UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) en Cañete

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

José Alberto Arotinco Rojas

ASESOR:

Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3612-9730

San Vicente de Cañete, 2025, Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) en Cañete

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

José Alberto Arotinco Rojas

APROBADO POR:

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: CABRERA VIGIL CARLOS EUSEBIO FIR 21452815 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/10/2025 11:09:01-0500

Dr. Carlos Eusebio Cabrera Vigil

Presidente

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: ALIAGA BARRERA ISAAC NOLBERTO FIR 19901102 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 26/10/2025 18:44:01-0500

Dr. Isaac Nolberto Aliaga Barrera

Secretario

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: CORTEZ LAZARO RONALD ALEXIS FIR 42423670 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/10/2025 14:14:12-0500

M.Sc. Ronald Alexis Cortez Lázaro

Vocal

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: TAIPE CANCHO MARIO HUMBERTO FIR 31188466 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/10/2025 13:13:29-0500

Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

Asesor

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Código N°003-2025

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE SIMILITUD

Yo, **Roberto Coaquira Incacari**, Director (e) de la Unidad de Investigación del informe titulado: **"Aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) en Cañete"**, cuyo autor es José Alberto Arotinco Rojas, identificado con DNI 09177049, declaro que la evaluación realizada por el programa informático, ha constatado un **porcentaje de similitud del 9%**, verificable en el resumen de reporte automatizado de similitudes que se adjunta.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud no constituye plagio, y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar, además, el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Cañete, 25 septiembre del 2025

Se adjunta:

- Resumen del reporte automatizado de similitudes
- Recibo Digital

VALIDADO POR:

REPÚBLICA DEL PERÚ Firma Digital

Firmado digitalmente por: COAQUIRA INCACARI Roberto FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 26/09/2025 18:48:30-0500

PhD. ROBERTO COAQUIRA INCACARI
Director (e) de la Unidad de Investigación
Facultad de Ciencias Agrarias

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de San Luis, en el Auditorio del Pabellón de Multiusos de la Sede Académica San Luis, siendo las 15:00 horas, del día 13 de octubre del 2025, se reunió el Jurado Evaluador y el asesor, designados por DECRETO N.º 044-2024-UI/FCA/UNDC.

Presidente : Dr. Carlos Eusebio Cabrera Vigil
Secretario : Mg. Isaac Nolberto Aliaga Barrera
Vocal : Mg. Ronald Alexis Cortez Lázaro
Asesor : Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

Para el acto de sustentación de la tesis titulada: "Aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad de pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) en Cañete"; presentado por la Bachiller José Alberto Arotinco Rojas, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el sustentante dio respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador calificó la sustentación o defensa de la investigación según los siguientes criterios, y promediando las notas del jurado se obtuvo:

Criterio	Desaprobado (menor de 14)	Regular (14 -15)	Bueno (16-17)	Muy bueno (18-19)	Excelente (20)	Puntaje
Claridad de la exposición				18		18
Dominio del tema				18		18
Visión holística del trabajo				18		18
Promedio						18

**** Para el caso de sustentación de dos personas se debe incorporar dos cuadros, uno para cada uno.**

Para obtener la nota final de todo el proceso de investigación, conforme al artículo 100° y 101° del Reglamento General de Investigación de la Universidad Nacional de Cañete aprobado mediante Resolución N° 180-2023-UNDC/CO, se procedió a calcular la nota final:

Nota del Informe (valor 40%)	Nota de Sustentación (valor 60%)	Nota Final
16	18	17

(*) Cálculo: (Nota Informe * 0.40) + (Nota de Defensa * 0.60) = Nota final
Para el caso de dos sustentantes, se debe incluir una columna adicional a la izquierda y poner los nombres de cada uno de ellos, y calificar en forma individual.

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

Y, establece como calificación FINAL: ..17..... (.....diecisiete.....)

- Aprobado, con nota Regular (...), Bueno (X), Muy Bueno (...), Excelente (...)
- Desaprobado (...)

Por tanto, el graduado se encuentra expedito(s) (X), impedido(s) ( ) para realizar los trámites que corresponden a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

****Si fuera el caso, que de los dos sustentantes uno fuera aprobado y otro desaprobado, se tendrá que diferenciar quien queda expedito y quien impedido de seguir los trámites.**

Siendo las..16.00 Horas se dio por terminado el acto de sustentación.

Dr. Isaac Nolberto Aliaga Barrera **Secretario**	Dr.Carlos Eusebio Cabrera Vigil **Presidente**	Mg. Ronald Alexis Cortez Lázaro **Vocal**	Dr. Mario Humberto Taipe Cancho **Asesor**

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

Dedicatoria

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino.

A mis padres, Valeriana Rojas Yucra y Darío Arotinco Suico, por su amor incondicional, sacrificios, enseñanzas y apoyo, sin los cuales este logro no habría sido.

A mi hermano Braulio Arotinco Rojas, por su apoyo y ser una fuente constante de inspiración.

Y finalmente, a toda mi familia, por su amor, apoyo y por creer en mí, siendo su respaldo lo que me ha permitido superar cada desafío.

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Mario Taipe Cancho, mi asesor de tesis, por su invaluable apoyo y orientación durante todo el proceso de investigación.

Agradezco también a los profesores de la Universidad Nacional de Cañete por sus enseñanzas y contribuciones a mi formación académica.

A mis compañeros y amigos, que fueron parte de mi formación universitaria.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento a mi familia, por apoyo incondicional.

Índice

Dedicatoria vi
Agradecimiento vii
Índice… viii
Lista de tablas x
Lista de figuras xii
Resumen xiii
Abstract..…xiv
Introducción 1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1. Descripción de la realidad problemática 2
1.2. Formulación del problema 2
1.2.1. Problema general 2
1.2.2. Problemas específicos 2
1.3. Objetivos 2
1.3.1. Objetivo general 2
1.3.2. Objetivos específicos 3
1.4. Justificación 3
1.5. Delimitación de la investigación 3
1.5.1. Delimitación teórica 3
1.5.2. Delimitación temporal 4
1.5.3. Delimitación espacial 4
II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO 5
2.1. Bases teóricas 5
2.1.1. Concentración de citoquininas 5
2.1.2. Rendimiento del Cultivo de Pepino Dulce 8
2.1.3. Calidad del Cultivo de Pepino Dulce 10
2.2. Antecedentes 13
2.3. Definición de términos básicos 17
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES 18

3.1. Hipótesis 18
3.1.1. Hipótesis general 18
3.1.2. Hipótesis específicas 18
3.2. Definición conceptual de las variables 18
3.3. Operacionalización de las variables 18
IV. DISEÑO METODOLÓGICO 20
4.1. Tipo de investigación 20
4.2. Diseño de investigación 20
4.3. Método de investigación 23
4.4. Población y muestra 23
4.4.1. Población 23
4.4.2. Muestra 23
4.5. Lugar de estudio 23
4.6. Procedimiento de la investigación 25
4.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos 32
4.8. Análisis y procesamiento de datos 32
V. RESULTADOS 35
5.1. Resultados descriptivos 35
5.2. Resultados inferenciales 43
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 52
VII. CONCLUSIONES 58
VIII. RECOMENDACIONES 59
IX. REFERENCIAS 60
X. ANEXOS 67

Lista de tablas

Tabla 1 Definición práctica de las variables 18
Tabla 2 Factor, tratamientos y dosis 21
Tabla 3 Descripción del campo experimental 21
Tabla 4 Resultados del análisis de suelo del campo experimental 24
Tabla 5 Datos meteorológicos desde el mes de febrero - julio del 2025 25
Tabla 6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 32
Tabla 7 Prueba de normalidad de las variables de estudio 33
Tabla 8 Prueba de homogeneidad de varianzas de las variables de estudio 34
Tabla 9 Estadística descriptiva para parámetros asociados al rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 35
Tabla 10 Estadística descriptiva para parámetros asociados a la calidad de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 39
Tabla 11 Análisis de varianza en el número de frutos de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 43
Tabla 12 Análisis de varianza en el número de frutos de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 44
Tabla 13 Análisis de varianza en el peso de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 45
Tabla 14 Prueba de comparación de Tukey al 5% en el peso de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 45
Tabla 15 Análisis de varianza del rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 46
Tabla 16 Prueba de comparación de Tukey al 5% en el rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 46
Tabla 17 Análisis de varianza de longitud de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 47
Tabla 18 Prueba de comparación de Tukey al 5% en la longitud de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 47
Tabla 19 Análisis de varianza en el diámetro de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 48

Tabla 20 Prueba de comparación de Tukey al 5% para el diámetro de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete..... 49
Tabla 21 Análisis de varianza del contenido de sólidos solubles de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete..... 49
Tabla 22 Prueba de comparación de Tukey al 5% para el contenido de sólidos solubles de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 50
Tabla 23 Análisis de varianza en el pH de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 50
Tabla 24 Prueba de comparación de Tukey al 5% para el pH de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete 51

Lista de figuras

Figura 1 Área de ensayo y asignación de los tratamientos 22
Figura 2 Ubicación del campo experimental 24
Figura 3 Obtención de muestra de suelo del campo experimental 26
Figura 4 Barbecho del campo experimental 26
Figura 5 Incorporación de materia orgánica 27
Figura 6 Siembra de esquejes de pepino dulce 27
Figura 7 Riego en el campo experimental 28
Figura 8 Delimitación e identificación de tratamientos 28
Figura 9 Aplicación de tratamientos 29
Figura 10 Primera fertilización y aporque 29
Figura 11 Desmalezado manual 30
Figura 12 Aplicaciones fitosanitarias 30
Figura 13 Registro de datos de parámetros de estudio 31
Figura 14 Histograma de frecuencia de número de frutos de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 36
Figura 15 Histograma de frecuencia de peso de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 37
Figura 16 Histograma de frecuencia de rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañet*e* 38
Figura 17 Histograma de frecuencia de diámetro de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 40
Figura 18 Histograma de frecuencia de longitud de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 41
Figura 19 Histograma de frecuencia de brix de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 42
Figura 20 Histograma de frecuencia de pH de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete 43

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad del pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) en Cañete, Lima. El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos: 0, 500, 750 y 1000 ml de citoquinina/200 L de agua, y cuatro repeticiones. Se evaluaron parámetros de rendimiento (número de frutos por planta, peso promedio de fruto y rendimiento total) y de calidad (longitud, diámetro, sólidos solubles totales °Brix y pH del fruto).

Los resultados mostraron que la aplicación de citoquininas no generó diferencias estadísticas significativas en todas las variables evaluadas. Sin embargo, se identificaron tendencias favorables en determinados tratamientos. En cuanto al rendimiento, con el T2 (500 ml/200 L) presentó el mayor número de frutos (7.34 frutos por planta) y alcanzó el mayor peso de fruto (287.20 g) y rendimiento total (29.30 t/ha). Respecto a la calidad, con el T3 (750 ml/200 L) se obtuvo mayor respuesta en la longitud de fruto con 99.62 mm; mientras con el T4 (1000 ml/200 L) se obtuvo mayor diámetro de fruto con 92.97 mm, mayor valor de contenido de sólidos solubles (5.73). El pH del fruto se mantuvo dentro de un rango estable entre 4.25 y 4.42, sin diferencias significativas.

En conclusión, los resultados indican que la aplicación de citoquininas ejerció un efecto limitado bajo las condiciones de nuestro estudio.

Palabras clave: citoquinina, rendimiento, calidad, pepino dulce, hormona vegetal.

Abstract

The present study aimed to evaluate the effect of applying different concentrations of cytokinin on the yield y quality of pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) in Cañete, Lima. he experiment was conducted using a randomized complete block design with four treatments: 0, 500, 750, and 1000 ml of cytokinin per 200 L of water, and four replicates. Parameters evaluated included yield metrics (number of fruits per plant, average fruit weight, and total yield) and quality attributes (fruit length, diameter, total soluble solids °Brix, and fruit pH).

The results showed that cytokinin application didn't generate statistically significant differences across all variables evaluated. However, certain treatments exhibited favorable trends. Regarding yield, treatment T2 (500 ml/200 L) recorded the highest number of fruits (7.34 fruits per plant), the greatest fruit weight (287.20 g), and the highest total yield (29.30 t/ha). In terms of quality, treatment T3 (750 ml/200 L) yielded the longest fruits (99.62 mm), while treatment T4 (1000 ml/200 L) achieved the largest fruit diameter (92.97 mm) and the highest total soluble solids content (5.73). Fruit pH remained stable within a range of 4.25 to 4.42, with no significant differences observed.

In conclusion, the findings suggest that the application of cytokinins had a limited effect under the conditions of this study.

Keywords: cytokinin, yield, quality, pepino dulce, plant hormone.

Introducción

El pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton) es una especie originaria de América del Sur que ha ganado importancia en la agricultura debido a su valor nutritivo y sus propiedades organolépticas, que lo convierten en un producto atractivo para el mercado. En Perú, particularmente en la provincia de Cañete, se ha observado un gran interés en su cultivo debido a las condiciones agroecológicas favorables para su producción. Sin embargo, el rendimiento y la calidad del pepino dulce están sujetos a una serie de factores ambientales, agronómicos y fisiológicos, que pueden limitar su potencial productivo.

La citoquinina, una fitohormona implicada en diversos procesos fisiológicos de las plantas, como la división celular, la elongación y la maduración, ha sido ampliamente utilizada en la agricultura para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas. El uso de citoquinina en diferentes concentraciones podría tener efectos significativos sobre el rendimiento y la calidad de cultivos, ya que esta hormona influye en la formación de frutos.

En este contexto, la presente investigación busca evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y la calidad del pepino dulce en Cañete, Lima. A través de este estudio, se pretende obtener información que permita optimizar las condiciones de cultivo y mejorar la productividad de esta especie en la provincia, contribuyendo al desarrollo agrícola local.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La provincia de Cañete, ubicado en el departamento de Lima, es una zona con un gran potencial agrícola debido a su clima favorable y tierras fértiles. Sin embargo, los agricultores locales enfrentan diversos desafíos relacionados con el rendimiento de sus cultivos, lo que afecta su capacidad de generar ingresos suficientes y de competir en mercados más amplios. Uno de los cultivos con gran potencial en esta región es el pepino dulce (*Solanum muricatum),* una fruta que, aunque es conocida por su valor nutricional y creciente demanda, aún no ha alcanzado el rendimiento esperado en muchas áreas de cultivo.

Entre los problemas identificados en la producción del pepino dulce se encuentran las prácticas tradicionales de cultivo, la limitada aplicación de tecnologías agrícolas modernas, y el uso ineficiente de reguladores de crecimiento vegetal, como las citoquininas. Las citoquininas son hormonas vegetales que desempeñan un papel crucial en la promoción del crecimiento y la división celular, lo que podría contribuir a mejorar el rendimiento y la calidad de los frutos en plantas de pepino dulce. No obstante, muchos agricultores de Cañete aún desconocen las ventajas de su uso, o carecen de los conocimientos técnicos para aplicarlas correctamente en sus cultivos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál será el efecto de las aplicaciones de diferentes concentraciones de citoquininas en el rendimiento del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima?

¿Cuál será el efecto de las aplicaciones de diferentes concentraciones de citoquininas en la calidad del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad del cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquininas en el rendimiento del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.

Determinar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquininas en la calidad del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.

1.4. Justificación

El cultivo de pepino dulce en Cañete posee un gran potencial debido a sus características nutricionales y el creciente interés en mercados locales. No obstante, los agricultores de la región enfrentan dificultades relacionadas con el bajo rendimiento y la calidad variable del fruto. Estas limitaciones están asociadas con el uso limitado de tecnologías agrícolas avanzadas, como los reguladores de crecimiento vegetal, entre ellos las citoquininas. Las citoquininas son hormonas vegetales que han demostrado ser clave en la promoción del crecimiento de las plantas y en la mejora de la resistencia frente a condiciones de estrés ambiental, lo que las convierte en un recurso valioso para aumentar la productividad agrícola (Liu et al., 2020).

Estudios recientes han demostrado que la aplicación de citoquininas puede aumentar el rendimiento de cultivos como el trigo y la cebada, al promover la formación de brotes y mejorar el desarrollo del fruto. Además, se ha observado que las citoquininas también influyen en la calidad del fruto, mejorando atributos como el tamaño y el contenido de nutrientes (Aremu et al., 2020). Este enfoque no solo incrementa la productividad, sino que también fortalece la capacidad de las plantas para resistir el estrés hídrico y térmico (Liu et al., 2020), lo que es relevante para las condiciones climáticas de la costa.

El presente estudio evaluó de manera experimental el impacto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento, calidad del pepino dulce en Cañete. Esto permitió identificar las mejores prácticas para optimizar la producción, beneficiando tanto a los agricultores como a la competitividad del producto en los mercados regionales (Aremu et al., 2020).

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Delimitación teórica

El presente estudio se centra en el uso de citoquininas, que son fitohormonas esenciales para promover la división celular y el desarrollo de órganos vegetales como hojas, raíces y frutos. En investigaciones previas sobre cultivos de melón, se ha demostrado que las citoquininas no solo

aumentan el rendimiento, sino que también mejoran la calidad postcosecha, un factor esencial para mantener la competitividad en mercados de exportación (Checca, 2018).

Asimismo, estudios en pepino han resaltado que el uso de técnicas como el trasplante en etapas fenológicas específicas, junto con el uso de citoquininas, puede optimizar el rendimiento y aumentar la calidad del fruto. El análisis de los efectos de la siembra directa frente al trasplante demostró que el trasplante en fases tempranas de desarrollo vegetal puede incrementar la productividad significativamente, lo que hace necesario explorar aún más los beneficios potenciales de la aplicación de reguladores de crecimiento como las citoquininas (Alarcón, 1994).

Este estudio buscó evaluar experimentalmente el impacto de las citoquininas en el rendimiento y calidad del pepino dulce en Cañete, Lima, con el objetivo de proponer recomendaciones prácticas para optimizar su producción.

1.5.2. Delimitación temporal

El presente estudio experimental se llevó a cabo durante un ciclo de cultivo de pepino dulce en el año 2025, en Cañete, Lima. La investigación abarcó todas las fases, desde la siembra hasta la cosecha, con el fin de evaluar el impacto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del fruto. El experimento se desarrolló durante el periodo de seis meses, entre febrero a julio de 2025.

