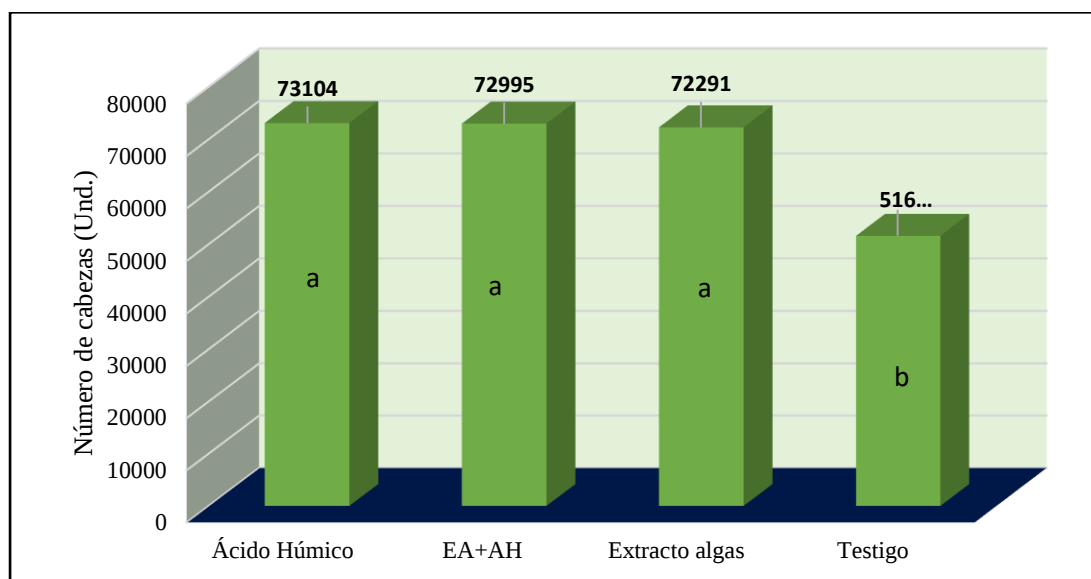
Según el análisis de varianza (Tabla 3.5) para el efecto de los bioestimulantes resultaron altamente significativas, esto significa que, por lo menos, un bioestimulante difiere del resto en la formación de pellas de lechuga. El coeficiente de variación de 5.92% es un indicador de buena precisión y confiabilidad de los resultados.

La figura 3.4 muestra la prueba Tukey del número de pellas de lechuga, donde los ácidos húmicos (AH), extracto de algas más ácido húmico (EA+AH) y extracto de algas (EA) son estadísticamente superiores al testigo, con valores de 73,104, 72,995 y 72,291 pellas de lechuga, respectivamente; es decir, los bioestimulantes ayudaron a formar la pella de lechuga. El testigo tiene un valor de 51,615 pellas de lechuga por hectárea, a diferencia del efecto de ácido húmico, 21,489 unidades de lechuga no formaron pellas, equivalente a 41.63%. Referente

al uso de bioestimulantes como el ácido húmico, los resultados de este trabajo fueron similares a los hallazgos de Puebla (2012), demostró que, la aplicación de bioestimulante influyó significativamente en la formación de pellas de las lechugas a comparación del testigo, en la que se encontró menor cantidad de pellas de lechuga por hectárea.

Figura 3.4

Prueba de Tukey (0.05) del número de pellas de lechuga por hectárea, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



3.6. Rendimiento de pellas de lechuga por hectárea

La tabla 3.6 muestra alta significancia estadística de bioestimulante con respecto al rendimiento de pellas de lechuga, es decir, por lo menos uno de los bioestimulantes difiere de las otras. El coeficiente de variación 8.96% es un valor de alta confiabilidad y precisión. Este resultado nos permite analizar la comparación de medias para cada bioestimulante.

Tabla 3.6

Análisis de variancia del en el rendimiento de pellas de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	662713362.50	331356681.25	12.51	0.0072**
Bioestimulante	3	2041449341.67	680483113.89	25.68	0.0008**
Error	6	158964416.83	26494069.47		
Total	11	2863127121.00			

C. V. = 8.96%

La figura 3.5 muestra que el extracto de alga más ácido húmico (EA+AH) es estadísticamente superior ($72,378 \text{ kg ha}^{-1}$) respecto al testigo, superando con $35,197 \text{ kg ha}^{-1}$, equivalente a un incremento de 92.2%. No obstante, EA+AH no defiere sobre la influencia de ácido húmico, el cual tiene un valor de $65,782.33 \text{ kg ha}^{-1}$. De manera general, todos los bioestimulantes superaron al testigo (sin bioestimulantes).

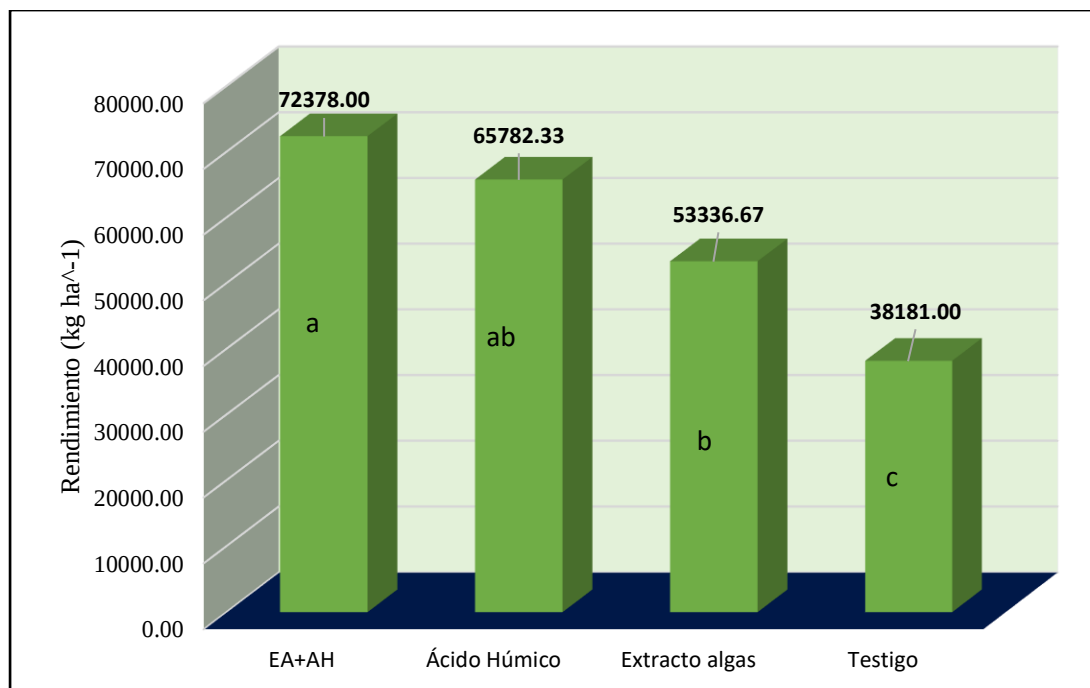
Se observa que los rendimientos de lechuga son aceptables, se explica, porque las condiciones climáticas y sobre todo la precipitación fue adecuada para el cultivo, que permitió que la lechuga cultivar Great Lakes manifieste su potencial productivo.

Referente al ácido húmico, Flores (2023) demostró que al aplicar el bioestimulante ácido húmico, influyó de manera significativa en el rendimiento del peso de pellas de lechuga; por lo tanto, resulta beneficioso su utilización en este cultivo a futuro. Asimismo, Suárez (2021) demostraron que, con la aplicación de ácido húmico derivado de Leonardita en un suelo de la selva, la mayoría de los parámetros químicos evaluados aumentaron, lo que indica una mejora en la fertilidad del suelo, principalmente en las áreas de disponibilidad de nutrientes y aumento de carbono orgánico del suelo.

