

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN SANDÍA (*Citrullus lanatus*)**  
**BAJO BIOESTIMULACIÓN Y PODA EN TONOSÍ, LOS SANTOS**

**JORGE GONZÁLEZ**

**LAS TABLAS, LOS SANTOS**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2026**

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN SANDÍA (*Citrullus lanatus*)  
BAJO BIOESTIMULACIÓN Y PODA EN TONOSÍ, LOS SANTOS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**

**APROBADO:**

**PROF. MGTR. JANETH URRIOLA**

\_\_\_\_\_

**DIRECTORA**

**PROF. MGTR. FANKLIN WILCOX**

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO**

**PROF. MGTR. JOSÉ RIVERA**

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO**

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco al ingeniero Bladimir Pimentel por su orientación y acompañamiento constante, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo. Asimismo, extendiendo un especial agradecimiento a un ángel que hoy nos cuida desde el cielo, nuestro querido amigo Eliecer Pérez, quien nunca dudó en brindarnos su apoyo incondicional y a quien recordamos con profundo cariño y gratitud.

Agradezco al ingeniero Algis De león quien me inculcó a estudiar agronomía y a mi esposa Milagros Florez por siempre brindarme ese apoyo incondicional.

De igual manera, agradezco a mi directora de tesis M.Sc Janeth Urriola y asesores M.Sc José Rivera y M.Sc Franklin Wilcox por su valiosos aportes académicos y colaboración.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a todas aquellas personas que, de forma directa o indirecta, contribuyeron para alcanzar este importante logro académico.

***Jorge A. González G.***

## DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida. Este trabajo de tesis está dedicado a mi hijo Jorge Alexander, quien día a día me da las fuerzas para continuar con esta lucha constante de superación, a mi mamá Mireya García y mi padre Jorge González, quienes son luchadores por naturaleza, por haberme formado y hacer de mi la persona que soy, a mi familia, por su apoyo incondicional, paciencia y amor a lo largo de todo este proceso académico y, finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera contribuyeron a que este objetivo se hiciera realidad, Gracias por creer en mí, incluso en los momentos más difíciles.

***Jorge A. González G.***

**González García, J. A. 2026.** Análisis de la productividad en sandía (*Citrullus lanatus*) bajo bioestimulación y poda en Tonosí, Los Santos. Tesis ing. Agronómica en Cultivos Tropicales. Los Santos, Panamá. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 75 páginas.

## RESUMEN

Esta investigación se realizó en la finca la Esperanza ubicada en Joaquín Abajo, corregimiento Cacao, distrito de Tonosí, provincia de Los Santos, entre los meses de febrero y mayo de 2025 con el objetivo de analizar la productividad del cultivo de sandía bajo bioestimulación y poda. Se utilizó un DBCA, con un arreglo factorial considerando dos factores: Factor A (bioestimulación) y Factor B (poda), los bioestimulantes se aplicaron a la dosis mínima (200 cc/100 litros) recomendada por la ficha técnica. Las variables evaluadas fueron días a floración, días a cosecha, número de frutos por planta, grados brix longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto y rendimiento y se realizó un análisis económico. La germinación fue uniforme en todos los tratamientos, hubo diferencia significativa para las variables longitud del fruto y grados brix. Al evaluar las interacciones se encontró diferencia altamente significativa para las variables frutos por planta, longitud del fruto, diámetro del fruto, grados brix y rendimiento. La mayor cantidad de frutos por planta (1.6) se registró en el T6, para la variable longitud de los frutos el valor más alto (32.1 cm) se obtuvo en el T1, en cuanto a las variables diámetro del fruto, grados brix y peso el T4 mostró los valores más altos con (59.5 cm, 15° brix, 4 kg respectivamente); el mayor rendimiento (26300 kg/ha) lo mostró el T5 y el menor rendimiento el T3 (23700 kg/ha). La mejor alternativa económica la mostró el T6, con un rendimiento de (26000 kg/ha) y una rentabilidad de (120.5 %), el T3 fue la alternativa menos rentable.

**Palabras Claves:** Estimulación, nutrición, producción.

**González García, J. A. 2025.** Productivity analysis of watermelon (*Citrullus lanatus*) under biostimulation and pruning in Tonosí, Los Santos. Thesis in Agronomics in Tropical Crops. Los Santos, Panama. University of Panama. Faculty of Agricultural Sciences. 75 Pages.

## **ABSTRACT**

This research was conducted at the La Esperanza farm, located in Joaquín Abajo, Cacao district, Tonosí province, Los Santos province, between February and May 2025, with the objective of analyzing the productivity of watermelon cultivation under biostimulation and pruning. A randomized complete block design (RCBD) with a factorial arrangement was used, considering two factors: Factor A (biostimulation) and Factor B (pruning). The biostimulants were applied at the minimum dose (200 cc/100 liters) recommended by the technical data sheet. The variables evaluated were days to flowering, days to harvest, number of fruits per plant, Brix degrees, fruit length, fruit diameter, fruit weight, and yield. An economic analysis was also performed. Germination was uniform across all treatments, with significant differences observed for fruit length and Brix degrees. When evaluating interactions, highly significant differences were found for fruits per plant, fruit length, fruit diameter, Brix degrees, and yield. The highest number of fruits per plant (1.6) was recorded in T6. For fruit length, the highest value (32.1 cm) was obtained in T1. Regarding fruit diameter, Brix degrees, and weight, T4 showed the highest values (59.5 cm, 15° Brix, and 4 kg, respectively). The highest yield (26,300 kg/ha) was shown by T5, and the lowest yield by T3 (23,700 kg/ha). The best economic alternative was T6, with a yield (26,000 kg/ha) and a profitability of 120.5%, while T3 was the least profitable.

**Keywords:** Stimulation, nutrition, production.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Origen y generalidades de la sandía .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Taxonomía de la sandía .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Descripción de la sandía.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Características botánicas y morfológicas (<i>Citrullus lanatus</i>).....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.1. Raíz.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.2. Tallos.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.3. Hoja .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.4. Flores .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.5. Fruto.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5. Fenología de la sandía .....</b>	<b>10</b>

<b>2.6. Requerimientos nutricionales del cultivo de sandía <i>Citrullus lanatus</i></b> .....	<b>11</b>
<b>2.7. Poda</b> .....	<b>11</b>
<b>3.5. Actividades realizadas en campo</b> .....	<b>18</b>
<b>3.5.1. Preparación de suelo el en el área de investigación</b> .....	<b>18</b>
<b>3.5.2. Marcación del terreno</b> .....	<b>19</b>
<b>3.5.3. Instalación del sistema de riego</b> .....	<b>20</b>
<b>3.5.4. Siembra</b> .....	<b>21</b>
<b>3.5.5. Fertilización</b> .....	<b>22</b>
<b>3.5.6. Poda</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5.7. Bioestimulación</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5.8. Control de plagas</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5.9. Cosecha</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6. Variables evaluadas</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6.1. Días a floración</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6.2. Días a cosecha</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6.3. Número de frutos por planta</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6.4. Longitud del fruto</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6.5. Diámetro del fruto</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6.6. Peso del fruto (kg)</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6.7. Grados Brix</b> .....	<b>28</b>