1.5.3. Delimitación espacial

La delimitación espacial comprende el distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, región Lima, Perú, con coordenadas 13°08'47"S y 76°23'16"W; correspondiente al C.P. Arena Baja, en el terreno que pertenece al productor Samuel Achulla Sosaya, quien es productor de pepino dulce.

II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Concentración de citoquininas

A. Definición

Las citoquininas son un grupo de fitohormonas que juegan un papel fundamental en la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas, especialmente en la división y diferenciación celular. Estas hormonas promueven el crecimiento de brotes, la formación de frutos y el retraso de la senescencia en las plantas (Peter, 2010; Sakakibara, 2006) . En el contexto agrícola, las citoquininas se utilizan para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad de los frutos en cultivos como el melón, el pepino y el pimiento (Urteaga y Shuan, 2024).

Mok y Mok (1994) destacan su papel en la coordinación entre el crecimiento de raíces y brotes. Según Werner y Schmülling (2009), las citoquininas actúan como intermediarias entre las señales ambientales y el desarrollo vegetal. Hwang et al. (2012) señalan que son esenciales para retardar la senescencia y optimizar la utilización de recursos como luz y nutrientes.

Estas hormonas también interactúan con otras señales hormonales, como las auxinas, para determinar el patrón de desarrollo de la planta, según el estudio de Zwack y Rashotte (2013). Así también, Riefler et al. (2006) enfatizan su influencia en la formación de órganos vegetales, tales como flores y semillas, y en la respuesta al estrés ambiental.

B. Dimensiones

Diferentes concentraciones aplicadas al cultivo de pepino dulce

Concentración: Se refiere a la cantidad de citoquinina aplicada, medida en mL o g por cada 200 L de agua. Las dosis utilizadas serán, 0 ml de citoquininas/200L, 100 ml de citoquininas/200L, 150 ml de citoquininas/200L y 200 ml de citoquinina/200L.

Frecuencia de aplicación: La aplicación regular de fitorreguladores a lo largo del ciclo de cultivo es fundamental para mejorar aspectos como el cuajado de frutos y el rendimiento. En un estudio realizado sobre la mandarina W. Murcott, se demostró que el uso de citoquininas y ácido giberélico en aplicaciones periódicas incrementó tanto la cantidad de frutos como su calidad. Este enfoque resalta la importancia de no solo la dosis, sino también la consistencia en la aplicación para asegurar mejores resultados en el cultivo (Ocaña y Soto, 2023).

La frecuencia de aplicación de fitorreguladores es determinante para obtener un buen rendimiento y calidad en los cultivos. Aplicaciones regulares y programadas durante el ciclo fenológico permiten a las plantas beneficiarse continuamente de los efectos hormonales. En el caso del frijol castilla, por ejemplo, se ha observado que una mayor frecuencia de aplicación favorece el desarrollo de la planta, incluyendo la altura y la formación de vainas, aspectos claves para incrementar la productividad del cultivo (García, 2022).

Duración del tratamiento: Un factor fundamental para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos es la aplicación controlada de fitorreguladores en distintas etapas del ciclo de crecimiento. Investigaciones recientes han demostrado que esta práctica es crucial para optimizar los resultados. El tiempo de aplicación se distribuye en días o semanas, y en el caso específico de la citoquinina, se recomienda aplicarla cada 15 días a partir del inicio de la floración. Por ejemplo, en un estudio sobre el pepino dulce, los tratamientos aplicados con citoquininas a 0.5 g/L en intervalos regulares mostraron un incremento significativo en el número y peso de los frutos, resaltando que la duración del tratamiento, junto con la frecuencia, tiene un impacto directo en la productividad del cultivo (Albornoz, 2024).

Del mismo modo, investigaciones realizadas sobre el frijol castilla también señalaron que una duración adecuada del tratamiento permite una mejor absorción y respuesta de las plantas a los fitorreguladores, mejorando características como la producción de vainas y la altura de la planta (García, 2022).

Momento de aplicación de citoquininas: Es crucial para mejorar el desarrollo y el rendimiento de los cultivos. Diversos estudios han investigado este aspecto para maximizar los beneficios de esta fitohormona. Aplicar citoquininas en fases clave del ciclo de crecimiento, como la etapa de ramificación o el estado de grano lechoso, ha demostrado aumentar significativamente la producción de granos y el peso del cultivo, como se observó en cultivos como la quinua. Este enfoque optimiza tanto el desarrollo fisiológico como el rendimiento final del cultivo (Colque, 2014).

C. Indicadores

Características biométricas

Las características biométricas son cruciales para medir el impacto de los fitorreguladores en el desarrollo de los cultivos. Estas características incluyen variables como el número de hojas, altura de la planta, la longitud de los entrenudos, la masa seca de las hojas y otras métricas relacionadas con el tamaño y el vigor de las plantas. Estos indicadores permiten evaluar el efecto directo de los fitorreguladores en el aumento vegetativo.

Un ejemplo clave es el estudio realizado sobre soja, donde se evaluaron características biométricas como el número de nodos y la longitud de los entrenudos bajo diferentes dosis de citoquininas y giberelinas. Los efectos mostraron que la aplicación de estos fitorreguladores produjo un incremento característico en la altura de la planta y la masa seca de las hojas, lo que evidencia su efecto positivo en el incremento vegetativo (Vitorino, 2014).

Además, en estudios sobre especies de Ferocactus, se observó que el uso de reguladores de crecimiento vegetal como el ácido indolacético y las auxinas favoreció el desarrollo inicial de las plántulas y la germinación de semillas, lo que se reflejó en un aumento en el número de hojas y la longitud de las raíces. Estas características biométricas son fundamentales para la conservación y mejora de especies vegetales en peligro (Amador-Alférez et al., 2013).

D. Teorías

La teoría hormonal del crecimiento vegetal establece que las citoquininas, junto con otras hormonas como las auxinas, auxilian en la regulación del desarrollo de las plantas. La interacción entre citoquininas y auxinas determina la diferenciación celular en diversos órganos de la planta, lo que afecta directamente su desarrollo (Emery y Kisiala, 2020; Peter, 2010). Además, las investigaciones de Sakakibara (2006) han demostrado que las citoquininas están involucradas en la translocación de nutrientes, lo que mejora la calidad del fruto y facilita el crecimiento en condiciones de estrés.

Promoción del crecimiento de brotes

Las citoquininas no solo promueven el crecimiento de brotes, sino que también mejoran la calidad de los frutos al optimizar la translocación de nutrientes. Orozco et al. (2023) resaltan que las citoquininas producidas por bacterias promotoras del crecimiento ayudan a mejorar tanto el tamaño como la calidad de los frutos.

Resistencia al estrés hídrico

Grosskinsky et al. (2011) afirman que las citoquininas también juegan un papel crucial en la resistencia al estrés, promoviendo la defensa contra patógenos y mejorando la tolerancia de las plantas a condiciones adversas, como la sequía.

2.1.2. Rendimiento del Cultivo de Pepino Dulce

A. Definición de rendimiento

El rendimiento de los cultivos se refiere a la producción agrícola obtenida por cada unidad de superficie cultivada. Normalmente, esta se expresa en toneladas por hectárea y está influenciada por diversos factores, como las técnicas de manejo agronómico, la aplicación de fertilizantes y reguladores de crecimiento, además de las condiciones climáticas (Connor et al., 2011).

El rendimiento en cultivos, como el ají escabeche (*Capsicum baccatum*) var. pendulum, puede ser significativamente influenciado por la aplicación de reguladores de crecimiento. En un estudio realizado en el valle de Cañete, se observó que la aplicación de un regulador trihormonal (Biozyme) aumentó el peso y el tamaño de los frutos, especialmente cuando se realizaron cinco aplicaciones entre los 15 y 75 días después del trasplante. Sin embargo, el número total de frutos y el cuajado no se vieron afectados (Fribourg Albrizzio, 2017).

B. Dimensiones de rendimiento

Producción total de frutos:

La cantidad total de frutos producidos se refiere al número total de frutos que se pueden obtener por planta o por hectárea en un cultivo, y está directamente influenciada por factores como el manejo agronómico, las condiciones ambientales y, especialmente, el empleo de reguladores de crecimiento, tales como auxinas, giberelinas y citoquininas, pueden incrementar el rendimiento al mejorar el cuajado de los frutos y el tamaño de estos.

En un cultivo de pepinillo bajo sistema hidropónico, se logró una producción total de 54 frutos por planta en dos cosechas, lo que se traduce en una estimación de 540.000 frutos por hectárea o 45.000 docenas. Este tipo de rendimiento es un ejemplo de cómo el uso adecuado de reguladores de crecimiento y sistemas controlados como la hidroponía pueden maximizar la producción (Solsol, 2019).

C. Indicadores de rendimiento

Número de frutos por planta (Unidad)

Se realiza el conteo de los frutos de 8 plantas en el área experimental neta, cuando el 30% de ellos llegó al estado de madurez fisiológica (tres cuartos pintones). Luego, se suman los resultados obtenidos para calcular el promedio de frutos por planta, expresado en unidades (Albornoz, 2024).

Peso promedio de los frutos (gramos)

Se procede a pesar de los frutos de cada planta utilizando una balanza digital de precisión, sumando los pesos individuales y luego calculando el promedio por planta, el cual es expresado en kilogramos. Este proceso permite obtener una medición precisa del peso total de los frutos por cada planta, brindando datos esenciales para el análisis de la producción (Albornoz, 2024).

Rendimiento total (toneladas por hectárea)

Según Villalobos y Fereres (2016) el rendimiento total se calcula sumando el peso de los productos cosechados en cada parcela, y el resultado se extrapola a toneladas por hectárea mediante la siguiente fórmula:

$$Rendimiento\ \left(\frac{tonelada}{ha}\right) = \frac{Peso\ total\ (kg)}{Área\ cosechada}\ x\ 10000$$

Peso total (kg): Es el peso de la producción total cosechada en la parcela, medido en kilogramos.

Área cosechada (m^2): Es el área de la parcela donde se realizó la cosecha, medida en metros cuadrados.

10,000: Es un factor de conversión para transformar los metros cuadrados en hectáreas, ya que 1 hectárea equivale a 10,000 metros cuadrados.

D. Teorías

La teoría de la eficiencia en el uso de recursos plantea que el rendimiento del cultivo depende de la capacidad de la planta para utilizar eficientemente los recursos disponibles, como agua, luz y nutrientes. El uso de compuestos reguladores de crecimiento, tales como las citoquininas, puede mejorar la eficiencia en la captación y utilización de estos recursos, lo que resulta en un mayor rendimiento (Connor et al., 2011). Investigaciones recientes han revelado que

la aplicación de citoquininas en cultivos puede incrementar significativamente la productividad y calidad de los frutos (Urteaga y Shuan, 2024).

2.1.3. Calidad del Cultivo de Pepino Dulce

A. Definición de calidad de pepino dulce

Se refiere a un conjunto de atributos físicos, químicos y biológicos que determinan el valor del producto agrícola desde el punto de vista de ambos, el consumidor y el productor. Estos atributos incluyen características físicas como el tamaño, color, forma y textura del fruto, y características químicas como el contenido de nutrientes, grados Brix y firmeza del producto. Además, la calidad del cultivo también implica su inocuidad, es decir, la ausencia de contaminantes y plaguicidas que puedan afectar la salud humana.

B. Dimensiones de calidad

Características físicas

Las características físicas de los frutos, como el tamaño, la forma y el peso, son indicadores clave en la evaluación de la calidad del pepino dulce. Estos parámetros influyen directamente en su aceptación comercial y determinan su valor en el mercado.

En un estudio sobre el pepino dulce realizado por la Universitat Politécnica de Valéncia, se analizaron las relaciones entre el tamaño, la masa y la estructura de los frutos en las diversas etapas de crecimiento maduración y postcosecha. Se observó que el tamaño y el peso del fruto varían considerablemente según el estado de madurez, con un incremento notable en la fase de maduración, lo que está directamente relacionado con la acumulación de carbohidratos en el fruto (Solís, 2016).

Características químicas

Las características químicas de los frutos del pepino dulce, como el contenido de ácidos orgánicos, azúcares y compuestos antioxidantes, cumplen una función esencial en la definición de su calidad nutricional y organoléptica. Estos parámetros están influenciados por el estado de madurez del fruto, las condiciones de cultivo y el manejo postcosecha.

En un estudio reciente realizado en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán sobre el pepino dulce, se observó que la concentración de sólidos solubles (ºBrix) se mantuvo uniforme en los frutos tratados con citoquininas, lo que indica una mejora en el contenido de azúcares y una

mejor calidad percibida por los consumidores. Además, los frutos tratados mostraron una mayor concentración de carotenoides, lo que incrementó sus propiedades antioxidantes y su valor nutricional (Albornoz, 2024).

C. Indicadores de Calidad

Contenido de Sólidos Solubles (ºBrix)

El contenido de sólidos solubles (ºBrix) es un indicador importante en la evaluación de la calidad de los productos agrícolas, ya que mide la cantidad de azúcares presentes en un fruto o líquido, lo que influye directamente en el sabor y la madurez. El valor de ºBrix generalmente aumenta a medida que el fruto madura, lo que indica una mayor concentración de azúcares, y, por lo tanto, una mejor calidad en términos de dulzura y aceptabilidad para el consumo.

El jugo de los frutos se obtiene mediante el proceso de pelado, troceado y licuado. Posteriormente, se utiliza un refractómetro digital, previamente calibrado, para determinar el contenido de sólidos solubles totales (SST). Se realizan tres mediciones por cada fruto, y se calcula el promedio de estas lecturas en grados Brix como resultado final (Albornoz, 2024).

Por ejemplo, en una investigación realizada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, se evaluó el contenido de sólidos solubles en aguaymanto, encontrando que este valor variaba entre 12 y 15 ºBrix dependiendo del estado de madurez del fruto. Este análisis físico-químico es esencial para determinar el momento óptimo de cosecha y la calidad del fruto para la comercialización (Velásquez y Velásquez, 2017)

Diámetro de fruto (cm)

El diámetro de fruto es una medida agronómica clave que permite evaluar el tamaño del fruto, usualmente expresado en centímetros, se considera uno de los factores clave para evaluar la calidad del producto agrícola. Esta medida está influenciada por factores como el manejo agronómico, la fertilización y las condiciones ambientales durante el cultivo. Además, el diámetro del fruto no solo afecta su apariencia física, sino también su aceptación en el mercado, ya que los frutos con mayor diámetro tienden a ser más demandados comercialmente debido a su mejor presentación y percepción de calidad.

Las investigaciones sobre la relación entre el peso y el diámetro del fruto muestran que el diámetro es un indicador confiable del tamaño final del fruto, y se pueden aplicar modelos de

regresión para predecir el rendimiento y el tamaño del fruto con base en mediciones tempranas (Marini et al., 2019).

Longitud de fruto (cm)

La longitud del fruto es otro factor crucial en la evaluación de la calidad y el crecimiento de los cultivos. Al igual que el diámetro del fruto, la longitud también está influenciada por factores genéticos y ambientales, así como por el manejo agronómico. La longitud de los frutos, que suele medirse en centímetros, influye de manera significativa en su apariencia, rendimiento y aceptación en el mercado, siendo un factor clave para la clasificación y venta de productos agrícolas como pepinos, sandías y otras frutas de forma alargada.

La longitud del fruto es una medida clave en la evaluación agronómica de cultivos. Según un estudio realizado en la Universidad de El Salvador, las variedades híbridas de pepino evaluadas mostraron longitudes de fruto que variaron entre 15 cm y 21 cm, dependiendo del sistema de cultivo y la variedad utilizada (García et al., 2017).

D. Teorías

La teoría del crecimiento de frutos plantea que este proceso es un derivado de la conexión entre factores hormonales, genéticos y ambientales, que afectan tanto la separación celular en las fases tempranas del desarrollo como la expansión celular posterior. El crecimiento de los frutos sigue un patrón sigmoideo, con tres fases distintas: una inicial de crecimiento rápido, una fase intermedia de crecimiento más lento y una final de expansión celular, que determina el tamaño del fruto.

Teoría del crecimiento de frutos y factores ambientales

La teoría del crecimiento de frutos se basa en la interacción entre factores genéticos, hormonales y ambientales, que afectan tanto la división celular en las primeras etapas del desarrollo como la expansión celular posterior. Este proceso de crecimiento sigue generalmente un patrón sigmoideo que involucra tres fases: un crecimiento inicial rápido, una fase intermedia de crecimiento más lento, y una expansión celular final que determina el tamaño definitivo del fruto (Tijskens et al., 2023).

División y diferenciación celular

Investigaciones recientes destacan que estas fitohormonas no solo promueven la división celular en condiciones normales, sino que también juegan un papel crucial bajo factores de estrés abiótico, tales como la sequía o la alta salinidad. Según Cortleven et al. (2019), las citoquininas ayudan a mantener la morfogénesis bajo condiciones de estrés al controlar la expresión génica relacionados con la división celular y la foto morfogénesis. Además, las citoquininas activan procesos que incrementan la tolerancia al estrés, lo que permite la supervivencia y el incremento continuo de las plantas en situaciones adversas.

Calidad de los frutos bajo la aplicación de fitohormonas

Los estudios recientes sobre la calidad de los frutos bajo la aplicación de fitohormonas han demostrado que estas sustancias juegan un papel crucial en la mejora de la producción y la calidad de diversas especies de frutas. En particular, las citoquininas y las giberelinas se utilizan ampliamente para mejorar el tamaño, el contenido de azúcar y la resistencia de los frutos durante el almacenamiento.

Un estudio realizado en melones (*Cucumis melo* L.) reveló que la aplicación de citoquininas aumentó el tamaño del fruto, mejoró su contenido de sólidos solubles (ºBrix) y optimizó la calidad postcosecha. Estas hormonas ayudan a la división celular y al transporte de nutrientes, lo que permite una mejor formación y desarrollo del fruto, resultando en una mayor calidad visual y fisiológica del producto (Checca, 2018).