Referente a extracto de algas, los resultados encontrados en este trabajo son muy superiores a los reportes de Cueva (2023) demostró que la aplicación de extracto de algas influyó de manera significativa en el rendimiento de pellas de lechuga, reportando peso de pellas por hectárea de 28.75 t ha^{-1} . Tantaraico (2023) obtuvo un peso de 1273.17 g , siendo el mayor peso al haberse utilizado una concentración de compost 5 kg m^{-2} + algas marinas 300 ml m^{-2} , superando en un 147% al testigo de los tratamientos que obtuvo el peso de pella más bajo entre los tratamientos con 366.2 g . Por otra parte, Valdes et al. (2020) demostraron que, la aplicación de algas marinas influyeron de manera significativa en el rendimiento de pellas de lechuga, donde reportó $11,783.7 \text{ t ha}^{-1}$ con una dosis de 15 g de algas.

Figura 3.5

Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento por hectárea de pellas de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.

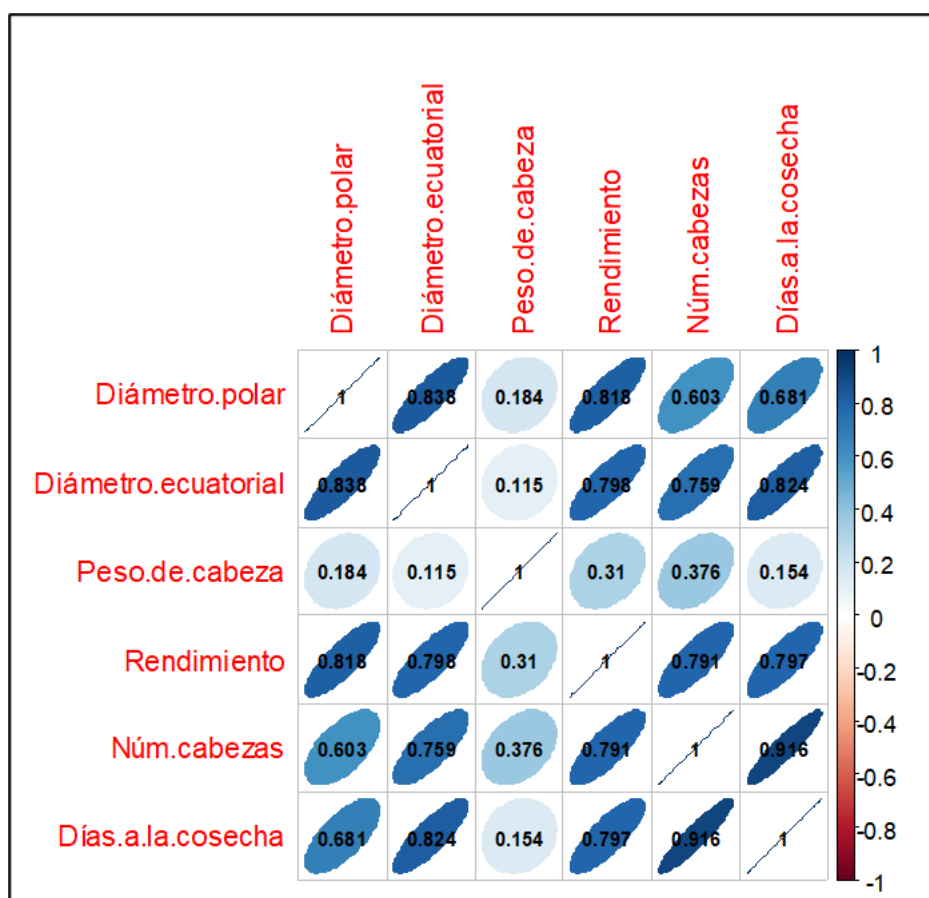


3.7. Correlación general de las variables

La figura 3.6 muestra que existe correlación alta del rendimiento con las variables diámetro polar de pella, diámetro ecuatorial de pella, con valores de 0.818 y 0.798, respectivamente. Es decir, las variables mencionadas influyen positivamente en el rendimiento, asimismo, tienen una relación directamente proporcional.

Figura 3.6

Correlación de las variables de respuesta en lechuga cultivar Great Lakes con aplicación de bioestimulantes



CONCLUSIONES

1. La combinación de bioestimulantes extracto de algas y ácido húmico alargaron en el periodo de madurez comercial pellas en la lechuga, cultivar Great Lakes en las condiciones de Canaán – Ayacucho, que registró 80.67 días a la cosecha de pellas, seguido del extracto de algas y ácido húmico con 79 y 79 días a cosecha de pellas, respectivamente.
2. La combinación de extracto de algas y ácido húmico (EA+AH) y ácido húmico (AH) son estadísticamente superiores a la aplicación de extracto de algas y el testigo, donde reportó mayores rendimientos de pellas como 72,378 y 65,782.33 kg ha⁻¹, respectivamente, superando al testigo en rendimiento de pellas de lechuga.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar la combinación de extracto de algas más ácido húmico (EA+AH), asimismo, ácido húmico solo, como bioestimulantes en la producción de lechuga cultivar Great Lakes para obtener buenos rendimientos.
2. Se recomienda replicar el presente trabajo de investigación en diferentes pisos altitudinales, para de esa manera poder contrastar los datos obtenidos en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ampuero, C. (2014). Comportamiento agronómico y calidad de siete variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) evaluadas bajo condiciones de campo en la región de La Araucanía. <https://bibliotecadigital.ufro.cl/v2/files/original/aed0fd0f01aaadd4d8b4f3598ae902e325046cd3.pdf>
- Artal. (2020). Ácidos humicos y fulvicos, sus funciones en las plantas. Información técnica. <https://www.artal.net/docs/es/Informe-t%C3%A9cnico-%C3%A1cidos-h%C3%BAmicos.pdf>
- Calero, A., Pérez, Y., Peña, K., Quintero, E., Olivera, D. (2019). Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/download/27403/28154/>
- Calero Hurtado, A., Perez Diaz, Y., Peña calzada, K., Quintero Rodriguez, E. y Olivera Viciado, D. (2019). Efecto de tres bioestimulantes en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). https://www.researchgate.net/publication/335993237_Efecto_de_tres_bioestimulantes_en_el_comportamiento_morfologico_y_productivo_del_cultivo_del_rabano_Raphanus_sativus_L
- Calero Hurtado, A.; Quintero Rodríguez, E.; Pérez Díaz, Y.; González-Pardo Hurtado, Y.; González Lorenzo, T.N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 22(2):e1167. <http://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1167>
- Canellas, L. P., & Olivares, F. L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 1(3), 1–11.
- Castellane, P. D., & Araújo, J. A. C. (1994). Cultivo sem solo: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP.
- Catasú, W., Gaibor, R. , Vargas, C., Guevara, H., Bonilla, G., Sánchez, O. (2023). Microorganismos autóctonos como alternativa para la biofertilización de *Glycine max* (L.) Merrill. <https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51686>

- Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23, 371–393.
- Cueva, K. (2023). *Evaluación del rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L. var. Coolguard) con la aplicación de dos extractos de algas en el Cantón Cevallos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ambato]. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39730/1/053_Agronomía - Cueva Gómez Kerly Nicol.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39730/1/053_Agronomía_-_Cueva_Gómez_Kerly_Nicol.pdf)
- Dirección Regional Agraria Ayacucho (DRA). (2023). *Reporte regional de producción hortícola 2022–2023*. Ayacucho, Perú.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14.
- Erazo, L. (2020). Uso de bioestimulantes en la producción de lechuga hoja de roble en clima cálido tropical. <https://bdigital.zamorano.edu/items/cbf3999d-0cfe-4ad0-8c79-5a43e82af6d4>
- Espinoza-Anton, A., Hernandez-Herrera, R. y Gonzales-Gonzales, M. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. Artículo de revisión. <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v20n4/2074-8647-bvg-20-04-257.pdf>
- Eugenio Huamán, H. (2023). Rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con tres dosis y tres momentos de aplicación de bioestimulante foliarey stimul en el Valle de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5820>
- FAOSTAT. (2024). *Crops and livestock products database*. FAOSTAT Database
- Flores, E. A. (2023). *Efectos del ácido abscísico y ácido húmico como inductores de resistencia a salinidad en lechuga (Lactuca sativa)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13907/PI-UTB-FACIAG-AGRONOMIA-REDISEÑADA-000027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Liriano González, R., Pérez Ramos, J., Pérez Hernández, Y., Placeres Espinosa, I., Jardines González, S., & Rodríguez Jiménez, S. (2021). Uso de microorganismos efectivos y FitoMas-E® para incrementar el crecimiento y calidad de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74 (3),

- 9699-9706. Publicación electrónica del 26 de septiembre de 2021. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90588>
- Lopez Bilbao, M. L., & Frezza, D. (2022). Lechuga. Buenos Aires: Ediciones INTA. https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Kirschbaum/publication/364305743_Lechuga_Fichas_tecnicas_regionales_Tucuman/links/6344b0702752e45ef6a9a038/Lechuga-Fichas-tecnicas-regionales-Tucuman.pdf
- López Suarez, Y. (2019). Efecto de las dosis de bioestimulante y variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) sobre las características morfológicas y rendimiento cultivadas en dos zonas de la provincia de Chincheros - Apurímac. <https://repositorio-api.ujcm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d9adf656-47ec-4c28-8b20-f270edd08310/content>
- Kopta, T., Pavlíková, D., Şekara, A., Pokluda, R., & Maršálek, B. (2018). Effect of bacterial-algal biostimulant on the yield and internal quality of lettuce.
- Kelpak. (s.f.). Ficha tecnica kelpak. <https://www.agroenfoque.com.uy/wp-content/uploads/2020/01/KELPAK.pdf>
- Marcañaupa, A. (2021). Efecto de bioestimulante y diferentes distanciamientos del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), variedad escarola (Great Lakes 118) en el rendimiento bajo las condiciones de Lircay – Región Huancavelica. <https://repositorio.ujcm.edu.pe/items/e714944f-68ba-410d-ad46-b8d93a307ada>
- Martinez, S., Chale, W., Nico, A., Del Pino, M. (2024). Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/mod/resource/view.php?id=96157>.
- Maynard, D. N., & Hochmuth, G. J. (2007). Knott's handbook for vegetable growers (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2022). Anuario estadístico de la producción agrícola. MIDAGRI Perú
- Muñoz-Ibarra, C., López-Dominguez, J. y Cruz-Cruz, C. (2024). Bioestimulantes: el futuro de una agricultura sostenible. https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Lopez-Dominguez/publication/378181870_Bioestimulantes_el_futuro_de_una_agricultura_sostenible/links/65cc44c51bed776ae34f6e01/Bioestimulantes-el-futuro-de-una-agricultura-

sostenible.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQILCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ&__cf_chl_tk=mNPhGjMNczXpu2BE.WeqgAjrILsoioUYHLHlnsXEokE-1757210499-1.0.1.1-TA3BFQCFsq0hOQo11MxA_8dSkHLyVCVRWJsKL9nOnMI

Point Andina. (2025). Humi Grow EHT 80% , Abono organico. <https://pointandina.pe/producto/humigrow-eh-80-es-una-enmienda-rganica/?srsltid=AfmBOopmBamNM3d3xLIPHJ3MUOUdawYLVapGGUku17exSCHX2rX0VRdP>

Puebla, O. H. (2012). *Aplicación de composta, micorriza (Glomus intraradices) y ácidos húmicos en la producción de lechuga (Lactuca sativa)* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí]. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3388/IAF1APL01201.pdf?sequence=1>

Rodríguez, N., Pino, M., & González, C. (2019). Uso de abonos orgánicos en la producción sostenible de hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(2), 45–53.

Saavedra, G. et al. (2017). Manual de producción de Lechuga. Boletín INIA N° 374. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/e96ddc42-19df-4be3-85cc-ae0f6b0c3dcc/content>

Sicha, (2023). Efecto de soluciones nutritivas y bioestimulantes en producción vertical de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad White Boston en condiciones de fitotoldo en San Jeronimo - Cusco. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7240>

Suárez, A. A. (2021). *Efecto de la aplicación de ácidos húmicos sobre propiedades químicas del suelo y plantas de lechuga Batavia* [Tesis de post grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79720/1053610690.2021.pdf?sequence=2>

Tantaraico, M. N. (2023). “*Efecto sinérgico entre algas marinas y compost en el rendimiento y calidad de lechuga (Lactuca sativa) en vivero*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4244>

Universidad Nacional de Lujan. (2026). La lechuga.
<https://www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Lechuga.pdf>

Valdes, D. R., Baque, W. B., & Cornelio, W. Y. (2020). Comparación de la aplicación de ácidos húmicos y algas marinas con diferentes distanciamientos en lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Ciencias Sociales*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9059541>

ANEXOS

Anexo 1.

Promedio de los datos ordenados para el procesamiento

bloqu e	Bioestimulantes	Diámetr o polar (cm)	Diámetr o ecuatoria l (cm)	Peso de cabeza (kg)	Rendimient o (kg ha-1)	Núm. cabeza s (und.)	Días a la cosech a
1	Extracto alga	13.2	16.4	735.6	44491	67500	79
1	Ac. húmico	13.2	16.8	834.4	48872	68625	79
1	Extracto de alga + Acido húmico	14.4	17.4	1.05	64784	67188	80
1	Testigo	12.4	14.4	728	30306	55000	74
2	Extracto alga	13.4	16.6	799.4	54475	74062	79
2	Ac. húmico	13.8	17.2	1018	77225	76312	79
2	Extracto de alga + Acido húmico	14.8	17.2	1044.7 5	80456	75875	81
2	Testigo	13.2	15.2	741	45262	47187	74
3	Extracto alga	14.4	16.8	926.8	61044	75312	79
3	Ac. húmico	14.4	17.2	994.2	71250	74375	79
3	Extracto de alga + Acido húmico	15.2	17.8	1050.5	71894	75922	81
3	Testigo	13.8	16.6	716.2	38975	52657	74

Anexo 2. PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 1. Preparación de terreno



Foto 2. Aplicación de bioestimulantes



Foto 3. Insumos utilizados



Foto 4. Cultivo de lechuga en desarrollo



Foto 5. Cultivo de lechuga en inicio de cosecha



Foto 6. Campo de lechuga en cosecha



Foto 7. Evaluación de plantas de lechuga



Foto 8. Pesaje de repollos de lechuga



Foto 9. Medición de altura de planta de lechuga



**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. CLINTON AYALA AGUILAR****R.D. N° 338-2025-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho, a un día del mes de mayo del año dos mil veintiséis, siendo las diez horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, Ing. Eduardo Robles García y el Ing. Guillermo Carrasco Aquino; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Bioestimulantes en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 m.s.n.m - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **CLINTON AYALA AGUILAR**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva	15	15	15	15
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	16	16	16	16
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
Ing. Guillermo Carrasco Aquino	15	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva
Presidente


