



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE AGRONOMÍA ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERA AGRÓNOMA

Efecto de dos bioestimulantes en el rendimiento y calidad de tres variedades de apio (*Apium graveolens*), en el centro poblado de Callanca, distrito de Monsefú, región Lambayeque

AUTORES:

Andrea Celeste Farro Ballena

Paulita Quiroz Huancas

ASESOR

Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

Lambayeque - Perú

31 de julio del 2025

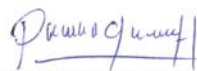
TESIS

“Efecto de dos bioestimulantes en el rendimiento y calidad de tres variedades de apio (*Apium graveolens*), en el centro poblado de Callanca, distrito de Monsefú, región Lambayeque”

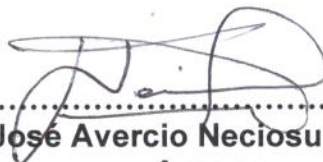
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGRÓNOMA



.....
Andrea Celeste Farro Ballena
Autora



.....
Paulita Quiroz Huancas
Autora



.....
Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
Asesor

APROBADO POR:



.....
Dr. Francisco Regalado Díaz
Presidente del Jurado



.....
Dr. Américo Celada Becerra
Secretario del Jurado



.....
Ing. M.Sc. Adolfo Padilla Pérez
Vocal del Jurado



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 022-2025-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los treinta y un días del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las doce con treinta minutos de la tarde, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: **"EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRES VARIEDADES DE APIO (*Apium Graveolens*), EN EL CENTRO POBLADO DE CALLANCA, DISTRITO DE MONSEFÚ, REGIÓN LAMBAYEQUE"**, designados con Resolución N° 034-2023-VIRTUAL-D-FAG, de fecha 21 de marzo del 2023, se nombra jurado y con la Resolución N° 119-2023-D-FAG, de fecha 31 de julio de 2023 se autoriza la aprobación del Proyecto de tesis, mediante Resolución N° 030-2025-D-FAG, de fecha 12 de febrero del 2025, se amplía por única vez el plazo por el lapso de seis (06) meses a partir del 01 de febrero hasta el 01 de agosto del 2025; con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Francisco Regalado Díaz
Dr. Américo Celada Becerra
Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez
Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

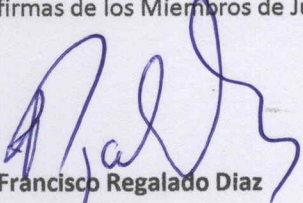
Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

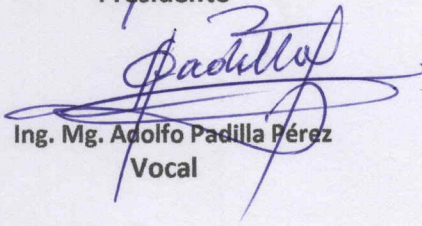
El acto de Sustentación fue autorizado por **RESOLUCIÓN N° 0187-2025-D-FAG**, de fecha 24 de julio del 2025.

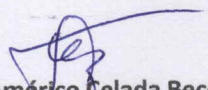
La tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller **FARRO BALLENA ANDREA CELESTE** tuvo una duración de 2h minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 17 en la escala vigesimal, con mención Buena.

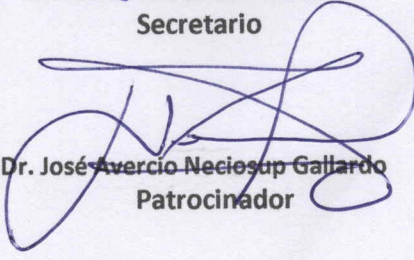
Por lo que queda **APTO (A)** para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) Agrónomo (a) de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 2.15 pm, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Francisco Regalado Díaz
Presidente


Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez
Vocal


Dr. Américo Celada Becerra
Secretario


Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
Patrocinador

Observación:

.....
.....
.....



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 021-2025-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los treinta y un días del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las doce con treinta minutos de la tarde, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: **"EFECTO DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRES VARIEDADES DE APIO (*Apium Graveolens*), EN EL CENTRO POBLADO DE CALLANCA, DISTRITO DE MONSEFÚ, REGIÓN LAMBAYEQUE"**, designados con Resolución N° 034-2023-VIRTUAL-D-FAG, de fecha 21 de marzo del 2023, se nombra jurado y con la Resolución N° 119-2023-D-FAG, de fecha 31 de julio de 2023 se autoriza la aprobación del Proyecto de tesis, mediante Resolución N° 030-2025-D-FAG, de fecha 12 de febrero del 2025, se amplía por única vez el plazo por el lapso de seis (06) meses a partir del 01 de febrero hasta el 01 de agosto del 2025; con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Francisco Regalado Díaz
Dr. Américo Celada Becerra
Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez
Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

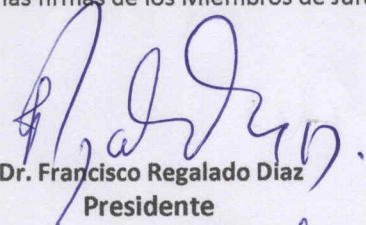
Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

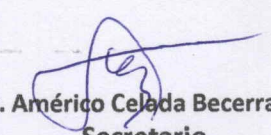
El acto de Sustentación fue autorizado por **RESOLUCIÓN N° 0187-2025-D-FAG**, de fecha 24 de julio del 2025.

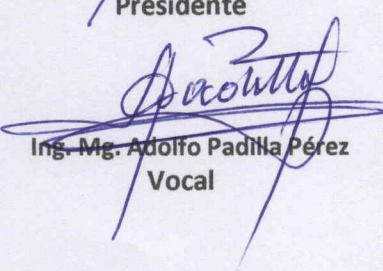
La tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller **QUIROZ HUANCAS PAULITA** tuvo una duración de ²⁴ minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de ¹⁷ en la escala vigesimal, con mención ^{Buena}

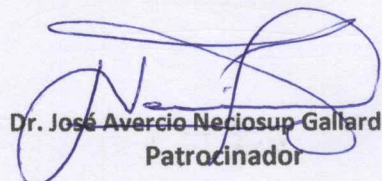
Por lo que queda **APTO (A)** para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) Agrónomo (a) de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las ^{2:15 PM}, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Francisco Regalado Díaz
Presidente


Dr. Américo Celada Becerra
Secretario


Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez
Vocal


Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
Patrocinador

Observación:

.....
.....
.....

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **Dr. José Avercio Neciosup Gallardo**, en condición de Asesor de la Tesis Titulada **“Efecto de dos bioestimulantes en el rendimiento y calidad de tres variedades de apio (*Apium graveolens*), en el centro poblado de Callanca, distrito de Monsefú, región Lambayeque”**, presentado por los Bachilleres: **Farro Ballena Andrea Celeste con Código Universitario 151510-I y Quiroz Huancas Paulita con Código Universitario 151519-F**, a efecto de optar por el Título Profesional de **INGENIERA AGRÓNOMA** habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de uso del sistema anti plagio considerando que el reporte del software TURNITIN dio un porcentaje de coincidencia de 18% de la tesis antes citada, y de acuerdo a los criterios de evaluación de originalidad **NO HA SIDO PLAGIO NI CONTIENE DATOS FALSOS**, En caso se demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar.

Se emite la presente constancia para fines de continuar con el trámite respectivo.

Lambayeque, 16 de Junio del 2026

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Neciosup', is written over a horizontal dotted line.

Asesor

Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

TESIS CORREGIDO CELESTE FARRO Y PAULITA QUIROZ

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

2%

3

ri-ng.uaq.mx

Fuente de Internet

2%

4

www.intagri.com

Fuente de Internet

2%

5

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

2%

6

repository.udca.edu.co

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Nacional Jose
Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

1%

8

agris.fao.org

Fuente de Internet

1%

9

serfi.pe



Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

DNI: 17523422

ASESOR

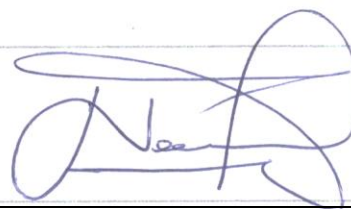
Fuente de Internet

1 %

10

agroempresario.com

Fuente de Internet



1 %

11

wikifarmer.com

Fuente de Internet

Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
DNI: 17523422
ASESOR

1 %

12

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

<1 %

13

Submitted to Universidad Nacional de Educación a Distancia

Trabajo del estudiante

<1 %

14

Submitted to California Lutheran University

Trabajo del estudiante

<1 %

15

Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote

Trabajo del estudiante

<1 %

16

Submitted to ucol

Trabajo del estudiante

<1 %

17

www.portalfitness.com

Fuente de Internet

<1 %

18

Submitted to Universidad Catolica de Oriente

Trabajo del estudiante

<1 %

19

Submitted to
consultoriadeserviciosformativos

<1 %

Trabajo del estudiante

20

Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Trabajo del estudiante

<1 %

21

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

DNI: 17523422

ASESOR

<1 %

22

Submitted to College of Education for Pure Sciences/IBN Al-Haitham/ Baghdad University

Trabajo del estudiante

<1 %

23

Submitted to Universidad de Alcalá

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Celeste Farro Ballena
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	TESIS CORREGIDO CELESTE FARRO Y PAULITA QUIROZ
Nombre del archivo:	TESIS_CORREGIDO_CELESTE_FARRO_Y_PAULITA QUIROZ.docx
Tamaño del archivo:	12.18M
Total páginas:	71
Total de palabras:	12,361
Total de caracteres:	68,282
Fecha de entrega:	18-jul-2025 10:40p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2717106185



UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS
Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR
Andrea Celeste Farro Ballena
Paulita Quiroz Huancas

ASESOR
Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

Lambayeque - Perú
2025

Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
DNI: 17523422
ASESOR

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a las personas que han sido pilares fundamentales en nuestra vida y en nuestra formacion academica.

A Dios por habernos dado la vida, la fortaleza, la sabiduria y la perseverancia necesaria para llegar hasta este momento, a El le entrego cada logro, cada paso y cada sueño cumplido.

A nuestro padres por su amor incondicional, su ejemplo de lucha, por estar presente en cada etapa de este proceso. Gracias por sus consejos, su compañía, por recordarnos que todo esfuerzo tiene su recompensa.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra familia por estar siempre presentes brindandonos todo su apoyo, animo y confianza a lo largo de este camino profesional.

A nuestros docentes, miembros del jurado y a nuestro asesor el Ing. Jose Neciosup Gallardo, por compartir sus conocimientos, por sus enseñanzas dentro y fuera del aula, por guiarnos con paciencia y dedicacion durante la realizacion de esta tesis.

A nuestro amigo Emir Morales, por brindarnos su apoyo tecnico y por compartir su tiempo y su experiencia en el desarrollo de este proyecto.

INDICE GENERAL

	Página
I.	INTRODUCCIÓN
	1
	Objetivo General
	1
	Objetivos específicos
	1
II.	MARCO TEORICO
	3
2.1.	Antecedentes
	3
2.2.	Base Teórica
	8
2.2.1.	Cultivo de Apio
	8
2.2.1.1.	Origen y taxonomía
	8
2.2.1.2.	Descripción botánica
	8
2.2.2.	Requerimientos edáficos
	9
2.2.3.	Labores del cultivo
	10
2.2.4.	Bioestimulantes utilizados, a base de calcio
	10
2.2.5.	Tipos de apio
	12
2.2.6.	Descripción de los cultivares de apio utilizados
	13
2.2.7.	Bioestimulante
	13
2.2.8.	Valor nutricional y composición química del apio
	15
2.2.9.	El apio en el Perú
	16
III.	Diseño Metodológico
	18
3.1.	Tipo y nivel de investigación
	18
3.2.	Localización del campo experimental
	18
3.3.	Análisis físico y químico del suelo
	18
3.4.	Condiciones climatológicas
	19
3.5.	Tratamientos en estudio
	21

3.6.	Diseño experimental	22
3.7.	Características de área experimental	23
3.8.	Instalación y manejo del trabajo experimental	24
3.9.	Características evaluadas	25
3.10.	Análisis estadístico	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.	Análisis estadístico	27
4.2.	Análisis de las características	28
4.2.1.	Altura de planta	28
4.2.2.	Diámetro de planta	30
4.2.3.	Número de tallos por planta	32
4.2.4.	Número de atados por hectárea	34
4.2.5.	Peso fresco por planta	36
4.2.6.	Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro	37
4.2.7.	Rendimiento de plantas de apio	41
4.2.8.	Color del apio	43
V.	CONCLUSIONES	44
VI.	RECOMENDACIONES	45
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
VIII.	ANEXOS	52

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1	Análisis Textural y Químico del Suelo experimental. 19
Tabla 2	Información Meteorológica. Distrito de Monsefú, Región Lambayeque. 20
Tabla 3	Tratamientos en estudio 21
Tabla 4	Cuadrados medios de los factores bioestimulante, cultivar e interacción. 27
Tabla 5	Altura de planta (cm), aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio. 29
Tabla 6	Altura de planta (cm) de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes 29
Tabla 7	Diámetro de planta(cm), aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio. 31
Tabla 8	Diámetro de planta (cm) de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes 31
Tabla 9	Número de tallos por planta, aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio. 33
Tabla 10	Número de tallos/planta de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes 33
Tabla 11	Numero de atados por hectárea, aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio. 35
Tabla 12	Numero de atados por hectárea de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes 35
Tabla 13	Peso por planta (gr), aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio. 37
Tabla 14	Peso por planta (gr), de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes 38
Tabla 15	Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro, aplicación de dos cultivares en tres cultivares de apio. 40

Tabla 16	Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro, de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes.	40
Tabla 17	Rendimiento de plantas (t/ha), aplicación de dos cultivares en tres cultivares de apio.	42
Tabla 18	Rendimiento de plantas (t/ha), de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes.	42

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Condiciones climáticas - Temperatura máxima y mínima, y humedad relativa	20
Figura 2	Altura de planta de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes	30
Figura 3	Diámetro de tallo de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes	32
Figura 4	Número de tallos por planta de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes	34
Figura 5	Número de atados por hectárea de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes	36
Figura 6	Peso por planta (g) de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes	38
Figura 7	Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro, de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes	41
Figura 8	Rendimiento de plantas de apio, de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes	43

Resumen

Se desarrolló en el Centro Poblado de Callanca, Distrito de Monsefú con ubicación geográfica: Latitud Sur: 14°10'52" Longitud Oeste: 71°08'26", con una altitud de 11 m. s. m., teniendo como objetivo determinar el efecto de dos productos bioestimulantes sobre el rendimiento y calidad de tres cultivares de apio (*Apium graveolens*). Se aplicaron las prácticas agronómicas adecuadas y oportunas. El trabajo se adecuó al Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo en Parcelas Divididas, con tres repeticiones. Después de analizar los resultados se concluyó que 1. El cultivar Kelvin combinado con Promet Ca registró el mayor rendimiento de plantas de apio con 55.56 t/ha, superior sobre los tratamientos restantes. 2. El cultivar Kelvin funcionó mejor cuando se combinó con los bioestimulantes, que los cultivares Girisha y Vertran. 3. El bioestimulante Promet Ca afectó favorablemente con el mayor rendimiento de plantas de apio (47.00 t/ha), superando los rendimientos obtenidos con aplicación de Packhard (39.01 t/ha) y al testigo sin aplicación (37.58 t/ha). 4. El tratamiento Kelvin + Promet Ca mostró el mayor valor de peso fresco de planta (783.15 g). 5. Los cultivares mostraron menor porcentaje de plantas con corazón negro cuando se combinaron con los bioestimulantes; destacando la combinación Cultivar Kelvin con el bioestimulante Promet Ca (10.00 %). Los cultivares Vertran, Girisha y Kelvin sin aplicación registraron mayores porcentajes con 28.33, 25.67 y 23.33%.