En el caso del arándano, la aplicación de inductores hormonales como el ácido abscísico (ABA) y el metil jasmonato (MeJA) ha demostrado aumentar la resistencia al estrés hídrico y disminuir la incidencia de pudriciones durante el almacenamiento, lo que resulta en una mayor calidad y vida útil de los frutos en el mercado (Balbontín y Reyes, 2023).

2.2. Antecedentes

A. Antecedentes Nacionales

Albornoz (2024), en su tesis "Impacto de los fitorreguladores en la producción y calidad del pepino dulce (*S. muricatum*) bajo las condiciones del CIFO-UNHEVAL, Huánuco", evaluó la influencia de citoquininas y otros reguladores hormonales en la productividad y calidad del pepino dulce. El estudio consideró variables como peso, tamaño y número de frutos, diámetro de la pulpa, grados brix (contenido de azúcar) y color de los frutos. Se aplicaron cuatro tratamientos

hormonales bajo un diseño experimental completamente al azar (DBCA) con repeticiones, para asegurar la confiabilidad de los resultados. La aplicación de citoquininas a 0.5 g/L mostró ser la opción más efectiva, incrementando significativamente la calidad y el rendimiento del cultivo en comparación con los demás tratamientos. La investigación concluyó que las citoquininas mejoraron tanto la producción como la apariencia de los frutos, destacando su importancia para optimizar la calidad del cultivo de pepino dulce.

Urteaga y Shuan (2024), en su estudio titulado "Efecto de citoquininas en pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de Paramonga", se propusieron evaluar cómo diferentes fuentes y dosis de citoquininas impactan en el rendimiento del cultivo de pimiento. Las variables consideradas incluyeron la altura de la planta, el diámetro y número de frutos, el peso de los frutos y el rendimiento total. La investigación se realizó utilizando un diseño de bloques completamente al azar con un esquema factorial 2A x 3B, en el que se probaron distintas dosis y fuentes de citoquininas. Los resultados indicaron que la aplicación de 200 ml ha^{-1} incrementó significativamente el rendimiento del cultivo, alcanzando 43.67 toneladas por hectárea. En conclusión, las citoquininas, particularmente la fuente Incentive a una dosis de 200 ml ha^{-1}, fueron las más efectivas para mejorar el rendimiento del pimiento bajo las condiciones evaluadas.

Arohuanca (2022), en su estudio titulado "Impacto de la citoquinina en la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en Moquegua", se planteó evaluar el efecto de la citoquinina en el rendimiento de dos variedades de vainita. Las variables analizadas incluyeron el rendimiento por planta y la longitud de las vainas. El estudio utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, en el que se aplicaron tres concentraciones de citoquinina: 50, 100 y 150 ppm. Los resultados mostraron que las plantas tratadas con 150 ppm produjeron un 15% más de vainas en comparación con el grupo control. En conclusión, la citoquinina a una concentración de 150 ppm resultó eficaz para incrementar el rendimiento del cultivo de vainita en las condiciones de Moquegua.

Palacios (2021), en su estudio "Impacto de los bioestimulantes en la producción y calidad del cultivo de pepino dulce (*S. muricatum*) en la región de Virú", buscó determinar los efectos de las citoquininas en la productividad y calidad del pepino dulce. Se analizaron variables como las dosis de bioestimulantes, el rendimiento y la calidad de los frutos. El estudio se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones, aplicando diversas citoquininas y otros bioestimulantes. Los resultados revelaron un incremento

significativo en el número y peso de los frutos gracias al uso de citoquininas. En conclusión, las citoquininas mejoraron notablemente el rendimiento del pepino dulce, destacando su importancia en el manejo de este cultivo.

Obregón (2021), en su tesis "Impacto de la citoquinina en las propiedades nutricionales del cultivo de pepinillo (*Cucumis. sativus* L.)", evaluó el impacto de la citoquinina en las características nutricionales del pepinillo. Se analizaron variables como dosis de citoquinina y el contenido de fósforo y potasio. El estudio, con un diseño experimental de bloques completamente al azar con estructura factorial 2 x 3 + testigo, mostró que las dosis de citoquinina aumentaron el contenido de fósforo (0.12 %) y potasio (2.02 %), incrementando el rendimiento (34.37 t ha^{-1}). El uso de Stimplex G también mejoró significativamente el diámetro de la pulpa (40.48 mm), superando al Cytex (39.49 mm). En conclusión, la citoquinina favoreció la absorción de nutrientes y la calidad del fruto.

Colque (2014), en su investigación titulada "Efecto de varias concentraciones de citoquininas en tres momentos de aplicación y su impacto en el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) bajo las condiciones de la irrigación Majes, Arequipa", se propuso evaluar cómo diferentes concentraciones de citoquininas aplicadas en tres momentos específicos afectan el rendimiento del cultivo de quinua. El estudio incluyó la concentración de citoquininas como variable independiente y el rendimiento del cultivo como variable dependiente. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con un arreglo factorial, aplicando las citoquininas en tres fases del desarrollo del cultivo. El análisis de varianza y la prueba de Duncan indicaron que el tratamiento con 100 ml de citoquininas resultó en el mayor rendimiento, alcanzando 5,263.82 kg/ha. La dosis más eficaz resultó ser 100 ml por cada cilindro de 200 litros de agua, administrada en la etapa de grano lechoso.

B. Antecedentes Internacionales

Pandey et al. (2024), en su estudio titulado "Efecto de diferentes concentraciones de auxinas y citoquininas en la iniciación, formación y multiplicación de brotes en pepino dulce (*Solanum muricatum*) cv. Valentia", investigaron cómo influyen estas hormonas en el desarrollo de brotes. Se evaluaron concentraciones de auxinas y citoquininas en un medio MS semi-sólido. Los resultados mostraron que la combinación de BAP 3.00 ppm e IBA 1.00 ppm fue la más efectiva, logrando una iniciación de brotes en 5.21 días y un desarrollo completo en 40.82 días. Esta combinación produjo brotes de 9.52 cm de longitud y un 67.79% de brotes desarrollados.

También se registraron 4.06 brotes por explante, 10.85 hojas por planta y un peso fresco máximo de 26.05 mg por brote. En conclusión, la manipulación de estas hormonas puede mejorar el rendimiento del pepino dulce.

Sharma et al. (2022) en su estudio titulado "El papel de las citoquininas en el desarrollo de semillas y su impacto en el rendimiento de legumbres y oleaginosas", revisaron el rol molecular de las citoquininas en el desarrollo de semillas, centrando su análisis en su impacto en estos cultivos. Las variables estudiadas incluyeron genes sensibles a citoquininas como CKX e IPT, biosíntesis, señalización, dinámica fuente-sumidero y la expresión espacial de estas hormonas en semillas. La investigación se basó en una revisión bibliográfica de estudios sobre manipulación genética mediante mutación, interferencia de ARN y edición genómica para aumentar número y peso de semillas. Los resultados indicaron que manipular genes que responden a citoquininas puede mejorar el rendimiento de semillas, aunque su aplicación práctica enfrenta limitaciones por el control multigénico. En conclusión, las citoquininas tienen un gran potencial para aumentar la productividad en cultivos de legumbres y oleaginosas, representando una opción prometedora para la mejora agrícola.

Trong et al. (2020), en su estudio titulado "Impacto de la citoquinina 6-benzil adenina en parámetros fisiológicos y bioquímicos de variedades de tomate en Vietnam", evaluaron los efectos de la citoquinina 6-benzil adenina (6-BA) en diversos parámetros fisiológicos y bioquímicos de diferentes variedades de tomate, en las etapas de 5 hojas y floración. Las variables estudiadas incluyeron la altura de planta, contenido de materia seca, clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides, vitamina C, ácidos orgánicos totales, y la actividad enzimática de catalasa y peroxidasa. La investigación empleó un diseño de parcela dividida con dos factores: concentración de 6-BA (0, 6 y 12 mg/L) y variedad de tomate (P375, CS1, Pn y F), con tres repeticiones. Los resultados mostraron que los tratamientos con 6-BA incrementaron los parámetros fisiológicos y bioquímicos, dependiendo de la concentración, la etapa de desarrollo y la variedad de tomate. En conclusión, la citoquinina 6-BA influye significativamente en el crecimiento y desarrollo de las variedades de tomate evaluadas.

Cortleven et al. (2019), en su estudio titulado "Acción de las citoquininas en respuesta al estrés abiótico y biótico en plantas", investigaron el papel que desempeñan las citoquininas en la capacidad de las plantas para enfrentar factores de estrés abiótico y biótico. Las variables evaluadas fueron los niveles de citoquininas, La tolerancia al estrés y la eficiencia productiva de los cultivos.

La metodología consistió en analizar el efecto de las citoquininas en cultivos como arroz y tomate sometidos a condiciones de estrés hídrico. Los resultados mostraron una mejora en la resistencia de las plantas al estrés y un incremento en el rendimiento de los cultivos tratados con citoquininas. En conclusión, las citoquininas demostraron ser fundamentales para mejorar tanto la tolerancia al estrés como el rendimiento de las plantas en condiciones adversas.

2.3. Definición de términos básicos

Citoquinina: Hormona vegetal que promueve el proceso de división celular y el crecimiento en las plantas, influyendo en el desarrollo de raíces y brotes (Mok y Mok, 1994).

Rendimiento: Cantidad de producto obtenido en relación con la superficie cultivada, que indica la eficacia del uso de recursos en la producción agrícola (Van Ittersum y Rabbinge, 1997).

División celular: Mecanismo en el que una célula se reproduce formando dos células hijas, clave para el crecimiento y desarrollo vegetal (Albornoz, 2024; Francis, 2007).

Sólidos solubles (ºBrix): Mide la concentración de azúcares en un fruto y es un indicador de la madurez y calidad de este (Albornoz, 2024).

Ácido abscísico (ABA): El ácido abscísico es una hormona que regula procesos en las plantas, regula el cierre estomático y promueve la resistencia al estrés hídrico. También está involucrado en la maduración del fruto (Contreras et al., 2016)

Firmeza del fruto: La firmeza del fruto es una medida de su resistencia a la presión y está relacionada con su madurez y vida útil. Constituye un parámetro relevante en la evaluación de la calidad postcosecha (Liu et al., 2020).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina tiene un efecto significativo en el rendimiento y la calidad del cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.

3.1.2. Hipótesis específicas

Las diferentes concentraciones de citoquinina tienen un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.

Las diferentes concentraciones de citoquinina influyen significativamente en la calidad del fruto del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.

3.2. Definición conceptual de las variables

Citoquinina: Hormona vegetal que regula la división celular y promueve el crecimiento en plantas, mejorando la capacidad de estas para resistir el estrés ambiental y aumentando su rendimiento y calidad (Liu et al., 2020).

Rendimiento del pepino dulce: Se refiere a la cantidad de producto cosechado por unidad de área, generalmente expresada en toneladas por hectárea, lo que incluye el peso total de los frutos obtenidos (Albornoz, 2024).

Calidad del pepino dulce: Conjunto de características organolépticas, físicas y químicas del fruto, como tamaño, forma, contenido de nutrientes, color y sabor, que determinan su valor comercial (Aremu et al., 2020).

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Definición práctica de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente	Las citoquininas son hormonas vegetales que	Dosis de citoquinina	Concentraciones de citoquinina	T1: 0 ml/200 L agua T2: 500 ml200

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
	regulan la división celular y el crecimiento de las plantas (Liu et al., 2020).	aplicada en el cultivo.		L agua T3: 750 ml/200 L agua T4: 1000ml/200 L agua
Variables dependientes: **Rendimiento del pepino dulce**	Cantidad de producto cosechado por unidad de área, medido en términos de peso total de los frutos (Albornoz, 2024).	Medición del peso total de los frutos cosechados al final del ciclo de cultivo.	Número de frutos por planta Peso promedio del fruto Rendimiento x ha	Unidad Gramos (g) tn/ha
Calidad del pepino dulce	Conjunto de características físicas, químicas y organolépticas del fruto, como tamaño, forma y contenido de nutrientes (Aremu et al., 2020).	Evaluación de atributos de los frutos, incluyendo, °Brix, pH	Diámetro de fruto Longitud del fruto Contenido de Sólidos Solubles pH del fruto	cm cm ºBrix pH

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es cuantitativa, experimental y aplicada. Es cuantitativa porque se mide el efecto de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y la calidad del pepino dulce. Es experimental porque se aplicarán tratamientos controlados a grupos de plantas. Además, es aplicada porque busca resolver un problema práctico relacionado con la productividad agrícola en la provincia de Cañete, Lima.

4.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue experimental utilizando bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se seleccionaron 4 concentraciones de citoquinina como variables independientes y se evaluó el efecto sobre el rendimiento y la calidad del pepino dulce. Este diseño permite el control riguroso de variables externas y la validez interna (Shadish et al., 2002).

Para la investigación se empleó un modelo aditivo lineal en un esquema de Bloques Completamente al Azar (DBCA), mediante la ecuación descrita:

$$\mathbf{Yij = u + Ti + Bj + Eij}$$

donde:

Yij es el valor observado de la unidad experimental.

u es la media general.

Ti es la consecuencia del tratamiento i-ésimo.

Bj es la consecuencia del bloque (repetición) j-ésima

Eij es el error aleatorio.

Para la obtención de los tratamientos se tuvo como referencia los resultados obtenidos por Albornoz (2024), quien obtuvo mejores respuestas de rendimiento y calidad de pepino dulce con la aplicación de citoquinina a una dosis de 500ml/200l agua. En ese sentido, la dosis de 500ml/200l será la dosis baja, dosis media (50% más de la dosis baja) y dosis alta (100% más de la dosis baja) (Tabla 2).

Tabla 2

Factor, tratamientos y dosis

Factor	Tratamientos	Dosis
Dosis de citoquinina	T1: Testigo (absoluto)	0 ml/200L
	T2: Citoquininas (Cytex)	500 ml/200L
	T3: Citoquininas (Cytex)	750 ml/200L
	T4: Citoquininas (Cytex)	1000 ml/200L

Para llevar a cabo la ejecución del estudio, se tomó como referencia lo detallado en la tabla 3, la cual describe las características del campo experimental, incluyendo sus dimensiones generales, la división en bloques y las especificaciones de las unidades experimentales.

Tabla 3

Descripción del campo experimental

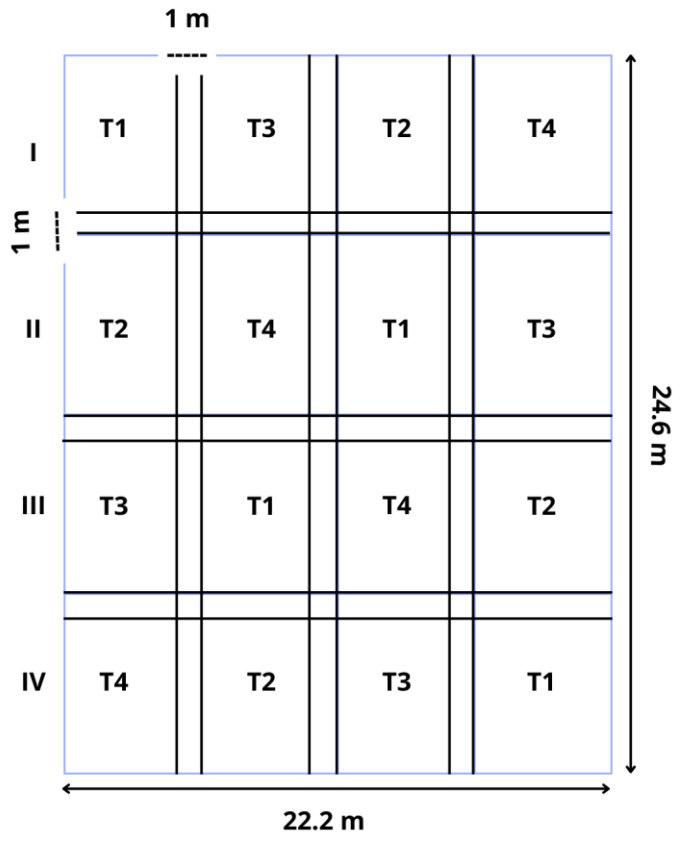
Características	Valor
Campo experimental	
Extensión del campo experimental	: 24.6 m
Extensión lateral del campo experimental	: 22.2 m
Superficie total del área experimental	: 546.12m2
Características de los bloques	
Número total de bloques	: 4
Tratamiento asignado por bloque:	: 4
Dimensión longitudinal del bloque	: 22.2 m
Extensión lateral del bloque	: 5.40 m
Superficie total del bloque: 119.88 m2	: 119.88 m2
Dimensión de ancho de las calles: 1 m	: 1 m
Características de la Unidad experimental	
Dimensión longitudinal de la parcela	: 5.40 m
Dimensión de ancho de la parcela	: 4.8 m
Extensión completa de la parcela	: 25.92 m2
Plantas por unidad Experimental	: 36

Características	Valor
Características de los surcos	
Longitud de surcos	: 5.40 m
Cantidad de Surcos	: 4
Espacio entre surcos	: 1.20 m
Espacio entre plantas	: 0.60 m
Total de plantas por surco	: 9
Número de esquejes por golpe	: 1
Número de plantas/área neta experimental	: 9

La distribución de los tratamientos en el campo experimental, según se detalla en la figura 1, se organizó en un diseño de bloques completos al azar con cuatro bloques y cada uno compuesto por cuatro tratamientos.

Figura 1

Área de ensayo y asignación de los tratamientos



Nota. Los tratamientos fueron aleatorizados en cada bloque, de modo que cada bloque contiene todos los tratamientos.

4.3. Método de investigación

Se utilizó el método experimental, que consiste en la manipulación de una o más variables independientes para observar los efectos sobre las variables dependientes. En este caso, las concentraciones de citoquinina fueron las variables independientes, y el rendimiento y la calidad del pepino dulce fueron las variables dependientes. Este método es adecuado para establecer relaciones causales (Creswell y Creswell, 2018).

4.4. Población y muestra

4.4.1. Población

La población estuvo conformada por 576 plantas de pepino dulce.

4.4.2. Muestra

La muestra fue de 231 plantas, las cuales fueron seleccionadas mediante un muestreo aleatorio simple para asegurar la representatividad. Este tipo de muestreo es adecuado para estudios experimentales porque minimiza el sesgo de selección, con un nivel de 95% de confianza y 5% de error y se aplica la siguiente formula:

$$n = \frac{\mathrm{N} \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q}$$

Dónde:

Z: es el grado de certeza del 95%, con un valor de 1,96.

p=q: representa la variabilidad positiva y negativa del 50% para minimizar los errores tipo I y II.