.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor


.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado


.....
Ing. Guillermo Carrasco Aquino
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por la R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado:

Bioestimulantes en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 m.s.n.m – Ayacucho

Autor : Clinton Ayala Aguilar
Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de veintiuno por ciento **(21%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 3017827238

Ayacucho, 25 de agosto de 2026

Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Bioestimulantes en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 m.s.n.m – Ayacucho

por Clinton Ayala Aguilar

Bioestimulantes en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 m.s.n.m – Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	7%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unsch.edu.pe	6%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unheval.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
5	pointandina.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	www.researchgate.net	1%
	Fuente de Internet	
7	docplayer.es	1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.unica.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
9	repositorio.inia.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	
10	dspace.ueb.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
11	bibliotecadigital.ufro.cl	<1%
	Fuente de Internet	
12	repositorio.unas.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
13	repositorio.unah.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
14	hortus.com.pe	<1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas
Excluir bibliografía

Activo
Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Bioestimulantes en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes. Canaán 2750 m.s.n.m – Ayacucho

Biostimulants in the performance of lettuce (*Lactuca sativa* L.) variety Great Lakes. Canaan 2750 m.a.s.l. – Ayacucho

Clinton Ayala Aguilar¹

clinton.ayala.01@unsch.edu.pe

Walter Augusto MateuMateo²

walter.mateu@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente

Lineal de investigación: Sistema de Producción Agrícola

RESUMEN

El experimento se realizó en el Centro Experimental Canaán a 2750 msnm de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, a 2750 msnm. El objetivo fue determinar la influencia de bioestimulantes en el rendimiento de pellas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes. Se establecieron cuatro tratamientos (testigo, 1.5 l ha⁻¹ de AH, 3 l ha⁻¹ de EA y 1.5 L ha⁻¹ de AH y 3 L ha⁻¹ de EA). Se midieron los días a la cosecha, diámetro polar de pella, diámetro ecuatorial de pella, peso de cabeza, número de pellas comerciales y rendimiento de pellas. El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloque Completo Randomizado, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados mostraron que, la combinación de bioestimulantes extracto de algas y ácido húmico alargaron el periodo de madurez comercial pellas en la lechuga, variedad Great Lakes en condiciones de Canaán – Ayacucho, que registró 80.67 días a la cosecha de pellas, seguido del extracto de algas y ácido húmico con 79 y 79 días a cosecha de pellas, respectivamente; la combinación de extracto de algas y ácido húmico (EA+AH) y ácido húmico (AH) fueron estadísticamente superiores a la aplicación de extracto de algas y el testigo, con rendimientos de pellas de 72,378 y 65,782.33 kg ha⁻¹,

respectivamente. El extracto de algas (EA) fue superior al testigo.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., extracto de algas, ácidos húmicos.

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Canaán Experimental Center, located at 2750 meters above sea level, belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the San Cristóbal de Huamanga University, in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, province of Huamanga, department of Ayacucho. The objective was to determine the influence of biostimulants on the yield of lettuce heads (*Lactuca sativa* L.) of the Great Lakes variety. Four treatments were established (control, 1.5 L ha⁻¹ of AH, 3 L ha⁻¹ of EA, and 1.5 L ha⁻¹ of both AH and 3 L ha⁻¹ of EA). Measurements were taken of days to harvest, polar head diameter, equatorial head diameter, head weight, number of marketable heads, and head yield. The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design with four treatments and three replicates. The results showed that the combination of biostimulants seaweed extract and humic acid lengthened the period of commercial maturity of heads in lettuce, Great Lakes variety, under the conditions of Canaan – Ayacucho, registering 80.67 days to head harvest,

followed by seaweed extract and humic acid with 79 and 79 days to head harvest, respectively; the combination of seaweed extract and humic acid (SE+HA) and humic acid (HA) were statistically superior to the application of seaweed extract and the control, with head yields of 72,378 and 65,782.33 kg.ha⁻¹, respectively, seaweed extract (EA) were superior to the control.

Keywords: *Lactuca sativa* L., seaweed extract, humic acids.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es de importancia económica y alimentaria a nivel mundial, debido a su elevado consumo en fresco y a su amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas. La producción mundial de esta hortaliza superó los 29 millones de toneladas en una superficie aproximada de 1.3 millones de hectáreas durante el año 2023, siendo China, Estados Unidos, India y España los principales productores a nivel global (FAOSTAT, 2024). Desde el punto de vista nutricional, la lechuga destaca por su contenido de minerales esenciales como calcio, fósforo, hierro, magnesio y potasio, además de vitaminas A, C y complejo B, compuestos que contribuyen a la prevención de enfermedades y al mantenimiento de la salud humana (Maynard & Hochmuth, 2007). Asimismo, presenta bajo contenido calórico y propiedades antioxidantes (Kopta et al., 2018). En el Perú, la lechuga es de consumo masivo y se cultiva principalmente en la costa y los valles interandinos. La producción nacional de lechuga fue de 68,433 toneladas anuales, concentrándose principalmente en las regiones de Lima, Junín, Ancash y Arequipa (MIDAGRI, 2022). El incremento sostenido de restaurantes, pollerías, cadenas de comida rápida y mercados saludables ha contribuido significativamente al aumento de su demanda interna. En el caso de la región Ayacucho, se cultivó en 671 toneladas anuales en 72 hectáreas, menor en comparación con otras regiones hortícolas del país, aun cuando ha mostrado un crecimiento progresivo en los últimos años (DRA Ayacucho, 2023).

Diversos estudios en lechuga reportan que la incorporación de materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes, la retención de humedad y el desarrollo radicular, aspectos que repercuten positivamente en el rendimiento y calidad del cultivo (Rodríguez et al., 2019).

Dentro de las alternativas sostenibles para optimizar la producción hortícola destacan los bioestimulantes orgánicos capaces de estimular procesos fisiológicos en las plantas, incrementando la eficiencia en el uso de nutrientes, la tolerancia al estrés y el crecimiento vegetal (du Jardin, 2015). Entre los bioestimulantes más utilizados se encuentran los extractos de algas marinas, ricos en aminoácidos, fitohormonas, vitaminas y compuestos antioxidantes, los cuales favorecen la división celular, el crecimiento foliar y la precocidad del cultivo (Craigie, 2011). De igual manera, los ácidos húmicos y fúlvicos cumplen una función importante en la dinámica del suelo, ya que mejoran la estructura edáfica, estimulan la actividad microbiana y facilitan la absorción de nutrientes por las raíces (Canellas & Olivares, 2014).

Bajo este contexto, resulta necesario evaluar alternativas de manejo nutricional sostenible en el cultivo de lechuga, orientadas a incrementar el rendimiento y calidad del producto sin comprometer la salud del suelo ni el equilibrio ambiental.

Objetivo general

Conocer el efecto de bioestimulantes en el rendimiento de pellas de lechuga, variedad Great Lakes en las condiciones de Canaán - Ayacucho.

Objetivos específicos

- Determinar la influencia de bioestimulante en el periodo de madurez comercial de pellas de lechuga, variedad Great Lakes en las condiciones de Canaán - Ayacucho.
- Determinar la influencia de bioestimulantes en el rendimiento de pellas de lechuga, variedad Great Lakes en las condiciones de Canaán - Ayacucho.

METODOLOGÍA

Ubicación del trabajo de investigación

El Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias se ubica en el Departamento de Ayacucho, Provincia: Huamanga, Distrito: Andrés Avelino Cáceres, en la Latitud: 13°10'8.72" S, Longitud: 74° 12' 12.85" O; Altitud: 2750 msnm. Según la clasificación de Holdridge de zonas de vida, el Centro Experimental de Canaán pertenece a la zona de vida de montano bajo subtropical de estepa espinosa (ee-MBS), la altitud está entre 2000 y 3100 msnm.