Palabras clave: Bioestimulante, *Apium graveolens* L., Cultivares, Rendimiento, Corazón negro.

Abstract

The study was carried out in the Callanca Population Center, Monsefú District, located at Latitude South: 14°10'52" Longitude West: 71°08'26", at an altitude of 11 m above sea level. The objective was to determine the effect of two biostimulant products on the yield and quality of three celery varieties. Appropriate and timely agronomic practices were applied. The study was based on a Randomized Complete Block Design (RCBD) with a Split-Plot arrangement, with three replications. After analyzing the results, it was concluded that: 1. The Kelvin variety combined with Promet Ca recorded the highest celery plant yield, with 55.56 t/ha, higher than the other treatments. 2. The Kelvin variety performed better when combined with the biostimulants than the Girisha and Vertran varieties. 3. The biostimulant Promet Ca had a favorable effect, resulting in the highest yield of celery plants (47.00 t/ha), exceeding the yields obtained with Packhard application (39.01 t/ha) and the control without application (37.58 t/ha). 4. The Kelvin + Promet Ca treatment showed the highest plant fresh weight (783.15 g). 5. The varieties showed a lower percentage of plants with black heart when combined with the biostimulants; the Kelvin variety combination with the biostimulant Promet Ca stood out (10.00%). The Vertran, Girisha, and Kelvin varieties without application recorded higher percentages with 28.33, 25.67, and 23.33%.
Keywords: Biostimulant, calcium, *Apium graveolens* L., varieties, yield, productivity, black heart.

I. INTRODUCCIÓN

El apio se cultiva en la Costa, en zonas como La Libertad, Lambayeque y Lima, regiones que se caracterizan por presentar un clima templado y seco, teniendo en cuenta que el cultivo de apio no soporta temperaturas frías. En la Sierra norte del Perú, el distrito de Súcota, en la Región Cajamarca destaca por su mayor producción; así mismo otras regiones de la sierra como Junín, Huancavelica y Cerro de Pasco. (Ugás et al., 2000).

El apio es rico en vitaminas del complejo B, calcio, potasio y fósforo; posee entre 10 y 15 % de almidón de fácil digestibilidad. En algunos casos el tallo y la hoja son utilizados en ensaladas y también son consumidos como vegetales cocidos. (Lacastro, 2019). Además, es considerado un buen diurético debido a su alto contenido de agua (Intagri, 2021).

El apio cultivado en Perú se ha utilizado tradicionalmente para tratar problemas digestivos, inflamatorios y renales. Su alto contenido de antioxidantes ayuda a combatir los radicales libres y a prevenir enfermedades crónicas, mientras que su acción diurética contribuye a la eliminación de toxinas del organismo. El cultivo de apio en Perú tiene un importante impacto económico en las regiones donde se produce. Gracias a la demanda creciente de este vegetal tanto en el mercado nacional como en el internacional, los agricultores peruanos han encontrado en el apio, una fuente de ingresos estable y rentable. Riqueza peruana. (2023).

El rendimiento del apio se puede mejorar con la aplicación de bioestimulantes que influyen directamente sobre la productividad y calidad del cultivo, ya que mejoran la eficiencia del uso de nutrientes, aumentando la tolerancia al estrés biótico (daños de plagas y enfermedades) y abiótico (como sequía, temperaturas altas) promoviendo un crecimiento más vigoroso y aumentando la calidad comercial del producto final; sobre todo si éstos tienen contenido de Calcio, el cual ayudaría a superar fisiopatías relacionado con la deficiencia de éste elemento, como la presencia de corazón negro en las plantas de apio.

Ante ello nace la necesidad de realizar el trabajo de investigación con la finalidad de ver la influencia de dicho elemento sobre el rendimiento y calidad en tres cultivares de apio.

Objetivo General

- Determinar el efecto de dos bioestimulantes sobre el rendimiento y calidad de tres cultivares de apio.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos bioestimulantes con contenido de calcio en la calidad del cultivo de apio.
- Determinar el efecto de dos bioestimulantes sobre los componentes de rendimiento.
- Determinar el mejor bioestimulante en función a la respuesta de los cultivares de apio.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Navarro (2024) en su trabajo, sobre aplicación de dos bioestimulantes en apio y su efecto en su rendimiento bajo condiciones de Huacho, concluye que los tratamientos T₃: Solución hidropónica común + Solución de Citoquininas + Auxinas + Giberelinas a dosis de 1 l ha⁻¹, y T₂: Solución hidropónica común + Solución de Citoquininas + Auxinas a dosis de 1 l ha⁻¹, afectaron significativamente en el comportamiento agronómico y el rendimiento de apio bajo el sistema hidropónico de raíz flotante; referente a las características agronómicas como la altura y diámetro de planta, presentaron diferencias significativas entre tratamientos, mostrando al T₃ (58,3cm y 6,68cm) y el T₂ (56,2cm y 6,43cm) con los mayores valores; en cuanto al número de hojas, el T₂ (41,2hojas), T₃ (41,1 hojas) y T₁ (40,4 hojas) presentaron los mayores valores. Los componentes del rendimiento del apio como el peso fresco de la planta y el rendimiento presentaron significancia estadística, siendo el tratamiento T₃ (685,97 g planta⁻¹ y 68,60 t ha⁻¹) el que obtuvo mayor valor bajo el sistema hidropónico de raíz flotante.

Almerco y Camones (2024), en su estudio para estimar el impacto de las poliaminas en el rendimiento y contenido de aceites en el cultivo de apio, bajo condiciones de Huarica, Pasco, después de registrar y analizar sus resultados, observaron que el tratamiento con dosis alta de poliaminas (T₄) promovió el crecimiento, alcanzando una altura máxima de 60.33 cm y 67.8 hojas, así mismo el mayor diámetro de planta con 53.47 cm; estos resultados reflejan un efecto positivo en el desarrollo de las plantas; por otro lado observaron que dosis altas de poliaminas redujo significativamente el periodo de maduración en nueve días (141 días) comparado con el tratamiento control que requirió 150 días para la cosecha; con el mismo tratamiento (T₄) se logró el mayor peso individual de planta (2.18 kg) y un rendimiento notable de 119.72 t/ha, superando a otros tratamientos. La concentración de

aceites esenciales cuantificada como grasa cruda en el cultivo de apio mostró una relación directa y proporcional con la dosis de poliaminas, el Tratamiento T4 logró 3.03 g/100 g de muestra, comparado a 1.05 g/100 g de muestra del control, respaldando su influencia significativa en el proceso de formación de metabolitos secundarios.

Chávez (2023), menciona que la elicitación controlada conduce a la biosíntesis de metabolitos y mejora la productividad de los cultivos al activar la defensa de las plantas en una forma dependiente de la dosis según el concepto de hormesis. El apio es una especie ampliamente cultivada que sintetiza una amplia gama de compuestos bioactivos como ftálidos, furanocumarinas, otros compuestos fenólicos y terpenoides. Chávez (2023), analizó la respuesta de las semillas y plantas de apio a la elicitación desde el enfoque de la hormesis; utilizó dosis de 0,1, 1 y 10 mM de ácido salicílico y 15, 150 y 1500 µg/mL de quitosano para la estimulación de las semillas, incluyendo el peróxido de hidrógeno (2, 20 y 200 mM) en la estimulación de las plantas. Observó que el Senkyunólido A es el principal componente del extracto diclorometano de semillas de apio, a través de un análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas (CG/EM). Así mismo observó, que el ácido salicílico en la dosis más alta (10 mM) provocó que la cantidad de Senkyunólido A se duplicara, pero a la vez perjudicó la germinación y el crecimiento de las plántulas en comparación con el control. El quitosano indujo una respuesta hormética en las variables de defensa antioxidante y desarrollo de las plántulas, aumentando 1,5 veces el contenido de senkyunólido A y mejorando el tiempo de germinación en 15 µg/mL en contraste con el control. En las plantas, los ftálidos también se estimularon junto con los compuestos fenólicos, con las mayores dosis. Sin embargo, cambios significativos en el contenido de fitol y escualeno sugieren que estos compuestos, junto con los fitosteroles, también pueden considerarse marcadores de estrés.

Santos (2019), realiza su trabajo de investigación en la localidad de Yanahuanca,

provincia de Daniel Alcides Carrión, región Pasco, que tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres inductores de crecimiento en el rendimiento de dos cultivares de apio; según sus resultados concluye que: La cultivar Gian Pascal + Aminofol mostró el mayor rendimiento con 63.23 t/ha de peso fresco, superando al promedio nacional; a la cosecha la mayor altura de planta lo alcanzó el cultivar Gian Pascal + Biozyme con 0.61 m; para el diámetro de planta el cultivar Gian Pascal + Biozyme alcanzó 6.43 cm; sin embargo la combinación del cultivar Gian Pascal + Aminofol obtuvo el mayor peso fresco por planta con 1.12 kg.

Casas (2018), realizó su trabajo de investigación sobre el efecto de abonos foliares orgánicos en el rendimiento de cultivares de apio en condiciones de invernadero – Puno. Los resultados obtenidos fueron: a) En altura de planta, no hubo diferencias estadísticas entre los cultivares de apio, con valores que fluctuaron entre 57.33 y 53.83 cm. Entre los abonos orgánicos no hubo diferencias estadísticas, pero sus valores oscilaron entre 63.37 y 56.74 cm, y se presentaron superiores estadísticamente al testigo con 42.72 cm. b) En número de hojas basales no hubo diferencias estadística entre los cultivares de apio, con valores medios que estuvieron entre 28.24 y 26.43 hojas basales; los mismo sucedió con los abonos orgánicos, con valores entre 32.39 y 30.00 hojas basales, siendo superiores al testigo con menor cantidad con 22.57 hojas basales. c) En rendimiento de cultivares de apio, no hubo diferencias estadísticas, obteniéndose valores que estuvieron entre 4.85 kg/m² (48 638.3 kg/ha) y 3.91 kg/m² (39 126.7 kg/ha). No existió diferencias estadísticas entre los abonos orgánicos, pero los valores se presentaron entre 5.36 kg/m² (53 567.8 kg/ha) y 4.31 kg/m² (43 194.4 kg/ha), siendo los abonos superiores estadísticamente al testigo con 3.45 kg/m² (34 500.6 kg/ha).

Surec (2017), en su trabajo sobre densidades de siembra en la producción de apio, bajo condiciones de Chimaltenango, Guatemala, concluye que existió diferencia significativa entre las tres densidades en el rendimiento medido en t/ha, siendo la densidad de siembra de

94,921 plantas/ha, la que presentó el mayor rendimiento; seguido de la densidad de 81,361 plantas/ha y 113,905 plantas/ha. Las plantas que se desarrollaron a una densidad de siembra de 81,361 plantas/ha, mostraron los valores más altos y mejores características según los estándares de calidad del mercado actual, sin embargo, la densidad de 94,921 plantas/ha, presentó la mayor rentabilidad.

“Los efectos del calcio como nutrimento indispensable en la calidad de frutas y hortalizas ha sido planteado por varios autores”. Hepler (1985) destaca el papel del calcio en corregir problemas de tipo fisiológico como es el caso del ahuecado de pencas en el apio o nariz blanda en mango; así mismo en el llenado de frutos de solanáceas y cucurbitáceas, en la calidad de peras y manzanas.

Castro y Valdiviezo (2008), investigaron el efecto de tres dosis: d1=dosis baja, d2=dosis media, d3=dosis alta; de tres bioestimulantes orgánicos b1= Estiércol de fruta, b2=Extracto de algas y d3=Newfol Plus, más un control (fertilización basal) en Calacalí, Pichincha, 2785msnm. Los resultados establecieron que: Newfol-plus fue el bioestimulante que indujo las mejores respuestas en todas las variables. La dosis baja (0,3 g/litro) indujo los mejores resultados para altura de planta (48,06 cm), diámetro de planta (23,34cm) y producción total (447,00 kg/pn). La mejor interacción fue b3d1 (Newfol-plus + dosis baja, 0,3 g/litro) en altura de planta (49,52 cm), diámetro de planta (23,61 cm) y peso de biomasa utilizable (263,79 kg/pn). En producción total, la mejor respuesta correspondió a la interacción b3d3 (Newfol-plus + dosis alta, 0,7 g/litro) (461,21 kg/pn). El análisis económico estableció que la mejor respuesta fue para la interacción b3d1 (Newfol-plus + dosis baja, 0,3 g/litro).

Aloni y Presman (1987), reportan que la deficiencia del Ca provoca la rajadura de peciolo y el corazón negro del apio, siendo estos los principales problemas de esta hortaliza; además estos problemas están influenciados por falta de luminosidad, estrés

hídrico, radiación solar débil y bajas temperaturas que causan una muy baja o ninguna movilidad del nutrimento en la planta. Este problema de translocación induce al debilitamiento de las paredes celulares, con el consecuente colapso de las células. El mismo autor sostiene que la deficiencia de boro en los tejidos también puede causar rajadura de peciolo, pero el ennegrecimiento del cogollo es debido exclusivamente a la deficiencia de calcio. La respuesta favorable a aplicaciones de Calcio, que consiste en la corrección del 'problema de corazones negros, se evidenció con aplicaciones foliares de nitrato de calcio a razón de 15 kg por Ha. durante un ciclo de cultivo y contrastando con el tratamiento testigo.