3.6.8. Rendimiento.....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Días a floración.....	29
4.2. Días a cosecha.....	30
4.3. Frutos por planta.....	30
4.4. Longitud del fruto.....	32
4.5. Diámetro del fruto.....	34
4.6. Grados brix .....	36
4.7. Peso del fruto .....	38
4.8. Rendimiento.....	40
5. CONCLUSIONES.....	45
6. RECOMENDACIONES .....	47
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
8. ANEXOS .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía de la sandía .....	7
<b>Tabla 2.</b> Etapas fenológicas del cultivo de sandia .....	10
<b>Tabla 3.</b> Requerimientos nutricionales para el cultivo de sandía .....	11
<b>Tabla 4.</b> Composición del Fitomare® .....	13
<b>Tabla 5.</b> Composición del Algaren® .....	13
<b>Tabla 6.</b> Descripción de los tratamientos utilizados en la investigación .....	18
<b>Tabla 7.</b> Fertilización utilizada semanal mente para el para el desarrollo del proyecto de sandía.....	23
<b>Tabla 8.</b> Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable frutos por planta.....	31
<b>Tabla 9.</b> Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable Longitud del fruto .....	33
<b>Tabla 10.</b> Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro del fruto.....	35
<b>Tabla 11.</b> Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable grados brix.....	37
<b>Tabla 12.</b> Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable rendimiento.....	41
<b>Tabla 13.</b> Resumen de los costos e ingresos de los tratamientos evaluados .....	44
<b>Tabla 14.</b> Beneficio/costo de los tratamientos evaluados .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Localización de la investigación .....	14
<b>Figura 2</b> Diagrama de la distribución espacial y de los tratamientos en campo .....	16
<b>Figura 3</b> Distribución espacial de las plantas de sandía en las unidades experimentales en el ensayo .....	17
<b>Figura 4.</b> Pases de rastra con tractor para mejorar la estructura del suelo .....	19
<b>Figura 5.</b> Marcación del área del estudio en campo.....	20
<b>Figura 6.</b> Instalación del sistema de riego por goteo.....	21
<b>Figura 7.</b> Siembra de sandía de manera directa en campo .....	21
<b>Figura 8.</b> Fertilizantes utilizados.....	24
<b>Figura 9.</b> Poda de sandía a cinco hojas verdaderas .....	25
<b>Figura 10.</b> Cosecha de sandía y toma de datos.....	26
<b>Figura 11.</b> Promedios de los días a floración resultantes de los tratamientos evaluados .....	29
<b>Figura 12.</b> Promedios de los días a cosecha resultantes de los tratamientos evaluados .....	30
<b>Figura 13.</b> Promedios de los frutos por planta resultantes de los tratamientos evaluados.....	32
<b>Figura 14.</b> Promedios de la longitud resultantes de los tratamientos evaluados.....	34
<b>Figura 15.</b> Promedios de los diámetros resultantes de los tratamientos evaluados .	36
<b>Figura 16.</b> Promedios de los grados brix resultantes de los tratamientos evaluados .....	38

<b>Figura 17.</b> Diagrama de cajas para la variable peso del fruto .....	39
<b>Figura 18.</b> Promedios de los pesos por fruto resultantes de los tratamientos evaluados .....	40
<b>Figura 19.</b> Promedios de los rendimientos resultantes de los tratamientos evaluados .....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Pruebas de laboratorio para la realización de análisis de suelo.....	54
<b>Anexo 2.</b> Análisis de suelo.....	54
<b>Anexo 3.</b> Delimitación del área experimental.....	55
<b>Anexo 4.</b> Instalación del sistema de riego por goteo.....	55
<b>Anexo 5.</b> Siembra del cultivo.....	56
<b>Anexo 6.</b> Monitoreo de plagas y enfermedades.....	56
<b>Anexo 7.</b> Poda del cultivo.....	57
<b>Anexo 8.</b> Floración y cuajado de frutos.....	57
<b>Anexo 9.</b> Cultivo próximo a cosechaCosecha del cultivo.....	58
<b>Anexo 10.</b> Cosecha de sandía.....	58
<b>Anexo 11.</b> Toma de dato de la variable grados brix.....	59
<b>Anexo 12.</b> Prueba de normalidad.....	60

## 1. INTRODUCCIÓN

La sandía *Citrullus lanatus*, es una planta anual trepadora perteneciente a la familia de las cucurbitáceas. Es originaria de las áreas desérticas del Medio Oriente, caracterizada por tener altas temperaturas ambientales, irradiación solar y luminosidad. Se la conoce con nombres como "la fruta del siglo XX I" y "la fruta del hombre común". Es un cultivo que cultivan agricultores de casi todo el mundo, donde existen condiciones climáticas y térmicas favorables. Es un cultivo importante en la estación seca, cultivado en la India por sus jugosos frutos (Sountharya y Ramesh, 2025). Se caracteriza por ser uno de los cultivos con mayor demanda durante el verano. Sus beneficios para la salud y su efecto refrescante la convierten en un producto valioso y rentable para los agricultores.

La producción mundial de sandía es de 101.634 millones de kilogramos (kg), obtenidos sobre una superficie de 3.031.544 hectáreas, con un rendimiento medio de 3.3 kg por metro cuadrado. China es el mayor productor mundial con 60.862 millones de kg, el 59.9 % mundial. En una superficie sembrada de 1.408.297 hectáreas (ha), con un rendimiento por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de 4.3 kg (Hortoinfo, 2023).

Mundialmente la sandía es uno de los productos agrícolas de gran desarrollo Uzcanga et al., (2015). En Panamá, tradicionalmente la producción de sandía se destinaba al mercado nacional. A partir de 1985, se incrementa la producción e inicia la exportación hacia los Estados Unidos y en las últimas dos décadas a Europa. La evolución del mercado de exportación de sandía ha variado significativamente a través de los años. Inicialmente preferían frutos de gran tamaño (4.5 a 11.4 kg/unidad) y la exportación se realizaba a granel, mientras que en las últimas décadas tanto el

mercado estadounidense como el europeo exigen frutas pequeñas (unipersonal) y medianas (2.5 y 6.0 kg/unidad). Además, las frutas diploides (semilla chica) y triploides (semillas sésiles), con diferentes formas y colores de corteza, tienen una alta demanda en estos países. (Osorio et al., 2012).

En la actualidad el cultivo se mantiene por encima de la producción de otras cucurbitáceas como, pepino y zapallo. Este rubro tiene una gran importancia en la economía del país, sin embargo, en comparación con el último quinquenio la producción ha disminuido. El 65% de la producción nacional del rubro es para la exportación y el 35% para consumo o mercado nacional, siendo Chiriquí con 2,607.27 toneladas (t) producidas la provincia con mayor producción, seguida por Veraguas con 1,753.23 t y posteriormente Herrera con 1,482.63 t (MIDA, 2023).

### **1.1. Planteamiento del problema**

La producción de cucurbitáceas enfrenta desafíos producto de la variabilidad climática; además, se ve afectada por el alto costo en los insumos necesarios tales como fertilizantes, plaguicidas, semillas, entre otros, esto demanda utilizar técnicas de producción que permitan rendimientos de forma más sostenible. Por lo antes mencionado se busca aplicar tecnologías como los bioestimulantes, que han demostrado favorecer a los cultivos frente a condiciones adversas y técnicas como la poda que podrían contribuir a una mejor distribución de los recursos dentro de la planta, mejorando productividad.

## **1.2. Antecedentes**

Los bioestimulantes agrícolas son compuestos orgánicos extractos de plantas, ácidos húmicos, algas marinas, bacterias y hongos beneficiosos que contienen un amplio rango de elementos bioactivos capaces de mejorar el uso eficiente de los nutrientes y así ayudar a los cultivos a ser más tolerantes a las condiciones climáticas adversas (AEFA, 2018). Por su parte López (2020) destaca que, el uso de las algas marinas en la agricultura se remonta al siglo XX en donde los habitantes de los pueblos costeros recogían las que eran arrastradas por la marea, llevándolas luego a sus campos de cultivos.

Los bioestimulantes pueden tener efectos positivos sobre diversos cultivos mejorando la productividad en general (Bulgari et al., 2015). En tanto, Rodríguez et al., (2019) menciona que, el uso de bioestimulantes en sandía promueve un desarrollo más eficiente de la planta. En tanto, Sánchez (2019), demostró en su investigación que los extractos de algas favorecen la concentración de azúcares en los frutos de sandía.

En cuanto a la poda Reche (1995) menciona que, esta mantiene la planta con la vegetación suficiente, a fin de conseguir precocidad y calidad, así como obtener una mayor producción. Cárdenas (2001) por su parte señala que, la poda beneficia de manera positiva la producción del cultivo de sandía.