N: es la población en estudio, que consta de 576 plantas de pepino dulce.

e: es el margen de error establecido en 5%.

Reemplazando estos valores, se obtiene un total de 231 unidades elementales (plantas de pepino dulce).

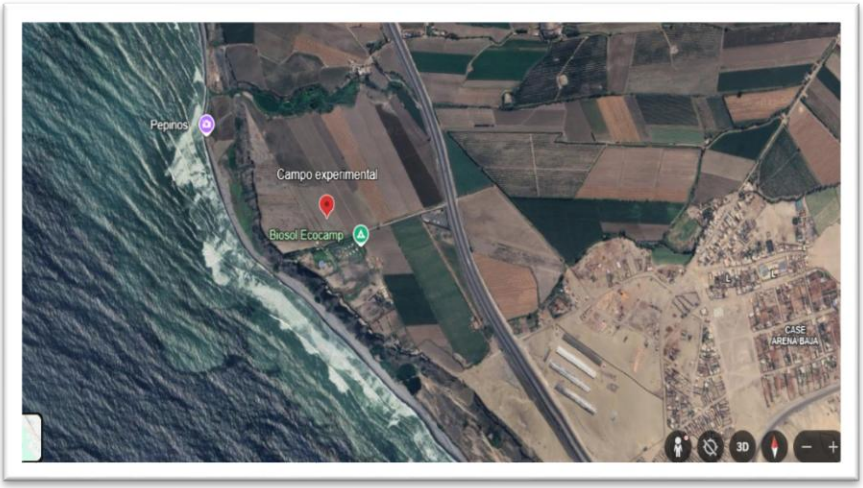
4.5. Lugar de estudio

El lugar de estudio comprende la parcela, propiedad de Samuel Achulla Sosaya, en el C.P. Arena Baja, San Vicente de Cañete, Lima, Perú (13°08'47"S, 76°23'16"W). El propietario es

productor de pepino dulce en la zona. En esta parcela se aplicaron tratamientos de citoquinina (0, 500, 750, 1000 ml/200 L), llevándose a cabo durante los meses de febrero a julio de 2025.

Figura 2

Ubicación del campo experimental



Nota. Fuente: Google earth

- **Características edafoclimáticas**

  Características físico-químico del suelo

  El suelo del campo experimental tiene un pH ligeramente alcalino, niveles adecuados de fósforo y potasio, pero presenta una baja cantidad de nitrógeno y materia orgánica. La textura del suelo es intermedia franco arcillo arenoso, lo que le da una capacidad moderada de retención de agua.

Tabla 4

Resultados del análisis de suelo del campo experimental

Muestra	pH (1:1)	N %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural
						Arena %	Limo %	Arcilla %	
C.P Arena Baja	7.60	0.06	1.03	33.0	126.0	67.32	10.50	22.18	Franco Arcillo Arenoso

Nota. Elaboración propia. Resultados de análisis de Laboratorio de suelos – I.S.T. Valle Grande

- **Datos meteorológicos**

La tabla 5 presenta datos meteorológicos correspondiente a los meses de febrero a julio del 2025. Se observa que la temperatura promedio disminuyó de 22.3°C en febrero a 16.9°C en julio, reflejando el cambio estacional de verano a invierno. Las máximas oscilaron entre 20.00°C y 22.7°C, mientras que las mínimas bajaron de 22.2°C a 14.7°C. Mientras que la humedad aumentó de 89.17% en febrero a un pico de 90.64% en mayo, manteniéndose alta en junio (90.50%) y descendiendo ligeramente en julio a 88.41%, reflejando condiciones húmedas típicas del invierno costero con niebla costera (garúa).

Tabla 5

Datos meteorológicos desde el mes de febrero - julio del 2025

	Temperatura (°C)			
Meses	**Máx.**	**Mín.**	**Prom.**	**H° (%)**
Febrero	22.42	22.24	22.33	89.17
Marzo	22.12	21.95	22.04	87.30
Abril	20.10	19.87	19.98	88.15
Mayo	22.70	13.90	17.73	90.64
Junio	22.70	14.20	17.62	90.50
Julio	20.00	14.70	16.94	88.41

Nota. Elaboración propia. Datos obtenidos de la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Cañete.

4.6. Procedimiento de la investigación

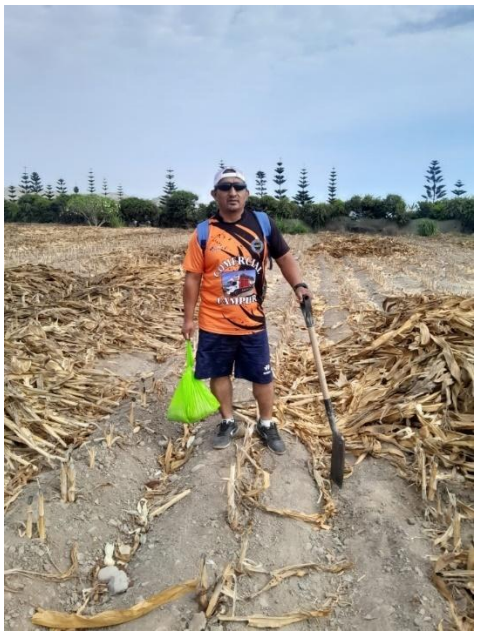
- **Instalación y conducción del experimento**

Muestra para análisis de suelo

La obtención de las muestras para el análisis de suelo se realizó a una profundidad de 30 cm, que es la zona activa de las raíces y donde se concentra la mayor parte de los nutrientes. Se recogió un kilogramo de muestra de distintas partes del campo para obtener una representación más precisa y homogénea del suelo. El análisis de suelo se realizó en el I.S.P. Valle Grande

Figura 3

Obtención de muestra de suelo del campo experimental



Preparación de terreno

La preparación de terreno se realizó a maquinaria con el fin de mejorar la estructura y fertilidad del suelo. Esta labor Incluye la remoción de la maleza, el laboreo para airear y aflojar el suelo; con ello garantizar un drenaje adecuado y la aplicación de fertilizantes y/o enmiendas según los resultados del análisis de suelo.

Figura 4

Barbecho del campo experimental



Incorporación de materia orgánica

La incorporación de materia orgánica se dio a través de la gallinaza. La gallinaza es una fuente orgánica rica en nutrientes como N, P y K, aumenta la actividad microbiana y mejora la estructura del suelo. Su aplicación favorece el crecimiento de las plantas y mejora la retención de agua.

Figura 5

Incorporación de materia orgánica



Siembra

La siembra se realizó a través de esquejes a un distanciamiento de 0.60 m X 1.20 m, este distanciamiento nos otorga un espacio adecuado para el desarrollo de las raíces y el crecimiento de las plantas.

Figura 6

Siembra de esquejes de pepino dulce



Riego

Posterior a la siembra del pepino dulce, se llevó a cabo un riego pesado con el objetivo de humedecer el campo, asegurando así un correcto prendimiento y establecimiento de las plantas, Posteriormente se realizaron riegos adicionales de acuerdo con las necesidades de la planta y en momentos oportunos.

Figura 7

Riego en el campo experimental



Delimitación e identificación de parcela experimental

Se realizó la demarcación e identificación de los tratamientos mediante carteles visibles en cada parcela experimental. Cada cartel contenía información como el nombre del tratamiento y la concentración de citoquinina.

Figura 8

Delimitación e identificación de tratamientos



Aplicación de tratamientos

En esta etapa se empleó diferentes concentraciones de citoquinina para evaluar posteriormente su efecto en el rendimiento y calidad del pepino dulce. La fuente de citoquinina empleada fue Atonix, un producto comercial conocido por su efectividad en cultivos. La aplicación se realizó de manera foliar directamente sobre las plantas en las dosis y frecuencias establecidas en el diseño experimental (Tabla 2).

Figura 9

Aplicación de tratamientos



Fertilización

Los fertilizantes empleados fueron de acuerdo con el plan de fertilización establecido según las recomendaciones del laboratorio de IEP Valle Grande (Anexo 3). La fertilización se aplicó a golpe, es decir, se esparcieron los fertilizantes directamente sobre los surcos cercanos a la planta de pepino dulce. Posteriormente, se cubrieron los fertilizantes con un pase de caballo para enterrarlos ligeramente, y con ello minimizar la volatilización de nutrientes.

Figura 10

Primera fertilización y aporque



Desmalezado

Se realizó el desmalezado manual con el objetivo de eliminar las malezas de forma directa, procurando extraer la planta completa junto con su raíz para evitar que vuelva a crecer y compita por nutrientes, espacio y luz con la planta de pepino dulce.

Figura 11

Desmalezado manual



Aplicaciones fitosanitarias

Durante el desarrollo del experimento, se realizaron aplicaciones fitosanitarias con la finalidad de prevenir y controlar la incidencia de plagas y enfermedades (*Fusarium oxysporum*, *Bemisia tabaco*, *Alternaria sp.* y *Prodiplosis longifila*). Estas aplicaciones se realizaron siguiendo criterios técnicos de oportunidad y dosis recomendadas, asegurando una cobertura uniforme en las plantas.

Figura 12

Aplicaciones fitosanitarias



Cosecha y registro de datos

En esta etapa, se recolectaron y registraron los parámetros relacionados con el número de frutos, peso de cada fruto, diámetro y la longitud de los frutos. Asimismo, se extrajeron muestras representativas, las cuales fueron posteriormente analizadas en el laboratorio del ISP Valle Grande, con el propósito de determinar el contenido de sólidos solubles y el pH de los frutos.

Figura 13

Registro de datos de parámetros de estudio



- **Parámetros evaluados**

Número de frutos: Se contabilizó el total de frutos de tres plantas seleccionadas aleatoriamente por unidad experimental, con el fin de evaluar el rendimiento. Se realizó mediante conteo directo (anexo 5).

Peso de fruto: Se pesaron diez frutos representativos por unidad experimental, para ello se empleó una balanza calibrada. Los resultados se expresaron en gramo (anexo 5).

Rendimiento total: se calculó a partir de los datos obtenidos del número de frutos y del peso de los frutos. Los resultados se expresaron en toneladas por hectárea (tn/ha) (anexo 5).

Diámetro y longitud de fruto: Se midieron el diámetro y la longitud de diez frutos seleccionados por unidad experimental utilizando un vernier digital. Los resultados se expresaron en mm (anexo 5).

Contenido de solidos solubles: Se colectaron muestras de frutos seleccionados al azar de cada unidad experimental, que luego fueron analizadas en el laboratorio de IST Valle Grande. Para determinar el contenido de sólidos solubles, se utilizó un refractómetro (anexo 5).

pH de fruto: las muestras de frutos también fueron analizadas en el laboratorio de IST Valle Grande para medir el pH, utilizando un pH-metro (anexo 5).

4.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

Para esta investigación se utilizaron diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos cuantitativos con el propósito de obtener información en forma de cifras y estadísticas numéricas (Tabla 6).

Tabla 6

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variables	**Indicadores**	**Técnica**	**Instrumento**
Rendimiento de pepino dulce	Número de fruto	Observación	Registro
	Peso de fruto	Medición	Balanza calibrada
	Rendimiento	Cálculo	Software
Calidad de pepino dulce	Longitud de vaina	Medición	Vernier digital
	Diámetro de vaina	Medición	Vernier digital
	Contenido de sólidos solubles	Medición	Refractómetro
	pH de fruto	Medición	pH-metro

Nota. Elaboración propia

4.8. Análisis y procesamiento de datos

La información recopilada fue procesada mediante el uso del programa estadísticos Infostat programa usado para el análisis de datos en estudios experimentales. Se realizaron análisis estadísticos descriptivos y posteriormente se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (Tabla 7 y 8) en todas las variables de estudio. Aquellas que cumplieron con estos criterios fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,05$) (Shadish et al., 2002).

Tabla 7

Prueba de normalidad de las variables de estudio

		Shapiro-Wilk	
Variable	**Tratamiento**	**Estadístico**	**Sig.**
Número de fruto	T1	0.96	0.7294
	T2	0.83	0.1623
	T3	0.85	0.2462
	T4	0.64	<0.0001
Peso de fruto	T1	0.81	0.1390
	T2	0.83	0.1614
	T3	0.85	0.2416
	T4	0.99	0.9611
Rendimiento de pepino dulce	T1	0.89	0.4274
	T2	0.98	0.8778
	T3	0.85	0.2499
	T4	0.90	0.4684
Diámetro de fruto	T1	0.84	0.2038
	T2	0.99	0.9378
	T3	0.98	0.8594
	T	0.97	0.8271
Longitud de fruto	T1	0.82	0.1550
	T2	0.96	0.7669
	T3	0.94	0.6239
	T4	0.90	0.4331
Contenido de Sólidos Solubles	T1	0.90	0.4544
	T2	0.82	0.1574
	T3	0.98	0.8546
	T4	0.78	0.0714
pH de pepino dulce	T1	0.89	0.3870
	T2	0.85	0.2213
	T3	0.89	0.4153

Variable	Tratamiento	Shapiro-Wilk Estadístico	Sig.
	T4	0.97	0.8037

Nota. Elaboración propia

Tabla 8

Prueba de homogeneidad de varianzas de las variables de estudio

Variable	gl	Estadístico de Levene	Pr>F
Número de fruto	3	2.70	0.0924
Peso de fruto	3	0.70	0.5676
Rendimiento de pepino dulce	3	1.71	0.2176
Diámetro de fruto	3	1.37	0.3131
Longitud de fruto	3	1.17	0.3616
Brix de fruto	3	3.15	0.0649
pH de fruto	3	1.40	0.2901

Nota. Elaboración propia

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Rendimiento de pepino dulce

La tabla 9 presenta un análisis descriptivo de los parámetros relacionados con el rendimiento del pepino dulce.

Tabla 9

Estadística descriptiva para parámetros asociados al rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete

PAR.	$\bar{x}$	SE	Me	Mo	Sd	σ^2	Curt	Asim	Rango	Min	Max	CV
NF	6.6	0.2	6.7	6.7	0.7	0.5	0.3	-0.5	2.7	5.0	7.7	11.2
PF(g)	271.9	12.8	274.7	-	51.1	2608.1	-0.5	0.0	178.8	189.4	368.2	18.8
REN (t/ha)	24.7	1.2	24.5	-	4.9	23.8	-0.9	0.0	16.8	16.9	33.7	19.8

Nota. ($\bar{x}$) Media, SE (error estándar), (Me) mediana, Mo (moda), (Sd), desviación estándar, (σ^2) varianza, (Curt) curtosis, (Asim) asimetría, (Min) mínimo, (Max) máximo y (CV) coeficiente de variación. Parámetros: (NF) número de frutos, (PF) peso de fruto y (REN) rendimiento.

Se aprecia que el promedio de frutos por planta es de 6.6, con una variabilidad relativamente baja (desviación estándar de 0.7 y coeficiente de variación del 11.2%), lo que indica un comportamiento bastante homogéneo en esta variable. Además, su distribución es ligeramente simétrica y presenta una curtosis cercana a la normalidad, lo que sugiere una distribución de datos sin valores extremos relevantes.

En cuanto al peso del fruto, los valores muestran una mayor dispersión, con una desviación estándar de 51.1 y una varianza muy alta, reflejando una heterogeneidad entre los pesos de los frutos. A pesar de ello, la media y la mediana están muy próximas (271.9 g y 274.7 g respectivamente), lo que indica una distribución centrada, aunque el rango de variación es considerable, con pesos que van desde 189.4 g hasta 368.2 g. El coeficiente de variación del 18.8% refuerza esta alta variabilidad.

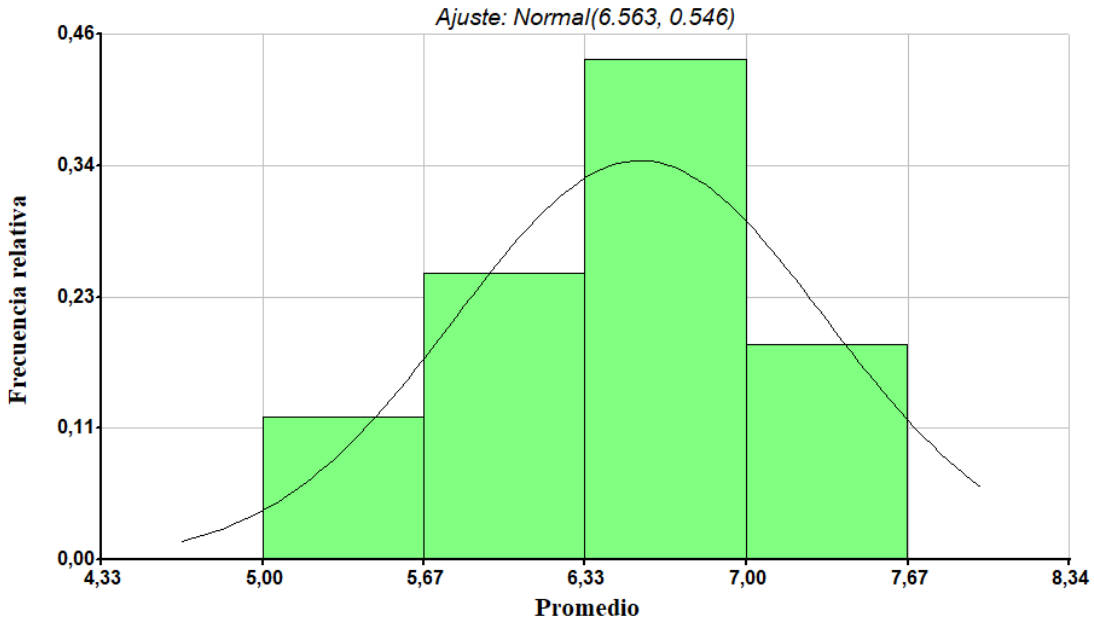
Por último, el rendimiento muestra también una amplia dispersión (19.8%), con valores que oscilan entre 16.9 y 33.7. Aunque la media (24.7) y la mediana (24.5) son cercanas, la curtosis negativa (-0.9) indica una distribución más aplanada, probablemente con menos valores extremos. En ese aspecto, estos datos permiten concluir que tanto el peso del fruto como el rendimiento

presentan mayor variabilidad en comparación con el número de frutos, lo que puede influir en la estabilidad del rendimiento total.

