

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento de pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) a través de acodo aéreo en condiciones de San Ramon-Chanchamayo

Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Heber Eliu MEDINA CRISPIN

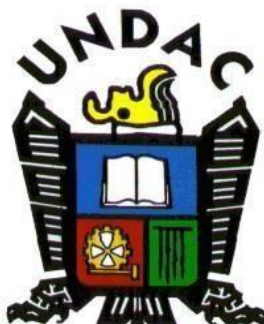
Bach. María Isabel ORELLANA TRUCIOS

Asesor:

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA

La Merced – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento de pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) a través de acodo aéreo en condiciones de San Ramon-Chanchamayo

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Dr. Carlos Alfonso DE LA CRUZ MERA
MIEMBRO

Mg. José Hernán RODRIGUEZ HUATAY
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 010-2025/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
MEDINA CRISPIN, Heber Eliu
ORELLANA TRUCIOS, María Isabel

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Efecto de sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento de pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) a través de acodo aéreo en condiciones de San Ramon-Chanchamayo

Asesor
Mag. Rodriguez Herrera, Carlos

Índice de similitud
14%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 02 de abril de 2025



Firmado digitalmente por HUANES
TOVAR Luis Antonio FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 02.04.2025 23:04:30 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por su apoyo incondicional y por siempre creer en mí. A mis hermanos, por la confianza y el amor que me han brindado a lo largo de este camino.

A mis maestros, Ing. Iván Sotomayor Córdova, M. Sc. Karina Marmolejo G. y Mg. Carlos Rodríguez H., por dedicar su tiempo y compartir sus valiosos conocimientos, formando no solo profesionales, sino también personas con principios.

Y a mis compañeros de aula, por los momentos compartidos y el trabajo en equipo, que han sido esenciales para mi desarrollo y éxito profesional.

Heber y María Isabel

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por la vida que me ha otorgado, así como por la sabiduría e inteligencia que me permiten crecer cada día. Extiendo mi reconocimiento a todas las personas e instituciones que han sido parte fundamental en la realización de este trabajo de investigación, en especial:

- A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por ofrecerme una educación de calidad y por el valioso apoyo de su personal docente y administrativo, que me brindó la oportunidad de alcanzar mis metas académicas.
- A la filial La Merced, a todos los docentes y al personal administrativo, quienes han sido pilares en mi formación profesional a lo largo de mi carrera.
- A la M. Sc. Karina Jessica Marmolejo Gutarra, por su ayuda constante y orientación en la consecución de los objetivos planteados en esta investigación.
- A todos los ingenieros de la UNDAC - Filial La Merced, por la valiosa instrucción que recibí durante mi formación académica.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en San Ramon, Chanchamayo, departamento de Junín. Con el objetivo de evaluar el efecto de sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento de pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) a través de “acodo aéreo” esta investigación es de tipo explicativa, cuantitativa y aplicada, y se basa en el método experimental, dado que se manipulan variables en un ensayo controlado.

Para el estudio, se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial de 2 x 2, evaluando un total de cuatro tratamientos y tres repeticiones. Las plantas se dispusieron a una distancia de 0.40 cm entre ellas y 0.70 cm entre hileras, con 12 plantas por tratamiento. El área total del ensayo fue de 48 m², distribuidos en 6 m de largo y 8 m de ancho, con 16 m² asignados a cada tratamiento. Este diseño permitió una evaluación precisa de los efectos de los diferentes sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento del pepino holandés. Destacando la interacción S2A1 (Turba con NPK + regulador de crecimiento Root Hot) en diámetro de tallo a 10 y 15 días con 0.52 cm en comparación a las otras interacciones. En la longitud de tallo la misma interacción destacó a los 10, 15 y 20 días en longitud de tallo, número de raíces y longitud de raíz respectivamente.

Palabra clave: Enraizamiento, Acodo aéreo, Cuantitativa

ABSTRACT

This research work was carried out in San Ramon, Chanchamayo, department of Junín. With the objective of evaluating the effect of substrates and growth regulators on the rooting of Dutch cucumber (*Cucumis sativus L.*) through air layering, this research is explanatory, quantitative and applied, and is based on the experimental method, since variables are manipulated in a controlled trial. For the study, a completely randomized block experimental design (DBCA) with a 3 x 2 factorial arrangement was used, evaluating a total of six treatments and performing two repetitions. The plants were arranged at a distance of 0.40 cm between them and 0.70 cm between rows, with 12 plants per treatment. The total area of the trial was 48 m², distributed 6 m long and 8 m wide, with 16 m² allocated to each treatment. This design allowed a precise evaluation of the effects of different substrates and growth regulators on Dutch cucumber rooting. Highlighting the interaction **S2A1** (Peat with NPK + Root Hot growth regulator) for stem diameter at 10 and 15 days, with 0.52 cm, compared to the other interactions. For stem length, the same interaction stood out at 10, 15, and 20 days in terms of stem length, number of roots, and root length, respectively.

Keyword: Rooting, Air layering, Quantitative

INTRODUCCIÓN

La agricultura como toda actividad humana implica la explotación del medio natural. En concreto la agricultura intensiva pretende producir el máximo con la menor ocupación posible del suelo para lo cual, se recurre a una serie de técnicas con el objetivo de forzar la producción. Un ejemplo de este tipo de producción lo tenemos en el cultivo bajo invernadero. Este se orienta a obtener el más alto rendimiento, a costa de aislarlo de las condiciones naturales mediante el forzado del cultivo a través de técnicas de climatización (calefacción, humidificación, iluminación, etcétera) y técnicas culturales (fertirrigación, sustratos, etcétera) para rentabilizar al máximo la ocupación del terreno. Esta rentabilización implica una mejora en la utilización de los recursos naturales, agua y suelo (Antón, 2004)

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es una actividad agrícola significativa en todos los países, ya que este cultivo es una parte esencial de la dieta diaria de las personas, provechoso por su bajo contenido de vitamina B y alta cantidad de ácido ascórbico, también por ser rico en calcio, cloro, potasio y hierro; además, es un importante componente de las exportaciones agrícolas debido a su alto rendimiento e ingresos en lapso de tiempo más corto (RODRÍGUEZ & & GIRÓN, 2021)

Según datos de la página web Statista (Orús, 2023, párr. 1), la producción mundial de pepino en 2021 fue de aproximadamente 93,5 millones de toneladas; por otra parte, para el año 2022 existieron 2174347 ha de área cosechada, de las cuales, la mayoría pertenece a China con 1311461 de ha (FAOSTAT, 2024)

En el distrito de San Ramón, en la provincia de Chanchamayo, el cultivo de pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) es una actividad agrícola muy importante en la región. Sin embargo, existen pocos estudios que analicen el impacto de los sustratos y reguladores de crecimiento en la propagación vegetativa a través de acodo aéreo. Esta

falta de datos subraya la necesidad de entender mejor cómo estos elementos pueden afectar el desarrollo de las plantas en las condiciones específicas del área. Por lo tanto, es esencial explorar las características del cultivo en San Ramón, lo que podría ayudar a mejorar tanto la productividad como la sostenibilidad del pepino en la región.

En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento del pepino holandés, analizando variables como el número de acodos por planta, el porcentaje de prendimiento, el tiempo de prendimiento, así como la aparición, longitud y número de raíces. Este análisis proporcionará información valiosa que contribuirá a optimizar las prácticas de cultivo en la región de Junín.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.1.1. Identificación del Problema	1
1.2. Delimitación del problema.....	2
1.3. Formulación del Problema	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4. Formulación del objetivo	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la Investigación	3
1.6. Limitación de la Investigación.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
-----------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas - científicas	9
2.2.1.	Generalidades del cultivo de pepino	9
2.2.2.	Manejo agronómico del cultivo Selección de terreno	13
2.2.3.	Plugmix	17
2.3.	Definición de términos básicos.....	17
2.4.	Formulación de Hipótesis	18
2.4.1.	Hipótesis general	18
2.4.2.	Hipótesis específicas	18
2.5.	Identificación de variables	18
2.5.1.	Variable independiente.....	18
2.5.2.	Variable dependiente.....	19
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	20
3.2.	Nivel de investigación.....	20
3.3.	Método de la investigación	20
3.4.	Diseño de la investigación	20
3.4.1.	Esquema de análisis de variancia.	21
3.4.2.	Especificaciones del diseño.....	21
3.5.	Población y muestra	22
3.5.1.	Población.....	22
3.5.2.	Muestra.....	22
3.6.	Técnica e instrumentos de recolección de datos	22
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	22

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	23
3.9. Tratamiento estadístico	24
3.10. Orientación ética, filosófica y epistemológica	25

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	27
4.1.1. Lugar de ejecución:	27
4.1.2. Conducción del experimento.....	28
4.1.3. Materiales y equipos	30
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	34
4.2.1. Altura de planta (cm)	34
4.2.2. Longitud de tallo acodado (cm)	36
4.2.3. Longitud de tallo acodado (cm)	39
4.2.4. Diámetro de tallo acodado (mm).....	41
4.2.5. Longitud de tallo acodado (cm)	44
4.2.6. Diámetro de tallo acodado (mm).....	46
4.2.7. Longitud de tallo acodado (cm)	49
4.2.8. Largo de tallo acodado (cm)	51
4.2.9. Número de raíces por acodo.....	55
4.2.10. Longitud de raíz por acodo (cm).....	58
4.3. Prueba de hipótesis.....	62
4.3.1. Hipótesis estadística	62
4.3.2. Prueba de hipótesis para el factor sustratos.....	63
4.3.3. Prueba de hipótesis para el factor reguladores de crecimiento	63
4.3.4. Prueba de hipótesis para la interacción sustratos*reguladores de	

crecimiento.....	64
4.4. Discusión de resultados.....	64
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza para altura de planta	34
Tabla 2. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 0 días de iniciado el acodo.....	36
Tabla 3. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 0 días para el factor S (sustrato).....	37
Tabla 4. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado para el factor A (Regulador de crecimiento).	37
Tabla 5. Prueba de significación de Duncan para altura de planta a los 0 días para la interacción S*A.	37
Tabla 6. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 5 días de evaluación.	39
Tabla 7. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 5 días para el factor S (sustratos).	40
Tabla 8. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado para el factor A (Reguladores de crecimiento).	40
Tabla 9. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 5 días para la interacción S*A.	40
Tabla 10. Análisis de varianza para diámetro de tallo acodado a los 10 días de evaluación.	41
Tabla 11. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo acodado a los 10 días para el factor S (sustratos).	42
Tabla 12. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo acodado para el factor A (reguladores de crecimiento).	42
Tabla 13. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo a los 10 días para la	

interacción S*A.	43
Tabla 14. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 10 días de evaluación.	44
Tabla 15. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 10 días para el factor S (sustratos).	45
Tabla 16. Prueba de significación de Duncan para el factor A (reguladores de crecimiento).	45
Tabla 17. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 10 días para la interacción S*A.	45
Tabla 18. Análisis de varianza para diámetro de tallo acodado a los 15 días de evaluación.	46
Tabla 19. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo acodado a los 15 días para el factor S (sustratos).	47
Tabla 20. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo para el factor A (Reguladores de crecimiento).	47
Tabla 21. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo a los 15 días para la interacción S*A.	48
Tabla 22. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 15 días de evaluación	49
Tabla 23. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo a los 15 días para el factor S (sustratos).	50
Tabla 24. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo para el factor A (reguladores de crecimiento).	50
Tabla 25. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo a los 15 días para la interacción S*A.	50

Tabla 26. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 20 días de evaluación	51
Tabla 27. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo a los 20 días para el factor S (sustratos).	52
Tabla 28. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado para el factor A (reguladores de crecimiento).	53
Tabla 29. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 20 días para la interacción S*A.	54
Tabla 30. Análisis de varianza para número de raíces acodado a los 20 días de evaluación.	55
Tabla 31. Prueba de significación de Duncan para número de raíces a los 20 días para el factor S (sustratos).	56
Tabla 32. Prueba de significación de Duncan para número de raíces acodado para el factor A (reguladores de crecimiento).	56
Tabla 33. Prueba de significación de Duncan para número de raíces acodado a los 20 días para la interacción S*A.	57
Tabla 34. Análisis de varianza para longitud de raíz por acodo a los 20 días de evaluación	58
Tabla 35. Prueba de significación de Duncan para longitud de raíz a los 20 días para el factor S (sustratos).	59
Tabla 36. Prueba de significación de Duncan para longitud de raíz por acodo para el factor A (reguladores de crecimiento).	60
Tabla 37. Prueba de significación de Duncan para longitud de raíz por acodo a los 20 días para la interacción S*A.	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del invernadero en Chincana San Ramón.....	28
Figura 2. Distribución de tratamientos	32
Figura 3. Altura de planta de las plantas madre antes de iniciar el acodado.....	35
Figura 4. Longitud de tallo acodado a los 0 días para la interacción sustrato*reguladores de crecimiento.	38
Figura 5. Longitud de tallo acodado a los 5 días para la interacción sustratos*reguladores	41
Figura 6. Diámetro de tallo a los 10 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.	43
Figura 7. Longitud de tallo acodado a los 10 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.....	46
Figura 8. Diámetro de tallo a los 15 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.	48
Figura 9. Longitud de tallo a los 15 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.	51
Figura 10. Longitud de tallo acodado a los 20 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.....	54
Figura 11. Número de raíces acodado a los 20 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.....	57
Figura 12. Longitud de raíz por acodo a los 20 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.....	61

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

1.1.1. Identificación del Problema

Las hortalizas son fuente primordial de vitaminas, minerales y fibra que contribuyen con la reconstrucción de tejidos (proteínas), producir energías (carbohidratos), regular funciones corporales (vitaminas), tener buena digestión (fibras). que aporta a la nutrición del hombre, siendo importante su consumo (Hernández, 2021)

(INEI, 2020) dio a conocer que el índice de precios al consumidor a nivel nacional se aumentó en un 2.15%, esto a consecuencia del incremento de los precios de los grandes grupos de consumo, donde los alimentos y bebidas aumentaron en un 2.08% (p.1). Por otra parte, el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri, 2020) determinó que, en su mayoría los alimentos que forman parte de la alimentación como las hortalizas se incrementaron sus precios habituales, siendo ejemplo los precios de la espinaca que se incrementó un 8%, zanahoria en

un 33% en los mercados mayoristas del Perú a consecuencia del incremento de la semilla híbridas

En los últimos años, el aumento en el precio de la semilla híbrida ha impactado significativamente el costo de producción de hortalizas. Ante esta situación, surge la necesidad de adoptar tecnologías alternativas, como la propagación vegetativa mediante acodos, en el cultivo de pepino holandés, con el objetivo de obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre.

Este proyecto de investigación está centrado en evaluar el efecto de diferentes sustratos y reguladores de crecimiento en el proceso de enraizamiento del pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) a través de acodo aéreo, en las condiciones específicas de San Ramón, en la provincia de Chanchamayo. Con esta iniciativa, se busca ofrecer un aporte significativo a los productores locales, mejorando su capacidad de cultivo y reduciendo costos.

1.2. Delimitación del problema

Actualmente, hay pocos estudios e investigaciones que analicen el efecto de los sustratos y reguladores de crecimiento en la propagación vegetativa del pepino holandés mediante acodos, específicamente en el distrito de San Ramón y la provincia de Chanchamayo, en la región de Junín. La población objeto de este estudio estará compuesta por un lote de 160 plantas de pepino de dos meses, de las cuales se seleccionaron una muestra de 48 plantas para llevar a cabo las evaluaciones necesarias. La investigación se centró en la medición de las siguientes variables: número de acodos por planta, porcentaje de prendimiento, días requeridos para el prendimiento, días hasta la aparición de raíces, longitud de las raíces y cantidad de raíces.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de los sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento de pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) a través de acodo aéreo en condiciones de San Ramón - Chanchamayo?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el tipo de sustrato y regulador de crecimiento que generan mayor número de plantas prendidas?
- b. ¿Cuál es el tipo de sustrato y regulador de crecimiento que tenga mayor número de raíces y longitud de raíz?