Zandsira y Honna (1980), asocian las fisiopatías en apio, debido a deficiencias de Ca en el suelo, al crecimiento acelerado de la planta, a periodos muy secos seguidos de periodos demasiado húmedos, trayendo consigo un movimiento inadecuado del calcio en la planta lo que no permite que las paredes celulares se regeneren, y los tonoplastos y plasmalemas sufran rupturas. Por lo tanto, el papel del calcio es destacable para la producción y calidad de hortalizas, debido a su papel de cofactor bioquímico, y su intervención en las principales vías metabólicas y componente de paredes celulares. Lo indicado se hace notorio en cultivos de periodo corto, con frutos de tamaño grande, o en cultivos donde los órganos de aprovechamiento son de tipo foliar, por cuanto son estas estructuras donde los síntomas de deficiencia y los desórdenes fisiológicos se hacen más evidentes (Bush, 1995).

2.2. Base Teórica

2.2.1. Cultivo de Apio (*Apium graveolens*)

2.2.1.1. Origen y taxonomía

AgroEs.es (s.f.), es un cultivo que se conoce desde hace muchos años. Tiene su origen en la cuenca del Mediterráneo, existiendo otros dos centros de origen secundarios: el Cáucaso y el Himalaya. Se utilizó en la antigüedad por sus propiedades diuréticas, curativas y depuradoras de la sangre. Surge como cultivo hortícola en el siglo XVI en Italia.

Principalmente era utilizado como planta aromática de sopas, menestras, etc.

WikipediA, (2024)

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Asteridae
Orden	:	Apiales
Familia	:	Apiaceae
Género	:	Apium
Especie	:	<i>Apium graveolens L.</i>

2.2.1.2. Descripción botánica

a. Sistema radical.

Presenta un sistema de raíz vertical, pivotante y fibroso, con raíces laterales numerosas que utiliza para la absorción de nutrientes, las mismas que se extienden a cortas distancias, lo que permite que se pueda trasplantar a distancias reducidas entre plantas; las cuales pueden estar entre los 15 y 20 cm. (Intagri, 2021).

b. Tallos y hojas

Los tallos miden entre 30 a 80 cm, son de textura herbácea; posee hojas grandes que brotan en forma de corona; el peciolo es muy grueso y carnoso, prolongándose en gran parte del limbo, son nervados, anchos en la base y son la parte comestible. (Intagri, 2021).

d. Flores, inflorescencias

Presenta como inflorescencia una umbela compuesta, con flores pequeñas y blancas, las mismas que tienen cinco pétalos, cinco estambres y dos pistilos, es una planta que posee alogamia, debido a que presenta polinización cruzada. (Intagri, 2021).

e. Frutos y semillas

Los frutos maduros son pequeños y secos, de apariencia cochosa. Las semillas o frutos maduros son muy pequeños, llegando a medir de 1.0 a 1.5 mm de longitud. (Intagri, 2021). Las semillas rara vez se forman, ya que las plantas generalmente se cosechan antes de que se produzcan las flores. El conjunto de semillas se ve afectado por las altas temperaturas y las anteras se marchitan antes de que puedan arrojar polen.

2.2.2. Requerimientos edafoclimáticos

Del Pino (2022), señala que el apio es un cultivo que no requiere terrenos con texturas especiales, pero si es exigente a suelos con buen drenaje; los suelos con buen contenido de materia orgánica son adecuados para su cultivo; con pH entre 6,8 - 7,2. Es un cultivo que no tolera la salinidad, requiriendo límites entre 2-3 mmhos/cm. Se recomienda niveles altos de nitrógeno durante las últimas semanas de su ciclo. La carencia o déficit de elementos como el calcio, magnesio y boro, causan fisiopatías características. Con rendimientos obtenidos de 70 a 80 tn/ha, extrae en promedio de 200 a 240 kg de N, 150 kg de P₂O₅, 560 a 600 kg de K₂O, 300 a 400 kg de CaO, y 20 a 30 kg de MgO.

En lo que respecta a las condiciones climáticas adecuadas, Choque (2021) indica que la temperatura óptima está entre 17 a 21°C y una mínima de 12 a 15°C para un buen crecimiento y desarrollo de la planta de apio, ya que, a temperaturas menores, alteran la fisiología de la planta, lo que provocaría una floración temprana; en cuanto a la humedad relativa está entre 30 a 70%, pues superior a este rango influye en la proliferación de enfermedades.

El apio es un cultivo de raíz poco profunda que en consecuencia suele tener una mayor necesidad de agua y es muy sensible al estrés por sequía, incluso durante un corto período de tiempo. Si sufren estrés hídrico constante, las plantas presentan menor tasa de crecimiento y los tallos se vuelven secos y fibrosos con un sabor amargo. Por lo cual

requiere riegos frecuentes y ligeros; se puede suministrar unos 20 mm de agua (la cantidad puede variar en función de las características del suelo). A medida que las plantas vayan creciendo, necesitarán de 1 a 2 pulgadas de agua (riego o lluvias) a la semana.

2.2.3. Labores del cultivo

Del Pino (2022), señala que a lo largo del cultivo de apio se realizan una serie de labores culturales que se pueden clasificar como generales (riegos, desmalezados, tratamientos fitosanitarios) y específicas (blanqueado, y aplicación de giberelinas). El apio es una especie que necesita un adecuado nivel de humedad para el normal desarrollo del producto a cosechar, pudiéndose por goteo y por surco, no recomendable realizar riego por aspersión. La eliminación de maleza se puede realizar manualmente o a través del uso de herbicidas selectivos de preemergencia de malezas, o en post-emergencia del cultivo. Con el objetivo de evitar la formación de clorofila en la parte basal de los peciolo, es recomendable realizar el blanqueo lo que permite obtener un producto más tierno y de mejor calidad, así mismo se evita tener plantas que alcanzan gran tamaño y se abran; aunque es una práctica ya poco utilizada teniendo en cuenta que los cultivares autoblanqueantes no lo requieren como lo requerían los cultivares verdes. La aplicación de giberelinas es recomendable realizarlo dos o tres semanas antes de la cosecha, en dosis de 25 a 100 ppm, con el objetivo de adelantarla; se verifica un alargamiento de los peciolo y una disminución de la intensidad del color verde; la aplicación en exceso puede producir ahuecamiento de las pencas, sobre madurez, decaimiento de las hojas exteriores y problemas de rajaduras en la raíz.

2.2.4. Bioestimulantes utilizados, a base de calcio

Los bioestimulantes son sustancias, tanto de origen natural como sintético, que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando su eficiencia en el uso de nutrientes, aumentando la tolerancia al estrés abiótico y mejorando la calidad de los

cultivos. En esencia, son herramientas que ayudan a las plantas a aprovechar mejor sus recursos y a resistir mejor las condiciones adversas, lo que se traduce en cosechas más abundantes y de mejor calidad.

a. Packhard

INNOVAK, (s/f), señala que Packhard es un bioestimulante que colabora a producir frutos de alto valor económico por sus características organolépticas (firmeza, color, sabor, brillo), con larga vida de anaquel y baja incidencia de enfermedades de postcosecha.

Los ácidos ECCA Carboxy® de tipo aromático incrementan la biosíntesis de pectinas, que junto con el calcio y el boro aportado en la formulación fortalecen las paredes celulares del tejido de los frutos; además de incidir en la producción de ceras, pigmentos y carbohidratos que permiten una mayor firmeza, vida de anaquel y disminución de incidencia de enfermedades de postcosecha.

Tabla 1:

Especificaciones del producto Packhard

Composición (p/p):	% p/p
Calcio (Ca)	8.0
Boro (B)	0.25
Ácidos Polihidroxicarboxílicos (6.0%)	
Expresados como Carbono Orgánico Oxidable Total	5.0
<i>Nota: % composición (p/p) de Calcio. Fuente: Innovak Global</i>	

Beneficios

- ✓ Mejor calidad de fruto que distingue a la etiqueta.
- ✓ Disminuye pérdidas por rechazo de fruto.
- ✓ Reduce desórdenes fisiológicos como: Blossom end Rot, Tip Burn, Bitter

Pit, rajado de flores y frutos, Black Heart, entre otros.

- ✓ Mayor vida de anaquel de flores y frutos.
- ✓ Aumenta la firmeza de frutos.
- ✓ Resalta características organolépticas del fruto (color, sabor, brillo).

b. Promet Ca ®

Serfi, (2021), señala que es un formulado líquido constituido por calcio complejo con aminoácidos de origen natural que aplicado al cultivo es capaz de prevenir la aparición de fisiopatías debido a su sensibilidad a la deficiencia de este nutriente, además se asegura una mejor conservación de los frutos. Para su asimilación y movilidad en forma ascendente y descendente, el Calcio se encuentra insertado dentro de aminoácidos libres levógiros, convirtiéndolo en el único calcio móvil foliar. El alto contenido de aminoácidos libres al estado levógiro, le otorga un gran efecto bioestimulante, con lo cual la planta supera cualquier estrés y mejora la condición fisiológica del cultivo para aumentar el rendimiento y/o calidad. Activa las defensas naturales de la planta frente a problemas fitopatológicos debido a que el producto genera la formación de calmodulina; por otro lado, provoca importantes efectos fisiológicos como la activación de la fotosíntesis, receptores de citoquininas. Es imprescindible para el normal desarrollo de raíces, ramas, brotes nuevos, frutos y semillas. Favorece la formación de un buen sistema radicular.

Tabla 2.

Especificaciones del producto Promet Ca.

Composición:	% p/v
Calcio (Ca) soluble en agua	13 %
Aminoácidos totales	38 %
Nitrógeno (N) orgánico	4 %

Nota: % Composición (p/v) de Calcio. *Fuente:* Serfi

2.2.5. Cultivares de apio

Cultivado por sus succulentos tallos o peciolos, el apio se remonta al año 850 a. C. y se cultivaba no por su uso culinario, sino por sus fines medicinales. Hoy en día, existen tres tipos de apio: el apio autoblanqueador o amarillo (apio de hoja), el apio verde o Pascal y el apionabo. En Estados Unidos, el apio de tallo verde es la opción habitual y se consume tanto crudo como cocido. El apio de tallo originalmente tendía a producir tallos huecos y amargos. Los italianos comenzaron a cultivarlo en el siglo XVII y, tras años de domesticación, desarrollaron un apio que producía tallos más dulces y firmes, con un sabor más suave. Los primeros cultivadores descubrieron que el apio escaldado, cultivado a bajas temperaturas, reduce los sabores fuertes y desagradables de la verdura.

2.2.6. Descripción de los cultivares de apio utilizados

RIJK SWAAN (s/f), señala que Girisha es un cultivar de apio de color verde medio, con tallos erguidos, buen comportamiento contra brotes laterales y enfermedades de la hoja, nudillo uniforme a una altura similar, bueno para la venta en flow pack y también se puede usar como planta entera porque la planta no es tan larga. Cuenta con una ventana de trasplante más grande, lo que le da más capacidad de soporte.

RIJK SWAAN (s/f), señala que el cultivar KELVIN RZ es moderadamente vigoroso, lo que le da una amplia ventana de cosecha. Es de color verde intenso y peciolos muy rectos, tiene muy buena altura, lo que le puede dar la dualidad de servir para mercado de fresco (caja) y/o proceso.

2.2.7. Bioestimulante

Manvert (s.f), señalan que los bioestimulantes de plantas son productos que contienen sustancias y/o microorganismos que estimula los procesos naturales, cuando son aplicados a las plantas o la rizosfera, mejorando la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico, la calidad de los cultivos, y la eficiencia de los nutrientes.

Hasta hoy no se dispone de una única definición, con aceptación unánime, de lo que constituye un bioestimulante (Benavides, 2021). Sin embargo, entre la comunidad académica, de varias definiciones, se tiene un acuerdo cercano sobre el tema, considerando las tres definiciones siguientes: 1. Independiente del contenido de nutriente, es cualquier sustancia o microorganismo que tiene como finalidad, mejorar la eficiencia de la nutrición, los caracteres de calidad o la tolerancia al estrés abiótico (Du Jardin, 2015, mencionado en Benavides, 2021). 2. Son compuestos que al aplicarse a las plantas van a provocar un mejor vigor y crecimiento de las mismas, refiriéndose a compuestos que no son ni fertilizantes ni pesticidas. (Lovatt, 2015, mencionado en Benavides, 2021). 3. Como consecuencia de propiedades nuevas o emergentes del complejo de constituyentes, se refiere a un producto formulado de origen biológico que mejora la productividad de las plantas; y no solamente teniendo en cuenta los efectos causados por los nutrientes esenciales, reguladores del crecimiento o compuestos protectores de las plantas (Yakhin et al., 2017, mencionados en Benavides, 2021).

Du Jardín (2015), señala que no existe una definición legal o regulatoria de los bioestimulantes, en ninguna parte del mundo, para aclarar los estatus regulatorios de estos; incluido la Unión Europea y los Estados Unidos. Esta situación ha impedido una lista detallada y categorización de las sustancias y microorganismos cubiertos por el concepto que se plantea.

Sin embargo, ciertas categorías principales son reconocidas por científicos, reguladores y partes interesadas que cubren tanto sustancias como microorganismos, estos últimos incluyen bacterias beneficiosas, principalmente PGPR y hongos beneficiosos. Pueden ser de vida libre, rizosféricos o endosimbióticos.

Con el cambio climático, la utilización de los bioestimulantes se ha ido incrementando en las últimas décadas debido a que se ha visto afectado considerablemente

el proceso de producción de cultivos, causando estrés a las plantas. Los cambios en los factores externos temperatura, luz y humedad causan una influencia negativa en el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que se refleja en el producto final o al momento de la cosecha. La aplicación de bioestimulantes, permiten obtener beneficios como disminuir los efectos del estrés, se mejora la calidad del producto que se cosecha y proporciona mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades (Rodriguez, et al., 2021).

2.2.8. Valor nutricional y composición química del apio

La Vanguardia (2024), reporta que según la Fundación Española de la Nutrición (FEN) el consumo del apio resulta saludable y refrescante por su contenido de agua, sales minerales y vitaminas. Sin embargo, el apio no es una fuente importante de energía, se indica que después del pepino, es la hortaliza de menor valor energético.