## **1.3. Justificación**

La producción de sandía es de importancia, ya que representa de manera significativa una oportunidad de mejorar la calidad de vida, debido a que es de los

rubros no tradicionales de mayor exportación, generando gran cantidad de empleos ya sea directa e indirectamente y así contribuye a mejorar la actividad socioeconómica del país. En la región se han realizado escasas investigaciones en sandía, esto deja en evidencia la falta de información actualizada para llevar a cabo este cultivo de manera eficiente, como también implementar las nuevas tecnologías de la actualidad, por esta razón, este trabajo busca establecer los datos bases sobre las cuales podrían hacerse diferentes estudios a futuros. Por lo anteriormente expuesto este ensayo se presenta como alternativa para mejorar productividad.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar la productividad del cultivo de sandía bajo bioestimulación y poda.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Comparar el rendimiento obtenido bajo la aplicación de bioestimulantes en la producción de sandía.
2. Evaluar el efecto productivo de la poda en la producción de sandía.
3. Interpretar la interacción de los bioestimulantes en función a la poda.
4. Detallar la rentabilidad económica.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis 1**

**Ho:** No existe diferencia en el rendimiento obtenido bajo la aplicación de bioestimulantes.

**Ha:** Existe diferencia en el rendimiento obtenido bajo la aplicación de bioestimulantes.

### **1.5.2. Hipótesis 2**

**Ho:** No existe efecto en el rendimiento productivo de sandía al utilizar poda.

**Ha:** Existe efecto en el rendimiento productivo de sandía al utilizar poda.

## **1.6. Alcances y limitaciones del estudio**

Su alcance será a pequeños, medianos y grandes productores de sandía involucrados en esta actividad, no solo de la región si no a nivel nacional ya que esta investigación será publicada en la biblioteca de la Universidad de Panamá, para que cualquier persona pueda acceder a ella. A la vez funciona como aporte a la base de información sobre el cultivo de sandía en Panamá, lo que será provechoso para futuros investigadores.

Este estudio está limitado por la falta de técnicos extensionistas los cuales puedan difundir la información técnica a campo y transmitirla de manera eficiente, no obstante, la resistencia por parte de los productores para implementar y aceptar nuevas técnicas de producción, debido a la convencionalidad de sus paradigmas.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Origen y generalidades de la sandía**

La sandía se considera originaria de países de África tropical y su cultivo se remonta desde hace siglos a la ribera del Nilo, desde donde se extendió a numerosas regiones bañadas por el mar Mediterráneo. Los pobladores europeos fueron quienes la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo el continente. Hoy en día es una de las frutas más extendidas por el mundo y los principales países productores son, Turquía, Grecia, Italia, España, China y Japón (Cascada, 2015).

La sandía es un magnífico diurético, su elevado poder alcalinizante favorece la eliminación de ácidos perjudiciales para el organismo. Está formada principalmente por agua (93%), El color rosado de su carne se debe a la presencia de carotenoide licopeno, elemento que representa un 30% del total de carotenoides del cuerpo humano (Cascada, 2015). El fruto de la sandía es una baya, generalmente globosa, de carne rosada, la corteza, normalmente lisa, puede ser verde oscuro o verde claro, las semillas son aplastadas y de colores diversos entre blancas, marrones o negras, tienen poder de germinación por cinco años, para tener mayor fiabilidad en el cultivo le recomendamos utilizar semillas certificadas por cuestión de rendimiento y evitar enfermedades nocivas en la sandía (Chumo, 2017).

### **2.2. Taxonomía de la sandía**

Según Matsum y Nakai (1916), la etimología de la palabra *Citrullus* se utilizaba para el nombre genérico que es diminutivo latino de Citrus y que posee un olor y sabor

similar y *lanatus* epíteto Latino que significa "lanudo". Por lo tanto, *Citrullus lanatus* presenta la siguiente clasificación (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Taxonomía de la sandía*

<b>Taxonomía</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	<i>Citrullus</i>
Especie	<i>lanatus</i> (Thunb)

Fuente: Matsum y Nakai (1916).

### **2.3. Descripción de la sandía**

La sandía según Coveca (2012) es planta monoica que presenta flores unisexuales, dominando por lo común las flores masculinas. La sandía como en la mayoría de las plantas cucurbitáceas su polinización es alogámica, por lo que, requieren la intervención de insectos, por lo general las abejas en mayor grado. Las flores se abren tan pronto como calienta el sol y el mismo día por la tarde se cierran las corolas. Mientras dure la florecencia, por tanto, debe evitarse las aspersiones con insecticidas durante esas horas para no matar los insectos que efectúan la polinización, caso contrario podría reducirse el número de plantas. La germinación de este cultivo es de tipo epigeo. Las semillas germinan con facilidad en la oscuridad. Estas salen a la superficie cinco u ocho días después de la siembra.

## **2.4. Características botánicas y morfológicas (*Citrullus lanatus*)**

### **2.4.1. Raíz**

Sistema radicular extenso y de moderadamente profundo a profundo, las raíces absorbentes se encuentran cerca de la superficie del suelo. La raíz principal logra profundizar hasta un (1) metro (m), las secundarias tienen un crecimiento lateral llegando a alcanzar hasta dos m (Coveca, 2012).

### **2.4.2. Tallos**

Con desarrollo rastrero, en estado de cinco a ocho hojas bien desarrolladas el tallo principal emite las brotaciones de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. En las brotaciones secundarias se inician las terciarias y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir cuatro y cinco metros cuadrados (m<sup>2</sup>) (Panchana, 2009).

### **2.4.3. Hoja**

Peciolada y pinnado, dividida en tres a cinco lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados. El haz es suave al tacto y el envés muy áspero y con nerviaciones muy pronunciadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano (Panchana, 2009).

#### **2.4.4. Flores**

De color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas), de forma que la polinización es entomófila. Las flores masculinas disponen de ocho estambres que forman cuatro grupos soldados por sus filamentos. Las flores femeninas poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero veloso y ovoide que se asemeja en su primer estadio a una sandía del tamaño de un hueso de aceituna (fruto incipiente), por lo que resulta fácil diferenciar entre flores masculinas y femeninas. Estas últimas aparecen tanto en el brote principal como en los secundarios y terciarios, con la primera flor en la axila de la séptima a la décimo primera hoja del brote principal (Panchana, 2009).

#### **2.4.5. Fruto**

Baya globosa u oblonga. Su peso oscila entre los dos y los 20 kilogramos. El color de la corteza es variable, pudiendo aparecer uniforme (verde oscuro, verde claro o amarillo) o a franjas de color amarillento, grisáceo o verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa también presenta diferentes colores (rojo, rosado o amarillo) y las semillas pueden estar ausentes (frutos triploides) o mostrar tamaños y colores variables (negro, marrón o blanco), dependiendo del cultivar (Panchana, 2009).

## 2.5. Fenología de la sandía

El desarrollo y crecimiento de la sandía dependen del factor genético de la planta y de las condiciones ambientales. Las temperaturas óptimas son muy importantes para todas las fases de desarrollo del cultivo (Sánchez, 2018; Guillén, 2012). Ore (2022) describe los estados fenológicos del cultivo de sandía y se resume de la siguiente manera.

**Tabla 2**

*Etapas fenológicas del cultivo de sandía*

<b>Fenología</b>	<b>Días después de la siembra</b>
Germinación	5-6
Inicio de emisión de guías	18-23
Inicio de la floración	25-28
Plena flor	35-40
Inicio de cosecha	71-90
Término de cosecha	92-100

Fuente: Ore (2022).

## 2.6. Requerimientos nutricionales del cultivo de sandía *Citrullus lanatus*

**Tabla 3**

*Requerimientos nutricionales para el cultivo de sandía*

Nutriente	Kg/ha	Época de aplicación días después del trasplante (ddt)
N	200	0-35 (2/3)
		36-60 (1/3)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	200	0-20 (todo)
K <sub>2</sub> O	400	0-35 (1/2)
		36-60 (1/2)
CaO	100	0-35 (3/4)
		36-60 (1/4)
MgO	75	0-35 (3/4)
		36-60 (1/4)

Fuente: Osorio et al (2012).

## 2.7. Poda

León (2022), indica que, la poda en el cultivo de sandía es una labor muy importante, consiste en guiar la planta adecuando su desarrollo natural. A través de esta práctica se busca conseguir balance, controlando el vigor vegetativo al podar el tallo principal y conservar los tallos secundarios y terciarios que es donde aparecen la mayor parte de flores femeninas y masculinas para la generación de muchos frutos, bien desarrollados y de alta calidad.