En ese sentido la figura 14 muestra un histograma que representa la distribución del número de frutos de pepino dulce por planta, con un ajuste a distribución normal. El promedio de frutos es de 6.563, con una desviación estándar baja de 0.546, lo cual indica que la mayoría de los valores se agrupan cerca de la media. La curva en forma de campana refuerza esta idea, mostrando una distribución simétrica con una alta frecuencia relativa entre los 6 y 7 frutos. Esto sugiere un comportamiento bastante uniforme en la producción por planta dentro de la muestra analizada. Según la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 7), los tratamientos T1, T2 y T3 presentan valores de significancia mayores a 0.05, indicando que los datos no rechazan la normalidad; solo T4 muestra una excepción, pero el grupo total presenta una tendencia a la normalidad según el histograma. Además, la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas muestra un p-valor de 0.0924, superior al umbral de 0.05 (Tabla 8), confirmando que las varianzas son homogéneas entre los grupos estudiados. Por lo tanto, es pertinente avanzar con el ANOVA para analizar las diferencias entre tratamientos.

Figura 14

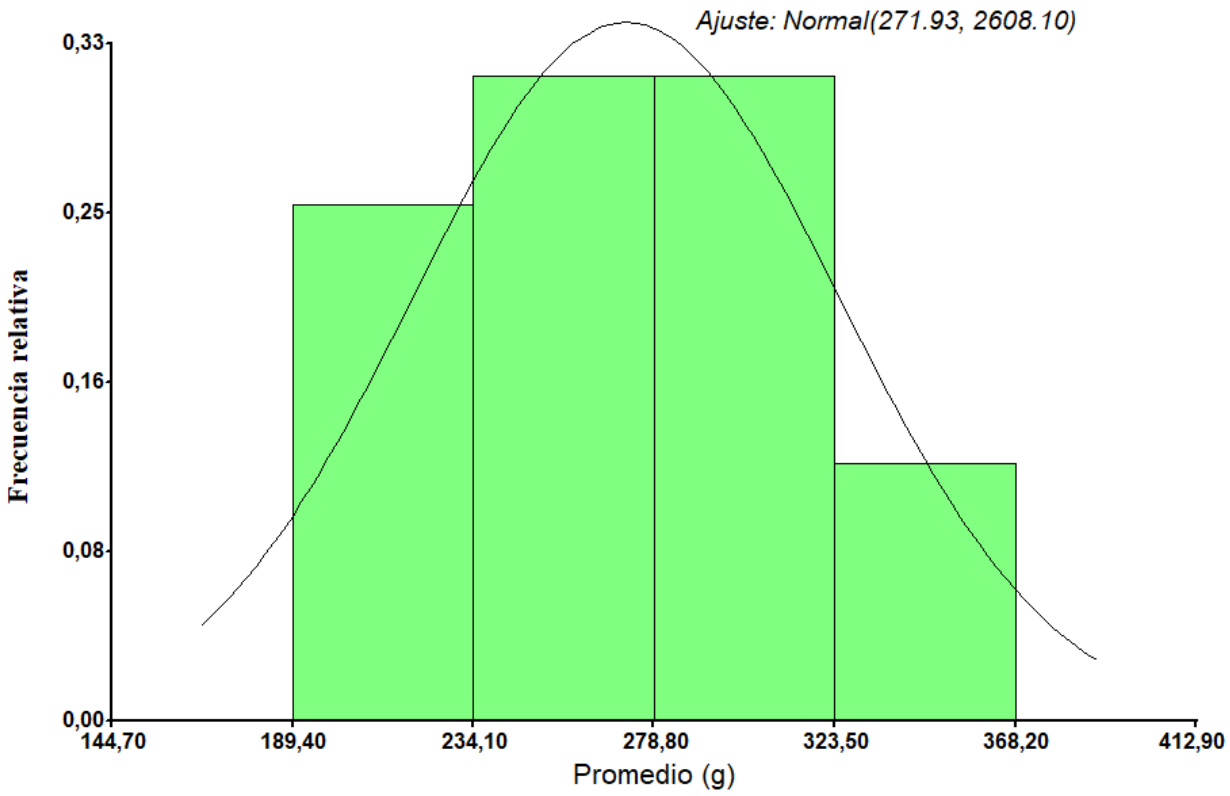
Histograma de frecuencia de número de frutos de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete



La figura 15 presenta un histograma que muestra la distribución del peso de los frutos de pepino dulce, con un ajuste a una curva normal. El peso promedio registrado es de 271.94 gramos, con una desviación estándar de 51.07 gramos, lo que indica una variabilidad moderada en los datos. La forma de la curva sugiere una distribución relativamente simétrica, con la mayoría de los frutos concentrados entre los 234 y 324 gramos. Los valores de significancia obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 7) para todos los tratamientos son superiores a 0.05, confirmando que no se rechaza la hipótesis de normalidad en ninguno de los grupos analizados. Además, la prueba de Levene para homogeneidad de varianzas (Tabla 8) (p-valor 0.5676), evidencia varianzas homogéneas entre los tratamientos para el peso de fruto. Por tanto, al cumplir con los supuestos se procede a realizar la aplicación de ANOVA.

Figura 15

Histograma de frecuencia de peso de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete



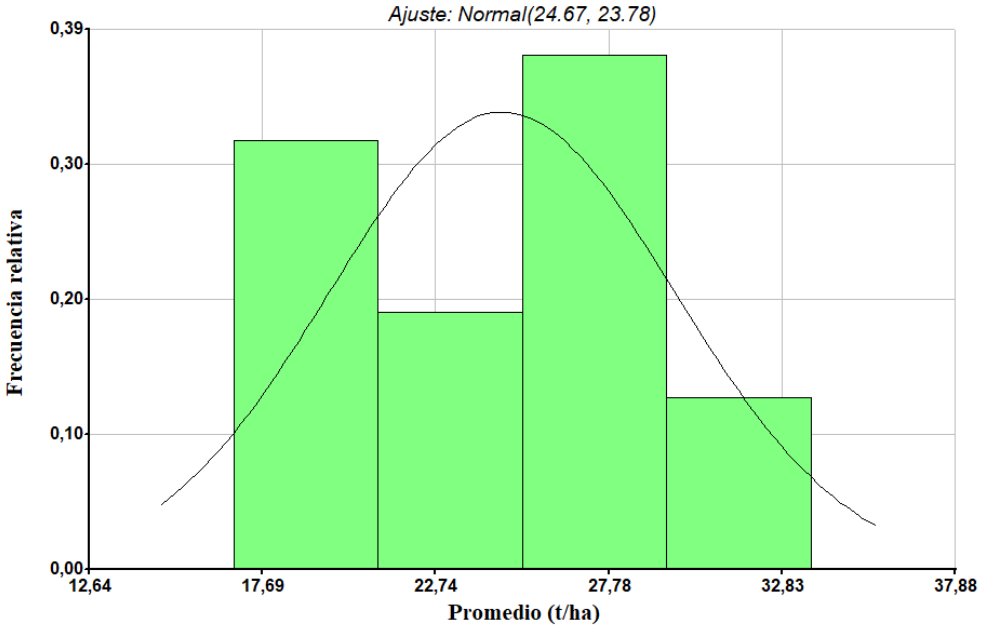
La Figura 16 muestra el histograma del rendimiento de pepino dulce con una distribución cercana a la normal, con una media de 24.67 y una desviación estándar de 23.78. A pesar de que

la mayoría de los datos se agrupan alrededor de la media, se observan irregularidades en las colas, indicando una mayor dispersión en los extremos.

En la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Tabla 7), todos los tratamientos para el rendimiento presentan valores de significancia superiores a 0.05, indicando que los datos no difieren significativamente de una distribución normal. Por su parte, la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene (Tabla 8) reporta un p-valor de 0.2176 para esta variable. Por lo tanto, se cumplen tanto la normalidad como la homogeneidad de varianzas, lo que justifica la aplicación de ANOVA para comparar los tratamientos en el rendimiento de pepino dulce.

Figura 16

Histograma de frecuencia de rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete



Calidad de pepino dulce

La tabla 10 presenta la estadística descriptiva de varios parámetros relacionados con la calidad del pepino dulce.

Tabla 10

Estadística descriptiva para parámetros asociados a la calidad de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete

PAR.	x̄	SE	Me	Mo	Sd	σ²	Curt.	Asim.	Rango	Mín.	Máx.	C.V.
DF (mm)	89.9	0.8	89.7	-	3.0	9.2	2.4	0.9	12.9	84.9	97.8	3.4
LF (mm)	96.0	1.2	94.2	-	5.0	25.0	0.03	0.6	18.5	87.6	106.1	5.2
Brix	5.4	0.1	5.4	6.0	0.4	0.20	-1.4	0.3	1.2	4.8	6.0	8.2
pH	4.33	0.03	4.30	4.2	0.13	0.02	0.52	1.13	0.47	4.20	4.67	3.08

Nota. ($\bar{x}$) Media, SE (error estándar), (Me) mediana, Mo (moda), (Sd), desviación estándar, (σ^2) varianza, (Curt) curtosis, (Asim) asimetría, (Min) mínimo, (Max) máximo y (CV) coeficiente de variación. Parámetros: (DF) diámetro de fruto, (LF) longitud de fruto.

Se observa que el diámetro de fruto (DF) tuvo un promedio de 89.9 mm con una desviación estándar de 3.0, mientras que la longitud de fruto (LF) mostró un promedio superior de 96.0 mm y una mayor desviación estándar de 5.0. Ambos parámetros muestran coeficientes de variación bajos (3.4% para DF y 5.2% para LF), lo que indica poca variabilidad entre los frutos evaluados. En cuanto a los valores extremos, el diámetro osciló entre 84.9 y 97.8 mm, y la longitud entre 87.6 y 106.1 mm. Las medidas de curtosis y asimetría en DF y LF reflejan distribuciones cercanas a la normalidad, aunque la longitud de fruto presenta una leve asimetría negativa.

En lo que respecta a la calidad interna del fruto, el Brix presentó un valor promedio de 5.4%, con una desviación estándar de 0.4 y un coeficiente de variación del 8.2%, evidenciando mayor variabilidad. El pH tuvo un promedio de 4.43, con desviación estándar de 0.13 y coeficiente de variación de 3.08 %, lo que sugiere que es un parámetro bastante homogéneo entre los frutos estudiados. Los valores de curtosis y asimetría del brix y pH muestran ligeras diferencias respecto a una distribución normal, pero no presentan tendencias extremas.

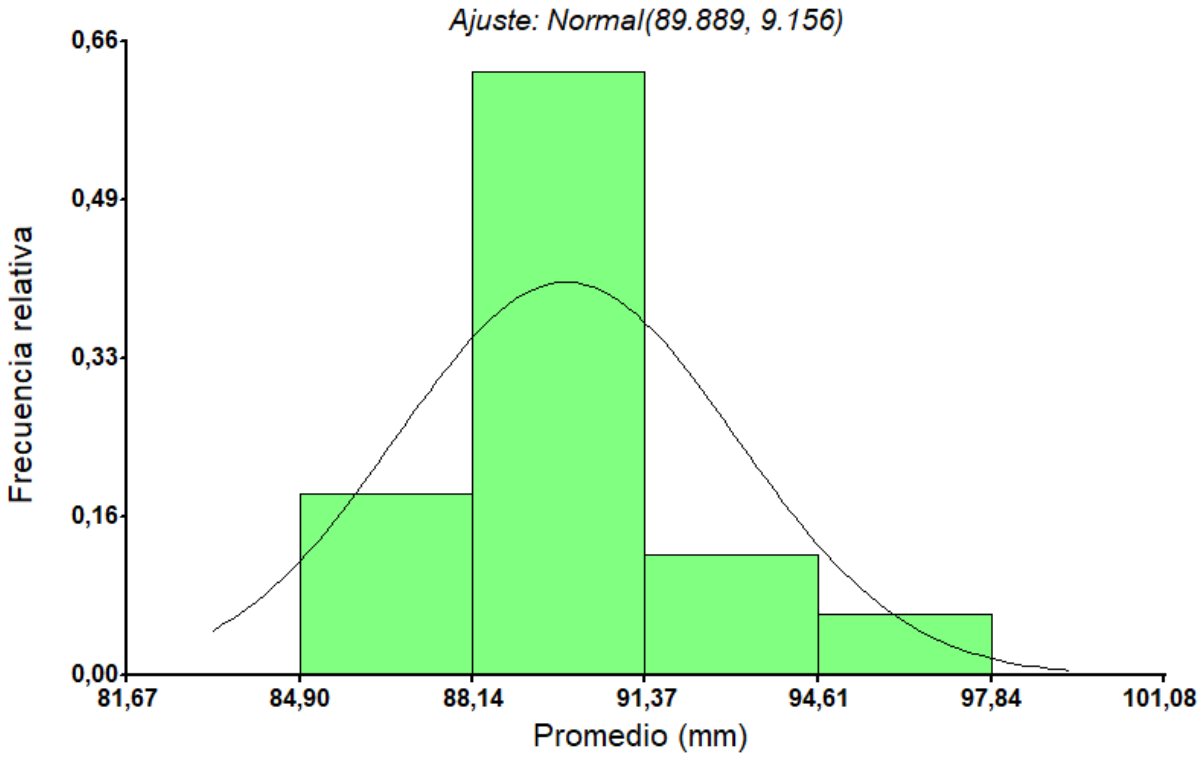
La Figura 17 muestra la distribución del diámetro promedio de un fruto, representada mediante un histograma de frecuencia relativa con ajuste a una curva normal. El ajuste normal tiene una media de 89.889 mm y una desviación estándar de 9.156 mm, lo cual sugiere que los

valores están moderadamente dispersos alrededor del promedio y con escasos casos que se alejan de este valor. En general, la forma de campana de la curva indica que el diámetro de los frutos tiende a seguir un comportamiento normal, con pocos casos extremos hacia ambos lados.

Por su parte, la normalidad se confirma en todos los tratamientos del diámetro de fruto, con valores que superan el nivel de significancia (0.05) en la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 7). Asimismo, la prueba de Levene muestra homogeneidad de varianzas (p=0.3131) entre los grupos (Tabla 8). Por tanto, se cumplen los requisitos para aplicar ANOVA.

Figura 17

Histograma de frecuencia de diámetro de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete

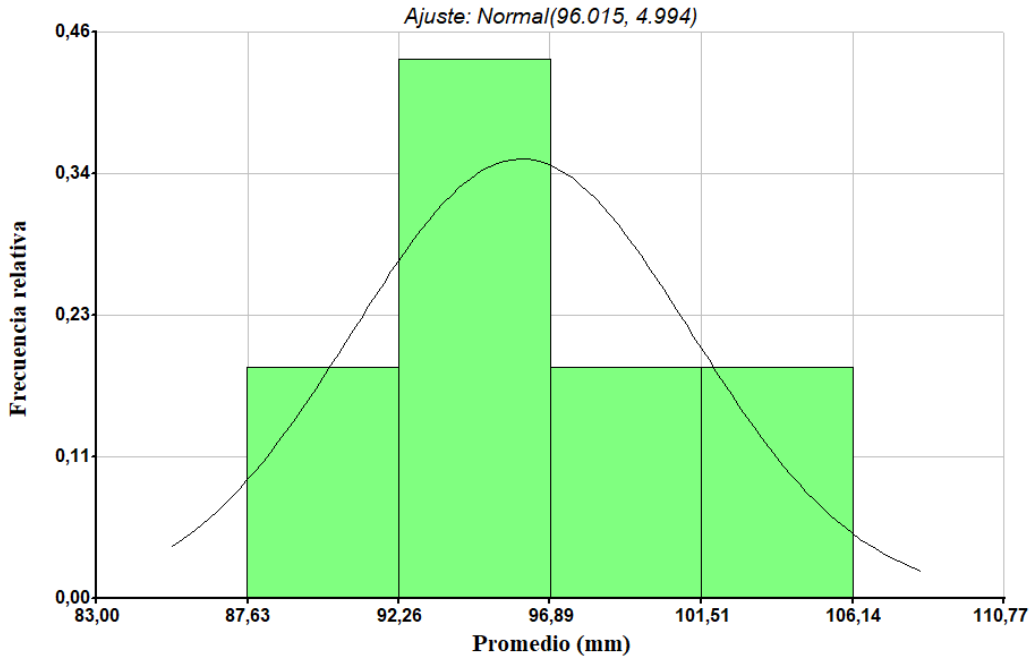


La figura 18 correspondiente a la longitud del fruto muestra una distribución que se ajusta visualmente bien a la curva normal superpuesta, con una media de aproximadamente 96.01 mm y una desviación estándar de 4.99 mm. La forma del gráfico es bastante simétrica y la mayor parte de los datos se agrupan en torno a la media, sin presencia de colas alargadas. Esto sugiere que los datos presentan un comportamiento cercano a la normalidad; esto es corroborado por la prueba de Shapiro-Wilk que confirma la normalidad en todos los tratamientos de longitud de fruto (Tabla 7),

y la prueba de Levene indica homogeneidad de varianzas con un valor de p=0.3616 (Tabla 8). Por tanto, se cumple con los requisitos para el uso del ANOVA.