La Vanguardia (2024), señala que el apio contiene bajo contenido de vitaminas C y E que otros vegetales, y bajos contenidos de potasio, sodio y calcio, en comparación con otras hortalizas. Pero el apio destaca en contenido de flavonoides, compuesto importante con actividad antioxidante y funciones biológicas diversas (vasodilatadores, anticarcinogénicos, antiinflamatorios, antibacterianos, inmuno-estimulantes, antivirales, etc.).

Goñi, et al. (2012), mencionan que son escasos los estudios en donde se evalúa el efecto del estadio de desarrollo a cosecha sobre los parámetros de calidad; y mucho menos, si se evalúa la calidad desde el punto de vista nutricional.

Se ha estudiado la composición fenólica y la capacidad antioxidante en once cultivares de apio producidos bajo distintas condiciones y encontrando que los resultados pueden variar con el genotipo y el ambiente incluyendo localidad, radiaciones UV-B, sanidad de las plantas, exposición a pesticidas, así como respecto a las partes de la planta evaluada y la duración del análisis. (Yao et al., 2010, mencionado por Goñi, et al. 2012)

Goñi. et al. (2012) menciona que se requiere más información sobre el impacto

del tiempo de cosecha sobre la calidad nutricional del apio, especialmente desde el punto de vista de su contenido en compuestos bioactivos.

Goñi, et al. (2012), en su trabajo sobre caracterización de compuestos antioxidantes en apio según su estadio de madurez, concluye que, desde un criterio nutricional, las plantas de apio deberían ser cosechadas antes de la semana 3 (94 Días Post Transplante), donde el 75 % del máximo Acido Ascórbico aún se conserva. Estos estadios de desarrollo son también los que presentaron mayor contenido en polifenoles pero teniendo en cuenta la presencia de mayor contenido de quinonas, lo que podría significar un mayor deterioro postcosecha debido al incremento del pardeamiento

2.2.9. El apio en el Perú

Riqueza peruana (2023), en Perú, el cultivo de apio se puede encontrar en diversas regiones gracias al cultivar de climas favorables que ofrece el país. En la costa, por ejemplo, se cultiva apio en zonas como La Libertad, Lambayeque y Lima, donde el clima es templado y seco. En la sierra, regiones como Junín y Huancavelica son ideales para el cultivo de apio debido a su clima frío y húmedo. Por otro lado, en la selva peruana, regiones como San Martín y Ucayali también son propicias para el cultivo de apio gracias a su clima cálido y húmedo. En cada una de estas regiones, se pueden encontrar diferentes cultivares de apio adaptadas a las condiciones climáticas específicas. Esto permite a los agricultores peruanos diversificar sus cultivos y aprovechar al máximo las condiciones naturales de cada zona. En las distintas regiones de Perú, se pueden encontrar diferentes cultivares de apio según el clima de cada zona. En la costa, por ejemplo, se cultiva el apio de hoja, que se caracteriza por ser más aromático y de sabor intenso. En la sierra, el apio de tallo es más común, ya que se adapta mejor a las bajas temperaturas y a la altitud. En la selva, por su parte, se cultiva el apio de raíz, que es más resistente al calor y a la humedad.

Riqueza peruana (2023), señala que el cultivo de apio en Perú tiene un importante

impacto económico en las regiones donde se produce. Gracias a la demanda creciente de este vegetal tanto en el mercado nacional como en el internacional, los agricultores peruanos han encontrado en el apio una fuente de ingresos estable y rentable. Además, el cultivo de apio genera empleo en las zonas rurales de Perú, contribuyendo al desarrollo económico y social de las comunidades locales. La exportación de apio peruano a países como Estados Unidos y Europa también ha posicionado al país como un importante productor de esta hortaliza a nivel mundial.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

a. Tipo de investigación

Experimental, consistió en evaluar el efecto de la aplicación de dos bioestimulantes a base de Calcio: Promet Ca y Pack Hard, sobre el rendimiento de tres cultivares de apio (*Apium graveolens*) basándose en conceptos o teorías que ya han sido creadas y que serán aplicadas a la realidad de las características biométricas de los cultivares del experimento.

b. Nivel de Investigación

Explicativo, se manipuló las variables independientes y se midió el efecto en la variable dependiente: rendimiento del apio, comparada con el testigo.

3.2. Localización del campo experimental

El presente trabajo de la investigación se ejecutó en el Centro Poblado de Callanca, distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, Región Lambayeque; con ubicación geográfica: Latitud Sur: 14°10'52" Longitud Oeste: 71°08'26", con una altitud de 11 m. s. m.

3.3. Análisis físico y químico del suelo

Se determinó las características físico y químico del suelo; se extrajo muestras simples de suelo, en diferentes puntos del área experimental a una profundidad de 0 - 40 cm;

se formó una muestra compuesta, determinándose en la misma las características físicas y químicas. Los resultados indican un suelo con una textura Franco Arcilloso, ligeramente alcalino, moderadamente salino, bajo contenido de materia orgánica, niveles altos de Fosforo (P) y Potasio (K), alto de Carbonato de Calcio (CaCO_3) y capacidad media de intercambio catiónico (CIC) (Tabla 1).

El apio desarrolla mejor en suelo arcilloso, teniendo en cuenta que requiere de humedad, sin que esta sea exagerada; tolera suelos ligeramente ácidos reportándose un pH ideal entre 6.0 – 6.8, cercanos a la neutralidad; se considera un cultivo con baja tolerancia a la salinidad, tanto del agua como del suelo (infoAgro, s/f; Intagri, 2021). De acuerdo a lo indicado, los resultados del análisis físico – químico del suelo experimental, se adecuó para el crecimiento normal del cultivo de apio.

Tabla 3

Análisis Textural y Químico del Suelo experimental en el Centro Poblado de Callanca, Distrito de Monsefú, Región Lambayeque.

Clase	pH	M.O.	C.Ex 10^3	P	K	CaCO_3	CIC
Textural		%	dS/m	ppm	ppm	(%)	meq/100g
Fo Ar	7.74	1.12	2.76	68	304	4.36	15.38

Nota: Resultados de las características físico-químico del suelo. Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas CYSAG

3.4. Condiciones climatológicas

Se registró las condiciones climáticas del lugar: Temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y horas de sol, que se presentaron durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. (Tabla 2). La información climatológica registrada durante el desarrollo y crecimiento del cultivo, se considera adecuados. Según Intagri (2021), el apio es una

hortaliza de clima templado, que puede llegar a tolerar heladas muy ligeras; debe contar con una temperatura media mensual de 16 a 21 °C para un buen crecimiento y desarrollo; cuando las temperaturas son mayores a los 25 °C y la planta se encuentra cerca de la madurez, esta detendrá su crecimiento y se producirá un sabor fuerte y amargo en la parte comestible.

Tabla 4

Información Meteorológica. Distrito de Monsefú, Región Lambayeque.

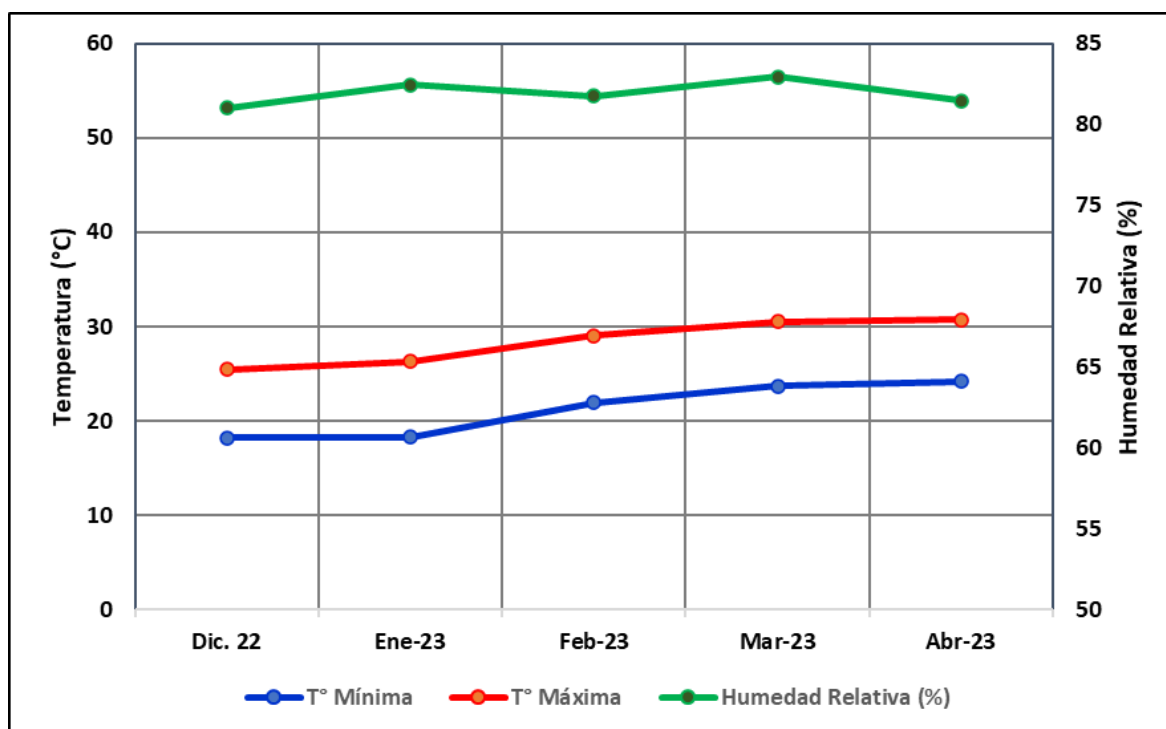
Meses	T° Máxima	T° Mínima	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
Diciembre, 2022	25.5	18.2	81.0	0.1
Enero, 2023	26.3	18.3	82.4	0.2
Febrero, 2023	29.0	22.0	81.7	0.1
Marzo, 2023	30.5	23.7	82.9	2.4
Abril, 2023	30.7	24.2	81.5	0.2

Nota. *Temperaturas máxima, mínima, humedad relativa y precipitación presentadas durante los 5 meses de desarrollo del trabajo.*

Fuente: SENAMHI

Figura 1

Condiciones climáticas - Temperatura máxima y mínima, y Humedad Relativa



3.5. Tratamientos en estudio

Se consideraron dos factores:

a. **Factor Bioestimulante.** Se utilizaron dos bioestimulantes a base de Calcio

✓ Promet Ca

✓ Packhard

b. **Factor Cultivar.** Se utilizaron tres cultivares

✓ Cv. Girisha

✓ Cv. Vertran

✓ Cv. Kelvin

La combinación de ambos factores dio lugar a un conjunto de seis tratamientos; agregado a ello los tratamientos testigo para cada cultivar, generó un total de nueve tratamientos, los mismos que se señalan en la Tabla 3.

Tabla 5*Tratamientos en estudio*

Factor	Tratamientos	Claves
1. Cultivares:	Cv. Kelvin + Promet Ca	P1V1
	Cv. Girisha + Promet Ca	P1V2
	V1 : Cv. Kelvin	
	Cv. Vertran + Promet Ca	P1V3
	V2 : Cv. Girisha	
2. Bioestimulantes a base de Ca:	Cv. Kelvin + Packhard	P2V1
	Cv. Girisha + Packhard	P2V2
	Cv. Vertran + Packhard	P2V3
	P1 = Promet Ca	
	Cv. Kelvin sin producto	SP V1
	P2 = Packhard	
	Cv. Girisha Sin producto	SP V2
	Cv. Vertran Sin producto	SP V3

3.6. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño de Bloque Completos al azar (DBCA) con arreglo en Parcelas Divididas con tres repeticiones. Los tratamientos se dispusieron de acuerdo al Diseño, teniendo como parcela principal el Factor Bioestimulantes y como Sub-parcela los cultivares.

3.7. Características de área experimental

a. Campo experimental

Longitud: 60 m Ancho: 30 m

Área total: 1800 m²

Área neta: 1607.04 m²

b. Bloques

Número de bloques: 3

Tratamiento por bloque: 9

Longitud del bloque: 30 m

Ancho del bloque: 20 m

Área del bloque: 600 m²

c. Tratamientos

Longitud: 6.4 m

Ancho: 9.3 m

Área del tratamiento: 59.5 m²

Ancho de las calles: 1m

Área total de la calle: 192.96 m²

d. Camas

Largo: 9.3 m

Ancho: 1.20 m.

Número de camas por unidad experimental: 3

e. Golpes.

Numero de golpes por cama: 156

Distanciamiento entre golpes: 0.25 m.

Plantines por golpe: 01.

3.8. Instalación y manejo del trabajo experimental

1. Fase Vivero

Se condujo en vivero, sembrándose la semilla de los tres cultivares en bandejas germinadoras utilizándose un sustrato adecuado: Fibra de coco, perlita y vermiculita. La conducción en vivero fue por espacio de 48 días, después los plantines fueron llevados y trasplantados en terreno definitivo.

2. Terreno definitivo

La conducción en este espacio requirió de las siguientes actividades:

a. Preparación de terreno

Se realizó con maquinaria agrícola, utilizando tractor agrícola con arado de disco y rastra en forma cruzada con la finalidad de roturar, desterronar; se niveló el área a utilizar. Cabe señalar que, con la preparación del terreno se incorporó 10 toneladas estiércol de vacuno por hectárea.

b. Demarcación del campo experimental

Se llevó a cabo utilizando una cinta métrica, estacas, cal y rafia; se delimitaron los bloques, las unidades experimentales y calles, de acuerdo al diseño experimental.

c. Elaboración de camas

Se efectuó luego de la nivelación del terreno con la ayuda de la maquinaria y manualmente utilizando palana. Las camas tuvieron un ancho de 1.20 m. Se consideró tres camas por unidad experimental

d. Trasplante

Se realizó el día 29 del mes de enero del 2023, se efectuó en forma manual, colocando de 1 plantín/golpe a un distanciamiento entre golpes de 0.25 m; cada cama consistió de 4 hileras con distanciamiento de 0.30 m y longitud de surco de 9.75 m. Con los distanciamientos señalados se cubrió la cama con un total de 156 plantas, haciendo un total de 468 plantas por unidad experimental.

e. Fertilización al suelo

Se fertilizó con 180-0-0 unidades de NPK según los resultados obtenidos del análisis de suelo, además se incorporó materia orgánica antes de la siembra.

f. Aplicación al suelo de productos a base de Calcio

Se realizó de acuerdo a las recomendaciones técnicas del producto, y a los tratamientos en estudio; la dosis de Packhard fue de 0.5 L/ cil y de Promet Ca fue de 0.5 L/ cil; los productos se aplicaron 30 días después del trasplante, con un intervalo de 7 días

durante 21 días.

g. Control Fitosanitario

Se monitoreó para ver la presencia e incidencia de plagas y enfermedades que se presentó en el cultivo y realizar su respectivo control.