## **2.8. Bioestimulantes**

Para Muñiz (2023), los bioestimulantes hacen referencia a un término muy amplio, pues son sustancias o microorganismos cuya función es estimular procesos naturales y así mejorar la absorción y asimilación de nutrientes, tratar el estrés abiótico o mejorar algunas de sus propiedades agronómicas. Zambrano (2009) menciona que, los bioestimulantes son sustancias que se pueden aplicar en el follaje y que estos pueden incrementar la eficiencia y la actividad fisiológica de la planta, ayuda a la capacidad de la fotosíntesis, mejorando la producción; además, actúan de acuerdo con su composición química siendo sus funciones principales funcionar como activadores de semillas, además de estimular los procesos como enraizamiento, floración y fructificación.

### **2.8.1. Fitomare®**

Fitomare es producto a base de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) enriquecido con aminoácidos, macroelementos y microelementos, cuyo poder bioestimulante favorece la brotación, floración y cuajado del fruto, por su carácter versátil, se adapta a las necesidades concretas de cada etapa del cultivo (Urriola, 2020).

**Tabla 4***Composición del Fitomare ®*

<b>Componente</b>	<b>Cantidades</b>
Manitol	0.5 % p/p
Aminoácidos libres	2 % p/p
Nitrógeno (N) total	5.5 % p/p
Nitrógeno (N) orgánico	0.4 % p/p
Nitrógeno (N) nítrico	2.3 % p/p
Nitrógeno (N) amoniacal	2.8 % p/p
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble en agua	3 % p/p
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua	3.5 % p/p
Boro (B) soluble en agua	0.35 % p/p
Molibdeno (Mo) soluble en agua	0.2 % p/p
Extracto de algas	15 % p/p

Fuente: ATLANTICA (2019).

**2.8.2. Algaren ®**

Bioestimulante natural líquido a base de algas marinas (*Ecklonia maxima*). Contiene una elevada concentración de fitohormonas naturales, polisacáridos, vitaminas y minerales, formulado a partir de extracto líquido 100% de alga *E. máxima*. Aumenta la resistencia de la planta frente a los estreses por sequía o por temperaturas extremas y estimula los procesos fisiológicos de la planta (Greenhas, 2023).

**Tabla 5***Composición del Algaren®*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Ácido algínico	0.52 %p/p
<i>Ecklonia maxima</i>	100 %

Fuente: Greenhas (2023)

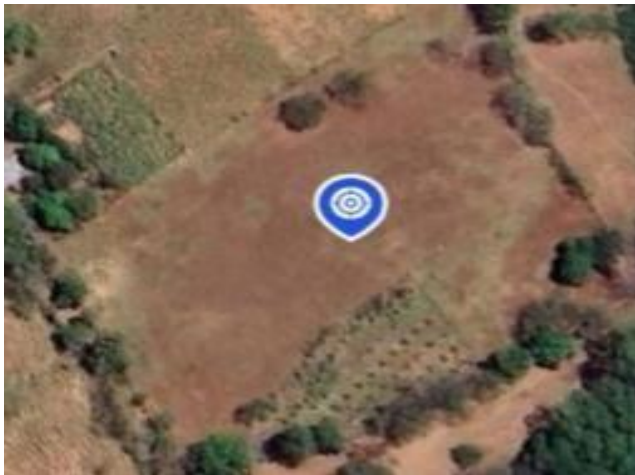
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del estudio

La investigación se realizó en la finca la Esperanza ubicada en Joaquín Abajo, corregimiento Cacao, distrito de Tonosí, provincia de Los Santos, entre los 7° 14' 19" de latitud norte y 80° 20' 32" longitud oeste con una elevación de 10 metros sobre el nivel del mar (msnm). El ensayo se realizó entre los meses de febrero y mayo del 2025. La zona se destaca por presentar precipitación anual media de 1593.6 mm y una temperatura promedio de 27.9° C (IMPHA, 2024).

#### Figura 1

*Localización de la investigación*



Fuente: Google Maps (2025)

#### 3.2. Muestreo y análisis de suelo

El muestreo de suelo se realizó recolectando un total de 15 submuestras en forma de zigzag en el área del estudio con el fin de obtener una muestra compuesta lo más representativa posible (Pimentel, 2024). Posteriormente la muestra fue

trasladada al laboratorio de suelo de la Universidad de Panamá sede Las Tablas (CRULS) para su posterior análisis fisicoquímico.

### 3.3. Diseño experimental

El experimento se realizó en Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial, considerando dos factores: Factor A (bioestimulación) y Factor B (poda), generando un total de seis tratamientos con tres repeticiones cada uno, lo que conformó 18 unidades experimentales. El área total del estudio fue de 691.2 m<sup>2</sup>, dentro de la cual se distribuyeron tres bloques o repeticiones, ubicando los tratamientos de forma aleatoria. Cada unidad experimental abarcó una dimensión de 5.0 metros (m) de largo por 6.4 m de ancho, conformada por cuatro hileras. La distancia de siembra empleada fue de 0.6 m entre plantas y 1.6 m entre hileras. El ensayo fue conducido en condiciones de campo abierto, utilizando un sistema de riego por goteo para garantizar la disponibilidad hídrica.

El modelo lineal aditivo para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijk}$$

**Donde:**

**Y<sub>ijk</sub>** = Es el valor observado en el k-ésimo bloque para la combinación de los niveles ii y jj de los factores A y B, respectivamente.

**μ** = Es la media general del experimento.

**A<sub>i</sub>** = Es el efecto del ii-ésimo nivel del factor A (bioestimulante).

**B<sub>j</sub>** = Es el efecto del jj-ésimo nivel del factor B (poda).

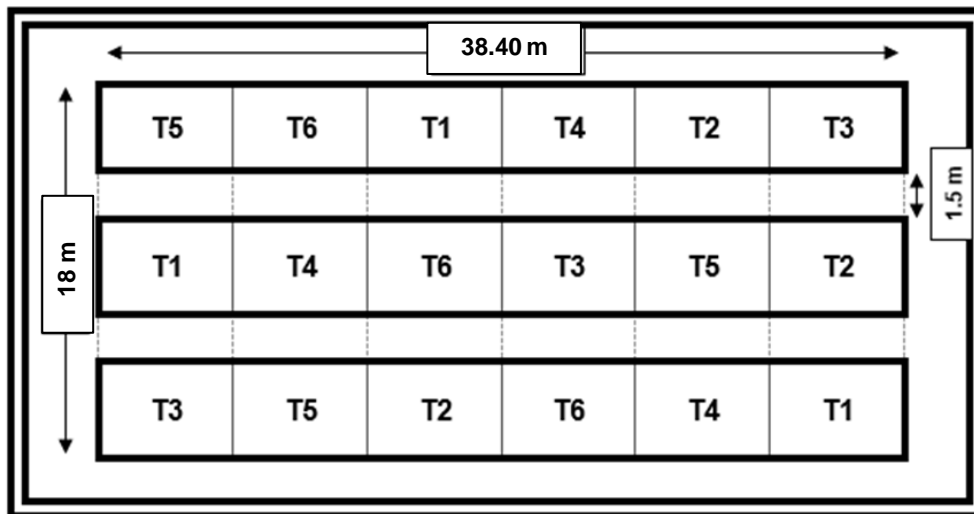
$(AB)_{ij}$  = Es el efecto de la interacción entre los factores A y B.

$B_k$  = Es el efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$\epsilon_{ijk}$  = Es el error experimental.

## Figura 2

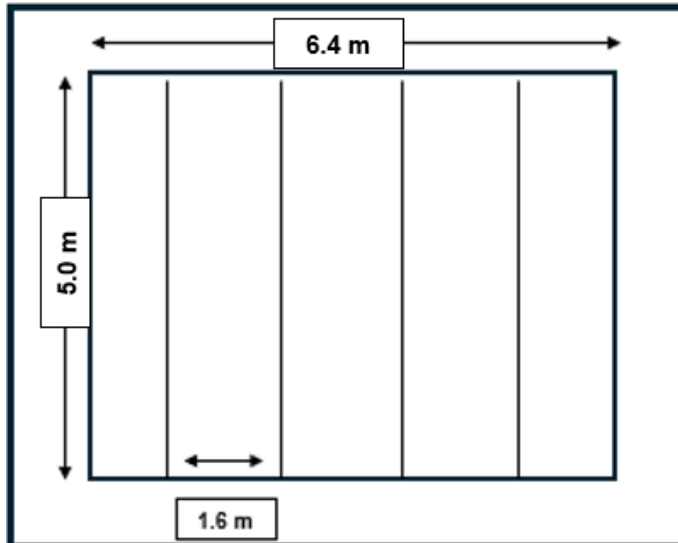
*Diagrama de la distribución espacial y de los tratamientos en campo*



Fuente: El autor

**Figura 3**

*Distribución espacial de las plantas de sandía en las unidades experimentales en el ensayo*



Fuente: El autor

En la tabla 6 se observa la descripción de cada uno de los seis tratamientos, donde se muestran cada una de las interacciones entre el factor A bioestimulación y el factor B poda, correspondientes para la investigación del cultivo de sandía.