Antecedentes del terreno experimental

En el terreno destinado para realizar el trabajo investigación, en la campaña anterior 2023 el terreno agrícola estuvo destinado a la producción comercial de cebolla china.

Características físicas y químicas del suelo

Para determinar las características físicas y químicas del suelo de Canaán, se procedió a realizar el muestreo del suelo en la parcela experimental, se tomaron sub muestras de la capa superficial a una profundidad de 20 cm, recorriendo el campo en zig zag, los mismos que se mezclaron uniformemente de la cual se extrajo una muestra representativa de 1 kg de peso para su análisis en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet", del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Tabla 1

Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán, 2750 msnm

Componentes	Valor	Método	Interpretación
pH (H ₂ O 1:2.5)	7.85	Potenciómetro	Moderadamente alcalino
M.O. (%)	2.79	Walkley Black	Bajo
N total (%)	0.14	Semi micro-Kjeldahl	Bajo
P disponible (ppm)	21.4	Olsen modificado	Medio

K disponible (ppm)	212.7	Acetato de sodio pH 4.8	Medio
Arena (%)	45.8	Hidrómetro	Clase textural (franco)
Limo (%)	28.9	Hidrómetro	
Arcilla (%)	25.3	Hidrómetro	

Nota: Analizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" UNSCH

Los resultados del análisis físico-químico del suelo (tabla 1) de acuerdo a los criterios señalados por Ibáñez y Aguirre (1983), se califica al suelo como franco, ligeramente alcalino con pH 7.85, contenido de materia orgánica y N total medio (2.79% y 0.14% respectivamente), contenido de P disponible, medio y K disponible, medio. Las características del suelo son adecuadas para el cultivo de lechuga.

Características climatológicas

Los datos climáticos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica INIA, propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, ubicada a una altitud de 2750 msnm, con las coordenadas 13° 08' 14" Latitud Sur y 74° 13' 14" Longitud Oeste, ubicada en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga - Ayacucho.

Durante el periodo del cultivo la temperatura promedio fue 17.73 °C con una máxima de 25.37 °C y una mínima de 10.09 °C. La precipitación total anual fue de 639.60 mm de lluvia. Durante la ejecución de la investigación se manifestaron precipitaciones moderadas de 9.90 mm, 26.00 mm, 35.00 mm, 85.80 mm, 80.10 mm y 157.80 mm respectivamente.

Material experimental

Se utilizó plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) del cultivar Great Lakes, de cabeza o repollo grande, redondo, firme, compacto y cubierta por hojas envoltantes de color verde oscuro. Es muy resistente a los daños de invierno y rara vez sufre quemaduras o chamuscado. Tiene muy buena resistencia al transporte.

Extracto de algas (Kelpak - *Ecklonia máxima*)

Es un regulador de crecimiento de plantas promotor radicular proveniente del alga marina

Ecklonia máxima, obtenido por la ruptura en frío de las células, por diferencial de presiones. Contiene un delicado balance de biorreguladores que promueven el desarrollo radicular y foliar del cultivo, mejorando la capacidad de las plantas para sobreponerse a condiciones de stress, maximizando su rendimiento. Tiene alto contenido de auxinas y relativamente bajo contenido de citoquininas, esta relación produce un efecto sobre la división y la elongación celular aumentando el tamaño de los frutos (Kelpak, 2025).

2.1.1. Ácidos húmicos (HumiGrow® EHT 80%)

Es una enmienda orgánica con alto contenido de EHT (Extractos húmicos totales) principalmente de ácidos húmicos (75%) provenientes de leonardita de muy alta calidad. Interviene de forma positiva en los aspectos químicos, físicos y biológicos del suelo de tal manera que mejora las condiciones para retener y brindar los nutrientes al cultivo en la cantidad y momento adecuado. Contiene abundantes grupos funcionales activos como ácidos carboxílicos, hidroxilos fenólicos, etc. Los coloides que contiene adsorben los nutrientes, aumentan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y además aportan reguladores de crecimiento que promueven la absorción de agua y nutrientes por parte de la planta (Point Andina, 2025).

Factores estudiados

Bioestimulante (B)

b₁: testigo

b₂: 1.5. L ha⁻¹ ácido húmico - ácido fúlvico (AH)

b₃: 3 L ha⁻¹ extracto de algas (EA)

b₄: 3 L ha⁻¹ extracto de algas + 1.5 L ha⁻¹ ácido húmico-ac. fúlvico (AH + EA)

Caracteres evaluados

a) Altura polar de la pella en lechuga (cm)

Se cosechó 5 plantas en estado de madurez comercial de los surcos centrales de la parcela y con la ayuda de una regla se procedió a medir el

diámetro polar de la pella de la lechuga, por tratamiento.

b) Diámetro ecuatorial de la pella en lechuga (cm)

En las mismas 5 plantas cosechadas en madurez comercial, utilizando una regla graduada se midió el diámetro ecuatorial de las pellas de la lechuga por tratamiento.

c) Número de pellas comerciales por hectárea

Se contabilizaron todas las pellas comerciales de lechuga por cada unidad experimental aptas para el mercado, en los diferentes momentos de la cosecha.

d) Rendimiento de cabezas comerciales (kg ha⁻¹)

Se cosecharon todas las plantas (pellas) de lechuga en estado de madurez de las parcelas experimentales mediante un corte con un cuchillo en el cuello de la planta a ras del suelo, luego de desprender las hojas basales se pesaron en una balanza digital de capacidad 10 kg. Este valor se infirió a una hectárea para efectos del análisis estadístico.

e) Precocidad (Periodo de inicio de cosecha en días)

El periodo de inicio de cosecha se consideró como el tiempo transcurrido desde el momento del trasplante a terreno definitivo hasta que las plantas presenten pellas bien conformados (madurez comercial).

Método Procedimental

Diseño estadístico y análisis de los datos

El tipo de investigación fue experimental; nivel, aplicada y método, inductivo. En la distribución de las unidades experimentales en campo se utilizó el Diseño de Bloque Completo Randomizado con 3 repeticiones, 4 tratamientos y 12 unidades experimentales. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de Variancia (ANVA) y prueba de Tukey correspondiente para cada una de las variables evaluadas, regresión y

correlaciones de las variables significativas asociadas al rendimiento.

El modelo se representa de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Descripción del campo experimental

Parcelas

- Largo de parcelas : 3.30 m
- Ancho de parcelas : 2.40 m
- Área total de parcela : 7.92 m²
- Distancia entre plantas : 0.30 m

Bloques

- Número de bloques : 3
- Ancho de bloque : 2.40 m
- Largo del bloque : 19.80 m
- Área total del bloque : 47.52 m²

Área del experimento

- Ancho : 9.20 m
- Largo : 19.80 m
- Área total : 182.16 m²
- Área efectiva : 142.56 m²

Tratamientos

- T₁ testigo
- T₂ 1.5 L ha⁻¹ de ácido húmico-ácido fúlvico
- T₃ 3 L ha⁻¹ de extracto de algas
- T₄ 1.5 L ha⁻¹ de ácido húmico-fúlvico + 3 L ha⁻¹ extracto de algas

Características del campo experimental

a. Parcelas

- Ancho : 2.40 m
- Largo : 3.20 m
- Área : 7.68 m²
- Nº de Surcos : 03
- Nº de plantas/surco : 11
- Distancia entre plantas : 0.30 m
- Distancia entre surcos : 0.80 m

b. Bloques

- Nº de Bloques : 3
- Largo del bloque : 12.8 m
- Ancho del bloque : 2.40 m
- Área del bloque : 30.72 m²

c. Campo experimental

- Largo : 38.40 m
- Ancho : 2.40 m
- Área total del experimento: 92.16 m²

Instalación y conducción del experimento

• Preparación del terreno

Con el tractor agrícola se preparó el terreno consistente en las labores de arado y luego el gradeo con rastra de discos para romper los terrones. La preparación del terreno se inició en 02 de enero de 2024.