1.4. Formulación del objetivo

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de los sustratos y reguladores de crecimiento en el enraizamiento de pepino holandés (*Cucumis sativus* L.) a través de acodo aéreo en condiciones de San Ramón – Chanchamayo.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Identificar el tipo de sustrato y regulador de crecimiento que genere el mayor número de plantas prendidas.
- b. Identificar el tipo de sustrato y regulador de crecimiento que tenga mayor número de raíces y longitud de raíz.

1.5. Justificación de la Investigación

El pepino, conocido científicamente como *Cucumis sativus* L., pertenece a la familia de las cucurbitáceas y se cultiva en diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo. Esta especie es originaria del norte de India y sus frutos son valorados por ser una fuente rica en minerales y vitaminas esenciales.

La presente investigación se justifica por la necesidad de explorar la propagación vegetativa mediante acodos, utilizando diferentes tipos de sustratos y reguladores de crecimiento que favorezcan el enraizamiento del pepino holandés. El objetivo es obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre, lo que podría tener un impacto positivo en la productividad en las condiciones edafoclimáticas del distrito de San Ramón, en la provincia de Chanchamayo. Esta estrategia no solo busca optimizar la producción, sino también reducir costos al evitar la dependencia de semillas híbridas de pepino holandés, las cuales deben ser importadas y tienen un alto costo de aproximadamente 385 dólares por cada mil semillas.

En este contexto, este estudio podría representar una solución viable para los productores locales, permitiéndoles mejorar su rentabilidad y sostenibilidad en el cultivo.

1.6. Limitación de la Investigación

- ✓ Escasa información de la propagación vegetativa por acodos en pepino holandés.
- ✓ Limitada información en el cultivo de pepino holandés.
- ✓ Escasa información de investigaciones sobre tipos de sustratos y enraizadores utilizados para pepino holandés.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

(MENESES-FERNANDEZ & QUESADA-ROLDAN, 2018) estudiaron la sustitución de sustratos importados por materiales locales en varios sistemas de producción tecnificada en ambientes protegidos. El objetivo de la investigación fue validar los efectos de diferentes sustratos en el crecimiento y la productividad de plantas de pepino holandés establecidas en invernadero. Se llevo a cabo en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica. Emplearon la variedad Fuerte y cuatro sustratos en mezcla (base volumen), elaborados a partir de materias primas locales como fibra de coco (FC), fibra de palma (FP), abono orgánico (ABO) y aserrín (AS), y un tratamiento comercial (testigo), constituido por tabletas de fibra de coco. Evaluaron el contenido de humedad en los sustratos, el crecimiento de la planta (fase vegetativa) y el rendimiento, según categorías de clasificación comercial por tamaño (S, M, L, XL y rechazo). El crecimiento de plantas de pepino holandés variedad Fuerte, fue mayor en sustratos con fibra de coco al 40% + fibra de palma al 40% + abono orgánico comercial al 20%, y fibra

de coco al 70% + abono orgánico comercial al 30%, mientras que, la productividad de esos mismos dos sustratos fue de 15,57 y 15,44 kg/m², respectivamente. Mostraron ambos tratamientos ser estadísticamente iguales al sustrato comercial de fibra de coco empacado en tabletas, que obtuvo un rendimiento de 14,77 kg/m². Tuvieron como resultado atribuido al aporte nutricional del abono orgánico alto en K, Ca y Mg y a los efectos de la aireación y retención de humedad de las fibras.

(Quirós-González, 2017) estudió el uso de sustratos y estimuladores de crecimiento sobre la producción de Acodos de pimienta (*Piper nigrum* var. Balankotta) donde se evaluaron tres sustratos: suelo-aserrín, aserrín, suelo y dos estimuladores de crecimiento: Jumpstart, *Trichoderma harzianum* y su mezcla, con el objetivo de determinar el efecto de sustratos y estimuladores de crecimiento sobre la producción de acodos de pimienta. Para el análisis de los datos se utilizó un diseño de Bloques Completamente al azar con tres sustratos. El Análisis de Componentes Principales mostró que las variables evaluadas presentan un alto grado de importancia, que estas son determinantes para el análisis y no miden criterios similares; en el Análisis de Conglomerados se establecieron cuatro grupos, los cuales mediante el ANAVAM se determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre conglomerados ($p=0,0001$) la prueba Hotelling mostró que todos los conglomerados fueron diferentes. Su resultado estadístico por variable y conglomerado mostró que los conglomerados tres (suelo-aserrín-sin estimulador, suelo- aserrín-Jumpstart, suelo aserrín-*Trichoderma* h.) y cuatro (suelo-aserrín-*Trichoderma* h.- Jumpstart, suelo *Trichoderma* h., suelo-Jumpstart, suelo-*Trichoderma* h.-Jumpstart) en las variables largo de brote ($p= 0,0011$), cantidad de hojas ($p=0,0001$) y peso

aéreo seco ($p=0,0001$), presentaron valores superiores a los conglomerados uno (aserrín-sin estimulador, aserrín-Jumpstart, aserrín-Trichoderma h.-Jumpstart) y dos (aserrín Trichoderma h. y suelo-sin estimulador), para la variable cantidad de brotes no hubo diferencias estadísticas entre conglomerados ($p=0,1285$); en cuanto a la variable peso raíz seco ($p= 0.0030$) los conglomerados uno y tres fueron superiores a los dos y cuatro. La mortalidad fue incidida por la presencia de cochinilla harinosa y fue el conglomerado dos el que presentó los valores más altos. Mostró un efecto positivo del sustrato suelo mezclado con aserrín, pero nulo en cuanto a los estimuladores de crecimiento en la producción de acodos de pimienta.

(Uquiche Yupanqui & Vilchez Quinto, 2019) investigaron el efecto de tres productos enraizadores y niveles de fósforo en el trasplante de rocoto (*Capsicum pubescens* L.) en el distrito de Rio con el objetivo de evaluar tres enraizadores y dos dosis de fósforo en el trasplante de rocoto (*Capsicum pubescens* L.). Los productos evaluados fueron: Razormin 1.5 ml/l, Radigrow 2.5 ml/l y Kelpak 5.0ml/l con interacciones de dosis de SPTCa (100 kg ha^{-1}) y SPTCa (150 kg ha^{-1}). Con la aplicación de estos enraizadores y el SPTCa como fertilizante edáfico, con la finalidad de disminuir la mortalidad después del trasplante y optimizar el desarrollo de la plántula. Se realizó en el anexo Flor de María del distrito de Rio Tambo; Bajo el diseño experimental de bloques completamente randomizados con arreglo factorial 3×2 , con tres bloques y seis tratamientos. Las variables de respuesta fueron: número de plantas prendidas, crecimiento radicular a los 60 y 90 ddt, altura de planta a los 60 y 90 ddt, diámetro de tallo a los 60 y 90 ddt. En sus resultados demostraron que: para número de plantas prendidas todos los enraizadores Razormin 1.5 ml/l, Radigrow 2.5 ml/l, Kelpak, 5.0 ml/l en

interacción con los niveles de SPTCa 100 kg ha⁻¹ y 150 kg ha, aplicados no tuvieron diferencias, por lo que presentaron resultados similares. Para la variable crecimiento radicular a los 60 y 90 ddt el mejor resultado obtuvo con el enraizador Razormin 1.5 ml/l y la dosis de SPTCa 150 kg ha; con promedios de 23,13cm a los 60 ddt y 24,20 cm a los 90 ddt. La mejor altura a los 60 ddt se obtuvo con el enraizador Kelpak 5.0 ml/l y la dosis de SPTCa 100 kg ha⁻¹, con 20.03cm y a los 90 ddt el valor más alto fue del enraizador Radigrow 2.5ml/l y la dosis de SPTCa 150 kg ha⁻¹, con 43.83cm. El diámetro de tallo con mejor resultado a los 60 ddt fue con el enraizador Kelpak 5.0 ml/l y la dosis de SPTCa 100 kg ha, con 0.43cm y a los 90 ddt el mejor resultado fue para los enraizadores Radigrow 2.5ml/l y la dosis de SPTCa 150 kg ha, conjuntamente con Kelpak 5.0 ml/l y la dosis de SPTCa 100 kg ha⁻¹; con un promedio de 0.85cm de fuste.

(CALERO, 2016) estudió la relación de sustratos en el cultivo de pepino, demostrando su influencia en el tamaño y calidad del fruto como se esperaba, pero sin embargo se tuvo mayor rendimiento en el tratamiento 4 con 10489,51 kg/ha, seguido del tratamiento 2 con un 9440,56 kg/ha, con relación al sustrato 2 mientras con el sustrato 1es decir en aquellas plantas que se desarrollaron con el mismo, se obtiene como resultado un rendimiento en el tratamiento 1 con 6293,71kg/ha y el tratamiento 3 con 5594,41 kg/ha esta diferencia debido a que la temperatura ambiental diferente, que desfavorecieron a la floración y la fructificación.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Generalidades del cultivo de pepino

El cultivo de pepino

A. Origen

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es una actividad agrícola con una historia que se remonta a miles de años, entre sus datos de origen más relevantes se puede destacar:

- Origen: El pepino se originó en la región del Himalaya, que incluye zonas de India, Nepal y Pakistán. Esta zona montañosa es conocida por ser el lugar de origen de muchas plantas comestibles, como el pepino.
- Antigüedad: El cultivo del pepino se remonta a hace más de 3.000 años. Existen pruebas arqueológicas que muestran que se cultivaban en la antigua Mesopotamia (actual Irak y Siria) alrededor del año 2030 a. C. Los textos antiguos chinos también hacen referencia a los pepinos varios siglos antes de Cristo.
- Expansión y comercio: A través de los siglos, el cultivo del pepino se ha extendido por Asia, Europa y África. En la antigua Roma y Grecia, los pepinos eran altamente valorados como delicias. Los romanos crearon variedades más suaves y menos amargas, lo que aumentó su popularidad.
- Diversidad genética: La variación genética del pepino ha dado lugar a muchos tipos y variedades. Estas variedades se utilizan para consumo fresco, encurtidos o como base para otros cultivos de calabazas, como el calabacín.

- **Uso actual:** Los pepinos se cultivan y se consumen ampliamente en todo el mundo. Se utilizan en diversos platos, como ensaladas, salsas y encurtidos. También son valorados por su alto contenido de agua y nutrientes saludables.
- **Mejoras genéticas:** Los avances agrícolas y el mejoramiento genético han dado lugar a variedades de pepino personalizadas para diferentes climas y preferencias del consumidor. Estos desarrollos han mejorado la productividad y la resistencia a enfermedades en el cultivo de pepinos (SIOVM, 2015)

B. Taxonomía

La clasificación taxonomía del cultivo de pepino es la siguiente:

De acuerdo con el sitio web (TROPICOS, 2023) el pepino tiene la siguiente taxonomía:

Clase:	Equisetopsida
Subclase:	Magnoliidae
Superorden:	Rosanae
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitáceas
Género:	Cucumis (Trópicos, 2023, párr. 2).
Reino:	Plantae
Filo:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae

Género: Cucumis

Especie: Cucumis sativus L.

C. **Morfología**

El sistema radicular, consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello. Los tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros centímetros. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 metros en condiciones normales. La hoja, presenta peciolo largo, con limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un bello muy fino. La flor, es de corto pedúnculo y pétalos amarillos, aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas. (INFOAGRO, El cultivo de pepino., 2023)

Según (Sediyama.M.A, Nascimento, & Lopes.I.P, 2014)es necesario la poda de ramas en plantas de la familia Cucurbitaceae es una práctica muy controvertida y ha sido cuestionada por técnicos y productores que buscan información para mejorar la producción de frutos en pepinos en tutorado y en campo. Evaluaron la productividad de frutos de tres híbridos de pepino, con entutorado vertical y diferentes tipos de poda. Los tres híbridos de pepino [Aladim

(ensalada), Natsuno Kagayaki (japonés) y Safira (caipira)] constituyeron las parcelas y cinco tipos de poda de plantas, las subparcelas. La cosecha inició a los 52 días después de la siembra, cuando se evaluó el número y peso fresco de frutos comerciales y el peso fresco de plantas. El híbrido de mayor producción fue Natsuno Kagayaki (62,97 t/ha), mientras que los híbridos Safira y Aladim produjeron una media de 45,51 y 40,16 t/ha respectivamente. La masa fresca promedio de frutos no fue influenciada por el tipo de poda ni por los híbridos. El número total de frutos y el rendimiento de frutos comerciales fue menor en las podas más drásticas, es decir, cuando se realizaron podas, podas y podas laterales. En esta poda también hubo una reducción de la masa de materia fresca de la parte aérea de la planta. Los tipos de poda realizados no proporcionaron ganancias en la productividad de los frutos de pepino, para los tres grupos e híbridos evaluados, en la región Zona da Mata Mineira.

Variedades

A) RIBAS

Variedad de pepino largo, con la planta de color verde oscuro con resistencia al amarilleo, de hoja media, adaptada a condiciones de calor y elevada insolación.

Variedad de pepino largo de planta de porte abierto y hoja grande. Fruto de buen color, de unos 32 cm aproximadamente, acanalado, oscuro y de muy buen cierre pistilar. Destaca por el elevado rendimiento. (Seeds, 2023)

B) FARNESIO

Variedad adaptada para ciclos con calor, bien sea en primavera o verano. Planta verde oscura, aireada y bien formada. Adecuada cobertura foliar, lo que la hace perfecta para el cultivo con elevadas radiaciones solares. Vigorosa, de entrenudos muy cortos, hoja pequeña, floración ginoica y gran precocidad. Fruto largo, recto, acanalado, muy oscuro y de larga conservación postcosecha. Resistencia alta (HR) a Cca/Ccu e intermedia (IR) a CVYV.

Fruto cilíndrico, de color verde oscuro de unos 30 cm, ligeramente acanalado, de muy buen cierre pistilar y gran calidad comercial. Excelente conservación post cosecha y rendimiento productivo. (Seeds, 2023)

C) SAUZAL

Variedad de pepino largo partenocárpico de color verde oscuro y hoja grande, no viéndose afectado el crecimiento apical. Destaca por su precoz entrada en recolección. Su elevada producción, sin pausa en entrada de rebrote, se adapta tanto a un ciclo rápido y corto como a un ciclo largo. (Seeds, 2023)

2.2.2. Manejo agronómico del cultivo Selección de terreno

Se desarrollan mejor en suelos que cuentan con un buen drenaje, son sueltos y tienen un alto contenido de materia orgánica. Los suelos arenosos o arcillosos son ideales, ya que facilitan el drenaje del agua y permiten una adecuada expansión de las raíces. Es recomendable evitar suelos arcillosos pesados, ya que tienden a retener excesiva humedad, lo que puede ocasionar enfermedades en las raíces.

PH del suelo

El pH del suelo debe estar entre 6 y 7 para que los pepinos crezcan bien. Este rango les permite absorber los nutrientes de manera eficiente.

Fertilización

Los pepinos necesitan muchos nutrientes. Es importante hacer pruebas de suelo y fertilizar según sea necesario para proporcionarles nitrógeno, fósforo y potasio. La materia orgánica, como el abono, puede mejorar la estructura del suelo y ayudar a retener agua.