**Tabla 6***Descripción de los tratamientos utilizados en la investigación*

<b>Tratamientos utilizados</b>			
T1	A1B1	Fitomare	Poda
T2	A1B2	Fitomare	Sin poda
T3	A2B1	Algaren	Poda
T4	A2B2	Algaren	Sin poda
T5	A3B1	Sin bioestimulante	Poda
T6	A3B2	Sin bioestimulante	Sin poda

Fuente: El autor

### **3.4. Análisis estadístico**

Se realizó análisis estadístico paramétrico con el programa Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), en el cual se determinó prueba de normalidad, prueba de homogeneidad de varianzas, análisis de varianza (ANOVA), diagrama de caja (Boxplot) y análisis económico.

### **3.5. Actividades realizadas en campo**

#### **3.5.1. Preparación de suelo en el área de investigación**

Se acondicionó el terreno, ya que presentaba un alto grado de compactación como resultado de actividades ganaderas previas. Para mejorar las condiciones físicas del suelo, se efectuaron dos pases con rastra pesada, seguidos de un pase

con pulidora. Estas labores permitieron incrementar la porosidad y mejorar la estructura del perfil del suelo.

#### **Figura 4**

*Pases de rastra con tractor para mejorar la estructura del suelo*



Fuente: El autor

#### **3.5.2. Marcación del terreno**

La marcación del terreno se realizó delimitando el perímetro, 30 metros de ancho por 27 metros de largo con un total de 810 metros cuadrados, después se delimito cada unidad experimental con un área de 37.5 metros cuadrados haciendo un total de 675 metros cuadrados considerado como área cultivada y lo demás como borde entre bloques.

**Figura 5**

*Marcación del área del estudio en campo*



Fuente: El autor

**3.5.3. Instalación del sistema de riego**

Se instaló sistema de riego por goteo con el objetivo de suplir las necesidades hídricas del cultivo y realizar parte de la fertilización vía fertirriego. Para ello se utilizó cintas de riego con un distanciamiento de descarga de 0.20 metros sobre las hileras de siembra y un inyector de fertilizante (Venturi), el cual se utilizó para aplicar el fertilizante.

**Figura 6**

*Instalación del sistema de riego por goteo*



Fuente: El autor

### **3.5.4. Siembra**

La siembra de la sandía se realizó de manera directa en campo, constaba con un marco de plantación de 0.6 metros entre plantas por 1.6 metros entre hileras, con una densidad de 10 416 plantas/ha.

**Figura 7**

*Siembra de sandía de manera directa en campo*



Fuente: El autor

### **3.5.5. Fertilización**

Se estableció un plan de fertilización utilizando las recomendaciones propuestas por Osorio et al (2012) destacando que la nutrición del cultivo de sandía se debe tener en cuenta, la fertilidad del suelo corroboradas por un análisis de suelo, la pérdida por drenaje y las necesidades de la planta en cada una de las etapas fenológicas del cultivo, la misma se realizó por medio de un sistema de fertirriego donde se aplicaba nutrientes semanalmente tabla 7. Para suplir las necesidades de micronutrientes se realizaron tres aplicaciones de Bayfolan®.

**Tabla 7**

*Fertilización utilizada semanal mente para el para el desarrollo del proyecto de sandía*

Época de aplicación	Producto	Dosis/aplicación (Kg)	Frecuencia de fertirriego por semana	Aporte de nutriente (kg)
Fase vegetativa (3-25) días	Fosfato monoamónico (NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	2.2	3	2.7 N, 13.8 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Nitrato de potasio (K <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.8		4.2 N y 13.7K <sub>2</sub> O
	Nitrato calcio (Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	1.8		2.8 N y 5.2 CaO
	Sulfato de magnesio (MgSO <sub>4</sub> )	2.3		3.9 MgO y 3.2 S
Fase reproductiva (26-60) días	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.8	3	4.2 N y 13.7 K <sub>2</sub> O
	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.6		1 N y 1.7 CaO
	MgSO <sub>4</sub>	0.8		1.3 MgO y 1.1S

Fuente: El autor

## Figura 8

### Fertilizantes utilizados



Fuente: El autor

**Nota:** (A) Map, (B) sulfato de magnesio

### 3.5.6. Poda

Se aplicó la metodología de Palma y Menéndez (2012), consistió en el corte del brote o guía principal cuando esté presente de cinco a seis hojas, permitiendo el desarrollo de cuatro a cinco guías secundarias que parten de las axilas dando mayor uniformidad a la planta y mejorando la producción.

**Figura 9**

*Poda de sandía a cinco hojas verdaderas*



Fuente: El autor

**3.5.7. Bioestimulación**

Se utilizaron bioestimulantes como interacción en los tratamientos en el factor A, Fitomare®, Algaren® y sin aplicación como testigo, estos se aplicaron utilizando la recomendación de la ficha técnica de cada producto en el que se utilizó la dosis más baja y una frecuencia de aplicación semanal hasta la floración. Se aplicó de manera foliar mediante una bomba asperjadora anteriormente calibrada.

**3.5.8. Control de plagas**

Se realizaron los monitoreos y evaluaciones necesarias para estimar la presencia de plagas y enfermedades, se aplicaron las medidas correspondientes para su control (Urriola, 2020). Por lo cual no se tuvo ningún problema fitosanitario que pudo causar algún tipo de pérdida.

### 3.5.9. Cosecha

La cosecha se realizó cuando la fruta alcanzó su madurez fisiológica aproximadamente 60 a 70 días después de la siembra. Se realiza de esta manera preferiblemente, porque es cuando está madura, se alcanza un buen nivel de azúcar en su pulpa. Evitando que estén sobre madura se debe realizar sin causar daño y con el cuidado mayor posible (Rullán, 2015).

#### Figura 10

*Cosecha de sandía y toma de datos en campo*



Fuente: El autor

**Nota:** (A) cosecha del cultivo, (B) toma de datos en campo

### 3.6. Variables evaluadas

#### 3.6.1. Días a floración

Se registró los días transcurridos después de la siembra hasta alcanzar el 50% de la floración en cada una de las unidades experimentales (Guerrero, 2018).

### **3.6.2. Días a cosecha**

Se anotaron los días transcurridos después de la siembra hasta alcanzar la madurez fisiológica del fruto (Rullán, 2015).

### **3.6.3. Número de frutos por planta**

A partir de la cosecha del fruto, se registró el número de frutos por unidad experimental y se dividió entre el número de plantas presentes, con el fin de obtener el promedio de frutos por planta en cada tratamiento (Peñarrieta, 2015).

### **3.6.4. Longitud del fruto**

Se midieron los frutos de cada unidad experimental, correspondiente a las dos hileras centrales. Para ello, se utilizó una cinta métrica, registrando la distancia desde la base del fruto hasta la inserción del pedúnculo (Arias, 2014).

### **3.6.5. Diámetro del fruto**

Cada fruto cosechado se midió utilizando una cinta métrica, esta medida se realizaba por la parte más ancha de cada fruto, repitiéndose por cada unidad experimental (Gonzáles, 2011).

### **3.6.6. Peso del fruto (kg)**

Se pesó cada fruto cosechado en el área efectiva, utilizando una pesa la cual brindaba un peso exacto en kilogramos (Guerrero, 2018).

### **3.6.7. Grados Brix**

Para esta prueba se seleccionaba al azar cinco frutos que se habían cosechado del área efectiva de la parcela para realizarle el análisis con refractómetro que se utiliza para medir la concentración de azúcar (Mendoza, 2019).