• Demarcación del experimento

Se procedió a demarcar el área experimental delimitándose tres bloques con 4 tratamientos en cada uno de ellos, utilizando para tal efecto, materiales como yeso, estacas de madera y soguilla.

• Nivelación del terreno

Sobre terreno mullido se procedió a realizar el nivelado de terreno para colocar las cintas de riego en cada una de las parcelas.

• Siembra del almácigo

Se adquirieron plantines de lechuga con 3-4 hojas verdaderas listas para el trasplante a campo definitivo.

• Trasplante

Esta labor se realizó en el 10 de febrero de 2024, se efectuó de forma manual, procediéndose a colocar las plántulas en la cama humedecida de acuerdo a los tratamientos establecidos; finalmente luego del trasplante se efectuó un riego ligero para favorecer que el suelo entre en contacto con las raíces y evitar bolsas o espacios que pudieran afectar su prendimiento.

• Recalce

A los 15 días después del trasplante se procedió a sustituir a aquellas plántulas que no prendieron en terreno definitivo.

- **Deshierbes**

Se realizaron dos controles de arvenses (20 y 40 ddt), para evitar la competencia con el cultivo y se efectuaron en forma manual empleando el azadón.

- **Riegos**

Los riegos iniciales tuvieron frecuencia de tres días, hasta que las plántulas se establezcan bien en el terreno definitivo, luego fueron más espaciados, cada siete días, hasta la cosecha del cultivo.

- **Abonamiento**

El abonamiento orgánico se realizó utilizando el nivel de 4 t ha⁻¹ de gallinaza descompuesta, aplicándose a la semana después del trasplante a chorro continuo entre las líneas de plantas en el surco en un surquito abierto y luego se cubrió con una capa de suelo de 5 cm de profundidad. A continuación, se aplicó un riego por goteo.

- **Aplicación de los bioestimulantes**

La aplicación de los bioestimulantes se realizó a los 4 días después del trasplante, luego que las plántulas se han establecido en campo. La forma de aplicación fue en drench al cuello de las plántulas. Las dosis de los bioestimulantes se tomaron de acuerdo a la recomendación comercial de los productos.

- **Plagas y enfermedades**

Se realizó el control de plagas (pulgonés) a los 30 días ddt. No se aplicó ningún fungicida porque no hubo presencia de enfermedades en el cultivo de lechuga.

- **Cosecha (Madurez de cosecha)**

Entre los 70-80 días después del trasplante (24 de marzo al 03 de abril de 2024), según los tratamientos, se cosecharon las pellas de lechuga que presentaron consistencia dura a la presión con los dedos, consistió en cortar en la base del cuello de planta empleando un cuchillo, posteriormente se realizó la limpieza de hojas basales, selección, conteo de pellas de lechuga en

general y finalmente se pesaron para obtener el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precocidad (Días a cosecha)

La Tabla 2 se muestra que no existe significación para la fuente de variación de bloque, pero para el bioestimulante si existe alta significación estadística. Por lo cual, por lo menos un bioestimulante difiere del resto de los tratamientos con bioestimulante. El coeficiente de variación de 0.37% es un indicador de alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 2

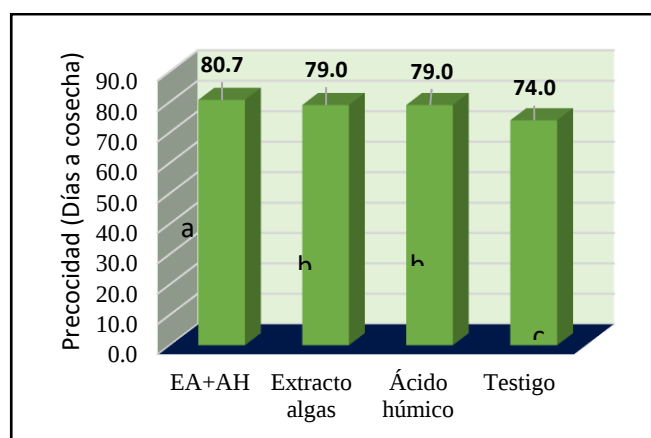
Análisis de variancia de días a cosecha de pellas de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	0.17	0.08	1.00	0.4219 ns
Bioestimulante	3	75.00	25.00	300.00	<0.0001**
Error	6	0.50	0.08		
Total	11	75.67			

C. V. = 0.37%

Figura 1

Prueba de Tukey (0.05) de la precocidad a la cosecha de pellas de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



La figura 1 muestra que la combinación de los bioestimulantes de extracto de alga más ácido húmico (EA+AH) es estadísticamente superior al resto de los bioestimulantes con 80.67 días a la cosecha, siendo la más tardía; seguido del

extracto de algas y ácido húmico con valores de 79, 79 días a la cosecha, respectivamente. El testigo con 74 días a la cosecha de pellas resultó el más precoz, es decir, los bioestimulantes alargan el periodo de cosecha de las pellas de lechuga según estos resultados. La conformación de pellas de menor tamaño que se logró con el testigo, reduce el periodo de cosecha de pellas de lechuga. En conclusión, los bioestimulantes extendieron la precocidad a la cosecha, pero ayudaron a formar mayor número de pellas a comparación del testigo. Por otro lado, se debe señalar que las condiciones de humedad y temperatura de Canaán permitieron que el ciclo vegetativo, así como el desarrollo de la lechuga fueran adecuados y cercanos a las referencias para el cultivar Great Lakes. Los hallazgos muestran que es inferior a los reportes de Cueva (2023), quien demostró que la aplicación de extracto de algas influyó en la precocidad de cosecha con 73 días hasta la cosecha en el cultivo de lechuga.

Diámetro polar de pella de lechuga

Tabla 3

Análisis de variancia del diámetro polar de pella de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	2.66	1.33	41.28	0.0003**
Bioestimulante	3	4.36	1.45	45.07	0.0002**
Error	6	0.19	0.03		
Total	11	7.21			

C. V. = 1.30%

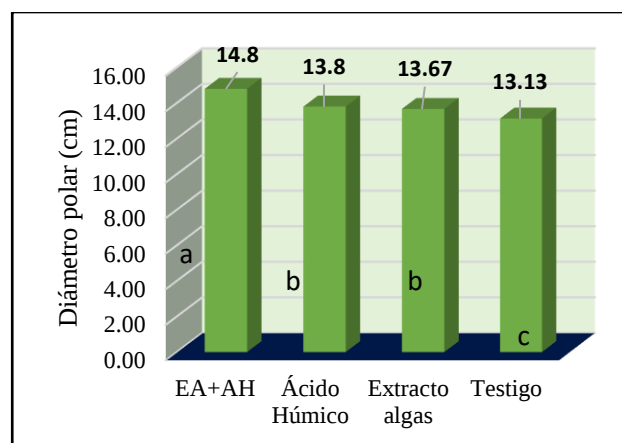
La tabla 3, muestra alta significancia estadística para el efecto tanto para el bloque y bioestimulante, este resultado significa que hay una variación entre los bloques y, por lo menos, el efecto de uno de los bioestimulantes se diferencia de las otras. El coeficiente de variación resultó 1.30%, el cual es indicio de alta precisión y confiabilidad de los resultados.