Riego

Necesitan ser regados de manera constante y uniforme. El riego por goteo es un método efectivo porque mantiene el suelo húmedo sin mojar demasiado las hojas y los frutos, lo que puede causar enfermedades. ▪ Rotación de cultivos: Para prevenir la acumulación de enfermedades transmitidas por el suelo y mantener su salud, los agricultores deben rotar sus cultivos. Esto significa que deben evitar plantar pepinos en el mismo lugar de forma consecutiva (SIOVM, 2015)

Limpieza del terreno

El terreno se prepara pasando el arado y la rastra para dejarlo con una textura fina y favorecer la producción de raíces del cultivo. (INFOAGRO, El cultivo del pepino , 2023)

Preparación y demarcación del terreno

Para cultivos tempranos con intención de quitarlos pronto para realizar posteriormente un cultivo de primavera, los marcos suelen ser más pequeños (1,5 m x 0,4 m ó 1,2 m x 0,5 m). La densidad de plantación puede oscilar entre 11.000 y 13.000 pl/ha. Si el cultivo es más tardío o se pretende alargar la producción cubriendo los meses de invierno, habrá que ampliar los marcos para reducir la

densidad de plantación, con el fin de evitar la competencia por la luz y proporcionar aireación. (INFOAGRO, El cultivo del pepino , 2023)

Siembra

El pepino se siembra en lomillos o montículos o directamente en el suelo. La siembra se realiza en hoyos de 2-3cm de profundidad en los que se colocan de 3-4 semillas/golpe. Se ralea después y se deja sólo 1-2pl/golpe. (INFOAGRO, El cultivo del pepino , 2023)

Control de malezas, plagas y enfermedades

Plagas del pepino:

- Pulgón del melón (*Aphis gossypii*): Estos pequeños insectos chupadores pueden infestar los pepinos y dañar las plantas al alimentarse de su savia, los pulgones también pueden transmitir virus.
- Trips (*Frankliniella occidentalis*): Los trips se alimentan de los tejidos de las hojas, flores y frutos del pepino, dejando manchas plateadas y deformaciones en las hojas, también pueden transmitir virus.
- Ácaros (*Tetranychus* spp.): Los ácaros suelen ser un problema en los cultivos de pepino en invernaderos, causan daños al alimentarse de las hojas, lo que se traduce en un aspecto moteado y una reducción en la capacidad fotosintética de la planta.
- Orugas (varias especies): Las orugas pueden alimentarse de las hojas de pepino, causando daños en forma de agujeros y defoliación, algunas orugas también pueden dañar los frutos (OGUADO, 2009)

Enfermedades del pepino:

- Oídio (*Podosphaera xanthii*): Forma un polvo blanco o gris en las hojas, tallos y frutas, lo que obstruye la fotosíntesis, debilitando la planta. (APREA

& & MURACE, 2020)

- Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*): Produce manchas amarillentas en las hojas. Causa defoliación (caída de hojas) y pudrición de los frutos. (APREA & & MURACE, 2020)
- Podredumbre de raíz (*Phytophthora* spp.): Esta enfermedad afecta a las raíces de las plantas de pepino, provocando pudrición y marchitez. Puede ser un problema especialmente en suelos húmedos y mal drenados. (APREA & & MURACE, 2020)
- Virus (varios tipos): Los pepinos son susceptibles a una variedad de virus, incluyendo el mosaico del pepino y el virus del amarillamiento de las venas de la remolacha. Estos virus pueden ser transmitidos por insectos vectores, como los pulgones y los trips. (MÁRQUEZ, 2021)
- Antracnosis (*Colletotrichum orbiculare*): Enfermedad fúngica que causa manchas oscuras y hundidas en los frutos, así como en las hojas y tallos (MÁRQUEZ, 2021)

Fertilizaciones

Los pepinos requieren una alta cantidad de nutrientes. Por ello, es fundamental realizar análisis del suelo y aplicar fertilizantes según las necesidades específicas para asegurar la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. Además, incorporar materia orgánica, como el compost, puede mejorar la estructura del suelo y facilitar la retención de agua.

- **Riego:** Los pepinos requieren una alta cantidad de nutrientes. Por ello, es fundamental realizar análisis del suelo y aplicar fertilizantes según las necesidades específicas para asegurar la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. Además, incorporar materia orgánica, como el compost, puede

mejorar la estructura del suelo y facilitar la retención de agua.

- **Rotación de cultivos:** Para prevenir la acumulación de enfermedades transmitidas por el suelo y mantener su salud, los agricultores deben rotar sus cultivos. Esto significa que deben evitar plantar pepinos en el mismo lugar de forma consecutiva.

2.2.3. Plugmix

El sustrato PLUGMIX está formado por musgo de turba y un 15% de perlita. Su drenaje se mejora gracias a la perlita, lo cual es crucial para asegurar la oxigenación necesaria para la absorción de agua y nutrientes. Además, este sustrato ofrece una buena retención de humedad a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Está compuesto de materiales inocuos y libre de enfermedades dañinas. Su textura fina es adecuada para sistemas de llenado automático. Incluye un agente humectante que favorece la retención de agua y evita la acumulación de agua en la superficie, manteniendo una estructura estable a largo plazo. Contiene musgo de turba *Sphagnum oligotrófico*, perlita, limo, nutrientes traza, fertilizantes minerales NPK y un agente humectante.

2.3. Definición de términos básicos

Acodo. Es un método artificial de propagación vegetal, que consiste en hacer posible la aparición de raíces, por medio del calor, humedad de la tierra preparada y de incisiones o ligaduras en las ramas acodadas, formando nuevos individuos.

Sustrato. Es un estrato que subyace a otro y sobre el cual está en condiciones de ejercer algún tipo de influencia. La noción de estrato, por otra parte, hace referencia a una capa o nivel de algo.

Turba. Es un material orgánico de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

Enraizador. Es un producto que se utiliza en los cultivos para favorecer el crecimiento de las raíces. El enraizante estimula la raíz haciendo que crezca más y mejore sus niveles de absorción de nutrientes y agua.

Hormona de crecimiento. Son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos, son similares a las fitohormonas y cumplen un rol importante en la regulación de diferentes procesos bioquímicos a nivel celular en los organismos vegetales.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Al menos un tratamiento tiene influencia en el enraizamiento de pepino holandés (*Cucumis sativus*) a través de acodo aéreo en condiciones de San Ramón – Chanchamayo.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Al menos un tipo de sustrato y regulador de crecimiento genera mayor número de plantas prendidas.
- b. Al menos un tipo de sustrato y regulador de crecimiento presenta mayor número de raíces y longitud de raíz.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Sustratos

Reguladores de crecimiento

2.5.2. Variable dependiente

Crecimiento y desarrollo de los acodos de pepino holandés.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción	Número de plantas
S1A1	Turba plugmix normal y tipo regulador de crecimiento 1	12
S1A2	Turba plugmix normal y regulador de crecimiento 2	12
S2A1	Turba plugmix con NPK y tipo de regulador de crecimiento 1	12
S2A2	Turba plugmix con NPK y tipo de regulador de crecimiento 2	12

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada en plantaciones de dos meses de pepino holandés.

3.2. Nivel de investigación

Según Calzada (1970), menciona de la profundidad de una investigación es el nivel de la investigación, considerando el grado de conocimiento que posee el investigador en relación con el problema, siendo considerado la presente investigación como un nivel básico- experimental.

3.3. Método de la investigación

El método de investigación que se utilizó en la presente investigación es el método inductivo – deductivo.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño experimental que se empleó en el desarrollo del proyecto de investigación es el diseño de bloques completamente randomizado (BCR) con arreglo factorial 2 x 2, con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento.

A. Modelo aditivo lineal

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

X_{ijk} = Es una observación cualquiera.

μ = Media poblacional.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción de i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B

γ_k = Efecto del k-ésimo bloque.

ε_{ijk} = Error experimental.

3.4.1. Esquema de análisis de variancia.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Bloques	2					
Factor A	1					
Factor B	1					
A*B	2					
Error	42					
Total	47					
S =			$\bar{x} =$			C.V.=

3.4.2. Especificaciones del diseño

- Tratamientos : 4
- Repeticiones : 3
- Distancia entre plantas : 0.40 cm
- Distancia entre hileras : 1.20 m
- Plantas por tratamiento : 12
- Largo del área total del ensayo : 6 m

- Ancho del área total del ensayo : 8 m
- Área de cada tratamiento : 16 m²
- Área total del ensayo : 48 m²

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estuvo constituida por 160 plantas de pepino holandés (cuatro tratamientos con tres repeticiones) en el invernadero de la Empresa Corporación MAYAPO SAC, en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, región Junín.

3.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 48 plantas de pepino holandés.

3.6. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La principal técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación y el principal instrumento de recolección de datos que se utilizó fueron las fichas de recolección de datos de campo. Siendo los instrumentos de recolección de datos Vernier, regla, balanza y la observación directa para evaluar las plantas madre seleccionadas y la longitud de las ramas para desarrollar los acodos aéreos

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La presente investigación, se ejecutó a nivel de pregrado, como requisito para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, según el reglamento de grados y títulos de nuestra universidad. Por lo que, la validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizó mediante la consulta bibliográfica para elaborar los instrumentos de evaluación de nuestras variables consideradas

en la presente investigación, con la finalidad de dar respuesta a la hipótesis planteada en la siguiente investigación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos que se realizó fue el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan al 5%; el procesamiento de los datos que se realizó es el software estadístico Infostat.

Técnica de procesamiento y análisis de datos

Variables	Dimensión	Indicador	Unidad	Técnica	Herramienta
Independientes Sustratos Reguladores de crecimiento	Tipos de sustrato Tipo de reguladores de crecimiento	S1A1 = Turba plugmix normal y regulador de crecimiento 1 S1A2 = Turba plugmix normal y regulador de crecimiento 2 S2A1 = Turba plugmix con NPK y regulador de crecimiento 1 S2A2 = Turba plugmix con NPK y regulador de crecimiento 2	Tipo de sustratos y dosis de reguladores de crecimiento.	Instalación de los acodos en plantas de 8 semanas de pepino holandés	Señalización, tijera de podar, pabito, plástico de polietileno negro, bandejas, lápiz, etiquetas.

Dependientes		✓ Altura de	cm cm	Toma de	
Crecimiento y	Crecimient	✓ Longitud de		datos con la	
desarrollo de los	o y	✓ Longitud de	cm mm	ayuda de	Ficha de
acodos de	desarrollo	✓ Diámetro de	cm	una balanza	evaluación
pepino holandés		✓ Longitud de	mm	electrónica,	
		✓ Diámetro de	cm	vernier y	
		✓ Longitud de	cm	conteo	
		✓ Longitud de	unidades cm	visual.	
		✓ Número de			
		✓ Longitud de			

3.9. Tratamiento estadístico

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizó mediante el análisis de varianza y la prueba de F; y para la clasificación de los tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan al nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

3.10. Orientación ética, filosófica y epistemológica

El desarrollo de este trabajo de investigación tiene como objetivo principal convertirse en una referencia significativa para futuros estudios relacionados con la propagación vegetativa mediante acodos aéreos en el cultivo de pepino holandés (*Cucumis sativus*) producido a partir de plantas madre F1. Este estudio se fundamenta en la creciente demanda y uso de semillas híbridas en la producción de hortalizas en el Perú, donde los costos asociados a estas semillas son elevados. En este contexto, la técnica de propagación vegetativa por acodos aéreos se presenta como una alternativa viable y económica para los productores agrícolas.

Desde una perspectiva ética, el presente estudio busca promover prácticas sostenibles en la agricultura, ofreciendo soluciones que beneficien tanto al productor como al medio ambiente. La propagación mediante acodos aéreos no solo optimiza recursos, sino que también reduce la dependencia de semillas comerciales, empoderando a los agricultores locales y disminuyendo los costos de producción.

En el aspecto filosófico, este trabajo se alinea con el pragmatismo y el utilitarismo, al enfocarse en soluciones prácticas que generen beneficios tangibles para los productores. Además, la investigación refleja un compromiso con la búsqueda del conocimiento aplicable y el progreso técnico en el ámbito de la horticultura.

Desde una perspectiva epistemológica, el estudio adopta un enfoque empírico basado en la observación y el análisis experimental de la técnica de acodos aéreos. A través de una metodología rigurosa y sistemática, se busca generar conocimiento que no solo valide la eficacia de esta técnica, sino que

también amplíe el entendimiento científico sobre las posibilidades de propagación en cultivos híbridos de hortalizas.

En conclusión, el presente estudio no solo contribuirá al conocimiento técnico y científico en la producción de hortalizas mediante métodos alternativos de propagación, sino que también servirá como guía para productores y futuros investigadores interesados en soluciones innovadoras y accesibles en el ámbito agrícola.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Lugar de ejecución:

El trabajo de investigación se realizó en Empresa Corporación MAYAPO SAC., en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo.

Ubicación política:

Lugar : Chincana

Distrito: San Ramón

Provincia : Chanchamayo

Departamento: Junín

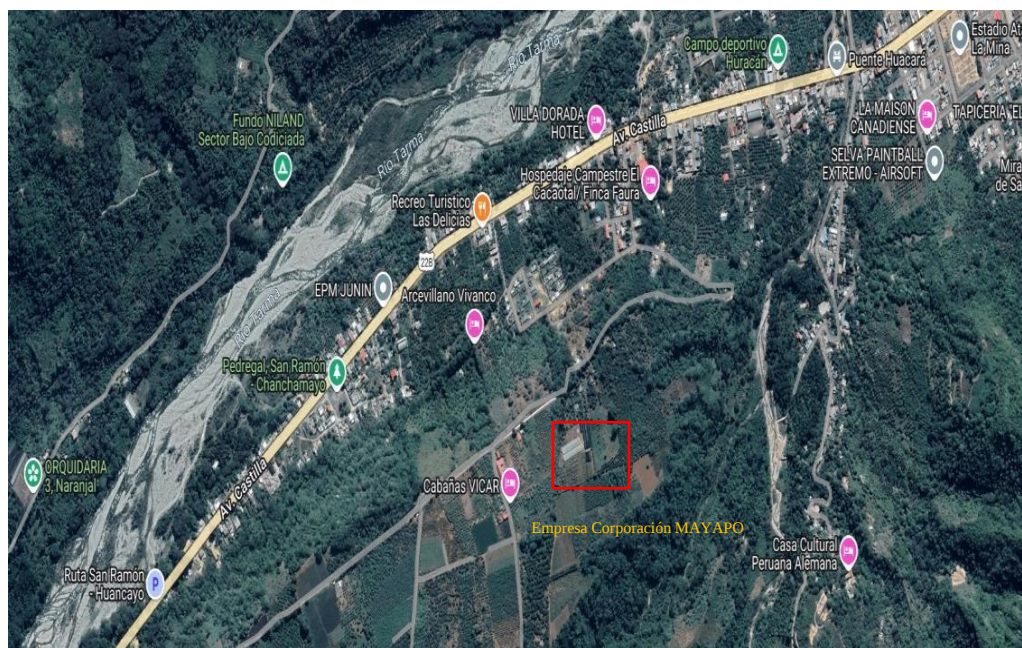
Ubicación geográfica.

UTM : 458806E, 8769026N

Altitud : 986.94 msnm

Temperatura promedio : 25 ° C

Figura 1. Ubicación del invernadero en Chincana San Ramón.



Fuente: Google Earth

4.1.2. Conducción del experimento

a) Descripción del Área de Trabajo

El experimento se llevó a cabo en un área total de 48 m², distribuida en el invernadero con dimensiones de 6 m de largo por 8 m de ancho. Dentro de esta área se dispusieron 12 plantas por tratamiento, con una separación de 0.40 m entre plantas y 1.20 m entre hileras, representando a cada bloque experimental. Este diseño permitió un manejo adecuado de los tratamientos y garantizó una distribución homogénea de las unidades experimentales.

b) Características del material vegetativo a propagar

El material vegetal utilizado correspondió a plantas de pepino holandés (*Cucumis sativus*), cultivadas a partir de semillas híbridas. Las plantas tenían una edad de ocho semanas desde la siembra.

En cada bloque o repetición experimental, se seleccionaron al

azar seis ramas de la parte media de cada planta. Las características de las ramas seleccionadas fueron:

- ✓ Longitud promedio: 2.48 m (medida desde el ápice hasta la base).
- ✓ Diámetro promedio en la base: 1.5 a 2 mm.

Estas ramas fueron utilizadas como las unidades experimentales para el proceso de acodo aéreo.

c) Instalación del trabajo de investigación

1. Identificación de Unidades Experimentales:

- ✓ Las unidades experimentales fueron seleccionadas al azar dentro de cada planta.
- ✓ Cada unidad fue identificada y marcada para su tratamiento respectivo.