Figura 18

Histograma de frecuencia de longitud de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete

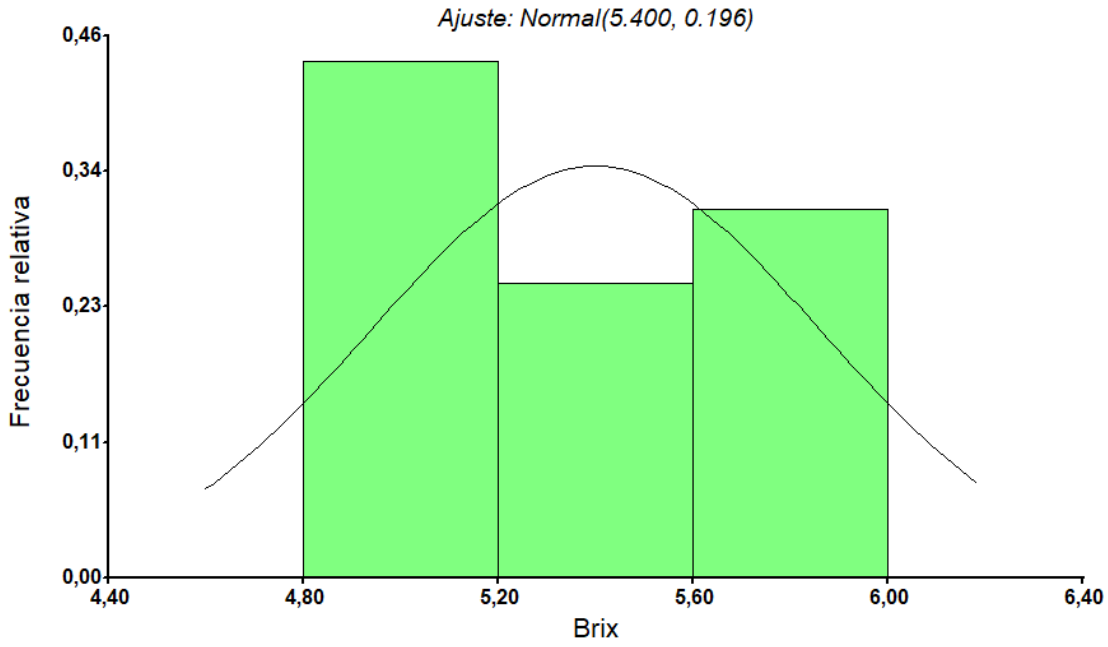


La Figura 19 muestra el histograma de la distribución de frecuencias del índice de Brix de los frutos de pepino dulce. El gráfico revela que los valores de Brix se concentran en el rango de 4.80 a 5.20, con una distribución que sigue una tendencia normal, como lo indica la curva que se superpone al histograma. Esta distribución sugiere que la mayoría de los frutos presentan un contenido de azúcar alrededor de 5.4, con una baja variabilidad (desviación estándar es de 0.196).

Por su parte, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk muestra valores de significancia superiores a 0.05 en todos los tratamientos (Tabla 7), evidenciando cumplimiento del supuesto de normalidad. Asimismo, la prueba de Levene reporta homogeneidad de varianzas entre tratamientos (p=0.0649) (Tabla 8), por lo que se cumplen los requisitos estadísticos para la aplicación de ANOVA en la comparación de los diferentes grupos.

Figura 19

Histograma de frecuencia de brix de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete

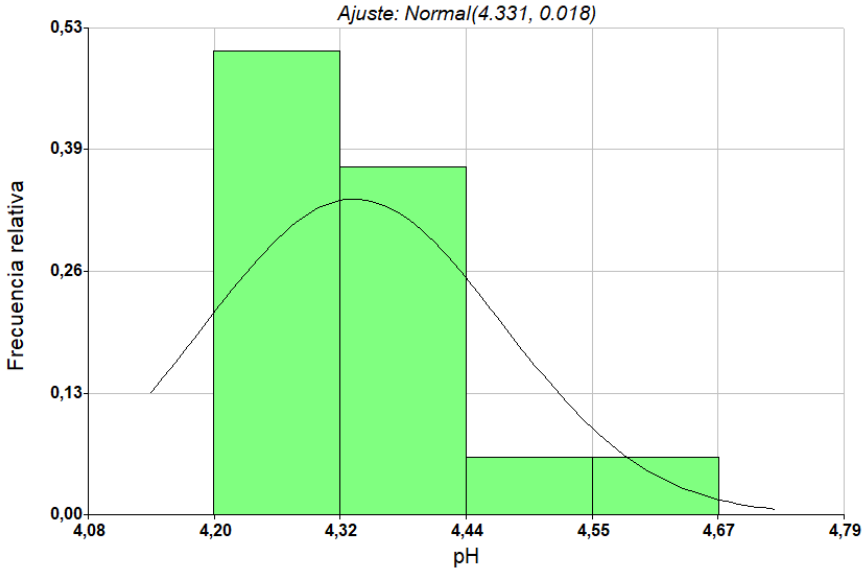


La figura 20 muestra el histograma de frecuencia relativa de valores de pH de frutos de pepino dulce. Aunque la distribución del pH de los frutos de pepino dulce muestra una tendencia general hacia una distribución normal; sin embargo, no se ajusta perfectamente a la curva. La mayoría de los datos se concentran alrededor de la media (4.331).

Sin embargo, la prueba de Shapiro-Wilk confirma la normalidad en todos los tratamientos, ya que muestra valores de significancia superiores a 0.05 (Tabla 7). Además, se observa homogeneidad de varianzas entre los tratamientos según la prueba de Levene ($p>0.05$) (Tabla 8), lo que permite aplicar el ANOVA.

Figura 20

Histograma de frecuencia de pH de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de citoquinina, en Cañete



5.2. Resultados inferenciales

- **Rendimiento de pepino dulce**

  Numero de frutos

La tabla 11 muestra el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al número de frutos de pepino dulce. Los resultados evidencian que el efecto del tratamiento no fue significativo (p = 0.0903), lo que significa que tratamientos aplicados no provocaron efectos estadísticos significativos en esta variable.

De igual forma, no hubo efecto por parte del bloque (p = 0. 2535). El coeficiente de determinación (R^2) alcanzó un valor de 0.60, lo que representa que el modelo explica el 60 % de la variabilidad observada en los datos. Asimismo, el coeficiente de variación fue de 9.15 %, lo que refleja una dispersión baja de los datos en torno a la media.

Tabla 11

Análisis de varianza en el número de frutos de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.94	6	0.82	2.29	0.1276
Tratamiento	3.20	3	1.07	2.96	0.0903

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	1.75	3	0.58	1.62	0.2535
Error	3.24	9	0.36		
Total	8.18	15			
CV				9.15	
R^2				0.60	

Nota. Elaboración propia

En ese mismo sentido, la tabla 12 detalla los resultados de la prueba de comparación de Tukey al 5 % para el número de fruto. Los resultados mostraron que no se reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Aun así, se registró que el tratamiento T2 alcanzó el mayor valor de número de frutos por planta con 7.34 frutos, seguido del T4 (6.34 frutos), T1 (6.33 frutos) y finalmente el T3 (6.25 frutos).

Tabla 12

Análisis de varianza en el número de frutos de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

TRAT	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 0 ml/200L	6.33	4	0.30	A
T2: 500 ml/200L	7.34	4	0.30	A
T3: 750 ml/200L	6.25	4	0.30	A
T4: 1000 ml/200L	6.34	4	0.30	A

Nota. Elaboración propia

Peso de fruto

La tabla 13 muestra el análisis ANOVA correspondiente al peso de los frutos de pepino dulce. Los resultados evidencian que el efecto del tratamiento no fue significativo ($p = 0.4495$), lo que indica que las diferentes concentraciones de citoquinina aplicadas no produjeron variaciones estadísticas en esta variable.

Por otro lado, el efecto del bloque resultó significativo ($p = 0.0293$), lo que sugiere que la variación entre bloques influyó de manera determinante en el peso del fruto. El coeficiente de determinación (R^2) alcanzó un valor de 0.66, lo que representa que el modelo explica el 66 % de la variabilidad observada en los datos, considerado un nivel aceptable dentro de los ensayos agronómicos. Asimismo, el coeficiente de variación (CV) fue de 14.20 %, lo que refleja una dispersión moderada de los datos en torno a la media.

Tabla 13

Análisis de varianza en el peso de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25705.94	6	4284.32	2.87	0.0753
Tratamiento	4326.63	3	1442.21	0.97	0.4495
Bloque	21379.31	3	7126.44	4.78	0.0293
Error	13415.64	9	1490.63		
Total	39121.58	15			
CV			14.20		
R^2			0.66		

Nota. Elaboración propia

En esa misma línea, la tabla 14 presenta los resultados de la prueba de Tukey al 5 % para el peso de fruto en cada tratamiento. Los valores oscilaron entre 244.20 g y 287.20 g según la dosis aplicada. No obstante, de acuerdo con el criterio de Tukey, no se reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Aun así, se registró que el tratamiento T2 alcanzó el mayor peso promedio con 287.20 g, mientras que el testigo (T1) obtuvo el valor más bajo con 244.20 g.

Tabla 14

Prueba de comparación de Tukey al 5% en el peso de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

TRAT	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 0 ml/200L	244.20	4	19.30	A
T2: 500 ml/200L	287.20	4	19.30	A
T3: 750 ml/200L	277.30	4	19.30	A
T4: 1000 ml/200L	279.05	4	19.30	A

Nota. Elaboración propia

Rendimiento

La tabla 15 presenta el ANOVA correspondiente al rendimiento del pepino dulce bajo diferentes concentraciones de citoquinina en Cañete. El valor de p obtenido para el factor tratamiento fue de 0.1257, valor por encima del nivel de significancia (0.05), lo que indica que los tratamientos aplicados no generaron efectos estadísticamente significativos sobre el rendimiento de pepino dulce.

El coeficiente de determinación (R^2) alcanzó un valor de 0.55, lo que significa que el modelo explicó el 55 % de la variabilidad observada en los datos. Por su parte, el coeficiente de variación (CV) es de 17.11 %, lo que refleja una variabilidad moderada en las mediciones del rendimiento.

Tabla 15

Análisis de varianza del rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	196.41	6	32.74	1.84	0.1979
Tratamiento	133.54	3	44.51	2.50	0.1257
Bloque	62.87	3	20.96	1.18	0.3720
Error	160.40	9	17.82		
Total	356.82				
CV			17.11		
R^2			0.55		

Nota. Elaboración propia

En la tabla 16 se presenta los resultados de la prueba de Tukey al 5 %, los cuales coinciden con lo observado en el análisis ANOVA. Todos los tratamientos comparten la misma agrupación estadística (A), lo que demuestra que no hubo efecto significativo de los tratamientos en el rendimiento de peino dulce.

A pesar de ello, es importante señalar que el tratamiento T2 alcanzó el mayor rendimiento con 29.30 t/ha, seguido por T4 con 24.13 t/ha, T3 con 23.93 t/ha y finalmente el testigo (T1) con 21.34 t/ha. Aunque estas variaciones numéricas reflejan ligeras diferencias entre los tratamientos, estadísticamente se consideran parecidos.

Tabla 16

Prueba de comparación de Tukey al 5% en el rendimiento de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

TRAT	Medias (tn/ha)	n	E.E.	Grupo
T1: 0 ml/200L	21.34	4	2.11	A
T2: 500 ml/200L	29.30	4	2.11	A
T3: 750 ml/200L	23.93	4	2.11	A
T4: 1000 ml/200L	24.13	4	2.11	A

Nota. Elaboración propia

- **Calidad**

Longitud de fruto

La tabla 17 muestra el ANOVA correspondiente a la longitud del fruto de pepino dulce bajo diferentes concentraciones de citoquinina en Cañete. El valor de p obtenido para el factor tratamiento fue de 0.2862, mayor al nivel de significancia estadística ($p < 0.05$), lo que indica que las dosis evaluadas no generaron efectos estadísticamente significativos sobre esta variable.

El coeficiente de determinación (R^2) alcanzó un valor de 0.45, lo que significa que el modelo explicó el 45 % de la variabilidad total observada en los datos. Asimismo, el coeficiente de variación (CV) se ubicó en 4.98 %, lo que refleja una baja dispersión en torno a la media, evidenciando un alto grado de confiabilidad en los resultados obtenidos.

Tabla 17

Análisis de varianza de longitud de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	168.94	6	28.16	1.23	0.3741
Tratamiento	101.15	3	33.72	1.47	0.2862
Bloque	67.80	3	22.60	0.99	0.4413
Error	205.97	9	22.89		
Total	374.91	15			
CV			4.98		
R^2			0.45		

Nota. Elaboración propia

La tabla 18 presenta los resultados de la prueba de comparación de Tukey al 5 % en la longitud de fruto. Todos los tratamientos comparten el mismo grupo estadístico, confirmando que no hay diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, se observó una mayor respuesta con el T4 con 96.99 mm, seguido del T3 (99.62), T2 (94.38) y por último el T1 (93.07).

Tabla 18

Prueba de comparación de Tukey al 5% en la longitud de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

TRAT	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 0 ml/200L	93.07	4	2.39	A
T2: 500 ml/200L	94.38	4	2.39	A
T3: 750 ml/200L	99.62	4	2.39	A

TRAT	Medias	n	E.E.	Grupo
T4: 1000 ml/200L	96.99	4	2.39	A

Nota. Elaboración propia

Diámetro de fruto

La tabla 19 presenta el ANOVA correspondiente al diámetro del fruto de pepino dulce bajo la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en Cañete. El valor de p obtenido para el factor tratamiento fue de 0.0832, superior al nivel de significancia (0.05), lo que indica que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro del fruto entre las dosis evaluadas.

El modelo explicó el 60 % de la variabilidad observada en los datos, según el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.60$). Asimismo, el coeficiente de variación (CV) fue de 2.76 %, lo que refleja una dispersión mínima en torno a la media y mayor precisión en el experimento.

Tabla 19

Análisis de varianza en el diámetro de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	81.80	6	13.63	2.21	0.1372
Tratamiento	56.96	3	18.99	3.08	0.0832
Bloque	24.84	3	8.28	1.34	0.3210
Error	55.54	9	6.17		
Total	137.34	15			
CV			2.76		
R^2			0.60		

Nota. Elaboración propia

La tabla 20 presenta los resultados de la prueba de Tukey al 5 % para el diámetro del fruto. Todos los tratamientos comparten el mismo grupo estadístico, confirmándose que no existen diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, el tratamiento T4 registró el mayor diámetro con 92.97 mm, mientras que T2 obtuvo el menor valor con 88.05 mm.

Tabla 20

Prueba de comparación de Tukey al 5% para el diámetro de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

TRAT	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 0 ml/200L	88.73	4	1.24	A
T2: 500 ml/200L	88.05	4	1.24	A
T3: 750 ml/200L	89.80	4	1.24	A
T4: 1000 ml/200L	92.97	4	1.24	A

Nota. Elaboración propia

Contenido de sólidos solubles

La tabla 21 presenta un análisis de varianza sobre el contenido de solidos solubles (brix) de los frutos de pepino dulce bajo diferentes concentraciones de citoquinina en Cañete, mostrando que los tratamientos con citoquinina no presentan efectos significativos, con p-valor superior a 0.05 (0.1840).

Por su parte, el coeficiente de variación (CV) fue de 6.73, lo que refleja una variabilidad moderada en los datos, y el R^2 de 0.60 indica que el 60% de la variabilidad en el brix se explica por el modelo. Por su parte, el coeficiente de determinación (R^2) es de un valor de 0.60, lo que indica que el modelo logra explicar el 60% de la variabilidad total observada en los datos. Por último, el coeficiente de variación del 6.73% indica que la dispersión de los resultados respecto a la media es baja.

Tabla 21

Análisis de varianza del contenido de sólidos solubles de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.75	6	0.29	2.21	0.1377
Tratamiento	0.80	3	0.27	2.00	0.1840
Bloque	0.96	3	0.32	2.41	0.1345
Error	1.19	9	0.13		
Total	2.94	15			
CV			6.73		
R^2			0.60		

Nota. Elaboración propia

La tabla 22 muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5% para el brix de los frutos de pepino dulce, donde se indica que no se aprecia diferencias significativas en el brix entre los tratamientos con citoquininas. En cuanto a las respuestas, el tratamiento T4 presentó el valor de brix más alto (5.73), seguido de T1 con 5.43 y los tratamientos T3 y T2 tuvieron valores más bajos con 5.35 y 5.10 respectivamente, pero no mostraron diferencias significativas entre ellos.

Tabla 22

Prueba de comparación de Tukey al 5% para el contenido de sólidos solubles de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

TRAT	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 0 ml/200L	5.43	4	0.21	A
T2: 500 ml/200L	5.10	4	0.21	A
T3: 750 ml/200L	5.35	4	0.21	A
T4: 1000 ml/200L	5.73	4	0.21	A

Nota. Elaboración propia

pH de fruto

La tabla 23 muestra el ANOVA sobre el pH de los frutos de pepino dulce bajo diferentes concentraciones de citoquinina en Cañete. Se muestra que el pH del fruto no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, ya que el p-valor para el factor tratamiento (0.3414) es mucho mayor al nivel de significancia (0.05). Asimismo, el experimento muestra una buena precisión por la baja dispersión de los datos (CV 2.90%), y el modelo logra explicar cerca de la mitad de la variabilidad ($R^2 = 0.47$).

Tabla 23

Análisis de varianza en el pH de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.13	6	0.02	1.33	0.3374
Tratamiento	0.06	3	0.02	1.27	0.3414
Bloque	0.07	3	0.02	1.38	0.3104
Error	0.14	9	0.02		
Total	0.27	15			
CV			2.90		
R^2			0.47		

Nota. Elaboración propia

La tabla 24 muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5% para el pH de los frutos de pepino dulce, donde todos los tratamientos comparten el mismo grupo estadístico (A); lo que indica que no existen diferencias significativas en el pH entre los tratamientos evaluados. En cuanto a las respuestas, el tratamiento T4 presentó el valor de pH más alto (4.42), seguido de T3 (4.33), T1 (4.32) y finalmente el T2 (4.25).

Tabla 24

Prueba de comparación de Tukey al 5% para el pH de fruto de pepino dulce en respuesta a la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina, en Cañete

TRAT	Medias	n	E.E.	Grupo
T1: 0 ml/200L	4.32	4	0.07	A
T2: 500 ml/200L	4.25	4	0.07	A
T3: 750 ml/200L	4.33	4	0.07	A
T4: 1000 ml/200L	4.42	4	0.07	A

Nota. Elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **Rendimiento de pepino dulce**

  Número de frutos

Los resultados mostraron que la aplicación de citoquinina (0, 500, 750 y 1000 ml/200 L) no generó diferencias estadísticas significativas en el número de frutos por planta, aunque el T2 registró el mayor valor con 7.34 frutos/planta.