En la Figura 2, el bioestimulante compuesto por extracto de algas más ácido húmico (EA+AH) con 14.8 cm es superior estadísticamente al testigo, con

un incremento de 11.12 %. Entre extracto de algas y ácido húmico no se observa una clara diferencia estadística, por lo tanto, sus efectos son similares y también superiores al testigo.

Figura 2

Prueba de Tukey (0.05) del diámetro polar de pella de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



Se observa que existe sinergia del ácido húmico y extracto de algas que inducen a un mayor crecimiento de las pellas de lechuga, en este caso del diámetro polar, que se atribuye por la combinación de las bondades de estos dos bioestimulantes tienen mejor efecto en el desarrollo de la planta de lechuga.

Diámetro ecuatorial de la lechuga

Tabla 4

Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de pella de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes. Canaán 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	1.49	0.74	3.26	0.1099 ns
Bioestimulante	3	7.21	2.40	10.56	0.0083 **
Error	6	1.37	0.23		
Total	11	10.07			

C. V. = 2.87%

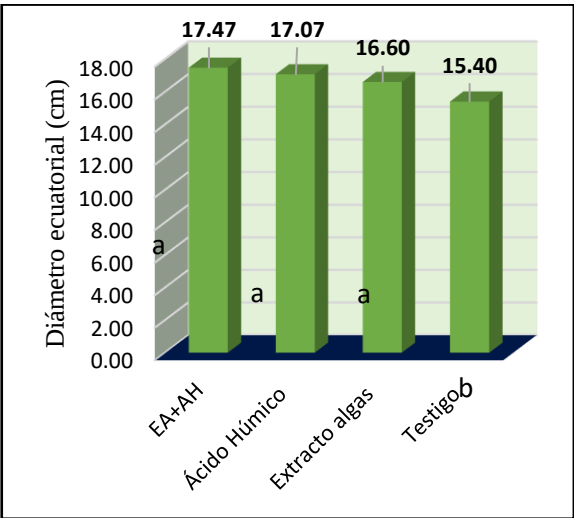
La tabla 4 muestra alta significancia estadística para el efecto de los bioestimulantes con respecto al diámetro ecuatorial de pella, es decir que, por lo menos uno de los bioestimulantes difiere de

las otras. El coeficiente de variación 2.87% es un valor de alta confiabilidad y precisión. Este resultado nos permite analizar la comparación de medias con la finalidad de escoger el mejor bioestimulante.

En la figura 3, el bioestimulante compuesto por extracto de algas más ácido húmico (EA+AH) es superior estadísticamente superior al testigo, con 17.47 cm de diámetro ecuatorial de pella, con un incremento de 13.44%. Entre extracto de algas y testigo no se observa una clara diferencia estadística, por lo tanto, sus efectos son similares. Referente al ácido húmico, los resultados de este trabajo fueron inferiores a los hallazgos de Puebla (2012), quien demostró que la aplicación de bioestimulante influyó significativamente en el diámetro de la pella de lechuga, reportando 29 cm de dimensión. Este hallazgo se muestra superior a los reportes de Cueva (2023), quien demostró que la aplicación de extracto de algas influyó significativamente en el diámetro de pella de lechuga, 129.81 mm.

Figura 3

Prueba de Tukey (0.05) del diámetro ecuatorial de pella de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



Número de pellas de lechuga

Según el análisis de varianza (Tabla 5) para el efecto de los bioestimulantes resultaron altamente significativas, esto significa que, por lo menos, un bioestimulante difiere del resto en la

formación de pellas de lechuga. El coeficiente de variación de 5.92% es un indicador de buena precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 5

Análisis de variancia de pellas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivar *Great Lakes*. Canaán 2750 msnm

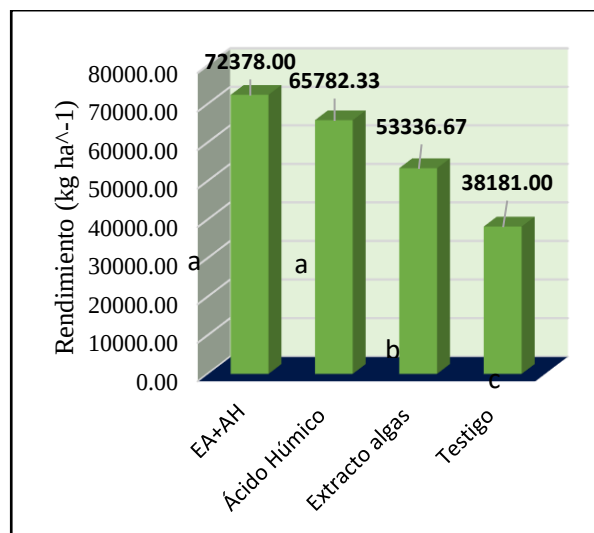
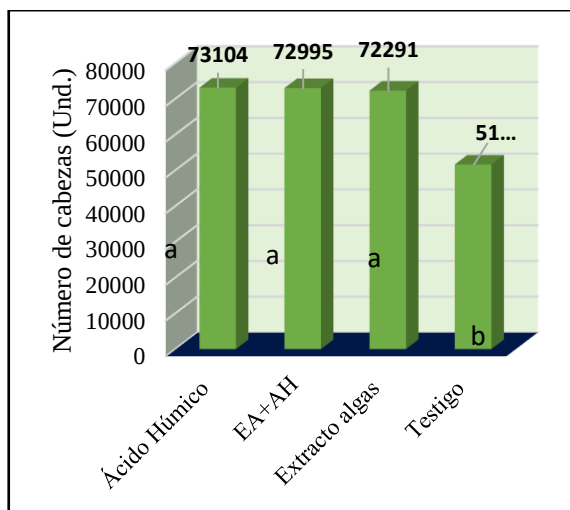
F. Var.	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	54179686.50	27089843.25	1.70	0.2604 ns
BioestimuL	3	1010701574	336900524.9	21.11	0.0014 **
Error	6	.92	15956528.81		
Total	11	95739172.83			
		1160620434			
		.25			

C. V. = 5.92%

La figura 4 muestra la prueba Tukey del número de pellas de lechuga, donde los ácidos húmicos (AH), extracto de algas más ácido húmico (EA+AH) y extracto de algas (EA) son estadísticamente superiores al testigo, con valores de 73,104, 72,995 y 72,291 pellas de lechuga ha⁻¹, respectivamente; es decir, los bioestimulantes influyó en formación de pellas de lechuga. El testigo con 51,615 pellas de lechuga ha⁻¹, tuvo 41.63% menos de pellas de lechuga que con ácido húmico. Referente al uso de bioestimulantes como el ácido húmico, los resultados de este trabajo fueron similares a los hallazgos de Puebla (2012), quien demostró que, la aplicación de bioestimulante influyó significativamente en la formación de pellas de las lechugas a comparación del testigo, en la que se encontró menor cantidad de pellas de lechuga por hectárea.

Figura 4

Prueba de Tukey (0.05) del número de pellas de lechuga por hectárea, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.



Rendimiento de pellas de lechuga por hectárea

La tabla 6 muestra alta significancia estadística de bioestimulante con respecto al rendimiento de pellas de lechuga, es decir, por lo menos uno de los bioestimulantes difiere de las otras. El coeficiente de variación 8.96% es un valor de alta confiabilidad y precisión. Este resultado nos permite analizar la comparación de medias para cada bioestimulante.