2. Preparación del Corte:

- ✓ Desinfectando muy bien el bisturi con el uso de alcohol se procedió a realizar un corte de las hojas de ambos lados de la rama seleccionada
- ✓ El corte se efectuó en la posición correspondiente de las hojas como estrategia de un acodado más estable ya que en cualquier movimiento el sustrato no se gire en la rama.

3. Colocación del Sustrato:

- ✓ Se colocó un plástico transparente o negro alrededor del corte. El plástico contenía el sustrato húmedo asignado a cada tratamiento (según las combinaciones de sustrato y regulador de crecimiento).
- ✓ Se cubrió el acodo con plástico negro para evitar la entrada

de luz, favoreciendo el fototropismo negativo de las raíces.

- ✓ En los tratamientos con reguladores de crecimiento, se aplicaron 0.25 ml del regulador directamente en el corte utilizando un gotero.

4. Monitoreo del Proceso de Enraizamiento:

- ✓ La humedad del sustrato fue revisada cada 5 días para garantizar condiciones óptimas.
- ✓ El tiempo estimado para el proceso de enraizamiento fue de 15 a 20 días, dependiendo del tratamiento.
- ✓ Al final del periodo, se evaluó el desarrollo radicular en función de los tratamientos aplicados.

5. Control del Ambiente:

- ✓ El invernadero garantizó un ambiente controlado para la humedad, temperatura y luminosidad, condiciones esenciales para el éxito del enraizamiento.

6. Evaluación:

La evaluación de las variables se registró en una ficha de datos, luego se ordenaron para su procesamiento y registro de los resultados.

4.1.3. Materiales y equipos

Materiales de campo

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Bisturí
- ✓ lampa
- ✓ Chafle

- ✓ Rastrillo
- ✓ Regla de 30 cm
- ✓ Cordel
- ✓ Costal
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Baldes
- ✓ Bolsas

Materiales de escritorio

- ✓ Papel bond
- ✓ Folder
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Resaltador
- ✓ Lapiceros
- ✓ Lápiz

Equipos

- ✓ Computadora
- ✓ Cámara digital
- ✓ Vernier
- ✓ Balanza gramera
- ✓ Mochila de fumigar

Insumos

- ✓ Fungicidas
- ✓ Insecticidas
- ✓ Reguladores de crecimiento (Root hor y APU)
- ✓ Turba con NPK

✓ Turba sin NPK

Tratamientos experimentales

S1A1: Turba sin NPK + Root hor

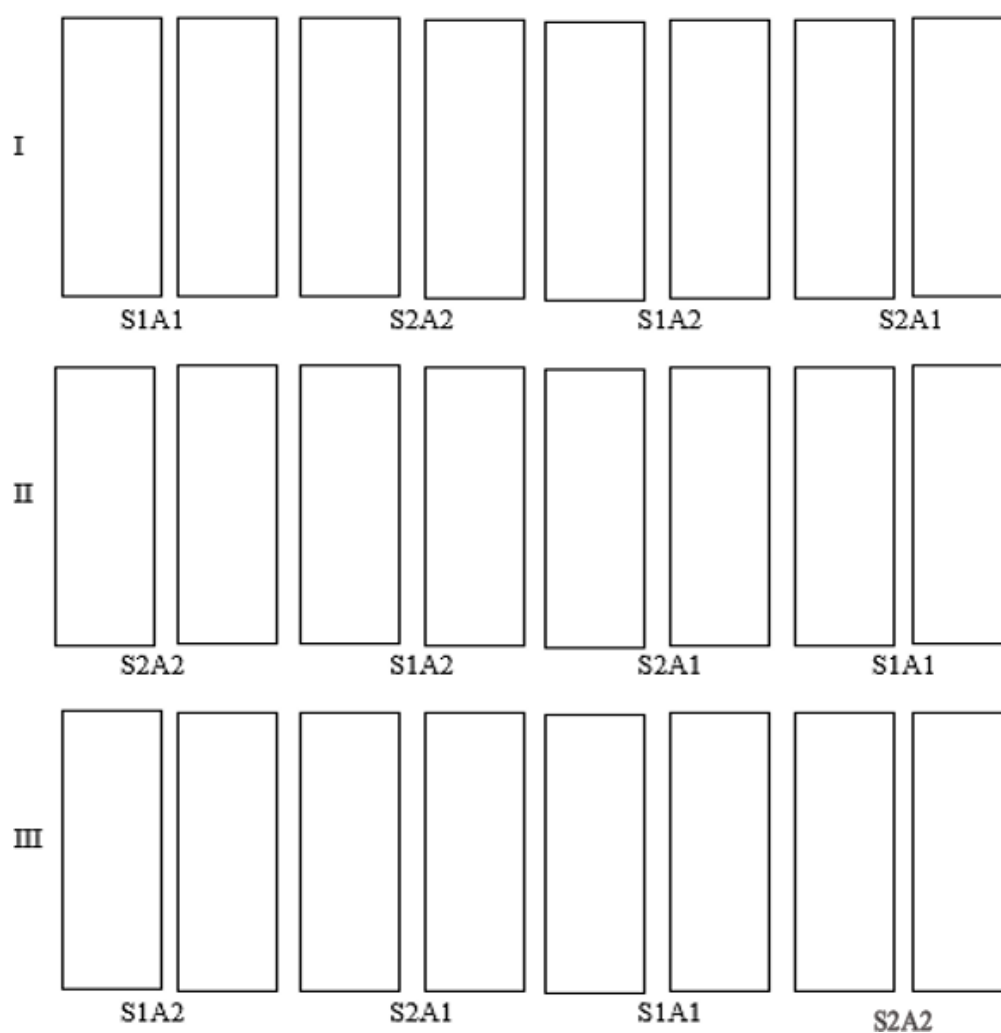
S1A2: Turba sin NPK + APU

S2A1: Turba con NPK + Root hor

S2A2: Turba con NPK + APU

Croquis de campo

Figura 2. Distribución de tratamientos



Evaluación de las variables

Se evaluaron las siguientes variables para comprobar los efectos de los tratamientos factoriales 2 x 2.

- ✓ Altura de planta (cm): Se evaluó a 0 días antes de realizar el acodo.
- ✓ Longitud de tallo (cm): Se evaluó la longitud de las ramas seleccionas para realizar el acodo.
- ✓ Longitud de tallo (cm): Se evaluó a los 5 días la longitud de las ramas seleccionas después de haber realizar el acodo.
- ✓ Diámetro de tallo (mm): Se realizó a los 10 días después de haber realizado los acodos aéreos.
- ✓ Longitud de tallo (cm): Se evaluó a los 10 días la longitud de las ramas seleccionas después de haber realizar el acodo.
- ✓ Diámetro de tallo (mm): Se realizó a los 15 días después de haber realizado los acodos aéreos.
- ✓ Longitud de tallo (cm): Se evaluó a los 15 días la longitud de las ramas seleccionas después de haber realizar el acodo.
- ✓ Longitud de tallo (cm): Se evaluó a los 20 días la longitud de las ramas seleccionas después de haber realizar el acodo.
- ✓ Longitud de la raíz (cm): Se evaluó a los 20 días después de realizado el acodo.
- ✓ Número de raíces (unid.) Esta evaluación se realizó a los 20 días contabilizando el número de raíces formadas en cada tratamiento. Se considerará una raíz formada, aquellas raíces que presentaron más de 0.5 cm de longitud.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Altura de planta (cm)

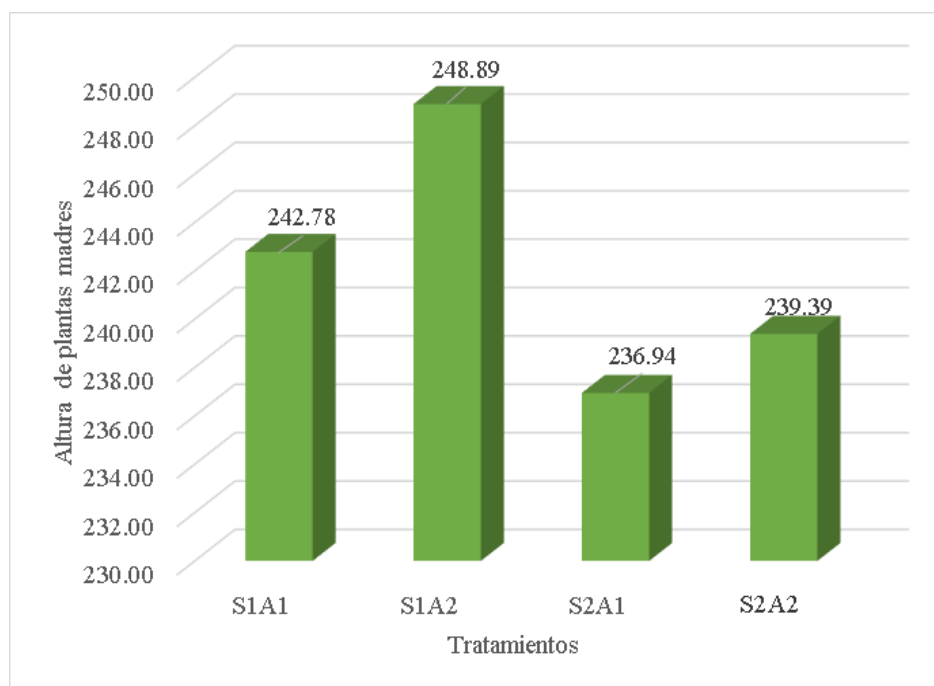
Tabla 1. Análisis de varianza para altura de planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	3	1447.89	482.63	0.41	4.01	7.27	ns
Repeticiones	2	2445.75	1222.88	1.03	3.22	5.15	ns
Error	66	78050.36	1182.58				
Total	71	81944.00					
S = 34.38			$\bar{x} = 248.38$			C.V.= 14.21%	

En la Tabla 1, en el análisis de varianza (ANOVA) para la variable altura de planta del pepino holandés evaluada a los 0 días, se observa que los efectos de la fuente de variación *Tratamientos* y *Repeticiones* no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Esto indica que, al momento inicial de la evaluación, no existen variaciones atribuibles a los tratamientos aplicados ni a la disposición de las repeticiones, sugiriendo homogeneidad inicial en la altura de las plantas entre las unidades experimentales.

El coeficiente de variabilidad de 14.21% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente muy bueno lo que nos indica que, la altura de planta a los 0 días para los tratamientos es homogéneo.

Figura 3. *Altura de planta de las plantas madre antes de iniciar el acodado*



La figura 3 muestra la altura promedio de las plantas madre de pepino holandés antes de la realización de los acodos y la utilización de sustrato y regulador de crecimiento en los tratamientos de acodo, para cuatro combinaciones de tratamientos (S1A1, S1A2, S2A1 y S2A2) utilizando sustratos enriquecidos con NPK y reguladores de crecimiento. Se observa que la mayor altura promedio se registró en el tratamiento **S1A2** (248.89 cm), seguido por **S1A1** (242.78 cm), **S2A2** (239.39 cm) y finalmente **S2A1** (236.94 cm).

Aunque se evidencian diferencias entre tratamientos, estas variaciones son relativamente pequeñas (aproximadamente 12 cm entre el mayor y el menor promedio). Es importante señalar que, según el análisis de varianza (ANOVA) previo, estas diferencias no alcanzaron significación estadística ($p > 0.05$). Por tanto, se confirma que las plantas madre presentan una condición inicial homogénea en términos de altura, lo que garantiza que cualquier efecto observado posteriormente se pueda atribuir con mayor certeza a los tratamientos aplicados durante el experimento de acodo.

4.2.2. Longitud de tallo acodado (cm)

Tabla 2. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 0 días de iniciado el acodo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	20.02	20.02	1.49	4.01	7.27	ns
Regulares de crecimiento	1	402.52	402.52	29.97	4.01	7.27	**
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	221.02	221.02	16.46	4.01	7.27	**
Repeticiones	2	10.79	5.40	0.40	3.22	5.15	ns
Error	42	564.13	13.43				
Total	47	1218.48					
S = 3.66		$\bar{x} = 21.11$		C.V.= 17.37%			

En la tabla 2 del análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 0 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustrato no muestra diferencia estadística significativa y para el factor regulador de crecimiento y el factor interacción sustrato* regulador de crecimiento y repeticiones existen diferencia estadística altamente significativa.

La no significación estadística del factor S (sustrato) nos indica que, los sustratos turba con NPK y turba sin NPK, no influyen en la variable longitud de tallo acodado a los 0 días de evaluación y el factor A (regulador de crecimiento) y la interacción S*A muestran alta significación estadística influyendo en la variable altura de planta a los 0 días de evaluación.

El coeficiente de variabilidad de 17.37% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente bueno lo que nos indica que, la altura de planta a los 0 días para el factor S y el factor A es homogéneo.

Tabla 3. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 0 días para el factor S (sustrato).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S1	21.75	A
2	S2	20.46	A

En la tabla 3 de la prueba de significación Duncan para el Factor S se puede observar que, el sustrato turba con NPK presenta mayor longitud de tallo acodado a los 0 días con un promedio de 21.75 cm que el sustrato sin NPK con 20.46 cm.

Tabla 4. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado para el factor A (Regulador de crecimiento).

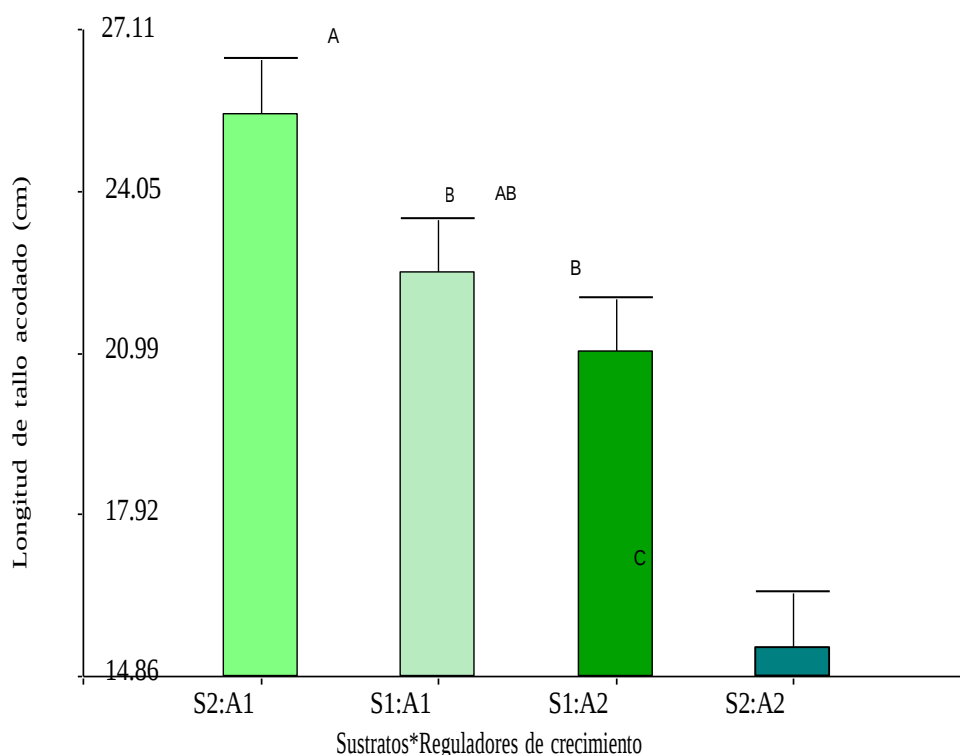
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	24.00	A
2	A2	18.21	B

En la Tabla 4, correspondiente a la prueba de comparación de medias de Duncan para el Factor A (*Regulador de crecimiento*), se observa que, a los 0 días de evaluación, el regulador de crecimiento Root-hot presentó la mayor longitud de tallo acodado promedio de rama lateral, con 24.00 cm, mientras que el regulador APU alcanzó un promedio de 13.32 cm. Esta diferencia sugiere una variación inicial entre los tratamientos evaluados; sin embargo, dado que se trata de la medición inicial, se observa que hay diferencia entre un tratamiento a otro.