### **3.6.8. Rendimiento**

Los frutos cosechados fueron pesados en báscula para obtener su producción por tratamiento, posteriormente estos datos mediante una relación fueron expresados en kilogramos por hectárea (Morocho 2022).

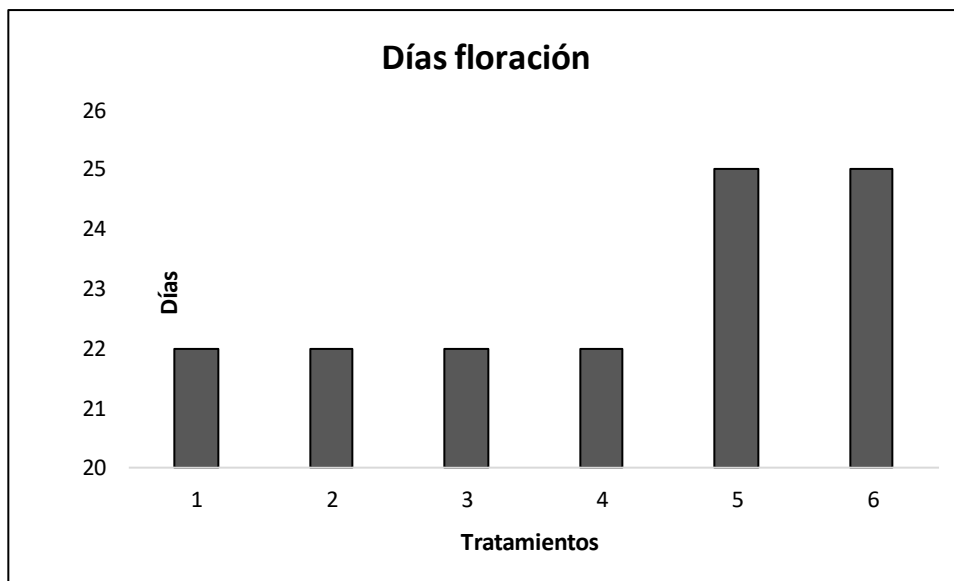
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Días a floración

En la figura 11 se muestran los promedios de los días a floración. Se destacan los tratamientos con la utilización de bioestimulante donde se muestra un promedio de 22 días y para los tratamientos sin bioestimulantes se estimó un promedio de 25 días, mostrando una influencia de la estimulación en la floración. Estudio realizado por Megia (2023), destaco un rango de días de floración desde los 38 a 40 días en Santa Rita, Manabí, Ecuador.

**Figura 11**

*Promedios de los días a floración resultantes de los tratamientos evaluados*



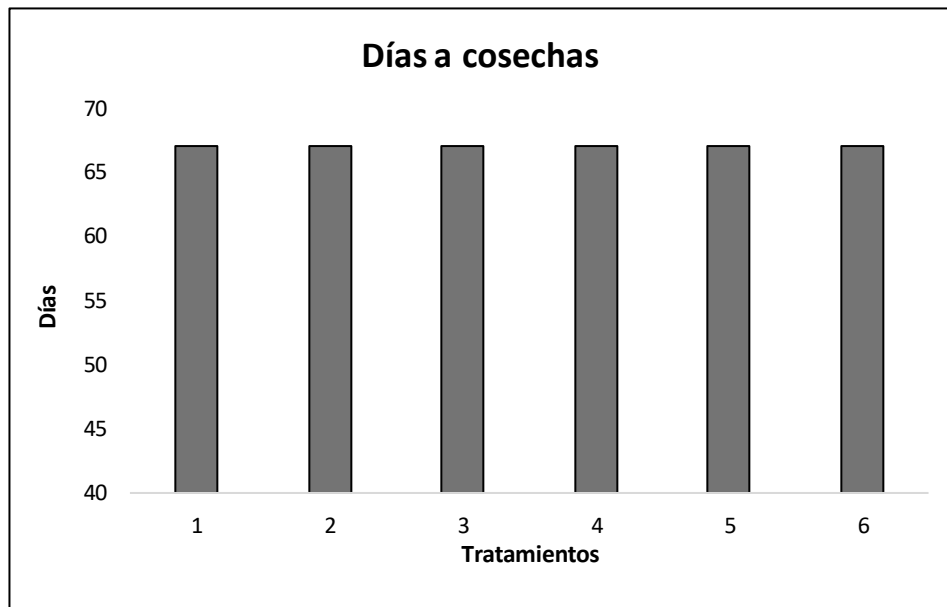
Fuente: El autor

#### 4.2. Días a cosecha

En la figura 12 se destacan los promedios para la variable días a cosecha donde se muestran un promedio de 67 días para los seis tratamientos estudiados

**Figura 12**

*Promedios de los días a cosecha resultantes de los tratamientos evaluados*



Fuente: El autor

#### 4.3. Frutos por planta

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizados (Tabla 8) indican que no hubo diferencia significativa en los tratamientos ni bloques. El coeficiente de variación fue de 10.6% lo que indica que hubo buen control del error experimental.

**Tabla 8**

*Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable frutos por planta*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>FC</b>	<b>Sig</b>	
Modelo				.365	
corregido	7	.025	1.241		
Interceptación	1	38.720	1904.262	.000	
BLOQUE	2	.022	1.066	.381	<b>NS</b>
TRATAMIENTO	5	.027	1.311	.334	<b>NS</b>
Error	10	.020			
Total	18				
Total corregido	17				

Coeficiente de variación (CV)=10.6%

\* Existen diferencias significativas

\*\*Existen diferencias altamente significativas

**NS** No hay diferencias

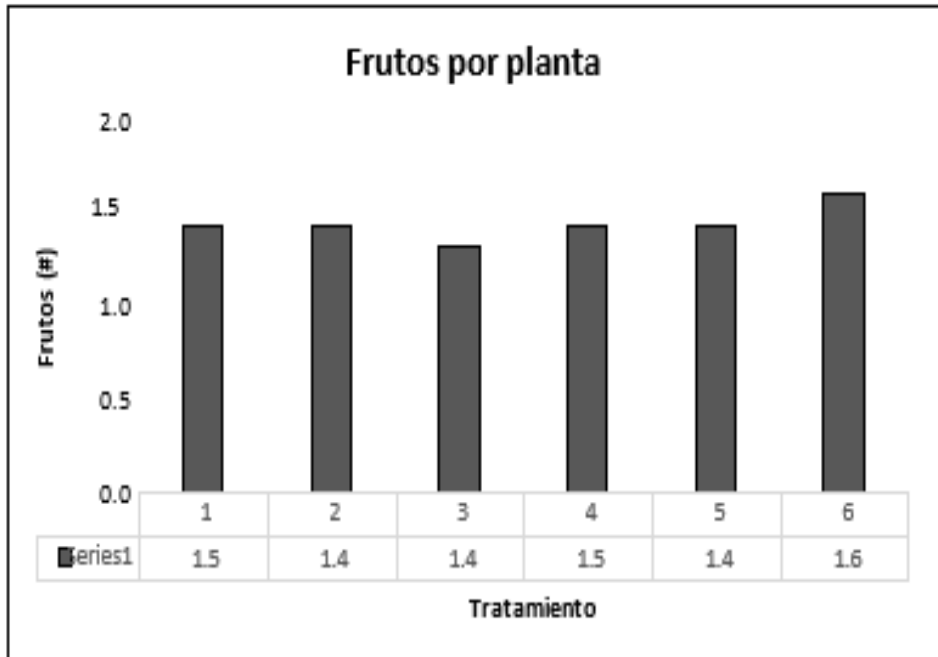
Fuente: El autor

En la figura 13 se muestran los promedios para la variable frutos por planta. Se destacan el tratamiento seis (T6) (sin bioestimulante \* sin poda) donde se alcanzó un promedio de 1.6 frutos por planta siendo este el más elevado, siguiendo el T1 y T4 con 1.5 frutos por planta. Asemejándose a estudio realizado por González (2011) que reporta que los promedios de número de frutos en el cultivo de sandía en sus tratamientos presentan como máximos 5.13 Frutos/planta y los promedios mínimos

de 2.48 Frutos/planta, destacando los que no se le realizó ningún tipo de poda el número de frutos es más alto.