Tabla 6

Análisis de variancia del en el rendimiento de pellas de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivar Great Lakes, Canaán 2750 msnm

F. Var.	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	662713362.5	331356681.	12.51	0.007
		0	25		2**
Bioestim	3			25.68	
ul.	6	2041449341.	680483113.		0.000
Error	67		89		8**
Total	11	158964416.8	26494069.4		
	3	2863127121.00	7		

C. V. = 8.96%

Figura 5

Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento por hectárea de pellas de lechuga, bajo el efecto de los bioestimulantes, Canaán, 2750 msnm.

La figura 5 muestra que el extracto de alga más ácido húmico (EA+AH) es estadísticamente superior (72,378 kg ha⁻¹) respecto al testigo, superando con 35,197 kg ha⁻¹, equivalente a un incremento de 92.2%. No obstante, EA+AH no difiere sobre la influencia de ácido húmico, el cual tiene un valor de 65,782.33 kg ha⁻¹. De manera general, todos los bioestimulantes superaron al testigo (sin bioestimulantes).

Se observa que los rendimientos de lechuga son aceptables, se explica, porque las condiciones climáticas y sobre todo la precipitación fue adecuada para el cultivo, que permitió que la lechuga cultivar Great Lakes manifieste su potencial productivo.

Referente al ácido húmico, Flores (2023) demostró que al aplicar el bioestimulante ácido húmico, influyó de manera significativa en el rendimiento del peso de pellas de lechuga; por lo tanto, resulta beneficioso su utilización en este cultivo a futuro. Asimismo, Suárez (2021) demostraron que, con la aplicación de ácido húmico derivado de Leonardita en un suelo de la selva, la mayoría de los parámetros químicos evaluados aumentaron, lo que indica una mejora en la fertilidad del suelo, principalmente en las áreas de disponibilidad de nutrientes y aumento de carbono orgánico del suelo.

Referente a extracto de algas, los resultados encontrados en este trabajo son muy superiores a los reportes de Cueva (2023) demostró que la aplicación de extracto de algas influyó de manera

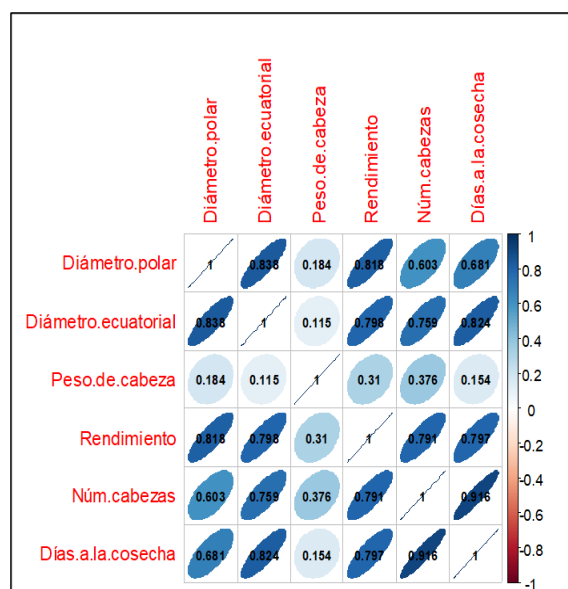
significativa en el rendimiento de pellas de lechuga, reportando peso de pellas por hectárea de 28.75 t ha⁻¹. Tantaraico (2023) obtuvo un peso de 1273.17 g, siendo el mayor peso al haberse utilizado una concentración de compost 5 kg m⁻² + algas marinas 300 ml m⁻², superando en un 147% al testigo de los tratamientos que obtuvo el peso de pella más bajo entre los tratamientos con 366.2 g. Por otra parte, Valdes et al. (2020) demostraron que la aplicación de algas marinas influyeron de manera significativa en el rendimiento de pellas de lechuga, donde reportó 11,783.7 t ha⁻¹ con una dosis de 15 g de algas.

Correlación de las variables

La figura 6 muestra que existe correlación alta del rendimiento con las variables diámetro polar de pella, diámetro ecuatorial de pella, con valores de 0.818 y 0.798, respectivamente. Es decir, las variables mencionadas influyen positivamente en el rendimiento, asimismo, tienen una relación directamente proporcional.

Figura 6

Correlación de las variables de respuesta en lechuga cultivar Great Lakes con aplicación de bioestimulantes



CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en el trabajo de investigación permiten concluir con los siguientes:

1. La combinación de bioestimulantes extracto de algas y ácido húmico alargaron en el periodo de madurez comercial pellas en la lechuga, cultivar Great Lakes en las condiciones de Canaán – Ayacucho, que registró 80.67 días a la cosecha de pellas, seguido del extracto de algas y ácido húmico con 79 y 79 días a cosecha de pellas, respectivamente.
2. La combinación de extracto de algas y ácido húmico (EA+AH) y ácido húmico (AH) son estadísticamente superiores a la aplicación de extracto de algas y el testigo, con rendimientos de pellas como 72,378 y 65,782.33 kg ha⁻¹, respectivamente, EA fue superior al testigo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canellas, L. P., & Olivares, F. L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 1(3), 1–11.
- Castellane, P. D., & Araújo, J. A. C. (1994). Cultivo sem solo: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP.
- Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology, 23, 371–393.
- Cueva, K. G. (2023). *Evaluación del rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L. var. Coolguard) con la aplicación de dos extractos de algas en el Cantón Cevallos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ambato]. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39730/1/053_Agronomía - Cueva Gómez Kerly Nicol.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39730/1/053_Agronomía_-_Cueva_Gómez_Kerly_Nicol.pdf)

- Dirección Regional Agraria Ayacucho (DRA). (2023). *Reporte regional de producción hortícola 2022–2023*. Ayacucho, Perú.
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14.
- FAOSTAT. (2024). *Crops and livestock products database*. FAOSTAT Database
- Flores, E. A. (2023). *Efectos del ácido abscísico y ácido húmico como inductores de resistencia a salinidad en lechuga (Lactuca sativa)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13907/PI-UTB-FACIAG-AGRONOMIA-REDISEÑADA-000027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kopta, T., Pavlíková, D., Šekara, A., Pokluda, R., & Maršálek, B. (2018). Effect of bacterial-algal biostimulant on the yield and internal quality of lettuce.
- Kelpak. (2025). Ficha técnica kelpak. <https://www.agroenfoque.com.uy/wp-content/uploads/2020/01/KELPAK.pdf>
- Maynard, D. N., & Hochmuth, G. J. (2007). *Knott's handbook for vegetable growers* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2022). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. MIDAGRI Perú
- Point Andina. (2025). Humi Grow EHT 80% , Abono organico. <https://pointandina.pe/producto/humigrow-eht-80-es-una-enmienda-organica/?srsltid=AfmBOopmBamNM3d3xLIPHJ3MUOUdawYLVapGGUku17exSCHX2rX0VRdP>
- Puebla, O. H. (2012). *Aplicación de composta, micorriza (Glomus intraradices) y ácidos húmicos en la producción de lechuga (Lactuca sativa)* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí]. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3388/IAF1APL01201.pdf?sequence=1>
- Rodríguez, N., Pino, M., & González, C. (2019). Uso de abonos orgánicos en la producción sostenible de hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(2), 45–53.
- Suárez, A. A. (2021). *Efecto de la aplicación de ácidos húmicos sobre propiedades químicas del suelo y plantas de lechuga Batavia* [Tesis de post grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79720/1053610690.2021.pdf?sequence=2>
- Tantaraico, M. N. (2023). *“Efecto sinérgico entre algas marinas y compost en el rendimiento y calidad de lechuga (Lactuca sativa) en vivero”* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4244>
- Valdes, D. R., Baque, W. B., & Cornelio, W. Y. (2020). Comparación de la aplicación de ácidos húmicos y algas marinas con diferentes distanciamientos en lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Ciencias Sociales*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9059541>