Tabla 5. Prueba de significación de Duncan para altura de planta a los 0 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2A1	25.50	A
2	S1A1	22.50	A B
3	S1A2	21.00	B
4	S2A2	15.42	C

Figura 4. Longitud de tallo acodado a los 0 días para la interacción sustrato*reguladores de crecimiento.



En la Tabla 5 y la Figura 4 se presentan los resultados de la interacción entre los factores Sustrato (S) y Reguladores de crecimiento (A) sobre la altura de la rama acodada del pepino holandés, evaluada a los 0 días. Se observa que la combinación Sustrato con NPK * Root-hor registró la mayor longitud promedio de rama, alcanzando 25.50 cm, seguida de la combinación Sustrato sin NPK * Root-hor, con 22.50 cm. Estas combinaciones superaron en promedio a las demás interacciones evaluadas, lo que indica que, desde el inicio, el uso del regulador de crecimiento

Root-hor en combinación con la fertilización del sustrato con NPK mostró una tendencia favorable para lograr mayor longitud de la rama acodada.

Sin embargo, es importante recalcar que estas diferencias corresponden a la evaluación inicial (0 días), por lo que reflejan principalmente la condición basal de las plantas y no necesariamente el efecto real de los tratamientos.

4.2.3. Longitud de tallo acodado (cm)

Tabla 6. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 5 días de evaluación.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	48.00	48.00	0.65	4.01	7.27	ns
Regulares de crecimiento	1	5808.00	5808.00	79.20	4.01	7.27	**
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	4070.08	4070.08	55.5	4.01	7.27	**
Repeticiones	2	1417.79	708.9	9.67	3.22	5.15	**
Error	42	3080.04	73.33				
Total	47	14423.92					
S = 8.56		$\bar{x} = 53.79$		C.V.= 15.92%			

En la tabla 6 del análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 5 días de evaluación; se observa que, para la fuente del factor sustratos no existe diferencia estadística y para factor reguladores de crecimiento, interacción sustratos*reguladores de crecimiento y repeticiones muestra diferencia estadística altamente significativa lo que indica que, hay una influencia sobre la variable longitud de tallo acodado.

La alta significación estadística del factor A (reguladores de crecimiento) nos indica que, los reguladores de crecimiento Root-hot y APU influyen en la variable longitud de tallo acodado a los 0 días. La interacción S*A y repeticiones muestran también alta significación estadística influyendo en la variable longitud de tallo acodado a los 5 días de evaluación.

El coeficiente de variabilidad de 15.92% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente bueno lo que nos indica que, la longitud de tallos a los 5 días para el factor S y el factor A es homogéneo.

Tabla 7. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 5 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamientos	Promedio	Significación
1	S1	54.79	A
2	S2	52.79	A

En la tabla 7 de la prueba de significación Duncan para el Factor S se puede observar que, el factor sustrato con turba sin NPK presenta mayor altura de planta a los 5 días en promedio con 52.79 cm que la turba con NPK con 52.79 cm, no mostrando diferencia significativa entre estos tratamientos.

Tabla 8. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado para el factor A (Reguladores de crecimiento).

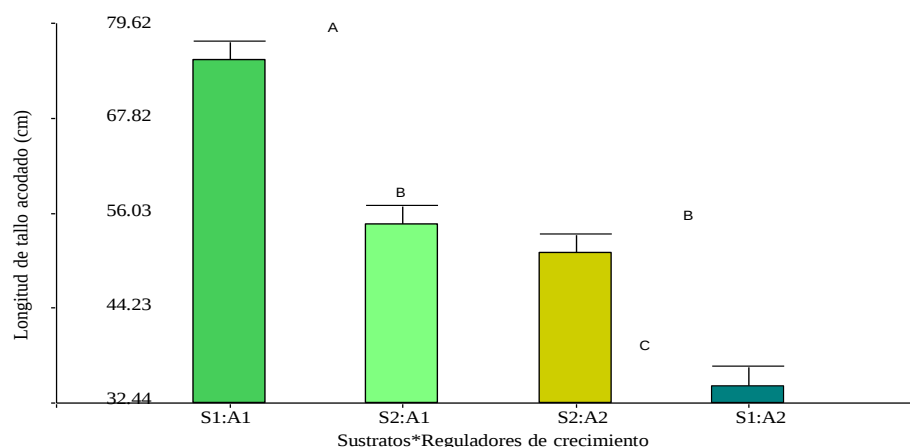
OM	Tratamientos	Promedio	Significación
1	A1	64.79	A
2	A2	42.79	B

En la tabla 8 prueba de significación Duncan para el Factor A se puede observar que, para los reguladores de crecimiento utilizando la turba sin NPK presenta mayor altura de planta a los 5 días en promedio 64.79 cm y turba con NPK con 42.79 cm.

Tabla 9. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 5 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S1A1	75.00	A
2	S2A1	54.58	B
3	S2A2	51.00	B
4	S1A2	34.58	C

Figura 5. Longitud de tallo acodado a los 5 días para la interacción sustratos*reguladores



En la tabla 9 y figura 5 para la interacción del factor S*A se pudo observar que, la interacción S1*A1 (sustrato con turba sin NPK*regulador de crecimiento Root-hor) mostró mayor longitud de tallo acodado a los 5 días con 75 cm seguido de la interacción S2A1 (sustrato turba con NPK *regulador de crecimiento Root-hor) con 54.58 cm con respecto a las demás interacciones en estudio.

4.2.4. Diámetro de tallo acodado (mm)

Tabla 10. Análisis de varianza para diámetro de tallo acodado a los 10 días de evaluación.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	0.04	0.04	4.45	4.01	7.27	*
Regulares de crecimiento	1	0.04	0.04	4.45	4.01	7.27	*
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	0.04	0.04	4.45	4.01	7.27	*
Repeticiones	2	0.03	0.02	2.00	3.22	5.15	ns
Error	42	0.33	0.01				
Total	47	0.47					
S = 0.10		$\bar{x} = 0.44$		C.V.= 20.43%			

En la tabla 10 del análisis de varianza para diámetro de tallo a los 10 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustratos y factor reguladores de crecimiento e interacción sustratos*reguladores de crecimiento

muestran diferencia estadística significativa y no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones.

La alta significación estadística del factor S (sustratos) nos indica que, los sustratos de turba sin NPK y turba con NPK influyen en la variable diámetro de tallo acodado a los 10 días, el factor A (regulador de crecimiento) y la interacción sustratos*reguladores de crecimiento, muestran significación estadística influyendo también en la variable diámetro de tallo acodado y no mostrando significación estadística para repeticiones.

El coeficiente de variabilidad de 20.43% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente bueno lo que nos indica que, diámetro de tallo acodado a los 10 días para el factor S y el factor A es homogéneo.

Tabla 11. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo acodado a los 10 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2	0.46	A
2	S1	0.41	A

En la tabla 11 de la prueba de significación Duncan para el Factor S2 se puede observar que, el sustrato turba con NPK presenta mayor diámetro de tallo acodado a los 10 días en promedio con 0.46 mm que el sustrato turba sin NPK con 0.41 mm.

Tabla 12. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo acodado para el factor A (reguladores de crecimiento).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	0.46	A
2	A2	0.41	B

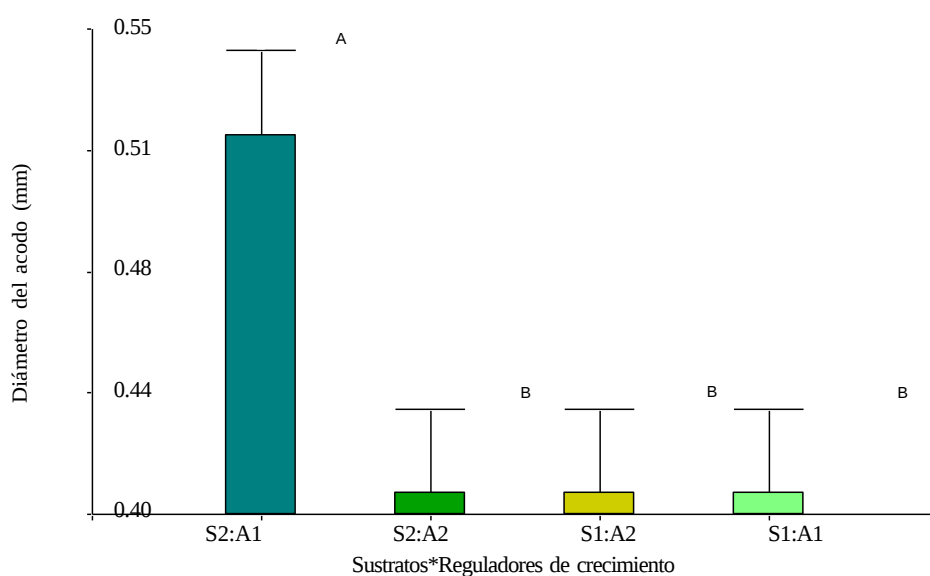
En la tabla 12 prueba de significación Duncan para el Factor A se puede observar que, para el factor A1 (regulador de crecimiento Root-hot) presentan

mayor diámetro de tallo acodado a los 10 días en promedio 0.46 mm y labranza cero con 0.41 mm.

Tabla 13. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo a los 10 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2A1	0.52	A
2	S2A2	0.41	B
3	S1A2	0.41	B
4	S1A1	0.41	B

Figura 6. Diámetro de tallo a los 10 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.



En la tabla 13 y figura 6 para la interacción del factor S2A1 se pudo observar que, la interacción sustrato turba con NPK*regulador de crecimiento Root-hot mostró mayor diámetro de tallo acodado a los 10 días con 0.52 mm seguido de la interacción sustrato turba con NPK*regulador de crecimiento APU con 0.41 mm, al igual que las interacciones S2A2, S1A2 y S1A1.

4.2.5. Longitud de tallo acodado (cm)

Tabla 14. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 10 días de evaluación.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	4661.02	4661.02	25.55	4.01	7.27	**
Regulares de crecimiento	1	14805.19	14805.19	81.16	4.01	7.27	**
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	728.52	728.52	4.99	4.01	7.27	*
Repeticiones	2	1498.04	749.02	4.11	4.01	7.27	*
Error	42	7661.21	182.41				
Total	47	29353.98	$\bar{x}$				
S = 13.51				= 81.86		C.V.= 16.50%	

En la tabla 14 del análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 10 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustratos y factor reguladores de crecimiento, muestran diferencia estadística altamente significativa y existe diferencia estadística significativa entre la interacción del factor sustratos*regulador de crecimiento y repeticiones.

La alta significación estadística del factor S (sustratos) nos indica que, los sustratos turba con NPK y turba sin NPK, influyen en la variable longitud de tallo acodado a los 10 días y el factor A (reguladores de crecimiento), asimismo presenta alta significación estadística y para la interacción del factor S*A significación estadística.

El coeficiente de variabilidad de 16.50% es considerado según Calzada Benza (1970), como un coeficiente bueno lo que nos indica que, la longitud de tallo acodado a los 10 días para el factor S y el factor A es homogéneo.

Tabla 15. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 10 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2	91.71	A
2	S1	72.00	B

En la tabla 15 de la prueba de significación Duncan para el Factor S se puede observar que, el sustrato con NPK presenta mayor longitud de tallo acodado a los 10 días en promedio con 91.71 cm que el sustrato turba sin NPK con 72.00 cm.

Tabla 16. Prueba de significación de Duncan para el factor A (reguladores de crecimiento).

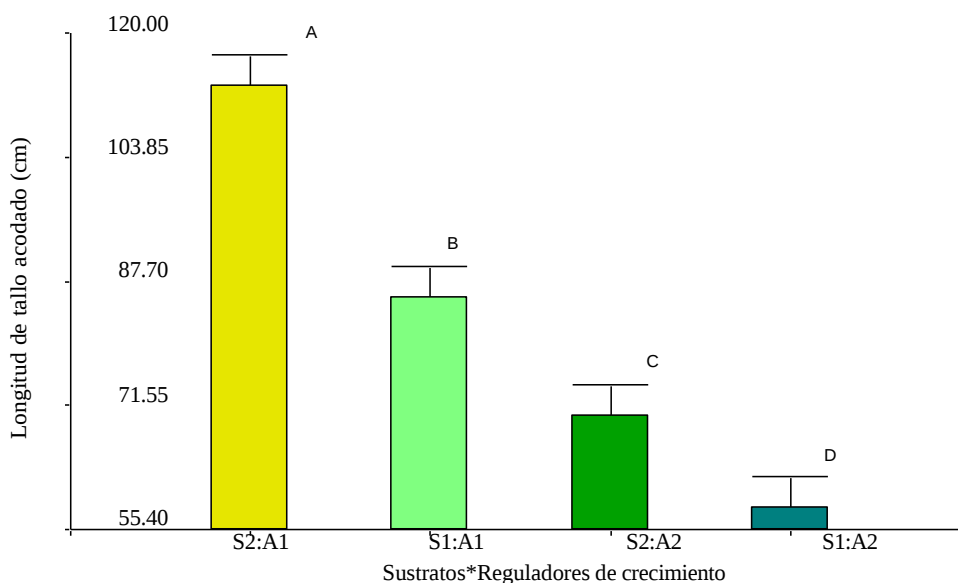
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	99.42	A
2	A2	64.29	B

En la tabla 16 prueba de significación Duncan para el Factor A se puede observar que, para el factor reguladores de crecimiento Hoot-hor presentan mayor diámetro de longitud de tallo a los 10 días en promedio 99.42 cm y APU con 64.29 cm.

Tabla 17. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 10 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2A1	113.17	A
2	S1A1	85.67	B
3	S2A2	70.25	C
4	S1A2	58.33	D

Figura 7. Longitud de tallo acodado a los 10 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.



En la tabla 17 y figura 7 para la interacción del factor S*A se pudo observar que, la interacción S2A1 (turba con NPK*Root-hot), mostró mayor longitud de tallo acodado a los 10 días con 113.17 cm seguido de la interacción S1A1 (turba sin NPK*APU) con 85.67 cm con respecto a las demás interacciones en estudio.

4.2.6. Diámetro de tallo acodado (mm)

Tabla 18. Análisis de varianza para diámetro de tallo acodado a los 15 días de evaluación.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	0.01	0.01	0.85	4.01	7.27	ns
Regulares de crecimiento	1	0.04	0.04	4.63	4.01	7.27	*
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	0.03	0.03	3.40	4.01	7.27	ns
Repeticiones	2	0.01	0.01	0.64	4.01	7.27	ns
Error	42	0.37	0.01				
Total	47	0.46					
S = 0.10			$\bar{x} = 0.45$		C.V.= 20.87%		

En la tabla 18 del análisis de varianza para diámetro de tallo acodado a los 15 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustratos no hay diferencia significativa y para el factor reguladores de crecimiento existe diferencia estadística significativa y no muestra diferencia estadística en la interacción del factor S*A y las repeticiones.

La no significación estadística del factor S (sustratos) nos indica que, los sustratos turba con NPK y turba sin NPK no influyen en la variable diámetro de tallo acodado a los 15 días y el factor A (reguladores de crecimiento) y por otra parte, la interacción del factor S*A muestra no significación estadística no influyendo sobre la variable longitud de tallo acodado y para repeticiones.

El coeficiente de variabilidad de 20.87% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente bueno lo que nos indica que, el diámetro del tallo acodado a los 15 días para el factor S y el factor A es homogéneo.

Tabla 19. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo acodado a los 15 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2	0.46	A
2	S1	0.44	A

En la tabla 19 de la prueba de significación Duncan para el Factor S se puede observar que, el sustrato turba con NPK presenta mayor diámetro de tallo a los 15 días en promedio con 0.46 mm que el sustrato turba sin NPK con 0.44 mm.