Respecto a plagas, para el control de Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*); se aplicó Coloso (Emamectin benzoato) a dosis de 0.2 Lt/Cl y para araña roja (*Tetranychus sp*); se aplicó Akarox (Abamectina 1.8%) a una dosis de 0.5 Lt/Cl, más un lavado con Baremic (jabón agrícola) a una dosis de 0.1 Lt/Cl.

En cuanto a enfermedades, para el control de Alternaria (*Alternaria sp.*), se aplicó Nativo (Trifloxystrobin + tebuconazole) a dosis de: 0.5 Lt/ Cl y para Oidium, se aplicó Amistar Top (Azoxystrobin +Difeconazole) a dosis de 0.2 Lt/Cl.

h. Deshierbos

Se realizó en forma manual durante 40 días después del trasplante, las veces requeridas, para evitar que las malezas compitan con el cultivo por agua, luz, nutrientes.

i. Riegos

Se utilizó el sistema de riego por goteo. Se aplicaron riegos interdiarios según las condiciones climáticas, suelo y requerimiento de la planta. En este caso se suministra 20 mm de agua y conforme la planta fue creciendo, se fue aumentando 10 mm más a la semana.

j. Cosecha

Se ejecutó en forma manual cuando las plantas de apio alcanzaron su tamaño óptimo y madurez para su cosecha.

3.9. Características evaluadas

1. Altura de planta

Se tomaron treinta plantas competitivas de cada unidad experimental y tratamiento en estudio. La altura se midió con una cinta métrica desde la base del tallo hasta

la hoja más alta.

2. Peso de planta

Se registró el peso promedio en una muestra de treinta plantas cosechadas de las hileras centrales de cada parcela.

3. Diámetro de la planta

Se determinó en una muestra de treinta plantas por unidad experimental; la medición se realizó en el tercio medio del tallo, con la ayuda de un vernier.

4. Número de pencas o tallos por planta

Esta característica se determinó en una muestra de treinta plantas tomadas al azar, en cada unidad experimental, contándose el número de tallos por planta y obteniendo luego un promedio.

5. Número de atados por hectárea

El atado consiste en agrupar seis plantas de apio; se estimó la cantidad de atados en función del número de plantas cosechadas por hectárea

6. Porcentaje de plantas afectadas con daño por corazón negro

Se estimó contando el número de plantas afectadas, del total de plantas por parcela.

7. Rendimiento de plantas de apio

Se obtuvo pesando la producción de plantas por parcela, en los surcos centrales, expresándose en kg/ha.

8. Color de los tallos

Se estimará en base a la siguiente escala:

Tabla 6:

Escala de colores

Color	Escala de color	Valor
verde		1
verde claro		2
verde trébol		3
verde amarillento		4

Nota: Escala de colores de los tallos evaluados en el cultivo de apio. *Fuente:* Elaboración propia (2025)

3.10. Análisis estadístico

Para validar la prueba de contrastación hipótesis se realizó el análisis de variancia para cada característica evaluada.

Se aplicó el siguiente modelo aditivo lineal:

$i=1, 2, 3$ (niveles del Factor A: Bioestimulantes)

$j=1, 2, 3$ (niveles del Factor B: Cultivares)

$k=1,2,3\dots$ (repeticiones)

Y_{ijk} = valor observado de los niveles del i -esimo factor A (Bioestimulantes), en el j -esimo nivel del factor B (Cultivares) y en la repetición “ k ”

μ = Media general

α_i = efecto de los niveles del i -esimo factor A (Bioestimulantes).

β_j = efecto de los niveles del j -esimo factor B (Cultivares de apio).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los niveles del i -esimo factor A con el j -esimo nivel del factor B

ϵ_{ijk} = efecto del error experimental.

Así mismo se aplicó la prueba discriminatoria de Duncan para comparar los valores medios obtenidos para cada factor y características evaluadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis estadístico

El análisis indica que las características Peso por planta, Número de atados/ha. Plantas afectadas por corazón negro y Rendimiento de plantas/ha expresaron significación estadística, lo que implica rechazar la hipótesis nula indicando que los bioestimulantes actuaron de forma diferente sobre las características en mención; este efecto no sucedió con las características restantes evaluadas. Respecto al factor cultivar, se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia de 0.05, para las características: altura de planta, porcentaje de plantas con corazón negro y rendimiento de plantas de apio /ha, por lo tanto las medias obtenidas por las cultivares en dichas características mostraron diferencias. En la interacción Bioestimulantes * Cultivares, se observó que los cultivares se afectaron de forma diferente cuando se aplicaron los bioestimulantes, reflejándose el efecto en el rendimiento de plantas de apio / ha. Los coeficientes de variabilidad se encuentran dentro del rango permitido. (Tabla 7).

Tabla 7

Cuadrados medios de los factores bioestimulante, cultivar e interacción.

Característica	Bioestimulante	Cultivar	Bio. * Cv.	Error	C.V. (%)
	gl	2	4	12	
Altura de planta	2.61 n.s	72.43 **	4.53 n.s	8.30	6.03
Diámetro planta	0.01 n.s	1.56 n.s	0.06 n.s	1.92	13.97
Nº tallos/planta	4.98 n.s	8.88 n.s	0.83 n.s	3.84	10.68
Peso/planta	30058.11 *	14052.82 n.s	11249.35 n.s	4382.67	10.51
Nº atados/ha	6695475.55 **	1121493.76 n.s	57539.04 n.s	401208.18	6.81
% plantas afectadas	520.11 **	95.44 **	6.06 n.s	13.07	21.27
Rdto. Plantas (t/ha)	231.84 **	144.36 **	58.72 **	7.78	6.67

*Nota. n.s: no significativo, * y ** : significativo y altamente significativo*

4.2. Análisis de las características

4.2.1. Altura de planta

No existió diferencias estadísticas entre las medias obtenidos por los bioestimulantes, los valores fluctuaron entre 48.42 y 47.43 cm. Los cultivares difirieron en su altura de planta, registrando los mayores valores los cultivares Kelvin (50.24 cm) y Vertran (48.46 cm), superiores al cultivar Girisha que registró una altura de 44.69 cm. (Tabla 5). Para el factor cultivares, Kelvin (50.24 cm) presentó la mayor altura seguido de Vertran (48.46 cm), ambos con superioridad sobre el cultivar Girisha (44.69 cm). (Tabla 5). Cuando comparamos las medias obtenido por lo tratamientos (Bioestimulante + Cultivar) la prueba de Duncan detecta diferencias estadísticas, desechando la hipótesis nula; el Cultivar kelvín sin aplicación (51.32 cm) registró la mayor altura, pero similar estadísticamente con un grupo de seis tratamientos, mostrándose superior a los tratamientos Girisha + Packhard (45.36 cm) y Girisha sin aplicación (43.04 cm). (Tabla 5, Figura 2).

Por los resultados obtenidos se observa que la altura de planta expresa un efecto en la que prevalece el factor genético de los cultivares en estudio; sin ningún efecto de los productos bioestimulantes aplicados. Por otro lado, nuestros resultados de altura de planta son superados por el trabajo de Santos Aguirre (2019) que registra a la cosecha una altura de planta de 61 cm del cultivar Gian Pascal combinada con Biozyme; y Almerco y Camones (2024), que obtiene una altura de planta de 60.33 cm, con dosis alta de poliaminas

Tabla 8

Altura de planta, aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio.

Bioestimulantes	Medias	$\alpha = 0.05$	
Promet Ca	48.42	A	
Sin producto	47.55	A	
Packhard	47.43	A	
Cultivares	Medias	$\alpha = 0.05$	
Kelvin	50.24	A	
Vertran	48.46	A	
Girisha	44.69		B

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) **Fuente.**

Elaboración propia (2025)

Tabla 9

Altura de planta (cm) de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes

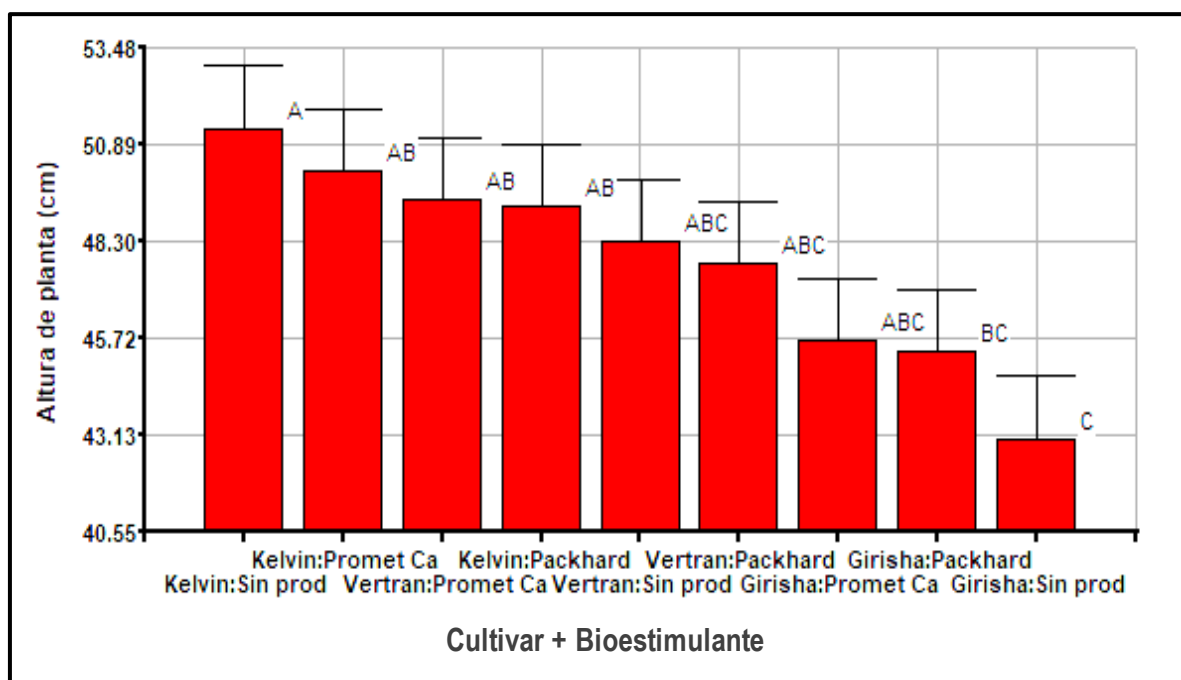
Cultivar + Bioestimulante	Media	$\alpha = 0.05$		
Kelvin	51.32	A		
Kelvin + Promet Ca	50.18	A	B	
Vertran + Promet Ca	49.41	A	B	
Kelvin + Packhard	49.24	A	B	
Vertran	48.28	A	B	C
Vertran + Packhard	47.70	A	B	C
Girisha + Promet Ca	45.66	A	B	C
Girisha + Packhard	45.36		B	C
Girisha	43.04			C

Nota. *Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

Fuente. *Elaboración propia (2025)*

Figura 2

Altura de planta de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes



Fuente. *Elaboración propia (2025)*

4.2.2. Diámetro de planta

Tanto en el factor Bioestimulante y el factor Cultivar, las medias se mostraron similares estadísticamente. (Tabla 7). El mismo comportamiento se observó con los tratamientos (Bioestimulante + Cultivar), cuyos valores medios oscilaron entre 10.45 (Kelvin + Promet Ca) y 9.46 cm (Vertran + Promet Ca). (Tabla 8, Figura 3). Nuestros resultados superan los valores obtenidos por Santos (2019) en su trabajo de inductores de crecimiento, registrando el mayor valor promedio con 6.43 cm, combinando el Cultivar Gian Pascal + biozyme.

Tabla 10

Diámetro de planta(cm), aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio.

Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$
Packhard	9.96	A
Sin producto	9.94	A
Promet Ca	9.89	A
Cultivar	Medias	$\alpha = 0.05$
Kelvin	10.36	A
Girisha	9.89	A
Vertran	9.53	A

Nota. *Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

Fuente. *Elaboración propia (2025)*

Tabla 11

Diámetro de planta (cm) de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes

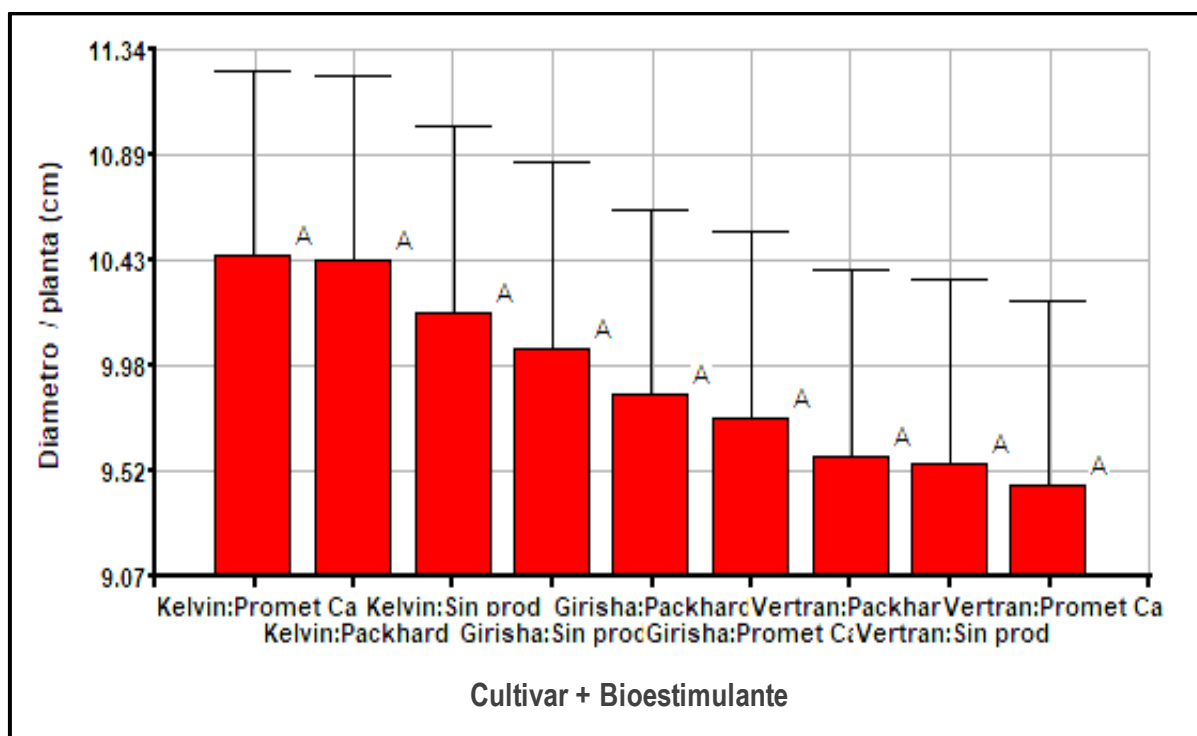
Cultivar + Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$
Kelvin + Promet Ca	10.45	A
Kelvin + Packhard	10.43	A
Kelvin	10.21	A
Girisha	10.05	A
Girisha + Packhard	9.85	A
Girisha + Promet Ca	9.75	A
Vertran + Packhard	9.59	A
Vertran	9.55	A
Vertran + Promet Ca	9.46	A