**Figura 13**

*Promedios de los frutos por planta resultantes de los tratamientos evaluados*



Fuente: El autor

#### 4.4. Longitud del fruto

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizados (Tabla 9) destacan diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para los bloques. El coeficiente de variación fue de 3.6% lo que indica que hubo buen control del error experimental.

**Tabla 9**

*Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable Longitud del fruto*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>FC</b>	<b>Sig</b>	
Modelo					
Corregido	7	1.836	1.770	.199	
Interceptación	1	18272.347	17616.618	.000	
BLOQUE	2	5.791	5.583	.024	*
TRATAMIENTO	5	.254	.245	.933	<b>NS</b>
Error	10	1.037			
Total	18				
Total corregido	17				

CV= 3.6%

\* Existen diferencias significativas

\*\*Existen diferencias altamente significativas

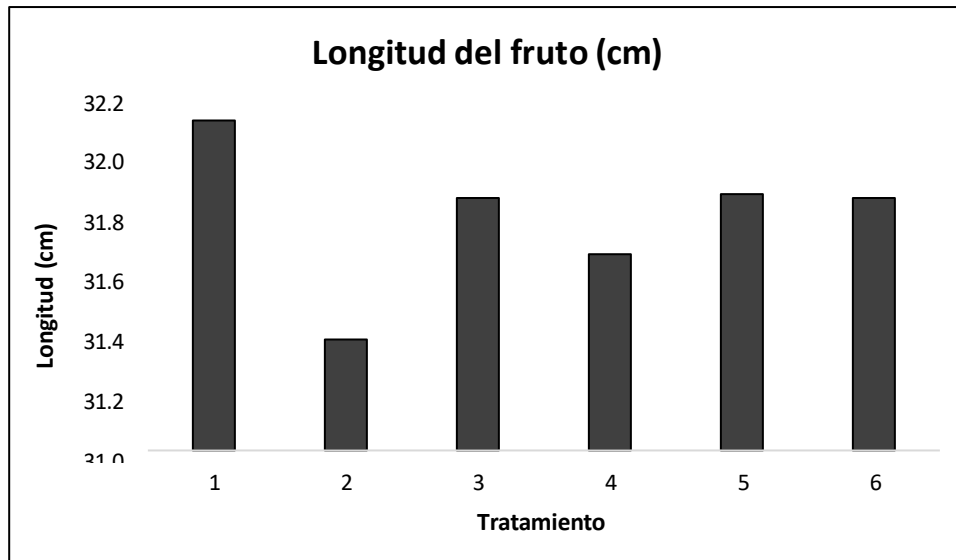
**NS** No hay diferencias

Fuente: El autor

En la figura 14 se muestran los promedios para la variable longitud del fruto. Sobresaliendo el Tratamiento 1 (T1) (Fitomare® + poda) donde se manifiesta con un promedio de 32.1 cm, inverso al tratamiento 2 (Fitomare® sin poda) teniendo este el valor más bajo 31.4 cm.

**Figura 14**

*Promedios de la longitud resultantes de los tratamientos evaluados*



Fuente: El autor

#### **4.5. Diámetro del fruto**

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizados para la variable diámetro del fruto (Tabla 10) indican que no hay diferencia significativa para tratamientos ni bloques. El coeficiente de variación fue de 3.2% lo que indica que hubo buen control del error experimental.

**Tabla 10**

*Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro del fruto*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>FC</b>	<b>Sig</b>	
Modelo	7	3.027	.765	.628	
corregido					
Interceptación	1	62540.056	15810.688	.000	
BLOQUE	2	7.496	1.895	.201	NS
TRATAMIENTO	5	1.240	.313	.894	NS
Error	10	3.956			
Total	18				
Total corregido	17				

CV=3.2%

\* Existen diferencias significativas

\*\*Existen diferencias altamente significativas

**NS** No hay diferencias

Fuente: El autor

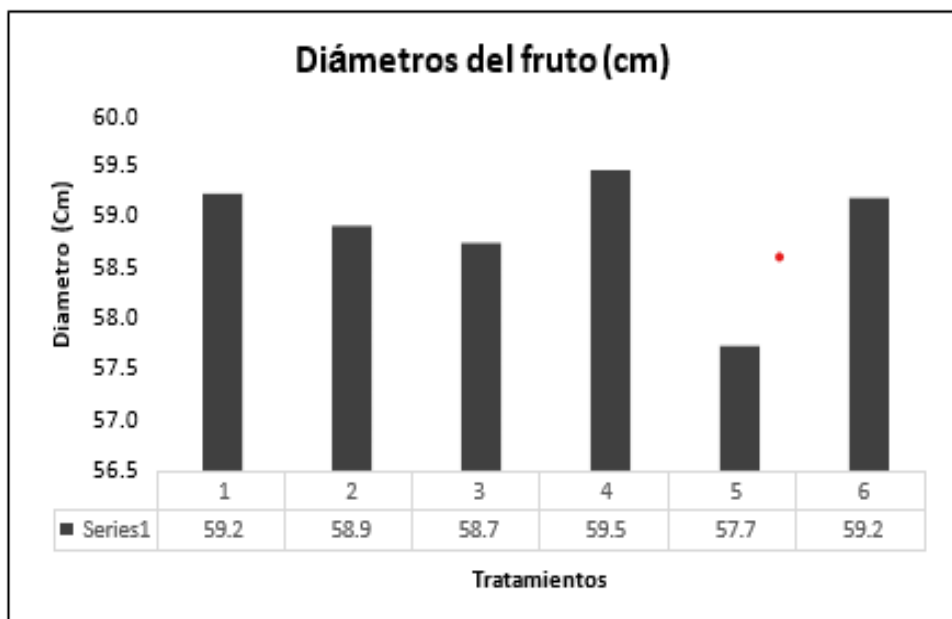
La figura 15 muestra el diámetro promedio del fruto para los seis tratamientos experimentales. Los valores registrados oscilaron entre 57.7 y 59.5 cm, evidenciando una variación relativamente baja entre tratamientos.

El tratamiento 4 presentó el mayor diámetro del fruto (59.5 cm), seguido de los tratamientos 1 y 6 con 59.2 cm cada uno, lo que indica un comportamiento similar en estos tres tratamientos. Por su parte, los tratamientos 2 (58.9 cm) y 3 (58.7 cm) mostraron valores intermedios. El tratamiento 5 registró el menor diámetro (57.7 cm),

diferenciándose ligeramente del resto. Difiriendo del estudio realizado por Palma y Menéndez (2012) obteniendo que podando la guía principal produce los mayores resultados para el diámetro del fruto.

**Figura 15**

*Promedios de los diámetros resultantes de los tratamientos evaluados*



Fuente: El autor

#### 4.6. Grados brix

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizados para la variable grados brix (Tabla 11) destacan diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). para tratamiento. El coeficiente de variación fue de 3.4% lo que indica que hubo buen control del error experimental.

**Tabla 11**

*Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable grados brix*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>FC</b>	<b>Sig</b>	
Modelo					
corregido	7	.430	3.929	.025	
Interceptación	1	3836.880	35093.415	.000	
BLOQUE	2	.287	2.622	.121	<b>NS</b>
TRATAMIENTO	5	.487	4.451	.021	*
Error	10	.109			
Total	18				
Total corregido	17				