Tabla 20. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo para el factor A (Reguladores de crecimiento).

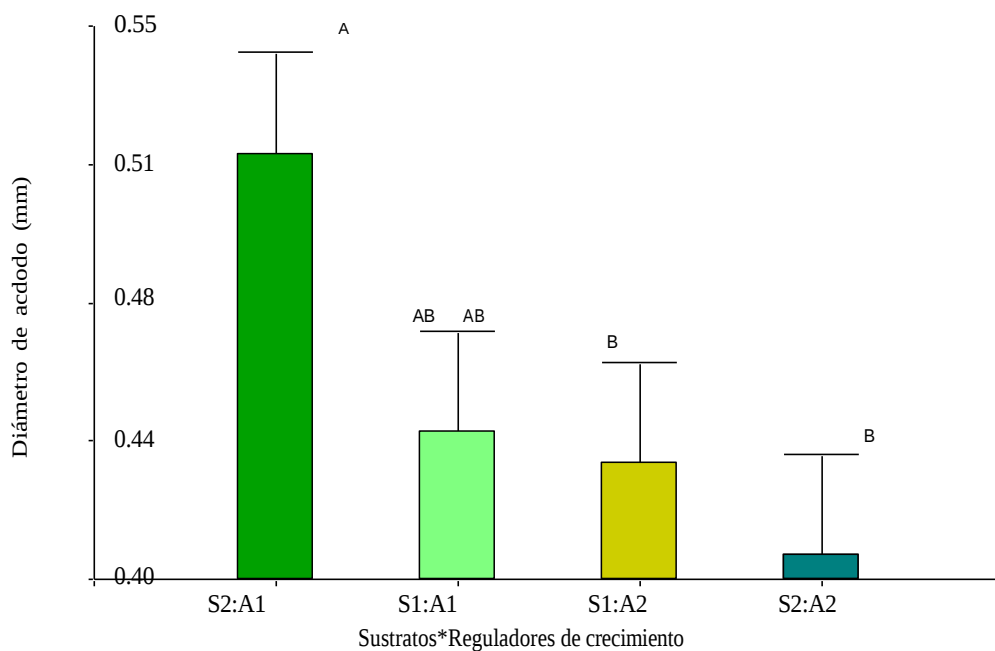
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	0.48	A
2	A2	0.42	B

En la tabla 20 prueba de significación Duncan para el Factor A se puede observar que, para el regulador de crecimiento Hoot-hor, presentan mayor diámetro de tallo a los 15 días en promedio 0.48 mm y APU con 0.42 mm.

Tabla 21. Prueba de significación de Duncan para diámetro de tallo a los 15 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2A1	0.52	A
2	S1A1	0.44	A B
3	S1A2	0.43	B
4	S2A2	0.41	B

Figura 8. Diámetro de tallo a los 15 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.



En la Tabla 21 y la Figura 8 se observa que, para la interacción del factor SA, el tratamiento **S2A1** (sustrato 2 con aplicación de regulador de crecimiento) alcanzó la mayor longitud promedio de raíz, con 0.52 mm, superando al tratamiento S1A1 (sustrato 1 con regulador de crecimiento), que registró 0.44 mm. Ambos valores destacan frente a las demás combinaciones evaluadas, evidenciando que el uso del sustrato 2 en combinación con el regulador de crecimiento favoreció significativamente la variable en estudio.

4.2.7. Longitud de tallo acodado (cm)

Tabla 22. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 15 días de evaluación

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	315.19	315.19	3.04	4.01	7.27	ns
Regulares de crecimiento	1	12128.52	12128.52	117.08	4.01	7.27	**
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	396.29	198.15	1.91	4.01	7.27	ns
Repeticiones	2	492.04	246.02	0.90	3.22	5.15	ns
Error	42	4446.46	105.87				
Total	47	15733.67					
S = 10.29			$\bar{x} = 96.58$			C.V.= 10.41%	

En la tabla 22 del análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 15 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustratos muestra no significación estadística y el factor regulador de crecimiento, muestran diferencia estadística altamente significativa, no existe diferencia estadística significativa entre la interacción del factor S*R y repeticiones.

La no significación estadística del factor S (sustrato) nos indica que, los sustratos turba con NPK y turba sin NPK no influyen en la variable longitud de tallo a los 15 días y el factor A (regulador de crecimiento) muestran alta significación estadística influyendo en la variable longitud de tallo a los 20 días de evaluación en contraste a la no significación estadística que se observa en la interacción del factor S*A no influyen en la longitud de tallo.

El coeficiente de variabilidad de 10.41% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente muy bueno lo que nos indica que, la longitud de tallo a los 15 días para el factor S y el factor A es homogéneo.

Tabla 23. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo a los 15 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	113.67	A
2	A2	81.88	B
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2	100.33	A
2	S1	95.21	A

En la tabla 23 de la prueba de significación Duncan para el Factor S se puede observar que, el sustrato turba con NPK presenta mayor longitud de tallo a los 20 días en promedio con 100.33 cm que la turba sin NPK con 95.21 cm.

Tabla 24. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo para el factor A (reguladores de crecimiento).

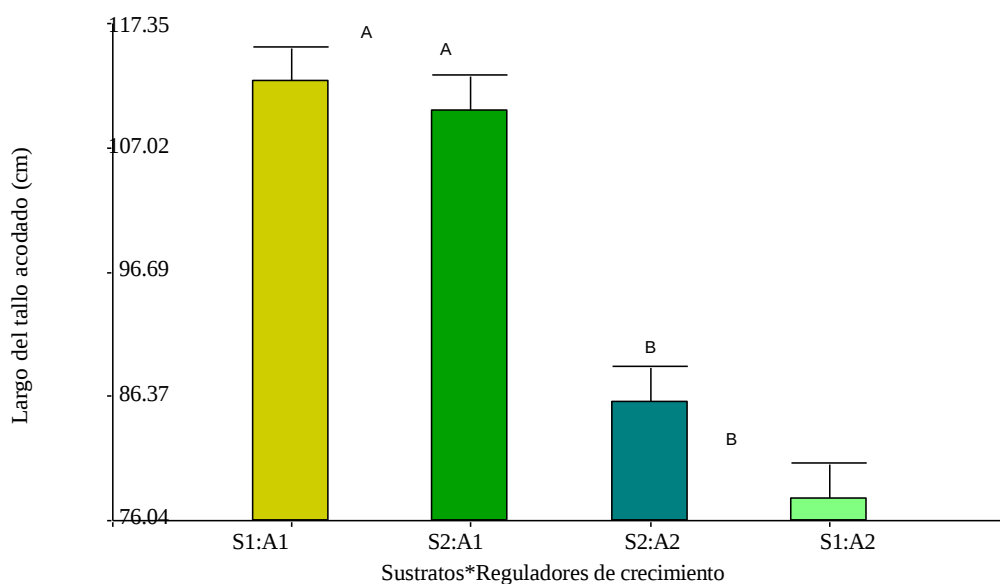
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	113.67	A
2	A2	81.88	B

En la tabla 24 prueba de significación Duncan para el Factor A se puede observar que, para reguladores de crecimiento Root- hor presentan mayor longitud de tallo a los 15 días en promedio 113.67 cm y APU con 81.88 cm.

Tabla 25. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo a los 15 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S1A1	114.83	A
2	S2A1	112.50	A
3	S2A2	85.83	B
4	S1A2	77.92	B

Figura 9. Longitud de tallo a los 15 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.



En la tabla 25 y figura 9 para la interacción del factor S*A se pudo observar que, los sustratos turba con NPK*reguladores de crecimiento Root-hor mostró mayor longitud de tallo a los 15 días con 114.83 cm seguido de la interacción sustrato turba sin NPK*regulador de crecimiento Root-hor con 112.50 cm con respecto a las demás interacciones en estudio.

4.2.8. Largo de tallo acodado (cm)

Tabla 26. Análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 20 días de evaluación

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	30.08	30.08	0.23	4.01	7.27	ns
Regulares de crecimiento	1	23763.00	23763.00	185.60	4.01	7.27	**
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	1200.00	1200.00	9.37	4.01	7.27	**
Repeticiones	2	167.54	83.77	0.65	3.22	5.15	ns
Error	42	5377.29	128.03				
Total	47	30537.92					
S = 11.32			$\bar{x}$ = 116.04				C.V.= 9.75%

En la tabla 26 del análisis de varianza para longitud de tallo acodado a los 20 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustratos no muestra diferencia significativa y factor reguladores de crecimiento muestran diferencia estadística altamente significativa y no existe diferencia estadística significativa entre la interacción del factor V*T y repeticiones.

La no significación estadística del factor S (sustratos) nos indica que, los sustratos turba con NPK y turba sin NPK influyen en la variable longitud de tallo acodado a los 20 días y el factor A (reguladores de crecimiento) y la interacción del factor S*A muestran alta significación estadística influyendo en esta variable a los 20 días de evaluación y las repeticiones muestran no significación estadística indicando que, es homogéneo entre los tratamientos en la variable longitud de tallo acodado.

El coeficiente de variabilidad de 9.75% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente excelente lo que nos indica que, la longitud de tallo acodado a los 20 días para el factor S y el factor A es muy homogéneo.

Tabla 27. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo a los 20 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2	116.83	A
2	S1	115.25	A

En la tabla 27 de la prueba de significación Duncan para el Factor S se puede observar que, el sustrato turba con NPK presenta mayor longitud de tallo acodado a los 20 días en promedio con 116.83 cm que el sustrato sin NPK con 115.25 cm.

Tabla 28. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado para el factor A (reguladores de crecimiento).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	138.29	A
2	A2	93.79	B

En la Tabla 28, correspondiente a la prueba de comparación de medias de Duncan para el Factor A, se observa que, a los 20 días de evaluación, el regulador de crecimiento Root-hot alcanzó la mayor longitud promedio del tallo acodado, con 138.29 cm, mientras que el regulador APU presentó una longitud promedio de 93.79 cm. La diferencia entre ambos reguladores evidencia un incremento de aproximadamente 44.5 cm a favor del tratamiento con Root-hot.

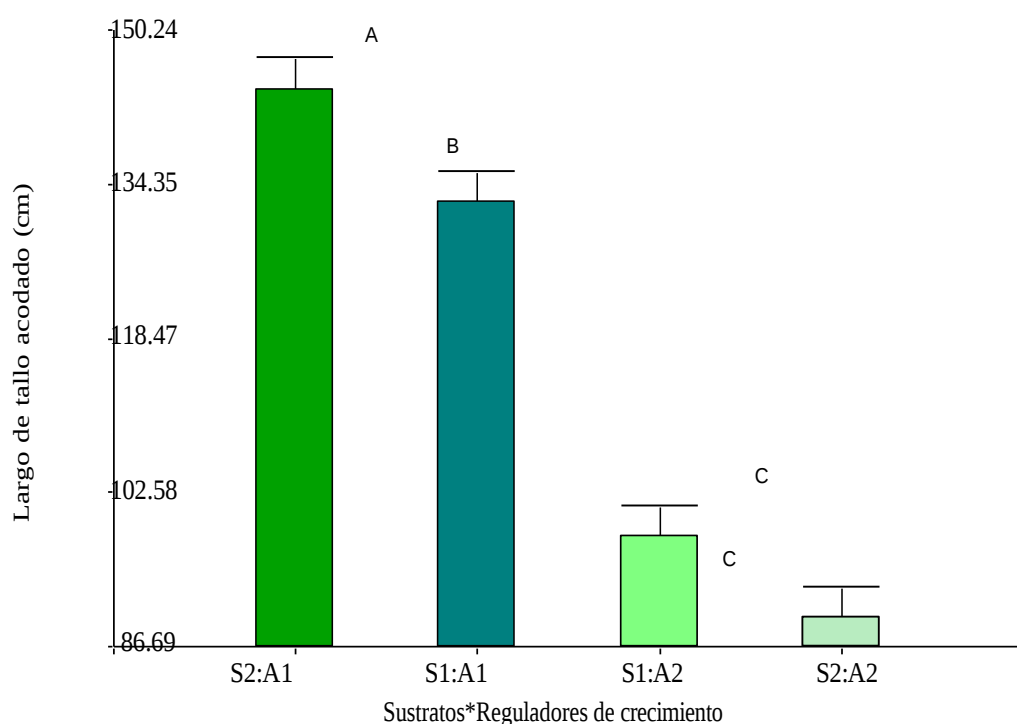
Estos resultados sugieren que el uso del regulador de crecimiento Root-hot tiene un efecto significativamente positivo en la promoción del alargamiento del tallo acodado del pepino holandés, en comparación con APU. La superioridad de Root-hot podría atribuirse a su formulación y concentración de fitohormonas (auxinas, citoquininas o promotores radiculares), que favorecen la elongación celular y la división activa de tejidos en el sitio de acodo, estimulando un desarrollo más vigoroso de la rama.

Este comportamiento concuerda con lo reportado por Hartmann et al. (2011), quienes indican que la aplicación de reguladores de crecimiento con alta actividad auxínica mejora la formación de raíces adventicias y potencia el crecimiento del tallo en sistemas de propagación vegetativa como el acodo (*Plant Propagation: Principles and Practices*).

Tabla 29. Prueba de significación de Duncan para longitud de tallo acodado a los 20 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2A1	144.08	A
2	S1A1	132.50	B
3	S1A2	98.00	C
4	S2A2	89.58	C

Figura 10. Longitud de tallo acodado a los 20 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.



En la tabla 29 y figura 10 para la interacción del factor S*A se pudo observar que, el sustrato turba con NPK*reguladores de crecimiento Root hot, mostró mayor longitud de diámetro acodado a los 20 días con 144.08 cm seguido de la interacción S1A1 con 132.50 cm con respecto a las demás interacciones en estudio.

4.2.9. Número de raíces por acodo

Tabla 30. *Análisis de varianza para número de raíces acodado a los 20 días de evaluación.*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	3.00	3.00	9.40	4.01	7.27	**
Regulares de crecimiento	1	0.001	0.001	0.001	4.01	7.27	ns
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	12.00	12.00	36.00	4.01	7.27	**
Repeticiones	2	0.67	0.33	1.00	3.22	5.15	ns
Error	42	2.00	0.33				
Total	47	17.67					
S = 0.57			$\bar{x} = 6.17$				C.V.= 9.36%

En la tabla 30 del análisis de varianza para número de raíces acodado a los 20 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustratos y la interacción del factor S*A muestran diferencia altamente significativa y factor reguladores de crecimiento y repeticiones no muestran diferencia estadística significativa.

La alta significación estadística del factor S (sustratos) nos indica que, los sustratos turba con NPK y turba sin NPK influyen en la variable número de raíces acodado a los 20 días y el factor A (reguladores de crecimiento) no muestra significación estadística y la interacción del factor S*A presenta alta significación estadística influyendo en esta variable a los 20 días de evaluación y las repeticiones muestran no significación estadística indicando que, es homogéneo entre los tratamientos en la variable número de raíces acodado.

El coeficiente de variabilidad de 9.36% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente excelente lo que nos indica que, la longitud de tallo acodado a los 20 días para el factor S y el factor A es muy homogéneo.

Tabla 31. Prueba de significación de Duncan para número de raíces a los 20 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2	6.67	A
2	S1	5.67	B

En la Tabla 31, correspondiente a la prueba de significación de Duncan para el Factor S, se observa que a los 20 días de evaluación el sustrato turba enriquecido con NPK presentó el mayor número promedio de raíces formadas en el acodo, con 6.67 raíces, superando al sustrato sin NPK, que alcanzó en promedio 5.67 raíces. Esta diferencia sugiere que la adición de fertilizante NPK al sustrato de turba incrementa la capacidad de enraizamiento de las ramas acodadas. El resultado obtenido indica que el **aporte nutricional adicional** proporcionado por el fertilizante NPK en la mezcla de turba favorece el proceso de emisión y desarrollo de raíces adventicias durante el acodo aéreo.

La **turba** es reconocida por su alta capacidad de retención de humedad y su adecuada aireación, condiciones ideales para estimular la actividad radicular.