Nota. *Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)*

Fuente. *Elaboración propia (2025)*

Figura 3

Diámetro de tallo de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes



Fuente. *Elaboración propia (2025)*

4.2.3. Número de tallos por planta

Las medias obtenidas cuando se aplicaron los bioestimulantes, no difirieron estadísticamente; los valores que fluctuaron entre 19.16 y 17.69 tallos por planta (Tabla 9); lo mismo sucedió con las medias registradas para los cultivares, fluctuando entre 19.36 y 17.37 tallos. Similar comportamiento ocurrió cuando se compararon las medias obtenidos por los tratamientos (Cultivar + Bioestimulante) (Tabla 10, Figura 5); lo que indica que los cultivares poseen similar número de tallos que no se afectan con la aplicación de bioestimulantes, si tenemos como referencia los tratamientos testigo. Cuando contrastamos con otros resultados, los nuestros se muestran superiores, pues el número de tallos registran entre 8 a 15 tallos por planta.

Tabla 12

Número de tallos por planta, aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio.

Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$
Promet Ca	19.16	A
Sin producto	18.22	A
Packhard	17.69	A
Cultivar	Medias	$\alpha = 0.05$
Kelvin	19.36	A
Girisha	18.35	A
Vertran	17.37	A

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) **Fuente.**

Elaboración propia (2025)

Tabla 13

Número de tallos/planta de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes

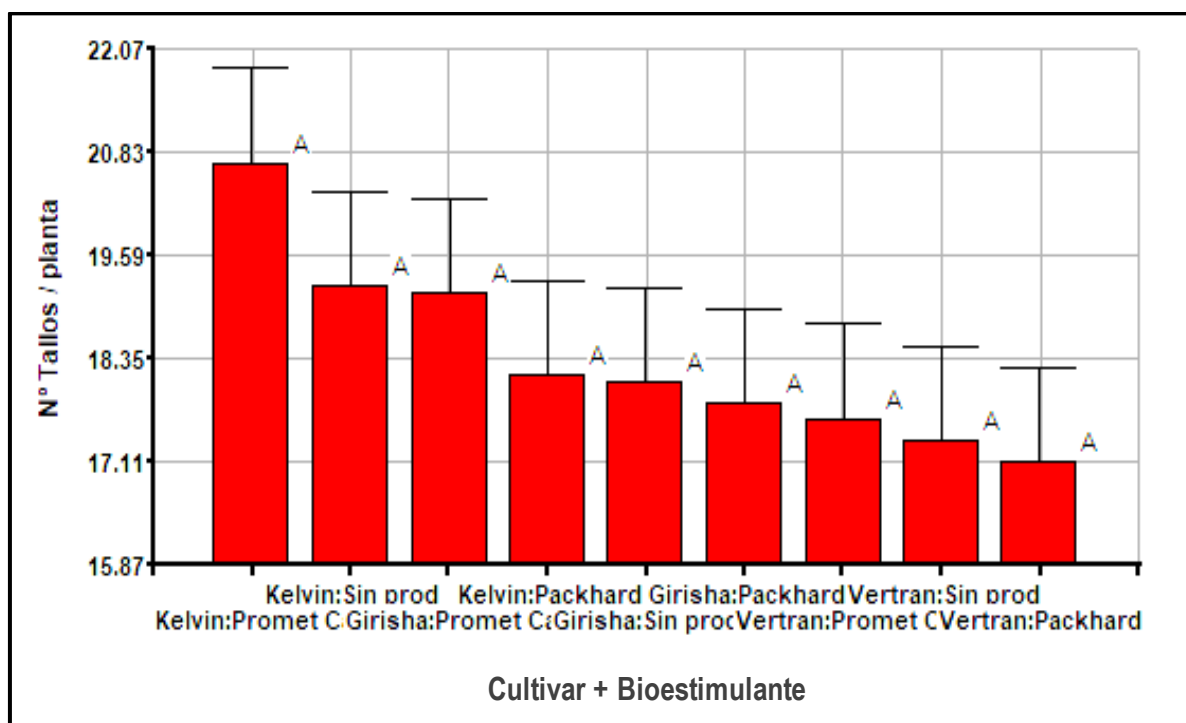
Cultivar + Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$
Kelvin + Promet Ca	20.70	A
Kelvin	19.22	A
Girisha + Promet Ca	19.15	A
Kelvin + Packhard	18.15	A
Girisha	18.07	A
Girisha + Packhard	17.82	A
Vertran + Promet Ca	17.63	A
Vertran	17.37	A
Vertran + Packhard	17.11	A

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) **Fuente.**

Elaboración propia (2025)

Figura 4

Número de tallos por planta de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes



Fuente. *Elaboración propia (2025)*

4.2.4. Número de atados por hectárea

La prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad detectó diferencias estadísticas significativas entre los valores medios para el factor bioestimulantes, siendo Packhard y Promet Ca los que registraron mayor valor, ambos con 9803.92 atados por hectárea, mostrándose superiores al testigo (Sin producto) que registra 8309.99 atados (Tabla 11). Sin embargo, no existió diferencias estadísticas cuando se comparó los valores medios obtenidos por los cultivares.

Se detectó diferencias estadísticas cuando se compararon las medias obtenidas por los tratamientos (Cultivar + Bioestimulante); los tratamientos Kelvin + Packhard (10084.03 atados), Girisha + Promet Ca (10084.03 atados), Kelvin + Promet Ca (10084.03 atados) y Girisha + Packhard (9859.95 atados) mostraron los mayores valores y superioridad estadística sobre los tratamientos de los cultivares sin aplicación de los productos

bioestimulantes. (Tabla 12). Los resultados evidencian que los cultivares respondieron mejor cuando se les aplicó los bioestimulantes.

Tabla 14

Numero de atados por hectárea, aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio.

Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$	
Packhard	9803.92	A	
Promet Ca	9803.92	A	
Sin producto	8309.99		B
Cultivar	Medias	$\alpha = 0.05$	
Kelvin	9579.83	A	
Girisha	9430.44	A	
Vertran	8907.56	A	

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. Elaboración propia (2025)

Tabla 15

Numero de atados por hectárea de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes

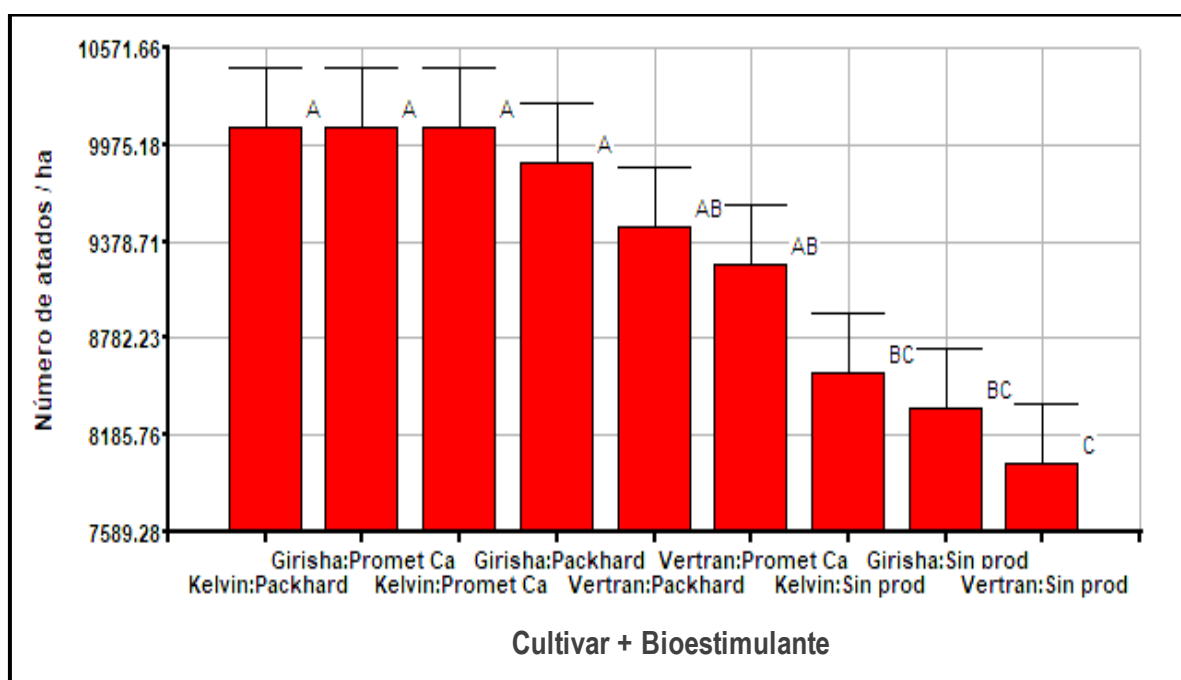
Cultivar	Medias	$\alpha = 0.05$		
Kelvin + Packhard	10084.03	A		
Girisha + Promet Ca	10084.03	A		
Kelvin + Promet Ca	10084.03	A		
Girisha + Packhard	9859.95	A		
Vertran + Packhard	9467.78	A	B	
Vertran + Promet Ca	9243.70	A	B	
Kelvin	8571.43		B	C
Girisha	8347.34		B	C
Vertran	8011.21			C

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. Elaboración propia (2025)

Figura 5

Número de atados por hectárea de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes



Fuente. *Elaboración propia (2025)*

4.2.5. Peso fresco por planta

Con aplicación del Bioestimulante Promet Ca (681.16 gramos) y Sin Producto (640.47 g) se registró un mayor peso, superando estadísticamente al valor obtenido cuando se aplicó Packhard (567.17 g/planta). El cultivar Kelvin registra el mayor valor de peso por planta (672.59 g) seguido de Girisha (621.68 g), pero superior a Vertran (594.79 g). (Tabla 13).

El tratamiento Kelvin + Promet Ca registró el mayor valor de peso de planta (783.15 g) seguido del mismo cultivar sin aplicación (702.41 g), superior sobre los tratamientos restantes (Tabla 14). Según los resultados de valores medios obtenidos al combinar los factores, se observa que el cultivar Kelvin respondió mejor cuando se aplicó el bioestimulante Promet Ca, pero también se aprecia que este cultivar sin aplicación registra valor similar, lo que indicaría que los valores de peso de planta también tendrían que ver con el valor genético del cultivar. Todo lo contrario, sucedió con el cultivar Vertran que, según

los resultados obtenidos, evidencia que no responde favorablemente a la aplicación de los bioestimulantes, y se presume que en las condiciones en que se desarrolló, no fue favorable para una mejor expresión de su patrón genético.

Los valores obtenidos en nuestro trabajo resultan siendo inferiores a los obtenidos en otros trabajos, como el registrado por Santos Aguirre (2019) en su trabajo con inductores de crecimiento, registrando 1.112 kg de peso fresco por planta con la combinación Var. Gian Pascal + Aminofol.

Tabla 16

Peso por planta (gr), aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio.

Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$	
Promet Ca	681.16	A	
Sin producto	640.73	A	
Packhard	567.17		B
Cultivar	Medias	$\alpha = 0.05$	
Kelvin	672.59	A	
Girisha	621.68	A	B
Vertran	594.79		B

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. *Elaboración propia (2025)*

Tabla 17

Peso por planta (gr), de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes

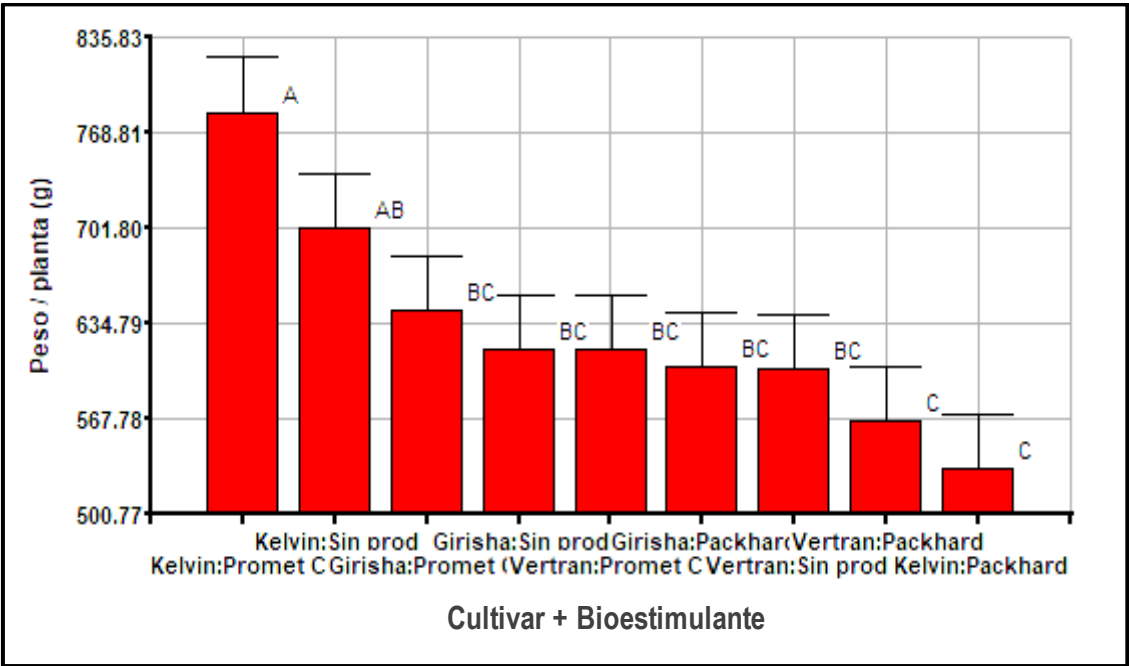
Cultivar + Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$	
Kelvin + Promet Ca	783.15	A	
Kelvin	702.41	A	B
Girisha + Promet Ca	644.41		B C
Girisha	617.00		B C
Vertran + Promet Ca	615.93		B C
Girisha + Packhard	603.63		B C
Vertran	602.78		B C
Vertran + Packhard	565.66		C
Kelvin + Packhard	532.22		C

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. Elaboración propia (2025)

Figura 6

Peso por planta (g) de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes



Fuente. Elaboración propia (2025)

4.2.6. Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro

Cuando las plantas de apio no se trataron con bioestimulante, se registró el mayor porcentaje de plantas afectadas (25.78%) difiriendo estadísticamente cuando se comparó con las plantas que recibieron aplicación del bioestimulante Promet Ca (12.67%) y Packhard (12.56%) (Tabla 15). Estos resultados evidencian el efecto favorable causado por los bioestimulantes debido a su contenido de Calcio, elemento importante en las plantas de apio, que evita el ennegrecimiento de los tejidos jóvenes en el corazón de las plantas; su deficiencia causa el daño antes indicado, afectando su comercialización. En cuanto a los cultivares, se observó que el cultivar Vertran presentó la mayor susceptibilidad con un 20.67% de plantas afectadas por corazón negro, superando estadísticamente al porcentaje presentado por los cultivares Girisha (15.89%) y Kelvin (14.44%); si bien es cierto que este trastorno fisiológico se presenta por deficiencia de Ca, podría ser explicado por una respuesta genética varietal.