Estos resultados coinciden en cierta parte con lo reportado por Albornoz (2024) y Palacios (2021), quienes encontraron aumentos significativos en el número de frutos de pepino dulce tras la aplicación de citoquininas, asociado por el uso combinado con otras hormonas y/o bioestimulantes y en condiciones agroclimáticas diferentes como las de Huánuco y Virú. De manera similar, estudios en pimiento y vainita realizados por Urteaga y Shuan (2024) y Arohuanca (2022) reportaron mejoras con dosis específicas de citoquinina, lo que respalda la tendencia positiva de T2, aunque en nuestra investigación no se alcanzó significancia estadística.

Por su parte, Albacete et al. (2009) demostraron que, bajo condiciones de salinidad en tomate, la aplicación de citoquinina no siempre incrementa el número de frutos, debido a interacciones con las auxinas que regulan el cuajado. Por el contrario, Hussain et al. (2025) reportaron que en cucurbitáceas las citoquininas pueden reducir la producción de etileno, favoreciendo así el cuajado de frutos. Estas discrepancias podrían atribuirse a variaciones en las concentraciones aplicadas o las condiciones ambientales.

La ausencia de efectos significativos en este estudio puede estar asociada a que las dosis empleadas no estuvieron en el rango óptimo para estimular la división celular en los ovarios durante el cuajado (Jameson y Song, 2016). Asimismo, las aplicaciones foliares realizadas en esta investigación podrían no haber coincidido con los picos de sensibilidad hormonal (Van Staden y Cook, 1986). Finalmente, factores como la temperatura, la disponibilidad de nutrientes o la variabilidad genética del cultivar (Aremu et al., 2020); también podrían haber limitado la respuesta de la citoquinina. En ese sentido, las bajas temperaturas mínimas por debajo de 15°C, reportadas durante los meses mayo-julio en nuestro estudio, inducen estrés por frío, ralentizando el crecimiento vegetativo, con ello la división celular y afectando la formación de frutos, tal como lo menciona (Lim, 2012) quien señala que la temperatura óptima para el crecimiento del pepino dulce se encuentra entre 15 y 25 °C.

Peso de fruto

Los resultados mostraron que las concentraciones de citoquinina no generaron diferencias significativas en el peso del fruto, aunque T2 (287.20 g) presentó el valor más alto, seguido de T4 (279.05 g), T3 (277.30 g) y T1 (244.20 g).

Los resultados obtenidos difieren de los reportados por Albornoz (2024) y Palacios (2021), quienes observaron incrementos en el peso de los frutos de pepino dulce tras la aplicación de citoquininas. Estas diferencias podrían explicarse por las variaciones en las prácticas agronómicas y las condiciones ambientales bajo las cuales se llevaron a cabo estas investigaciones. De manera similar, Arohuanca (2022) señaló que las dosis intermedias en su investigación obtuvieron respuestas más favorables.

Por su parte, Famiani et al. (1999) observaron incrementos en el peso del kiwi mediante la aplicación de CPPU, una citoquinina sintética que favorece la expansión celular. En tomate, Ghanem et al. (2011) señalaron que niveles elevados de citoquininas endógenas pueden aumentar el peso del fruto en condiciones de salinidad; sin embargo, su efectividad está determinada por la translocación hacia los tejidos reproductivos (Kudo et al., 2010).

En este estudio, la ausencia de significancia estadística podría explicarse por una translocación limitada de la hormona hacia los meristemos de los frutos o por condiciones ambientales que no favorecieron la acumulación de biomasa (Jameson y Song, 2016), como en nuestro caso donde hubo disminución de temperaturas y presencia de alta humedad relativa; o ya sea que la respuesta en el peso de fruto tras la aplicación de citoquinina varía según el genotipo (Aremu et al., 2020).

Rendimiento total

Los resultados presentados mostraron que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, el tratamiento T2 alcanzó el valor más alto con 29.30 t/ha, seguido por T4 (24.13 t/ha), T3 (23.93 t/ha) y T1 (21.34 t/ha).

El rendimiento es una variable determinada por el número y peso de frutos, parámetros que no mostraron significancia, lo que indica que las concentraciones aplicadas no fueron las adecuadas para inducir los procesos fisiológicos en el pepino dulce. Nuestro hallazgo difiere de lo reportado por Albornoz (2024) y Palacios (2021), quienes reportaron aumentos en el rendimiento tras la aplicación de citoquinina. En esa misma línea, Albacete (2009) comprobó que las

citoquininas endógenas incrementan el rendimiento de tomate bajo condiciones de salinidad. Sin embargo, Van Staden y Cook (1986) señalaron que su efectividad puede estar limitada por interacciones con otras fitohormonas, lo que podría explicar las diferencias observadas en nuestros resultados. Por su parte, Hussain et al. (2025), en estudios con pepino, observaron que la supresión del etileno inducida por citoquininas mejoró el rendimiento, y mencionan que el éxito del efecto de esta fitohormona depende de la dosis y del momento de aplicación.

Por el contrario Jameson y Song (2016) sugieren que factores como la disponibilidad de nutrientes, la regulación hormonal endógena, las condiciones climáticas; y la variabilidad genética (Aremu et al., 2020), podrían haber limitado la respuesta observada. Asimismo, en nuestra condición, la alta humedad relativa, bajas temperaturas y la disminución de la luz solar (típico de invierno en costa); redujeron el contenido de clorofilas en las hojas afectando la fotosíntesis (Kader et al., 2011) y con ello el rendimiento final. Estas condiciones ambientales podrían haber interferido con la eficacia de las citoquininas.

- **Calidad de pepino dulce**

  Longitud de fruto

Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticas significativas en la longitud del fruto entre los tratamientos evaluados. No obstante, el tratamiento T3 alcanzó la mayor longitud de fruto con 99.62 mm, seguido por T4 (96.99 mm), T2 (94.38 mm) y, por último, el tratamiento control T1 (93.07 mm). Estos resultados indican que la aplicación de citoquininas no influyó en la longitud del fruto de pepino dulce bajo las condiciones del experimento.

En ese sentido, Ghanem et al. (2011) encontraron que, en tomates bajo condiciones de salinidad, el uso de portainjertos que sintetizan citoquininas en las raíces no tuvo efectos significativos sobre el tamaño del fruto. Asimismo, Van Staden y Cook (1986) mencionaron que la efectividad de las citoquininas puede depender de interacciones con otras fitohormonas, lo que podría explicar la falta de respuesta observada en nuestro estudio.

Sin embargo, existen estudios que reportan resultados contrarios a nuestro resultado. Hussain et al. (2025) mencionan que la aplicación de citoquinina sintética (CPPU) en kiwi incrementa tanto el peso como la longitud del fruto. En el caso del tomate, Gan et al. (2022) observaron que la manipulación de los niveles de citoquininas a través de la sobreexpresión del gen AtCKX2 resultó en frutos más cortos debido a la menor división celular en el pericarpio. Estos resultados sugieren que las citoquininas pueden influir en la elongación del fruto bajo ciertas

condiciones, lo que contrasta con los hallazgos de este estudio. Por lo tanto, es posible que la falta de efectos observados en este estudio se deba a varios factores.

Diámetro de fruto

Los resultados obtenidos en este estudio no mostraron diferencias estadísticas significativas en el diámetro del fruto del pepino dulce entre los tratamientos evaluados. Aunque el tratamiento T4 presentó el mayor diámetro (92.97 mm), seguido del T3 (89.80), T1 (88.73) y finalmente el T2 (88.05). Lo que se evidencia que la aplicación de citoquininas no tuvo un efecto en el diámetro del fruto bajo las condiciones experimentales.

En esa misma línea, Ghanem et al. (2011), en tomate, reportaron que la síntesis de citoquininas en las raíces no afectó el tamaño de los frutos bajo condiciones de control sin salinidad, sugiriendo que los niveles basales de citoquininas pueden ser suficientes para un desarrollo adecuado del fruto. Este hallazgo es consistente con los resultados de nuestro estudio, donde las citoquininas no mostraron un impacto relevante en el diámetro del fruto de pepino dulce.

Sin embargo, en el mismo cultivo, tomate, Gan et al. (2022) observaron que la sobreexpresión del gen AtCKX2 redujo el diámetro del fruto debido a una menor división celular en el pericarpio. Asimismo, Hussain et al. (2025) mencionan que las citoquininas incrementan el diámetro del fruto al promover la división celular y la acumulación de azúcares. Estos autores, sugieren que, en otras especies, las citoquininas pueden tener un efecto positivo sobre el diámetro del fruto.

Contenido de sólidos solubles

Respecto al efecto de las citoquininas en el contenido de sólidos solubles (Brix), no se observaron diferencias estadísticas significativas, siendo el mayor valor obtenido con el T4 con 5.73, seguido del T1 (5.43), T3 (5.35) y, por último, el T2 (5.10). Es así como, la aplicación de citoquininas no tuvo un efecto en contenido de sólidos solubles bajo las condiciones experimentales.

Nuestro resultado coincide con los reportados por Albornoz (2024), quien también encontró que las citoquininas no afectaron significativamente el Brix en pepino dulce. De manera similar, en estudios en cultivos de melón Checca (2018) y fresa Bacilio (2022) no se observaron cambios en el contenido de sólidos solubles, quienes sugieren que el impacto de las citoquininas sobre este parámetro es limitado o depende de factores adicionales, como el material genético del

cultivo. En esa línea, Taglienti et al., (2011) y Aremu et al. (2020) también reportaron que las citoquininas no alteraron la calidad del fruto, destacando su mayor impacto en el tamaño del fruto que en los atributos bioquímicos como el Brix. Este comportamiento se asemeja con los resultados de nuestro estudio, donde las concentraciones evaluadas no provocaron una respuesta significativa en la acumulación de azúcares.

Por el contrario, Le Lievre et al. (2021), reportan un aumento de los sólidos solubles en frutos de kiwi debido a la disponibilidad de citoquininas endógenas, las mismas que se relaciona directamente con una mayor acumulación de azúcares. Zhang y Whiting (2013) también reportaron una relación positiva entre las citoquininas y el incremento de los sólidos solubles en cerezos dulces, donde la citoquinina (CPPU) elevó el Brix, aunque retrasó la coloración del fruto. Esta discrepancia relacionada a nuestra investigación, las citoquininas podrían haber sido menos efectivas debido al rango de concentraciones utilizadas (500-1000 ml/200 L); o por la falta de coincidencia con la fase crítica de expansión celular, cuando la demanda de carbohidratos es más alta (Le Lievre et al., 2021). Además, factores como el estado nutricional de las plantas y las condiciones ambientales podrían haber influido en la falta de respuesta observada en el Brix, tal como lo indican Nardozza et al., (2020) y Aremu et al. (2020), quienes sugieren que la efectividad de las citoquininas depende de un balance adecuado de carbohidratos y actividad fotosintética.

pH de fruto

En cuanto al pH de los frutos, no se mostraron diferencias significativas debido a la aplicación de citoquininas, obteniéndose el mayor valor con el T4 (4.42), seguido del T3 (4.33), T1 (4.32) y finalmente el T2 (4.25). Es así como, la aplicación de citoquininas no tuvo un efecto en el pH del fruto bajo nuestras condiciones.

Nuestro resultado coincide con la de Tyagi et al. (2021), quienes no encontraron efectos de las citoquininas sobre el pH ni el contenido de ácido tartárico en uvas. De igual manera, Aremu (2020) menciona que la aplicación de citoquinina (CPPU) en mango no alteró significativamente el pH ni la acidez titulable, sugiriendo que las citoquininas no tienen un impacto importante en la acidez de los frutos en algunas especies.

Por el contrario, en tomate, Gan et al. (2022) reportaron que la manipulación de citoquininas endógenas afectó indirectamente el pH de los frutos, a través de cambios en el metabolismo celular y la expresión de genes relacionados con los ácidos orgánicos. De manera similar, Aremu (2020) reporta que la aplicación de citoquininas en fresa aumentó ligeramente la

acidez titulable con dosis bajas (5 mg/L), pero dosis mayores no tuvieron efectos significativos. Estos resultados sugieren que la efectividad de las citoquininas para alterar el pH de los frutos podría depender de la concentración utilizada y de las características específicas de cada cultivo, lo cual podría explicar los resultados obtenidos en este estudio.

VII. CONCLUSIONES

En el rendimiento:

- La aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina no generó diferencias estadísticas significativas en las variables de rendimiento (número de frutos por planta, peso promedio y rendimiento por hectárea). Sin embargo, se observó una mayor respuesta con el T2 (500 ml/200 L), que alcanzó el mayor número de frutos (7.34 frutos por planta), peso de fruto (287.20 g) y rendimiento total con 29.30 t/ha.

En la calidad de fruto:

- De igual forma, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los parámetros de longitud y diámetro de fruto, contenido de sólidos solubles (brix) y pH. Sin embargo, se obtuvo una mayor respuesta en la longitud de fruto con el T3 (750 ml/200 L) con 99.62 mm y con el T4 (1000 ml/200 L) mayor respuesta en el diámetro de fruto y brix con 92.97 mm y 5.73 respectivamente. El pH del fruto se mantuvo dentro de un rango estable entre 4.25 y 4.42

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Realizar pruebas con un rango más amplio de concentraciones para identificar la dosis óptima.
- Investigar el impacto de aplicar citoquinina en etapas críticas del desarrollo del fruto (expansión celular o fecundación)
- Investigar interacciones de citoquininas con otras fitohormonas y bioestimulantes.
- Desarrollar investigaciones en distintas condiciones edafoclimáticas a las de Cañete.

IX. REFERENCIAS

Alarcón, S. (1994). *Efecto de cuatro etapas fenológicas de trasplante y siembra directa en el rendimiento del pepino (Cucumis sativus L.)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/home

Albacete, A., Martínez-Andújar, C., Ghanem, M., Acosta, M., Sánchez-Bravo, J., Asins, M., Cuartero, J., Lutts, S., Dodd, I., y Pérez-Alfocea, F. (2009). Rootstock-mediated changes in xylem ionic y hormonal status are correlated with delayed leaf senescence, and increased leaf area y crop productivity in salinized tomato. *Plant Cell and Environment*, *32*(7), 928–938. https://doi.org/10.1111/J.1365-3040.2009.01973.X

Albornoz, A. (2024). *Efecto de los fitorreguladores en el rendimiento y calidad del pepino dulce (Solanum muricatum) en condiciones de CIFO-UNHEVAL, Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/10563

Amador-Alférez, K., Díaz-González, J., Loza-Cornejo., y Bivián-Castro, E. (2013). Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de Ferocactus (Cactaceae). *Polibotánica*, *35*, 109–131. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62125675007

Aremu, A., Fawole, O., Makunga, N., Masondo, N., Moyo, M., Buthelezi, N., Amoo, S., Spíchal, L., y Doležal, K. (2020a). Applications of Cytokinins in Horticultural Fruit Crops: Trends and Future Prospects. *Biomolecules*, *10*(9), 1222. https://doi.org/10.3390/biom10091222

Arohuanca, S. (2022). *Efecto de citoquinina en rendimiento de dos variedades de vainita (Phaseolus vulgaris L.) en Moquegua* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. https://hdl.handle.net/20.500.12819/121

Bacilio, K. (2022). *Efecto de Citoquinina en el rendimiento y calidad del cultivo de fresa (Fragaria x Ananassa Duch.) valle Lacramarca* [Tesis de pregrado, Universidad de San Pedro]. https://repositorio.usanpedro.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7bd3baa2-820d-42dd-8f83-449364e2d787/content

Balbontín, C., y Reyes, M. (Eds.). (2023). *Uso de inductores hormonales para incrementar la tolerancia a sequía y calidad de frutos en arándano.* Boletín INIA N° 484. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Raihuén. Chillan, Chile. 88 p.

Checca, Q. (2018). *Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del melón (Cucumis melo L.)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/home

Colque, B. (2014). *Efectos de diferentes concentraciones de citoquininas en tres momentos de aplicación y su influencia en el rendimiento del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo las condiciones de la irrigación Majes, Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui]. https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/121

Connor, D., Loomis, R., y Cassman, K. (2011). *Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems* (2d. ed.). Cambridge University Press: USA.