Tabla 32. Prueba de significación de Duncan para número de raíces acodado para el factor A (reguladores de crecimiento).

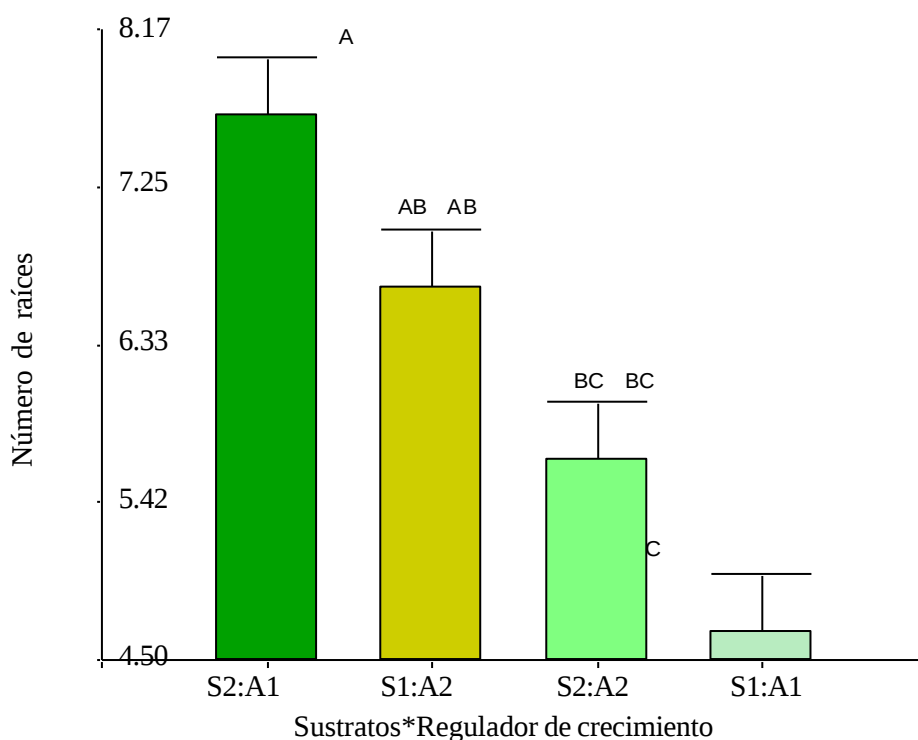
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	6.17	A
2	A2	6.17	A

En la Tabla 31, correspondiente a la prueba de significación de Duncan para el Factor A, se observa que a los 20 días de evaluación ambos reguladores de crecimiento, Root-hot y APU, alcanzaron un promedio igual de 6.17 raíces por acodo. Esto indica que, bajo las condiciones experimentales del presente estudio, ambos reguladores mostraron un comportamiento equivalente en términos de inducción y desarrollo del sistema radical de la rama acodada.

Tabla 33. Prueba de significación de Duncan para número de raíces acodado a los 20 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2A1	7.67	A
2	S1A1	6.67	A B
3	S1A2	5.67	B C
4	S2A2	4.67	C

Figura 11. Número de raíces acodado a los 20 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.



En la Tabla 32 y la Figura 7, correspondientes a la interacción del Factor Sustrato (**S**) y Regulador de Crecimiento (**A**), se observa que la combinación Turba con NPK * Root-hot presentó el mayor número promedio de raíces formadas en el acodo aéreo a los 20 días, con 7.67 raíces por unidad. Esta interacción fue seguida por la combinación Turba sin NPK * APU (S1A2), que alcanzó un promedio de 6.67 raíces por acodo, superando a las demás interacciones evaluadas.

Este comportamiento evidencia que la aplicación conjunta de un sustrato enriquecido con nutrientes (NPK) y un regulador de crecimiento eficaz (Root-

hot) potencia significativamente la capacidad de enraizamiento de la rama acodada, optimizando tanto el ambiente físico (turba) como el estímulo hormonal (auxinas o promotores radiculares). Estos resultados refuerzan lo señalado por Hartmann et al. (2011) en *Plant Propagation: Principles and Practices*, quienes destacan que la interacción positiva entre la calidad del sustrato y la acción de fitohormonas exógenas es fundamental para maximizar la emisión de raíces adventicias. En este caso, la turba, por su estructura porosa y elevada retención de humedad, crea un microambiente favorable para la iniciación radicular. La adición de NPK, especialmente el fósforo, estimula la formación de raíces nuevas y vigorosas (Taiz et al., 2015).

4.2.10. Longitud de raíz por acodo (cm)

Tabla 34. *Análisis de varianza para longitud de raíz por acodo a los 20 días de evaluación*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Sustratos	1	0.30	0.30	0.23	4.01	7.27	ns
Regulares de crecimiento	1	0.000008	0.000008	185.60	4.01	7.27	**
Sustratos*Reguladores de crecimiento	1	24.11	24.11	9.37	4.01	7.27	**
Repeticiones	2	0.77	0.38	0.36	3.22	5.15	ns
Error	6	6.39	1.06				
Total	11	31.57					
S = 1.03			$\bar{x} = 9.24$		C.V.= 11.17%		

En la tabla 33 del análisis de varianza para longitud de raíz por acodo a los 20 días de evaluación; se observa que, en la fuente del factor sustratos no muestra diferencia significativa y para el factor reguladores de crecimiento y la interacción factor S*A muestran diferencia estadística altamente significativa y para repeticiones no existe diferencia estadística significativa.

La no significación estadística del factor S (sustratos) nos indica que, los sustratos turba con NPK y turba sin NPK influyen en la variable longitud de raíz por acodo a los 20 días y el factor A (reguladores de crecimiento) y la interacción del factor S*A muestran alta significación estadística influyendo en esta variable a los 20 días de evaluación y las repeticiones muestran no significación estadística indicando que, es homogéneo entre los tratamientos en la variable longitud de raíz.

El coeficiente de variabilidad de 11.17% es considerado según Calzada Benza (1970) como un coeficiente muy bueno lo que nos indica que, la longitud de raíz a los 20 días para el factor S y el factor A es homogéneo.

Tabla 35. Prueba de significación de Duncan para longitud de raíz a los 20 días para el factor S (sustratos).

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2	9.40	A
2	S1	9.08	A

En la Tabla 34, correspondiente a la prueba de significación de Duncan para el Factor Sustrato (S), se observa que a los 20 días de evaluación el sustrato de turba enriquecido con NPK alcanzó la mayor longitud promedio de raíz, con 9.40 cm, mientras que el sustrato de turba sin NPK presentó una longitud promedio ligeramente menor, de 9.08 cm.

Esta diferencia, aunque numéricamente pequeña (0.32 cm), sugiere que la adición de fertilizante NPK contribuyó a estimular una mayor elongación radicular en las ramas acodadas, posiblemente debido a una mejor disponibilidad de nutrientes esenciales para la formación y crecimiento de raíces.

Tabla 36. Prueba de significación de Duncan para longitud de raíz por acodo para el factor A (reguladores de crecimiento).

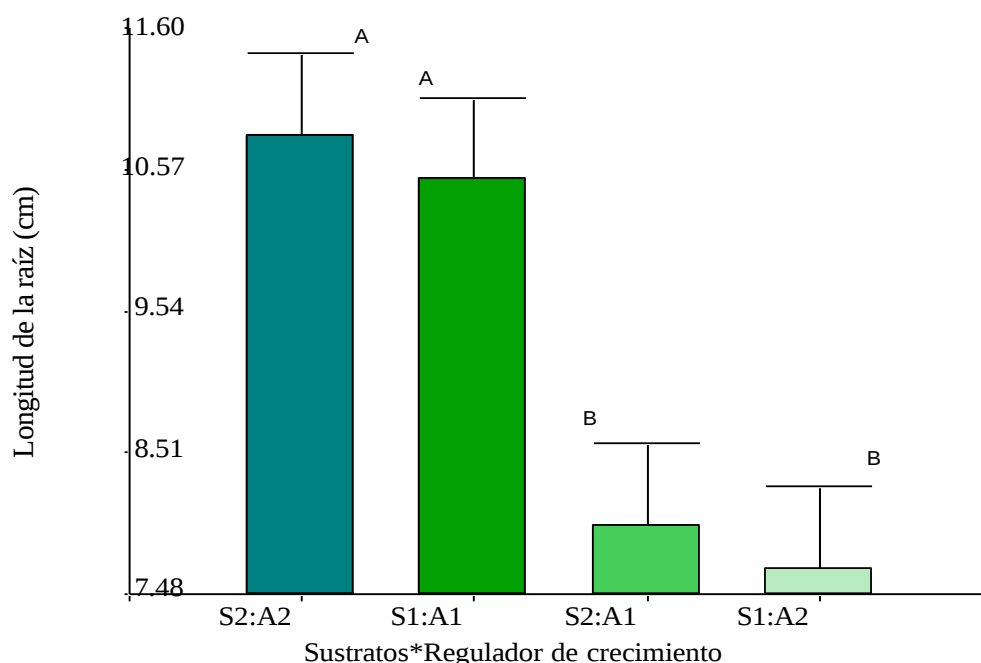
OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	A1	9.24	A
2	A2	9.24	B

En la Tabla 35, correspondiente a la prueba de significación de Duncan para el Factor A, se observa que a los 20 días de evaluación ambos reguladores de crecimiento, Root-hot y APU, lograron una longitud promedio de raíz por acodo de 9.24 cm. Esto indica que, bajo las condiciones experimentales, ambos productos presentaron un desempeño equivalente en la promoción del crecimiento longitudinal de las raíces adventicias generadas mediante acodo aéreo en pepino holandés.

Tabla 37. Prueba de significación de Duncan para longitud de raíz por acodo a los 20 días para la interacción S*A.

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	S2A2	10.82	A
2	S1A1	10.50	A
3	S2A1	7.98	B
4	S1A2	7.67	B

Figura 12. Longitud de raíz por acodo a los 20 días para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento.



En la Tabla 36 y la Figura 12, se observa la interacción entre el sustrato y el regulador de crecimiento sobre la longitud de raíz por acodo a los 20 días de evaluación. La combinación Turba con NPK × Root-hot mostró la mayor longitud promedio de raíz, alcanzando 10.82 cm, seguida de la interacción Turba sin NPK × Root-hot (S1A1), que obtuvo 10.50 cm. Ambas interacciones superaron al resto de combinaciones estudiadas, reflejando el efecto sinérgico de emplear un sustrato bien nutrido junto con un regulador de crecimiento eficaz para potenciar la elongación del sistema radical. Estos resultados indican claramente que la combinación de un sustrato físicamente adecuado (turba) enriquecido con nutrientes (NPK) y la aplicación del regulador de crecimiento Root-hot, que aporta auxinas exógenas, promueve de manera significativa la elongación de raíces adventicias en acodos aéreos de pepino holandés.

La turba ofrece una estructura porosa y una alta retención de humedad, creando condiciones microambientales óptimas para la diferenciación y

crecimiento radicular. El aporte de NPK, especialmente del fósforo, es determinante para activar rutas metabólicas que impulsan la división celular y la elongación radicular (Taiz et al., 2015; Hartmann et al., 2011). Por su parte, Root-hot, gracias a su contenido de auxinas sintéticas o naturales, estimula la formación de raíces adventicias y acelera su desarrollo longitudinal.

Es relevante destacar que la segunda mejor combinación (S1A1, Turba sin NPK + Root-hot) logró una longitud de raíz muy cercana, lo que resalta el papel determinante del regulador de crecimiento, incluso cuando el sustrato no está suplementado con fertilizante mineral. Esto sugiere que el efecto hormonal de Root-hot tiene un impacto más directo y contundente sobre la longitud de raíz que el propio enriquecimiento del sustrato, aunque la combinación de ambos factores potencia aún más los resultados.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis estadística

Ho: Todas las medias de los tratamientos son menores o igual que la f tabular
Ha: Al menos una media de un tratamiento es mayor que la f tabular

Regla de decisión:

Si $f_{cal} \leq 4.01$, se acepta la Ho, y se rechaza la Ha
Si $f_{cal} > 4.01$, se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

4.3.2. Prueba de hipótesis para el factor sustratos

Variables	F cal	F tab	Decisión
Altura de planta	0.41	4.01	Se rechaza la Ha
Longitud de tallo a los 0 días	1.49	4.01	Se rechaza la Ha
Longitud de tallo a los 5 días	0.65	4.01	Se rechaza la Ha
Diámetro de tallo a los 10 días	4.45	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de tallo a los 10 días	25.55	4.01	Se acepta la Ha
Diámetro de tallo a los 15 días	0.85	4.01	Se rechaza la Ha
Longitud de tallo a los 15 días	3.04	4.01	Se rechaza la Ha
Longitud de tallo a los 20 días	0.23	4.01	Se rechaza la Ha
Número de raíces	9.40	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de la raíz	0.23	4.01	Se rechaza la Ha

4.3.3. Prueba de hipótesis para el factor reguladores de crecimiento

Variables	F cal	F tab	Decisión
Longitud de tallo a los 0 días	29.97	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de tallo a los 5 días	79.20	4.01	Se acepta la Ha
Diámetro de tallo a los 10 días	4.45	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de tallo a los 10 días	81.16	4.01	Se acepta la Ha
Diámetro de tallo a los 15 días	4.63	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de tallo a los 15 días	117.08	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de tallo a los 20 días	185.60	4.01	Se acepta la Ha
Número de raíces	0.001	4.01	Se rechaza la Ha
Longitud de la raíz	185.60	4.01	Se acepta la Ha

4.3.4. Prueba de hipótesis para la interacción sustratos*reguladores de crecimiento

Longitud de la raíz	9.37	4.01	Se acepta la Ha
Variables	F cal	F tab	Decisión
Longitud de tallo a los 0 días	16.46	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de tallo a los 5 días	55.30	4.01	Se acepta la Ha
Diámetro de tallo a los 10 días	4.45	4.01	Se acepta la Ha
Longitud de tallo a los 10 días	4.99	4.01	Se acepta la Ha
Diámetro de tallo a los 15 días	3.40	4.01	Se rechaza la Ha
Longitud de tallo a los 15 días	1.91	4.01	Se rechaza la Ha
Longitud de tallo a los 20 días	9.37	4.01	Se acepta la Ha
Número de raíces	36.00	4.01	Se acepta la Ha

4.4. Discusión de resultados

Al analizar los resultados de altura de planta para iniciar los acodos en el cultivo de pepino holandés en condiciones de invernadero en el distrito de San Ramón se observó que, la interacción S2A1 del sustrato con turba con NPK*regulador de crecimiento Root hot, fueron seleccionadas plantas con una altura de 273.33 cm mostrando ser vigorosa, seguido de la interacción S1A1 (turba sin sustrato*APU) seleccionadas a una altura de 265. 25 cm con respecto a los otros tratamientos. Según Rico et al., (2017), indica que la elección del sustrato debe estar alineada con el objetivo del acodo y la especie de hortaliza a propagar. El uso de sustratos enriquecidos con NPK es generalmente más efectivo para lograr un rápido desarrollo y establecimiento de las plantas, mientras que el uso de solo turba puede ser adecuado en condiciones controladas donde se pueda suplementar con fertilización posterior. Con respecto a la longitud de tallo a los 0 días de

evaluación al inicio de instalación de los acodos aéreos fueron seleccionados las ramas que oscilaron a una longitud de tallo de 15.42 cm a 25.50 cm. La variable longitud de tallo a los 5 días de los acodos realizados se observó que la interacción S1A1 (Turba sin NPK + regulador de crecimiento Root hot), presentaron una longitud de 75 cm, seguido de la interacción S2A2 (Turba con NPK + regulador de crecimiento APU) con 54.58 cm, S2A2 (Turba con NPK + regulador de crecimiento APU) con 51 cm y S1A2 (Turba sin NPK + regulador de crecimiento APU) con 34.58 cm y con respecto al diámetro de tallo a los 10 días destacó - la interacción S2A1 (Turba con NPK + regulador de crecimiento Root hot) con un diámetro de 0.52 mm seguido de las interacciones S2A2, S1A2 y S1A1 con promedios de 0.41 mm.