Los tres cultivares sin aplicación de bioestimulantes, mostraron los mayores porcentajes de plantas de apio afectadas, siendo el más afectado el cultivar Vertran con 28.33% seguido por Girisha (25.67%) y Kelvin (23.33%); los tratamientos Girisha + Packhard (12.00%), Girisha + Promet Ca (10.00%), Kelvin + Packhard (10.00%), Kelvin + Promet Ca (10.00%), mostraron los menores porcentajes de plantas de apio afectadas por corazón negro. (Tabla 16). Los resultados de los tratamientos evidencian que los cultivares Girisha y Kelvin respondieron mejor a la aplicación de los bioestimulantes, que el cultivar Vertran, presentando un menor porcentaje de plantas afectadas con corazón negro; quedando también claro, que los mismos cultivares sin aplicación están más expuesta al afecto de este trastorno fisiológico

Tabla 18

Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro, aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio.

Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$	
Sin producto	25.78	A	
Promet Ca	12.67		B
Packhard	12.56		B
Cultivar	Medias	$\alpha = 0.05$	
Vertran	20.67	A	
Girisha	15.89		B
Kelvin	14.44		B

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. Elaboración propia (2025)

Tabla 19

Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro, de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes.

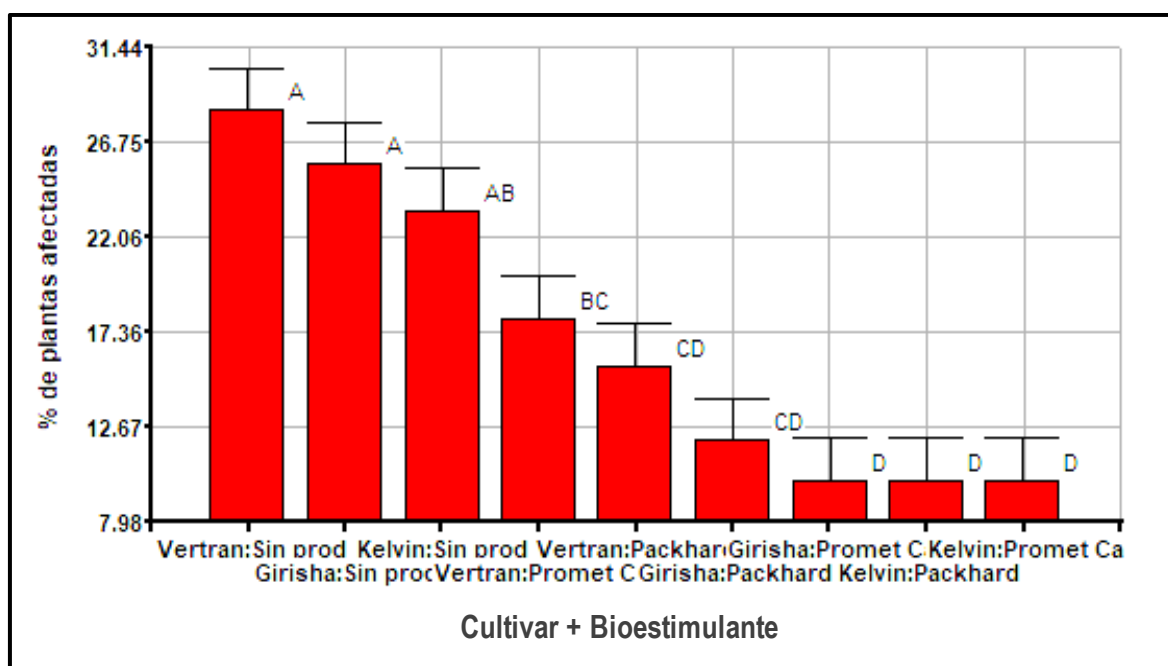
Cultivar + Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$		
Vertran	28.33	A		
Girisha	25.67	A		
Kelvin	23.33	A	B	
Vertran + Promet Ca	18.00		B	C
Vertran + Packhard	15.67			C D
Girisha + Packhard	12.00			C D
Girisha + Promet Ca	10.00			D
Kelvin + Packhard	10.00			D
Kelvin + Promet Ca	10.00			D

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. Elaboración propia (2025)

Figura 7

Porcentaje de plantas afectadas por corazón negro, de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes.



Fuente. *Elaboración propia (2025)*

4.2.7. Rendimiento de plantas de apio

La aplicación del bioestimulante Promet Ca respondió con el mayor rendimiento de plantas de apio (47.00 t/ha), superando estadísticamente a los rendimientos obtenidos con aplicación de Packhard (39.01 t/ha) y el testigo sin aplicación de bioestimulante (37.58 t/ha). (Tabla 17). En cuanto al comportamiento de los cultivares, Kelvin registró el mayor rendimiento de apio (45.24 t/ha), superior en 9.10% y 17.70% a los cultivares Girisha (41.12 t/ha) y Vertran (37.23 t/ha). (Tabla 17).

Se registró mayor rendimiento cuando se combinó el cultivar Kelvin con Promet Ca (55.56 t/ha), evidenciándose un comportamiento productivo superior estadísticamente sobre los tratamientos restantes. (Tabla 18). Por los resultados obtenidos, el cultivar Kelvin funcionó mejor cuando se combinó con los bioestimulantes, que los cultivares Girisha y

Vertran; esta última mostró los menores rendimientos cuando se combinó con los bioestimulantes y también sin aplicación (34.35 t/ha).

Tabla 20

Rendimiento de plantas (t/ha), aplicación de dos bioestimulantes en tres cultivares de apio.

Bioestimulantes	Medias	$\alpha = 0.05$		
Promet Ca	47.00	A		
Packhard	39.01	B		
Sin producto	37.58	B		
Cultivar	Medias	$\alpha = 0.05$		
Kelvin	45.24	A		
Girisha	41.12	B		
Vertran	37.23	C		

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. Elaboración propia (2025).

Tabla 21

Rendimiento de plantas (t/ha), de tres cultivares de apio con aplicación de dos bioestimulantes.

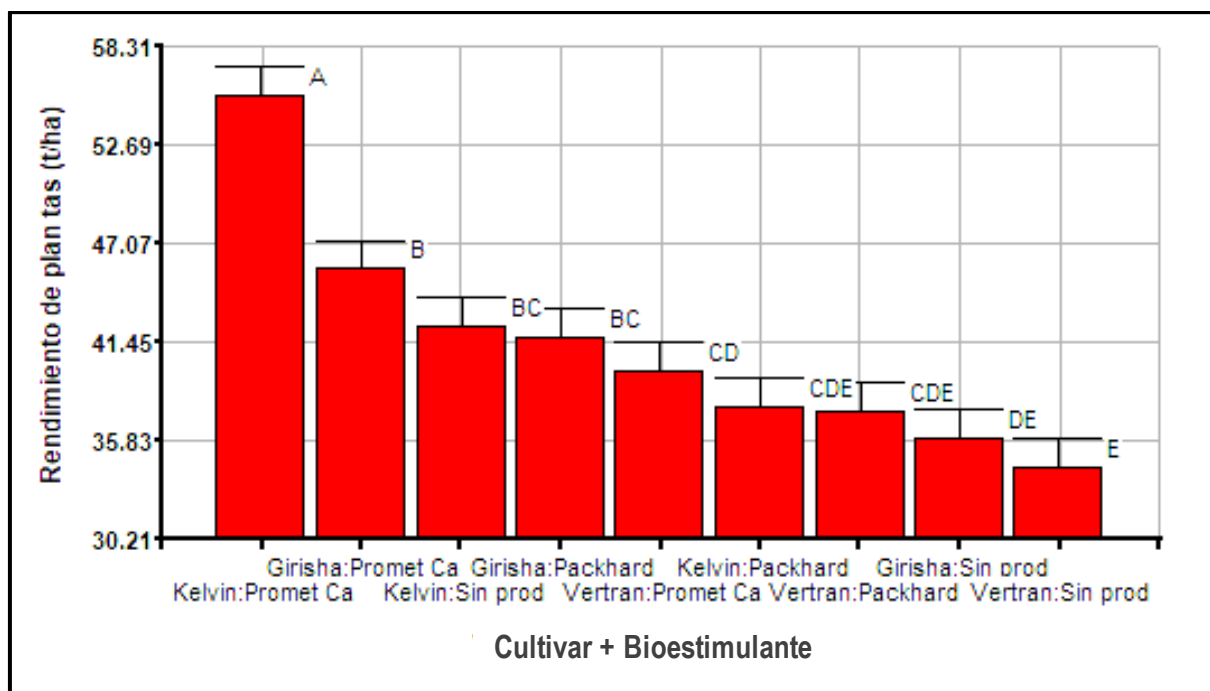
Cultivar + Bioestimulante	Medias	$\alpha = 0.05$			
Kelvin + Promet Ca	55.56	A			
Girisha + Promet Ca	45.62	B			
Kelvin Sin prod	42.40	B	C		
Girisha + Packhard	41.75	B	C		
Vertran + Promet Ca	39.81			C	D
Kelvin + Packhard	37.75			C	D E
Vertran + Packhard	37.53			C	D E
Girisha Sin prod	35.97			D E	
Vertran Sin prod	34.35			E	

Nota. Valores medios con una misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente. Elaboración propia (2025)

Figura 8

Rendimiento de plantas de apio, de tres cultivares de apio con aplicación de tres bioestimulantes



Fuente. *Elaboración propia (2025)*

Los resultados de rendimiento son ligeramente inferiores a los obtenidos por Santos Aguirre (2019) en condiciones de Yanahuanca, Cerro de Pasco, en su trabajo con inductores de crecimiento, con el tratamiento Var. Gian Pascal (verde) + Aminofol 63.23 t/ha. Sin embargo Surec (2017) en su trabajo de densidades de apio registró valores muy superiores, alcanzando rendimientos de 129.56 t.ha⁻¹. La media de producción del apio fresco comercial es de unas 20-35 toneladas por hectárea (Wikifarmer, s/f).

4.2.8. Color del apio

Según la escala propuesta en la metodología, los cultivares Kelvin y Girisha mostraron un valor de 1.53 que equivaldría a una población de tallos de color verde claro, mientras que el cultivar Vertran presentó una población con un valor de 3.54 que equivale a un color verde amarillento

V. CONCLUSIONES

1. El cultivar Kelvin combinado con Promet Ca registró el mayor rendimiento de plantas de apio con 55.56 t/ha, superior sobre los tratamientos restantes.
2. El cultivar Kelvin funcionó mejor cuando se combinó con los bioestimulantes, que los cultivares Girisha y Vertran; esta última mostró los menores rendimientos cuando se combinó con los bioestimulantes.
3. El bioestimulante Promet Ca afectó favorablemente con el mayor rendimiento de plantas de apio (47.00 t/ha), superando los rendimientos obtenidos con aplicación de Packhard (39.01 t/ha) y al testigo sin aplicación (37.58 t/ha)
4. El tratamiento Kelvin + Promet Ca mostró el mayor valor de peso fresco de planta (783.15 g) seguido del mismo cultivar sin aplicación (702.41 g), superior sobre los tratamientos restantes.
5. Las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de tallos, número de atados y peso fresco por planta, sobresalieron cuando se combinó el cultivar Kelvin con el bioestimulante Promet Ca
6. Los cultivares mostraron menor porcentaje de plantas con corazón negro cuando se combinaron con los bioestimulantes; destacando la combinación Cultivar Kelvin con el bioestimulante Promet Ca (10.00 %). Los cultivares Vertran, Girisha y Kelvin sin aplicación registraron mayores porcentajes con 28.33, 25.67 y 23.33%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Sensibilizar al agricultor para el uso de bioestimulantes en sus cultivos, especialmente en cultivos hortícolas, por las ventajas que ofrece en la producción.
2. Realizar más trabajos de investigación utilizando los bioestimulantes en condiciones abióticas adversas para observar si ofrece ventajas en la producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AgroEs.es. (s.f.). *Apio, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico*. Obtenido de <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/apio/376-apio-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Almerco Perez, D. L., & Camones Damian, T. D. (2024). Efecto de poliaminas en el rendimiento y contenido de aceites en apio (*Apium graveolens* L.) en condiciones de Huariaca Pasco. Obtenido de [Título Profesional, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4387>
- Aloni. B.; Pressman, E. 1987. The effects of salinity and gibberelic acid on blackheart disorder in celery. *Agronomy Journal* 79: 205-208. Extraído de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2805/Efecto%20del%20Boro>
- Benavides, M.A. (2021). *Bioestimulantes agrícolas: importancia y definición*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Adalberto-Benavides-Mendoza/publication/354423869_Bioestimulantes_agricolas_importancia_y_definicion
- Bush, D. 1995. Calcium Regulation in Plant Cell and its c/) Role in Signaling. *Ann. Rev. Plant Physiology.* 25: 53-72. Extraído de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2805/Efecto%20del%20Boro%20y%20del%20calcio%20sobre%20el%20rendimiento.pdf>
- Casas Romero, K. Y. (2018). Efecto de abonos foliares orgánicos en el rendimiento de cultivares de apio (*Apium graveolens* L.) en condiciones de invernadero - Puno. Obtenido de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_a46e68a1eff005cc071180b2fd0632c5/Description#tabnav