Contreras, C., González-Agüero, M., y Defilippi, B. (2016). Una revisión de la fruta de pepino (*Solanum muricatum* Aiton): una perspectiva de calidad. *HortScience*, *51*(9), 1127–1133. https://doi.org/10.21273/HORTSCI10883-16

Cortleven, A., Leuendorf, J., Frank, M., Pezzetta, D., Bolt, S., y Schmülling, T. (2019). Cytokinin action in response to abiotic and biotic stresses in plants. *Plant, Cell & Environment*, *42*(3), 998–1018. https://doi.org/10.1111/pce.13494

Creswell, J., y Creswell, J. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications. Obtenido de https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/510378/mod_resource/content/1/creswell.pdf

Emery, R., y Kisiala, A. (2020). The Roles of Cytokinins in Plants and Their Response to Environmental Stimuli. *Plants (Basel)*, *9*(9), 1158. https://doi.org/10.3390/plants9091158

Famiani, F., Battistelli, A., Moscatello, S., Boco, M., y Antognozzi, E. (1999). Thidiazuron affects fruit growth, ripening and quality of Actinidia deliciosa. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *74*(3), 375–380. https://doi.org/10.1080/14620316.1999.11511124;JOURNAL:JOURNAL:THSB18;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Francis, D. (2007). The plant cell cycle--15 years on. *The New Phytologist*, *174*(2), 261–278. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02038.x

Gan, L., Song, M., Wang, X., Yang, N., Li, H., Liu, X., y Li, Y. (2022). Cytokinins are involved in regulation of tomato pericarp thickness and fruit size. *Horticulture Research*, *9*. https://doi.org/10.1093/HR/UHAB041,

García, C., Jurado, J., y Vásquez, C. (2017). *Evaluación comparativa del rendimiento de dos variedades híbridas de pepino (Cucumis Sativus L.); Tropicuke II y Poinsett 76, bajo dos sistemas de cultivo: Hidropónico en Casa Malla vs Tradicional* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Repositorio de la Universidad de El Salvador. https://hdl.handle.net/20.500.14492/23318

García, R. (2022). *Evaluación de fitorreguladores en la producción de frijol castilla (Vigna unguiculata), en condiciones del Valle de Huaura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6851

Ghanem, M., Albacete, A., Smigocki, A., Frébort, I., Pospísilová, H., Martínez-Andújar, C., Acosta, M., Sánchez-Bravo, J., Lutts, S., Dodd, I. C., y Pérez-Alfocea, F. (2011). Root-synthesized cytokinins improve shoot growth and fruit yield in salinized tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Journal of Experimental Botany*, *62*(1), 125–140. https://doi.org/10.1093/JXB/ERQ266,

Grosskinsky, D., Naseem, M., Abdelmohsen, U., Plickert, N., Engelke, T., Griebel, T., Zeier, J., Novák, O., Strnad, M., Pfeifhofer, H., Van der Graaff, E., Simon, U., y Roitsch, T. (2011). Cytokinins mediate resistance against Pseudomonas syringae in tobacco through increased antimicrobial phytoalexin synthesis independent of salicylic acid signaling. *Plant Physiol*, *157*(2), 815–830. https://doi.org/10.1104/pp.111.182931

Hussain, S., Chang, J., Li, J., Chen, L., Ahmad, S., Song, Z., Zhang, B., y Chen, X. (2025). Multifunctional Role of Cytokinin in Horticultural Crops. *International Journal of Molecular Sciences*, *26*(3), 1037. https://doi.org/10.3390/IJMS26031037

Hwang, I., Sheen, J., y Müller, B. (2012). Cytokinin Signaling Networks. *Annual Review of Plant Biology*, *63*, 353–380. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105503

Jameson, P., y Song, J. (2016). Cytokinin: A key driver of seed yield. *Journal of Experimental Botany*, *67*(3), 593–606. https://doi.org/10.1093/JXB/ERV461,

Kader, D., Saleh, A., Elmeleigy, S., y Dosoky, N. (2011). Chilling-induced oxidative stress and polyamines regulatory role in two wheat varieties. *Journal of Taibah University for Science*, *5*(1), 14–24. https://doi.org/10.1016/S1658-3655(12)60034-X

Kudo, T., Kiba, T., y Sakakibara, H. (2010). Metabolism and long-distance translocation of cytokinins. *Journal of Integrative Plant Biology*, *52*(1), 53–60. https://doi.org/10.1111/J.1744-7909.2010.00898.X,

Le Lievre, D., Anderson, R., Boldingh, H., Cooney, J., Seelye, R., Gould, N., Hunter, D., Jensen, D., Pereira, T., Wohlers, M., Clearwater, M., y Richardson, A. (2021). Modifying carbohydrate supply to fruit during development changes the composition and flavour of actinidia chinensis var. Chinensis ‘zesy002′ kiwifruit. *Plants*, *10*(7), 1328. https://doi.org/10.3390/PLANTS10071328/S1

Lim, T. (2012). Edible medicinal and non-medicinal plants. In *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*. Springer Dordrecht.

Liu, Y., Zhang, M., Meng, Z., Wang, B., y Chen, M. (2020). Research Progress on the Roles of Cytokinin in Plant Response to Stress. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(18), 6574. https://doi.org/10.3390/ijms21186574

Marini, R., Schupp, J., Baugher, T., y Crassweller, R. (2019). Relationships between fruit weight and diameter at 60 days after bloom and at harvest for three apple cultivars. *HortScience*, *54*(1), 86–91. https://doi.org/10.21273/HORTSCI13591-18

Mok, D., y Mok, M. (1994). *Cytokinins: Chemistry, Activity, and Function*. CRC Press. Obtenido de https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19950708958

Nardozza, S., Cooney, J., Boldingh, H., Hewitt, K., Trower, T., Jones, D., Thrimawithana, A., Allan, A., y Richardson, A. (2020). Phytohormone and transcriptomic analysis reveals endogenous cytokinins affect kiwifruit growth under restricted carbon supply. *Metabolites*, *10*(1). https://doi.org/10.3390/METABO10010023,

Obregón, L. (2021). *Efecto de la citoquinina en las características nutricionales del cultivo de pepinillo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5286/LESLIE RUTH OBREGÓN YUNCAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ocaña, T., y Soto, K. (2023). *Respuesta a la aplicación de fitorreguladores en el rendimiento y calidad de la mandarina W. Murcott en Huaral* [Tesis de pregrado, Universidad José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. http://hdl.handle.net/20.500.14067/8581

Orozco, M., Santoyo, G., y Glick, B. (2023). Recent advances in the bacterial phytohormone modulation of plant growth. *Plants*, *12*(3), 606. https://doi.org/10.3390/plants12030606

Palacios, D. (2021). *Efecto de bioestimulantes en rendimiento y calidad del cultivo de pepino dulce (Solanum muricatum Aiton) en Virú* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio

Institucional Universidad San Pedro. Obtenido de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/21575

Pandey, S., Prakash, S., y Kumar, V. (2024). Effect of Different Concentrations of Auxin as Well as Cytokinin on Shoot Initiation, Formation and Multiplication of Pepino (*Solanum muricatum* Ait.) cv. Valentia with MS Semi-solid Medium. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, *24*(6), 57–69. https://doi.org/10.9734/ajaar/2024/v24i6513

Peter, D. (2010). *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action* (D. Peter, Ed.; 3th ed.). Springer Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2686-7

Riefler, M., Novak, O., Strnad, M., y Schmülling, T. (2006). Arabidopsis cytokinin receptor mutants reveal functions in shoot growth, leaf senescence, seed size, germination, root development, and cytokinin metabolism. *The Plant Cell*, *18*(1), 40–54. https://doi.org/10.1105/tpc.105.037796

Sakakibara, H. (2006). Cytokinins: Activity, biosynthesis, and translocation. *Annual Review of Plant Biology*, *57*(1), 431–449. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105231

Shadish, W., Cook, T., y Campbell, D. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Houghton Mifflin*. Obtenido de https://iaes.cgiar.org/sites/default/files/pdf/147.pdf

Sharma, S., Kaur, P., y Gaikwad, K. (2022). Role of cytokinins in seed development in pulses and oilseed crops: Current status and future perspective. *Frontiers in Genetics*, *13*(940660). https://doi.org/10.3389/fgene.2022.940660

Solís, M. (2016). *Evolución de los parámetros de calidad en frutos de pepino dulce (Solanum muricatum Ait.) durante las fases de crecimiento, maduración y post-cosecha* [Tesis doctoral, Universitat Politécnica de Valéncia]. https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/61479

Solsol, E. (2019). *Fenología del pepinillo (Cucumis sativus L.) Cv. Market more 76 bajo el sistema hidropónico, en la ciudad de tingo maría – Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de la Selva. https://hdl.handle.net/20.500.14292/2066

Taglienti, A., Sequi, P., Cafiero, C., Cozzolino, S., Ritota, M., Ceredi, G., y Valentini, M. (2011). Hayward kiwifruits and Plant Growth Regulators: Detection and effects in post-harvest studied by Magnetic Resonance Imaging and Scanning Electron Microscopy. *Food Chemistry*, *126*(2), 731–736. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.11.050

Tijskens, P., Schouten, R., McCormick, R., Unuk, T., y Cavaco, A. (2023). Simulating fruit growth and size analysis. *Acta Horticulturae*, *1382*(7), 229–235. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1382.29

Trong, L., Thinh, B., Hung, N., Huyen, L., y Phuong, H. (2020). Effects of cytokinin on physiological and biochemical indicators of some tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) cultivated in Vietnam. *Biol Sci*, *23*(11), 1462–1472. https://doi.org/10.3923/pjbs.2020.1462.1472

Tyagi, K., Maoz, I., Kochanek, B., Sela, N., Lerno, L., Ebeler, S., y Lichter, A. (2021). Cytokinin but not gibberellin application had major impact on the phenylpropanoid pathway in grape. *Horticulture Research*, *8*(1). https://doi.org/10.1038/S41438-021-00488-0,

Urteaga, M., y Shuan, A. (2024). *Efecto de diferentes fuentes y dosis de citoquininas en el rendimiento de Capsicum annum L. "pimiento" bajo condiciones de Paramonga* [Tesis de pregrado, Universidad José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio de Universidad José Faustino Sánchez Carrión. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/8717/TESIS.pdf;jsessionid=DA2987306EB39AE6B3B2012A5AB13736?sequence=1

Van Ittersum, M., y Rabbinge, R. (1997). Concepts in production ecology for analysis and improvement of agricultural systems. *Field Crops Research*, *52*(3), 197–208. https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00037-3

Van Staden, J., y Cook, E. (1986). Cytokinins and fruit production. *Acta Horticulturae*, *179*, 73–82. https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.1986.179.4

Velásquez, E., y Velásquez, K. (2017). *Evaluación de las características fisicoquímicas del aguaymanto (Physalis peruviana L.) de la zona andina y selva en diferentes estados de madurez* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio de la Universidad Nacional de Centro. http://hdl.handle.net/20.500.12894/1593

Villalobos, F., y Fereres, E. (2016). *Fitotecnia. Principios de agronomía para una agricultura sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Vitorino, R. (2014). *Características fisiológicas y biométricas de plantas de soja tratadas con fitorreguladores y bioestimuladores de crecimiento* [Disertación de maestría. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano].

https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_5/2018-01-04-11-44-25Ricardo%20Fl%C3%A1vio%20Vitorino.pdf

Werner, T., y Schmülling, T. (2009). Cytokinin action in plant development. *Current Opinion in Plant Biology*, *12*(5), 527–538. https://doi.org/10.1016/J.PBI.2009.07.002

Zhang, C., y Whiting, M. (2013). Plant growth regulators improve sweet cherry fruit quality without reducing endocarp growth. *Scientia Horticulturae*, *150*, 73–79. https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2012.10.007

Zwack, P., y Rashotte, A. (2013). Cytokinin inhibition of leaf senescence. *Plant Signaling & Behavior*, *8*(7). https://doi.org/10.4161/psb.24737

X. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Métodos
Problema general ¿Cuál es el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.	**Objetivo general** Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad del cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.	**Hipótesis general** La aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina tiene un efecto significativo en el rendimiento y la calidad del cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.	**V. Independientes** Dosis de citoquinina	Concentraciones de citoquinina	T1: 0 ml/200 L agua T2: 500 ml200 L agua T3: 750 ml/200 L agua T4: 1000ml/200 L agua	**Tipo de investigación:** Aplicada. **Nivel de la Investigación:** Experimental. **Enfoque de investigación:** Cuantitativo.
			V. Dependientes Rendimiento del pepino dulce	Número de frutos por planta. Peso de fruto Rendimiento total Diámetro de fruto Longitud del fruto	Número de frutos por planta g t.ha-1 mm mm	**Población** La población fue de 576 plantas de pepino dulce
Problemas específicos ¿Cuál será el efecto de las aplicaciones de diferentes concentraciones de citoquininas en el rendimiento del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima? ¿Cuál será el efecto de diferentes concentraciones de citoquininas en la calidad del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima?	**Objetivos específicos** Determinar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquininas en el rendimiento del pepino dulce (S*olanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima. Determinar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de citoquininas en la calidad del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.	**Hipótesis específicas** Las diferentes concentraciones de citoquinina tienen un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima. Las diferentes concentraciones de citoquinina influyen significativamente en la calidad del fruto del pepino dulce (*Solanum muricatum Aiton*) en Cañete, Lima.	Calidad de pepino dulce	Contenido de Sólidos Solubles pH del fruto	% 0-7	**Muestra** La muestra fue de 231 plantas de pepino dulce.

Anexo 2. Análisis físico-químico de suelo

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JOSE ALBERTO AROTINCO ROJAS
PREDIO : CAMPO ACHULLA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 202-01S -2025
LUGAR : Cañete
FECHA DE RECEP. : 03/02/2025

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN
MUESTRA : SECTOR. ARENA BAJA - HERBAY BAJO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	67.32	%		
Limo	10.50	%		
Arcilla	22.18	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLO ARENOSA			
Porcentaje de Saturación de Agua	25.50	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.16	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.88	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 25 °C	7.60		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	33.00	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.03	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.06	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	126.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				**Extractante:Ac. Amonio**
Calcio	11.52	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.49	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.35	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.31	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.58	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	13.68	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático

DONDE:

E.S : Extracto de Saturación.
(1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.

% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
MES : Método Propio del Laboratorio.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA - Cañete - Valle Grande

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 3. Plan de fertilización

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola
50 AÑOS 1965 - 2015

PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

PRODUCTOR : JOSE AROTINCO ROJAS.
CULTIVO : PEPINO DULCE
FERTILIZACIÓN : CONVENCIONAL

ANÁLISIS Nº: 202-015 -2024
CCNN : CAÑETE.
FECHA : 03/02/2025

1: DOSIS DE FERTILIZACIÓN (Kg / ha):

N	P_2O_5	K_2O	MgO	CaO	S
188.00	115.00	183.00	27.00	0.00	87.00

2: FRACCIONAMIENTO DE LOS FERTILIZANTES (Kg/ha):

FUENTES	1er (1)	2do (2)	3er (3)	4to (4)
	ABONAMIENTO	ABONAMIENTO	ABONAMIENTO	ABONAMIENTO
Urea	150.00	100.00	100.00	
Fosfato Diamónico	150.00			
Sulfato de Potasio	100.00	100.00	100.00	
Sulpomag	150.00			
Compost	1100.00			

(1) : Después del prendimiento.

(2) : Al inicio de la floracion.

(3) : Frutos en crecimiento.

NOTA:

Según el resultado del análisis, para la instalación del cultivo de pepino dulce, se deberá realizar lo siguiente:

1: Incorporar Materia orgánica: 20 ton/ha.

2: Reajustar el programa de fertilización, mediante el análisis foliar.

Anexo 4. Resultados de brix y pH de fruto

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JOSE ALBERTO AROTINCO ROJAS
LUGAR : CAÑETE
MATRIZ : FRUTOS DE PEPINO DULCE

ANÁLISIS Nº : INV - 04D -2025
F. ANÁLISIS : 26/07/2025

ANALISIS ESPECIAL EN FRUTOS

N	TRATAMIENTO	ENSAYO	BRIX (°Bx)	pH	C.E (mS/cm)
1	BLOQUE N° 01	1	6.00	4.26	5.36
		2	5.00	4.26	5.45
		3	6.00	4.50	5.06
		4	6.00	4.67	4.66
2	BLOQUE N° 02	1	5.10	4.43	5.45
		2	5.00	4.20	4.52
		3	4.80	4.23	4.65
		4	6.00	4.43	4.48
3	BLOQUE N° 03	1	4.80	4.40	4.36
		2	5.10	4.34	4.65
		3	5.10	4.37	4.32
		4	5.50	4.23	4.74
4	BLOQUE N° 04	1	5.80	4.20	4.60
		2	5.30	4.20	4.42
		3	5.50	4.21	4.93
		4	5.40	4.36	4.32

Donde :
°Brix: Unidad de medida que expresa el contenido total de sólidos solubles del zumo
Técnica : Refractometría

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA Cañete Valle Grande

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 5. Promedios de los parámetros

Promedio de número de fruto

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	6.00	6.67	6.33	6.33	6.33
T2	7.67	7.67	6.67	7.33	7.33
T3	5.00	6.00	7.00	7.00	6.25
T4	5.33	6.67	6.67	6.67	6.33

Promedio de peso de fruto

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	342.40	222.60	220.20	191.60	244.20
T2	316.20	283.20	277.00	272.40	287.20
T3	300.40	271.40	300.60	236.80	277.30
T4	368.20	306.00	189.40	252.60	279.05

Promedio de rendimiento total

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	28.53	20.61	19.37	16.85	21.34
T2	33.67	30.15	25.65	27.74	29.30
T3	20.86	22.62	29.22	23.02	23.93
T4	27.27	28.33	17.54	23.39	24.13

Promedio de longitud de fruto

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	94.12	93.77	91.02	93.38	93.07
T2	99.61	97.08	93.20	87.63	94.38
T3	106.14	96.31	94.36	101.68	99.62
T4	93.03	98.16	92.05	104.70	96.99

Promedio de diámetro de fruto

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	89.73	84.90	90.87	89.42	88.73
T2	85.64	87.28	88.84	90.44	88.05
T3	89.36	89.97	89.63	90.25	89.80
T4	93.12	92.72	88.21	97.84	92.97

Promedio de contenido de solidos solubles

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	6.00	5.10	4.80	5.80	5.43
T2	5.00	5.00	5.10	5.30	5.10
T3	6.00	4.80	5.10	5.50	5.35
T4	6.00	6.00	5.50	5.40	5.73

Promedio de pH de fruto

Tratamiento	Bloque				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	4.26	4.43	4.40	4.20	4.32
T2	4.26	4.20	4.34	4.20	4.25
T3	4.50	4.23	4.37	4.21	4.33
T4	4.67	4.43	4.23	4.36	4.42

Anexo 6. Labores realizadas en campo

Fecha	Días después del trasplante	Labores	Observaciones
03/02/2025	-23	Toma de muestra para el análisis de suelo	
10/02/2025	-16	Machaco de terreno	
15/02/2025	-11	Incorporación de materia orgánica (gallinaza)	
16/02/2025	-10	Barbecho y surcado	
26/02/2025	0	Siembra	
04/03/2025	6	Aplicación fitosanitaria	Prochloraz + enraizante + acido húmico
06/03/2025	+8	1ra fertilización	
07/03/2025	+9	Aplicación fitosanitaria	Sulfato de cobre pentahidratadro + emamectin benzoato
16/03/2025	+18	1ra aplicación de tratamientos	Cytex
03/04/2025	+35	Desmalezado de campo	
04/04/2025	+36	2da fertilización	
04/04/2025	+36	Cultivo a maquinaria	
18/04/2025	+50	Aplicación fitosanitaria	Imidacloprid
27/04/2025	+59	2da aplicación de tratamiento	Cytex
20/07/2025	+143	Registro de datos	
23/07/2025	+146	Cosecha de frutos	

Anexo 7. Galería fotográfica



Fases de floración y cuajado de frutos



Campo experiemental

Anexo 8. Informe de similitud

Aplicación de diferentes concentraciones de citoquinina en el rendimiento y calidad de pepino dulce (Solanum muricatum Aiton) en Cañete

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.undc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	1%
4	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	doczz.net Fuente de Internet	1%
6	dl.dropboxusercontent.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Nacional de Cañete Trabajo del estudiante	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		