A los 10 días de evaluación se observó que, la interacción S2A1 destacó con 113.17 cm de la longitud de tallo, seguido de las interacciones S1A2 con 85.67 cm, S2A2 con 70.25 cm y S1A2 con 58.33 cm y en el diámetro de tallo a los 15 días destacó la interacción S2A1 con 0.52 mm seguido de las interacciones S1A1, S1A2 y SAA2 con 0.44, 0.43 y 0.41 mm. Estos resultados demuestran que el uso de turba enriquecida con NPK, combinado con el regulador de crecimiento Root Hot, favorece significativamente el desarrollo del tallo, tanto en longitud como en diámetro. Esto podría atribuirse a la acción conjunta de los nutrientes esenciales (NPK) y el regulador de crecimiento, que estimula la división y elongación celular en las plantas propagadas. Según Hartmann et al. (2011), mencionan que, la presencia de nutrientes como fósforo y potasio en el sustrato es fundamental para la formación de raíces y el transporte de agua y nutrientes, lo que repercute directamente en el crecimiento del tallo. Este argumento respalda los resultados obtenidos con la interacción S2A1, donde la

turba enriquecida con NPK permitió un crecimiento más vigoroso. Por otro lado, enfatizan Blok & Koster (2020) que los reguladores de crecimiento, como las auxinas presentes en productos como Root Hot, promueven la formación de raíces adventicias y la elongación celular, lo que se traduce en un mayor desarrollo en la longitud del tallo. Los resultados coinciden con este análisis, ya que Root Hot mostró un desempeño superior al APU en condiciones similares.

A los 15 días de evaluación en la variable longitud de tallo se observó que la interacción S2A1 destacó con 114.83 cm seguido de la interacción S1A1 con 112.50 cm en comparación a las interacciones S2A2 y S1A2 con 85.83 cm y 77.92 cm. Según Rico & Guevara (2017), mencionan que los sustratos ricos en materia orgánica, como la turba, proporcionan condiciones óptimas de retención de agua y aireación, lo cual es crucial en las etapas iniciales del enraizamiento. Este aspecto puede explicar por qué los tratamientos con turba sin NPK (S1A2 y S1A1) presentaron resultados aceptables, aunque inferiores en comparación con aquellos enriquecidos con NPK. Zucconi & De Bertoldi (2022), Señalan que la combinación de nutrientes en el sustrato y reguladores de crecimiento puede tener efectos sinérgicos en el desarrollo temprano de las plantas, especialmente en especies hortícolas como el pepino. Este argumento refuerza el desempeño destacado de S2A1, donde se observó el máximo desarrollo en longitud y diámetro del tallo.

En la variable longitud de tallo a los 20 días, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. La interacción S2A1 (turba con NPK + Root Hot) alcanzó el mayor promedio con 144.08 cm, superando a S1A1 (turba sin NPK + Root Hot), que obtuvo 132.50 cm. Por otro lado, las interacciones S1A2 (turba sin NPK + APU) y S2A2 (turba con NPK + APU) presentaron valores menores,

con promedios de 98 cm y 89.58 cm, respectivamente. Aunque S1A1 (turba sin NPK + Root Hot) presentó un buen desempeño con 132.50 cm, el crecimiento fue menor que el de S2A1 debido a la ausencia de NPK en el sustrato. Esto refuerza la idea de que el aporte nutricional del sustrato es un factor crítico, como señalan Rico y Guevara (2017), quienes encontraron que los sustratos pobres en nutrientes limitan el potencial de los reguladores de crecimiento. En estas interacciones, el regulador de crecimiento APU no mostró un desempeño tan efectivo como Root Hot. Esto podría atribuirse a diferencias en la composición hormonal de los reguladores y su capacidad para inducir elongación celular, como sugieren Zucconi y De Bertoldi (2022). Además, el menor rendimiento de S2A2, a pesar de contar con NPK, indica que la elección del regulador puede ser un factor determinante.

Los resultados obtenidos en la variable número de raíces destacó la interacción S2A1 (Turba con NPK y el regulador de crecimiento Root hot) con un promedio de 7.67 cm y con longitud de raíz de 10.86 cm seguido de la interacción (Turba sin NPK y regulador de crecimiento Root hot) con 6.67 raíces y 10.56 cm de longitud de raíz, con respecto a las interacciones S1A2 y S2A2. según Hartmann et al., (2011) indican, que en la fase de adaptación de 0 a 5 días en esos primeros días después de haber realizado los acodos aéreos, observaron una fase de adaptación debido a que, la rama está ajustándose a las nuevas condiciones, no detectaron crecimiento significativo de raíces en esa etapa, ya que la planta centra sus recursos en cicatrizar la herida y comenzar la diferenciación celular. Asimismo, observaron que entre los 5 a 10 días el estímulo hormonal (auxinas) y la disponibilidad de humedad y oxígeno en el sustrato favorecen la división celular en la zona del acodo, en la fase de crecimiento activo entre los 10

a 15 días el crecimiento es exponencial de las raíces, debido a la disponibilidad de nutrientes en el sustrato y finalmente en la fase de maduración radicular entre los 15 a 20 días el crecimiento radicular se estabiliza, y las raíces comienzan a estabilizarse para fortalecer la estructura, a los 20 días las plantas se preparan para el trasplante, mostrando un sistema radicular robusto y bien desarrollado.

CONCLUSIONES

- ✓ La interacción S2A1 (turba con NPK + Root Hot) demostró ser la más efectiva para generar un mayor número de plantas prendidas. Este resultado puede explicarse por la sinergia entre el sustrato enriquecido con NPK, que aporta nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, y el regulador de crecimiento Root Hot, que contiene auxinas que promueven la formación de raíces adventicias.
- ✓ El sustrato turba con NPK combinado con el regulador de crecimiento Root Hot (S2A1) fue la interacción más eficiente para lograr el mayor número de plantas prendidas, mayor desarrollo radicular.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar estudios comparativos utilizando reguladores de crecimiento con combinaciones hormonales distintas (auxinas, citoquininas y giberelinas) y sustratos con diferentes proporciones de NPK para identificar tratamientos que optimicen aún más el desarrollo radicular y la longitud del tallo en diferentes especies hortícolas.
- ✓ Continuar con la investigación incluyendo factores como la temperatura, humedad relativa y luminosidad en el invernadero que afectan el éxito del acodo y las variables de crecimiento radicular y del tallo.
- ✓ Realizar el costo-beneficio de los tratamientos más efectivos en la propagación vegetativa, considerando tanto el precio de los insumos (sustratos y reguladores) como el rendimiento de las plantas propagadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce Grandes, C. M. (2014). Efectos comparativos de ácido indol butírico (AIB) y tipos de sustratos en el enraizamiento de ficus (ficus benjamina L.) a través de acodo aéreo en el distrito de Morales-San Martín.
- Blok, C., & Koster, J. (2020). Growth dynamics of aerial layering in woody and herbaceous plants. *Horticultural Science Journal*, 52(1), 45-53.
<https://doi.org/10.1002/hsj.2020.0023>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad - CONABIO (2005). Bioseguridad en línea. México, D.F “*Cucumis Sativus*”. Cultivo de pepino bajo invernadero. Actas II Simposio Nacional-III. Editorial hemisferio sur S.A., Buenos Aires, Argentina, 459p.
- Hernández, P. R.-C. (2021). Patrones de consumo de frutas y hortalizas en la población urbana de Venezuela. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 165-176.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices* (8th ed.). Pearson Education.
- INEI. (2020). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/price-indexes/>
- INFOAGRO. (2023). *El cultivo de pepino*. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_pepino__una_hortaliza_multiples_beneficios_salud.asp.
- INFOAGRO. (2023). *El cultivo del pepino*. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino_parte_i_.asp
- Márquez, K. (2021). *Glosario de Términos Agronómicos*. Obtenido de <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/03/Libro-GLOSARIO-DE-TERMINOS-AGRONOMICOS.pdf>

- Meneses-Fernandez, C., & Quesada-Roldan, G. (2018). Crecimiento y rendimiento del pepino holandés en ambiente protegido y con sustratos orgánicos alternativos. *Agron. Mesoam*, 235-250.
- Oguado, G. (2009). *Control biológico del pepino*. Obtenido de https://www.navarraagraria.com/categories/item/download/609_4d51efeb6536a4e1cf8ffa1a
- Quirós-González, J. C. (2017). *Efecto del uso de sustratos y estimuladores de crecimiento sobre la producción de acodos de pimienta (Piper nigrum var. Balankotta)*. San Carlos Costa Rica. 2017. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12294>
- Rodríguez, P., & Girón, J. (2021). *Producción ecológica de pepino (cucumis sativus l.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frente*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731006/html/>.
- Rico, C. M., & Guevara, J. A. (2017). Estudio del crecimiento radicular en técnicas de acodo aéreo en especies leñosas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.rca.2017.04.002>
- Sediyama.M.A, Nascimento, J., & Lopes.I.P. (2014). Tipos de poda em pepino dos grupos aodai, japonês e caipira. . *Horticultura Brasileira*, 491-496.
- Seeds, M. (2023). *Meridem Seeds-Un buen fruto necesita una gran semilla*. Obtenido de <https://meridiemseeds.com/semillas-pepino/holandes/>
- SIovm.(2015). *Cucumis sativus*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguiridad/pdf/21650_sg7.pdf
- Tropicos. (2023). *Cucumis sativus*. Obtenido de <https://www.tropicos.org/name/9200572>
- Uquiche Yupanqui, S., & Vilchez Quinto, S. (25 de Julio de 2019). *Efecto de tres productos enraizadores y niveles*

de fósforo en el trasplante de rocoto (Capsicum pubescens L.) en el distrito de Rio Tambo. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1485>

Zucconi, F., & De Bertoldi, M. (2022). The role of substrates and growth regulators in the success of vegetative propagation techniques. *International Journal of Horticultural Science*, 68(3), 99-110. <https://doi.org/10.1016/ijhs.2022.03.007>

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

Anexo 1. Altura de planta

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	269	268	220	210	270	280	236	245
I	270	270	219	115	279	270	235	250
II	261	263	216	218	269	267	240	246
II	260	259	211	220	279	271	241	239
III	260	265	212	218	276	279	236	242
III	258	168	217	209	269	271	241	235

Anexo 2. Longitud de tallo a los 0 días de evaluación

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	23	25	19	18	29	32	16	15
I	22	26	19	20	20	27	10	14
II	23	20	20	21	22	31	18	16
II	21	21	20	22	28	30	14	20
III	25	24	21	21	32	21	15	14
III	20	20	22	29	15	19	16	17

Anexo 4. Longitud de tallo a los 5 días de evaluación

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	60	80	74	30	50	50	30	15
I	70	76	61	20	50	65	59	80
II	79	75	43	70	68	60	65	68
II	79	20	13	75	15	54	70	25
III	50	21	45	50	66	18	50	62
III	75	50	50	64	75	70	68	47

Anexo 5. Diámetro de tallo a los 10 días de evaluación

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3
I	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.4	0.4
II	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
II	0.3	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4
III	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.6
III	0.4	0.5	0.4	0.4	0.6	0.6	0.3	0.

Anexo 6. Longitud de tallo a los 10 días de evaluación

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	92	90	45	40	130	120	46	49
I	89	79	42	48	118	112	50	59
II	87	75	50	54	122	100	65	63
II	75	85	49	52	116	109	70	68
III	90	85	58	56	112	110	72	83
III	89	92	49	58	112	113	87	68

Anexo 7. Diámetro de tallo a los 15 días de evaluación

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	0.6	0.4	0.6	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3
I	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4
II	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
II	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4
III	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.6
III	0.4	0.5	0.6	0.4	0.6	0.6	0.3	0.4

Anexo 8. Longitud de tallo a los 15 días de evaluación

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	120	110	71	69	100	122	82	79
I	114	118	76	74	109	113	62	99
II	119	112	69	70	110	118	83	80
II	110	109	74	72	122	123	90	96
III	109	120	75	69	117	115	77	89
III	118	100	98	118	113	116	98	95

Anexo 9. Longitud de tallo a los 20 días de evaluación

Bloques	Tratamientos							
	S1A1	S1A1	S1A2	S1A2	S2A1	S2A1	S2A2	S2A2
I	140	120	121	98	141	148	89	80
I	142	115	100	95	150	139	76	86
II	139	112	89	91	141	145	92	79
II	132	143	100	98	139	140	86	90
III	150	135	99	89	146	151	79	86
III	143	119	96	100	150	139	96	89

Anexo 10. Número de raíces por acodo

Bloques	Tratamientos			
	S1A1	S1A2	S2A1	S2A2
I	5	6	8	5
II	3	7	6	6
III	4	7	7	6

Anexo 11. Longitud de raíz por acodo

Bloques	Tratamientos			
	S1A1	S1A2	S2A1	S2A2
I	10.00	6.00	8.96	10.63
II	11.00	9.00	7.00	11.00
III	10.50	8.00	7.98	10.82

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 1: Materiales para realizar el acodo y el regulador de crecimiento.



Figura 2: Elección de las plantas madre para realizar el acodo.



Figura 3: Acodado de las plantas de pepino holandés según tratamiento.

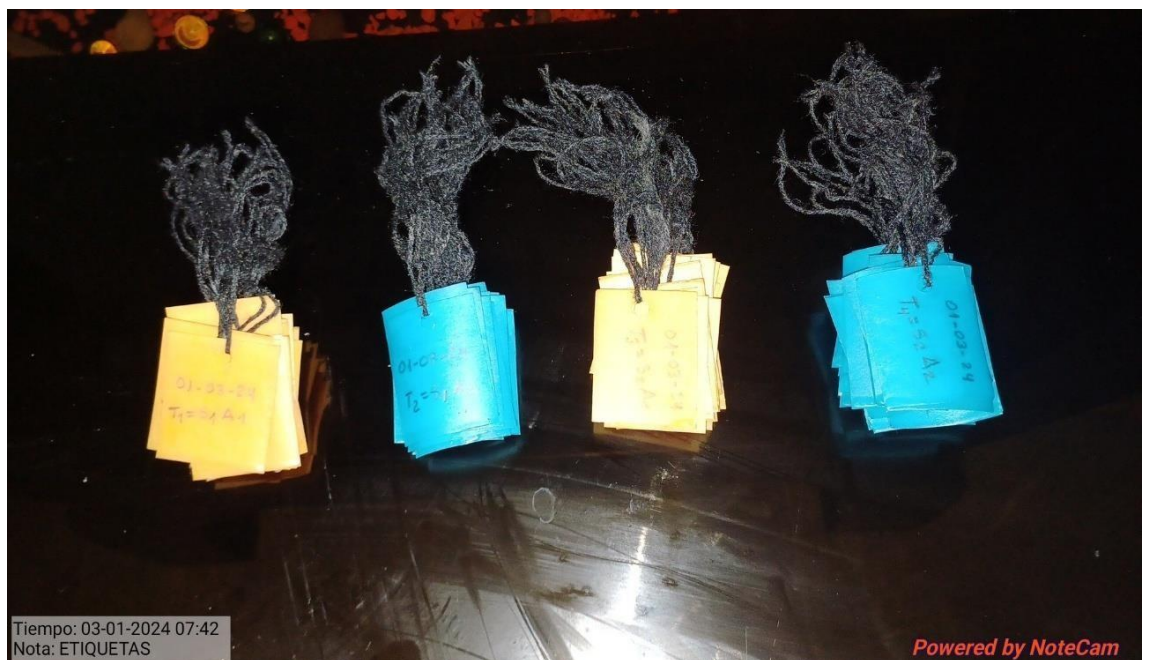


Figura 4: Elaboración de etiquetas para identificación de los tratamientos.



Figura 5: Evaluación de los acodos de pepino holandés en invernadero.



Figura 6: Evaluación de los acodos de número de raíces.