Castro, K. M. C., & Valdivieso, M. S. (2008). *Respuesta del apio (Apium graveolens) a la aplicación foliar complementario de tres bioestimulantes orgánicos a tres dosis.*

Calacali. Rumipamba, 24(2). Obtenido de:

<https://agris.fao.org/search/en/providers/122418/records/64736949e17b74d22254e3d2>

Ccerhuayo, O. H. (2024). Efecto de biorreguladores del crecimiento en el rendimiento de apio (*Apium graveolens*) bajo condiciones de invernadero, Huacho. [Tesis Título Profesional, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]:

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067>

Du Jardin, P. (2015). Bioestimulantes vegetales: Definición, concepto, categorías principales y regulación. *Scientia horticulturae* , 196 , 3-14.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301850>

Geydan, T. D., & Spinel, C. (2007). La onda de calcio en células vegetales. *Acta Biológica Colombiana*, 12, 115-119. Extraído de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29517/1/Tesis-231%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20632.pdf>

Giraldo, M. (Abril de 2022). Morfología de la planta. (C. T. apio, Editor) Obtenido de Conjunto Tecnológico para la producción de apio:

<https://scholar.uprm.edu/server/api/core/bitstreams/3544f39e-8e35-409d-a094-0aa1b0ffc891/conten>

Goñi, M. G., Di Geronimo, N., Carrozi, L., Yommi, A., & Roura, S. I. (26 de Diciembre de 2012). Caracterización de compuestos antioxidantes presentes en apio según el estadio de madurez. Obtenido de Asociación Argentina de Horticultura:

https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/76838344/INTA_CRBsAsSur_EEABalcarce_Carrozzi_L_Caracterizaci_C3_B3n_de_compuestos_antioxidantes_presentes_en_api

o-libre.pdf?1639933594=

Hepler, P.; Wayne, R. 1985 C a lciu m and Plant Development. Ann:Rev. Plant Phisiology. 36: 78-81. Extraído de

<https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2805/Efecto%20del%20Bo>

infoAgro. (s/f). El cultivo de apio. Recuperado el 14 de Abril de 2025, de <https://www.infoagro.com/hortalizas/apio.htm>

INNOVAK. (s/f). Packard bioestimulante para calidad y vida en postcosecha. Obtenido de <https://agroinnovacr.com/wp-content/uploads/2019/05/FICHA-T%C3%89CNICA-PACKHARD.pdf>

Intagri. (2021). El cultivo de apio. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/el-cultivo-de-apio>

Intagri. (2021). *El cultivo de apio*. Obtenido de:

<https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/el-cultivo-de-apio>

La Vanguardia. (31 de Octubre de 2024). Apio: qué es, propiedades y beneficios para la salud. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180831/2471/apio-valor-nutricional-propiedades-beneficios.html>

Lacastro, V. S. (2019). Efecto de la incorporación de “Te” de pollinaza al suelo y follaje en el rendimiento de apio (*Apium graveolens*) en la irrigación Majes. Obtenido de (Tesis Título Profesional UNSA) Repositorio Universidad Nacional San Agustín: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/02ecba43-6eca-4140-9039-9515c061a403>

Lacastro, V. S. (2019). *Efecto de la incorporación de “Te” de pollinaza al suelo y follaje en el rendimiento de apio (Apium graveolens) en la irrigación Majes*. Obtenido de (Tesis Título Profesional UNSA) Repositorio Universidad Nacional San Agustín: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/02ecba43-6eca-4140-9039-9515c061a403>

Manvert. (s.f). *Bioestimulantes: definición, composición y beneficios*. Obtenido de

<https://manvert.com/medios/que-son-bioestimulantes>

Pino, M. D. (2022). *Guía didáctica: Cultivo y producción de apio*. Obtenido de Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata:

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/101152/mod_folder/content/0/Guia%20apio%20y%20lechuga%202022.pdf

Rico Chávez, A. K. (27 de Noviembre de 2023). Inducción de metabolitos bioactivos en *Apium graveolens* L. mediante la aplicación de elicitores. Obtenido de [Doctorado, Universidad Autónoma de Querétaro]: <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/979>

Rijk Swaan. (s/f). Girisha RZ F1 (49-15). Obtenido de

<https://www.rijkszwaan.mx/semillas-hort%C3%ADcolas/apio/girisha-rz-f1-49-15-prdAG10018-ctgCrops.celery>

Riqueza peruana. (2023). *Apio*. Recuperado el 22 de Junio de 2025, de <https://riqueza-peruana.com/apio-2/>

Rodríguez, Y. S., Martínez, J. A., & Cruz, A. G. (2021). Los bioestimulantes. Una alternativa para el desarrollo agroecológico cubano. *Ecovida: Revista científica sobre diversidad biológica y su gestión integrada*, 11(3), 225-249. [file:///C:/Users/Windows/Downloads/Dialnet-](file:///C:/Users/Windows/Downloads/Dialnet-LosBioestimulantesUnaAlternativaParaElDesarrolloAg-9439130%20(1).pdf)

[LosBioestimulantesUnaAlternativaParaElDesarrolloAg-9439130%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Windows/Downloads/Dialnet-LosBioestimulantesUnaAlternativaParaElDesarrolloAg-9439130%20(1).pdf)

Santos Aguirre, G. E. (2019). *Efecto de tres inductores de crecimiento en el rendimiento de dos variedades de Apio (Apium graveolens) en condiciones de Yanahuanca*.

Obtenido de : <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2057>

Serfi. (11 de 2021). PROMET Ca. Obtenido de: [https://serfi.pe/wp-](https://serfi.pe/wp-content/uploads/2020/02/Ficha-T%C3%A9cnica-PROMET-Ca-v11.2021.pdf)

[content/uploads/2020/02/Ficha-T%C3%A9cnica-PROMET-Ca-v11.2021.pdf](https://serfi.pe/wp-content/uploads/2020/02/Ficha-T%C3%A9cnica-PROMET-Ca-v11.2021.pdf)

Surec Rabinal, S. H. (2017). *Evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio, (Apium graveolens L.), en la Aldea Chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, CA* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6894/>

Ugás R., S. Siura, F. Delgado de la Flor, A. Casas y J. Toledo. *Programa de Hortalizas*,

Universidad nacional Agraria La molina, Lima. 202 p. Extraído de:

[http://lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/3-p1%20a%20p14%20\(de%20acelga%20a%20apio\).pdf](http://lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/3-p1%20a%20p14%20(de%20acelga%20a%20apio).pdf)

Wikifarmer. (s/f). Cosecha del apio y producción por hectárea. Obtenido de

<https://wikifarmer.com/library/es/article/cosecha-del-apio-y-produccion-por-hectarea>

WikipediA. (20 de Noviembre de 2024). Apium. Recuperado el 20 de Junio de 2025, de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Apium>

Zanstra, B: H. ; Honma, S. 1980. Celery, Comercial Vegetables Recommendations.

Michigan. Michigan University Cooperative Extention Service. 138 p. Extraído de:

<https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2805/Efecto%20del%20Bo>

VIII. ANEXOS

Tabla 22

Altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	189.88	14	13.56	1.63	0.2000
Bioestimulante	5.22	2	2.61	0.72	0.5233
Bioestim>Repetición	21.66	6	3.61	0.43	0.8420
Cultivar	144.86	2	72.43	8.72	0.0046
Cultivar*Bioestimulante	18.14	4	4.53	0.55	0.7054
Error	99.63	12	8.30		
Total	289.51	26			
C.V. (%)	6.03				

Tabla 23

Diámetro de planta(cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.64	14	0.83	0.43	0.9314
Bioestimulante	0.02	2	0.01	0.01	0.9916
Bioestim>Repetición	8.25	6	1.37	0.72	0.6448
Cultivar	3.12	2	1.56	0.81	0.4667
Cultivar*Bioestimulante	0.25	4	0.06	0.03	0.9977
Error	23.06	12	1.92		
Total	34.71	26			
C.V. (%)	13.97				

Tabla 24

Número de tallos/ Planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	57.93	14	4.14	1.08	0.4538
Bioestimulante	9.96	2	4.98	1.11	0.3885
Bioestim>Repetición	26.88	6	4.48	1.17	0.3849
Cultivar	17.76	2	8.88	2.31	0.1415
Cultivar*Bioestimulante	3.32	4	0.83	0.22	0.9244
Error	46.11	12	3.84		
Total	104.03	26			
C.V. (%)	10.68				

Tabla 25***Peso por planta (gr)***

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	157072.70	14	11219.48	2.56	0.0552
Bioestimulante	60116.22	2	30058.11	7.56	0.0229
Bioestim>Repetición	23853.43	6	3975.57	0.91	0.5213
Cultivar	28105.63	2	14052.82	3.21	0.0766
Cultivar*Bioestimulante	44997.41	4	11249.35	2.57	0.0923
Error	52592.00	12	4382.67		
Total	209664.70	26			
C.V. (%)	10.51				

Tabla 26***Número de atados por hectárea***

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17000238.30	14	1214302.74	3.03	0.0309
Bioestimulante	13390951.11	2	6695475.55	35.36	0.0005
Bioestim>Repetición	1136143.49	6	189357.25	0.47	0.8165
Cultivar	2242987.52	2	1121493.76	2.80	0.1008
Cultivar*Bioestimulante	230156.18	4	57539.04	0.14	0.9625
Error	4814498.11	12	401208.18		
Total	21814736.41	26			
C.V. (%)	6.81				

Tabla 27***Porcentaje de plantas afectadas***

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1423.11	14	101.65	7.77	0.0005
Bioestimulante	1040.22	2	520.11	18.60	0.0027
Bioestim>Repetición	167.78	6	27.96	2.14	0.1236
Cultivar	190.89	2	95.44	7.30	0.0084
Cultivar*Bioestimulante	24.22	4	6.06	0.46	0.7616
Error	156.89	12	13.07		
Total	1580.00	26			
C.V. (%)	21.27				

Tabla 28

Anava Rendimiento de plantas (t/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1106.96	14	79.07	10.16	0.0001
Bioestimulante	463.69	2	231.84	11.63	0.0086
Bioestim>Repetición	119.65	6	19.94	2.56	0.0781
Cultivar	288.73	2	144.36	18.54	0.0002
Cultivar*Bioestimulante	234.90	4	58.72	7.54	0.0028
Error	93.42	12	7.78		
Total	1200.38	26			
C.V. (%)	6.77				

Tabla 29

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Número de tallos/ Planta	27	18.36	2.00	0.93	0.1618
Peso de planta (gr)	27	629.69	89.80	0.93	0.2298
Diámetro de planta (cm)	27	9.93	1.16	0.94	0.2928
Número atados	27	55.37	5.45	0.94	0.3460
Porcentaje plantas afectadas	27	17.00	7.80	0.91	0.0729
Rendimiento plantas (t/ha)	27	41.19	6.79	0.93	0.2110
Altura planta (cm)	27	47.80	3.34	0.98	0.9364



Foto 1

Plantines en vivero listo para ser transplantado a campo



Foto 2

Transplante de apio a campo definitivo



Foto 3

Resiembra de apio, 5 dias despues del transplante



Foto 4

Visita del asesor a campo experimental,



Foto 5

Desarrollo del cultivo, 15 días después del trasplante

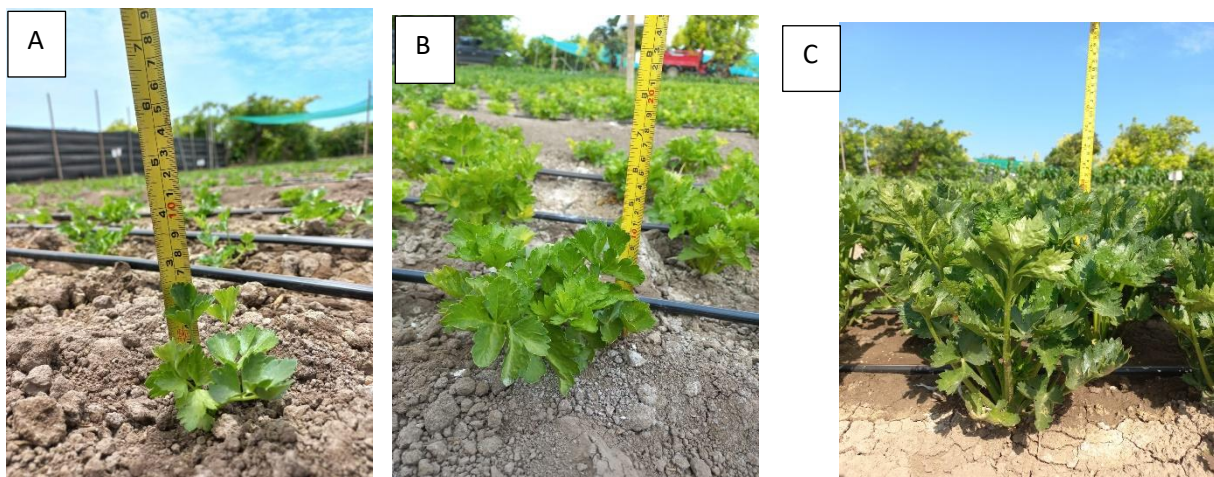


Foto 6

Seguimiento de crecimiento de los 3 cultivares de apio (A,B Y C)



Foto 7

Ejecución del riego por goteo realizado Interdiario



Foto 8

Aplicación de bioestimulantes vía foliar (A Y B)



Foto 9

Vista panoramica del campo experimental, 50 dias despues del transplante



Foto 10

Monitoreo de plagas y enfermedades



Foto 11

Cosecha de apio



Foto 12

Armado de atados para ser llevados al mercado local (A Y B)