CV= 3.4%

\* Existen diferencias significativas

\*\*Existen diferencias altamente significativas

**NS** No hay diferencias

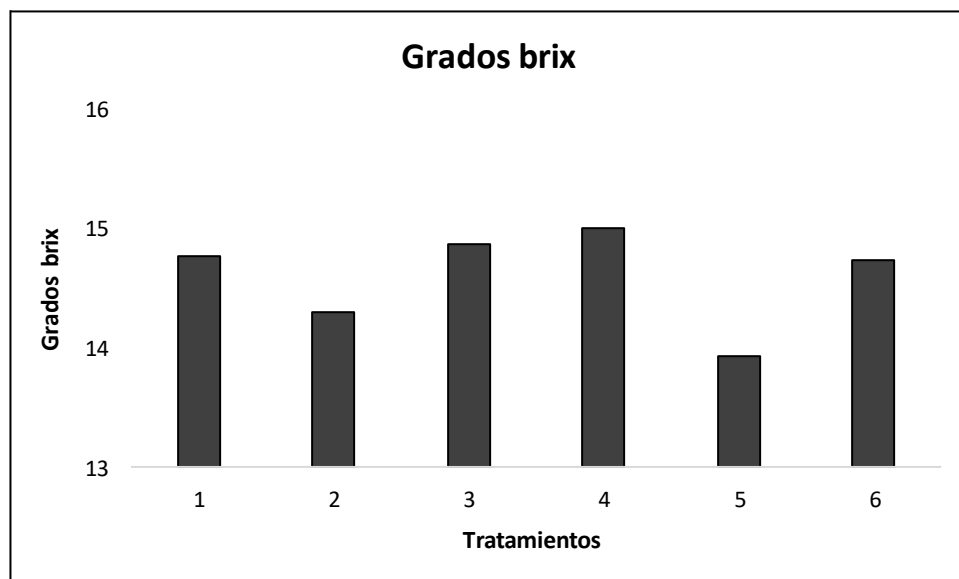
Fuente: El autor

La Figura 16 muestra el comportamiento de los grados Brix en función de los seis tratamientos evaluados. Presentan una ligera variación entre tratamientos, oscilando aproximadamente entre 13.9 y 15.0 °Brix. El tratamiento 4 registró el mayor contenido de azúcares, con un valor cercano a 15.0 °Brix, seguido por los tratamientos 3, 1 y 6, cuyos valores se mantienen alrededor de 14.7–14.9 °Brix. Por otro lado, el tratamiento 5 presentó el menor valor de grados Brix (13.9), mientras que el tratamiento 2 mostró un valor intermedio inferior cercano a 14.3 °Brix.

Para Palma y Menendez (2012) destacan que la poda de la guía principal se obtiene una mayor concentración de azúcares, por lo que, difiera de esta investigación. El tratamiento 4 (Bioestimulante sin poda) alcanzo los grados Brix más elevados.

### Figura 16

*Promedios de los grados brix resultantes de los tratamientos evaluados*



Fuente: El autor.

#### 4.7. Peso del fruto

La figura 17 presenta el diagrama de cajas del peso registrado en los seis tratamientos evaluados. Los valores de peso muestran una distribución relativamente homogénea, con medias cercanas a 4.0 kg en la mayoría de los tratamientos. El tratamiento 4 presentó la mayor variabilidad, con un rango amplio de valores que oscila aproximadamente entre 3.7 y 5.0 kg, lo que indica una mayor

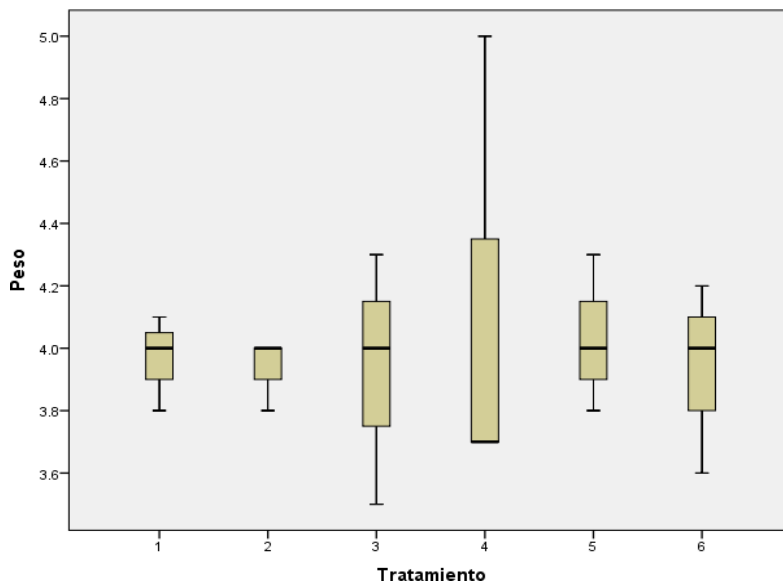
dispersión de los datos y presencia de valores máximos superiores respecto a los demás tratamientos.

Los tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6 muestran una menor dispersión, con rangos aproximados entre 3.6 y 4.3, lo que evidencia mayor estabilidad en el peso. Las medias de los tratamientos 3, 5 y 6 se ubican exactamente alrededor de 4.0 kg, mientras que los tratamientos 1 y 2 presentan valores similares, ligeramente por debajo y por encima de este valor.

En conjunto, los resultados indican que, aunque los pesos medios son semejantes entre tratamientos, el tratamiento 4 presenta una mayor heterogeneidad, lo que sugiere una respuesta más variable de este tratamiento sobre la variable evaluada. El coeficiente de variación fue de 8.1% lo que indica que hubo buen control del error experimental.

### Figura 17

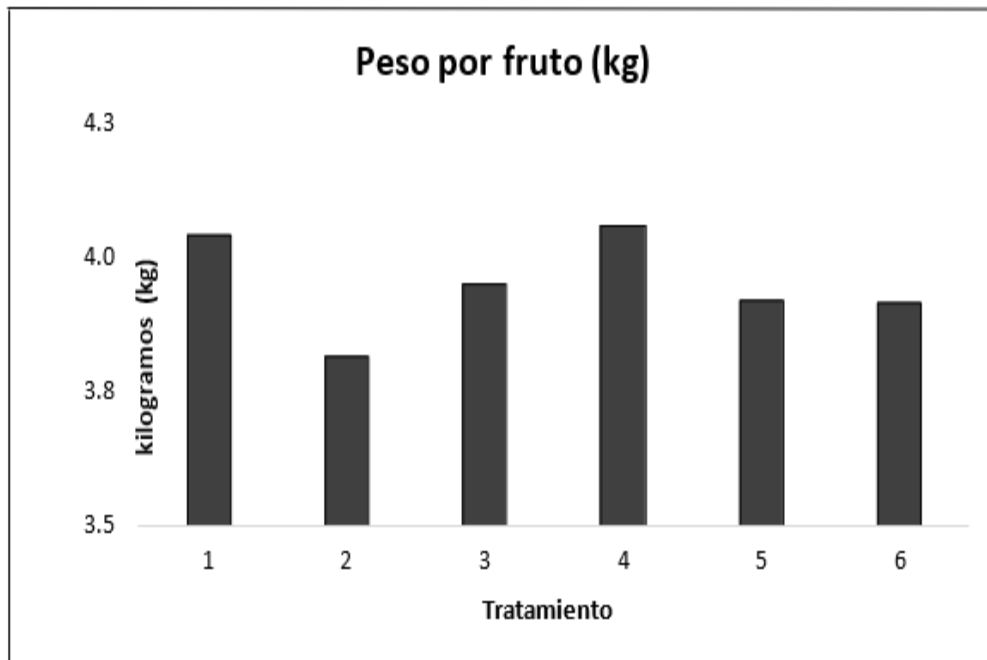
*Diagrama de cajas para la variable peso del fruto*



Fuente: El autor

**Figura 18**

*Promedios de los pesos del fruto resultantes de los tratamientos evaluados*



Fuente: El autor

#### **4.8. Rendimiento**

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizados para la variable rendimiento (Tabla 12) destacan que no se encontró diferencia significativa ni en bloque ni en tratamientos. El coeficiente de variación fue de 10.6% lo que indica que hubo buen control del error experimental.

**Tabla 12**

*Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable rendimiento*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>FC</b>	<b>Sig</b>	
Modelo					
corregido	7	5888620.694	.633	.720	
Interceptación	1	11105387737.920	1194.507	.000	
Bloque	2	5176715.962	.557	.590	<b>NS</b>
Tratamiento	5	6173382.587	.664	.659	<b>NS</b>
Error	10	9297049.324			
Total	18				
Total corregido	17				

Cv=10.6%

\* Existen diferencias significativas

\*\*Existen diferencias altamente significativas

**NS** No hay diferencias

Fuente: El Autor

La Figura 19 muestra que los mayores rendimientos fueron observados en los tratamientos sin bioestimulante (T5 y T6) coinciden con estudios que señalan que, bajo condiciones de fertilización adecuada, la aplicación de bioestimulantes no siempre genera incrementos significativos en el rendimiento de sandía. En este sentido, Hochmuth et al. (2012) indican que cuando el cultivo no presenta limitaciones nutricionales o de estrés, la respuesta en rendimiento a productos bioestimulantes puede ser limitada o nula, lo que concuerda con el comportamiento observado en este ensayo.

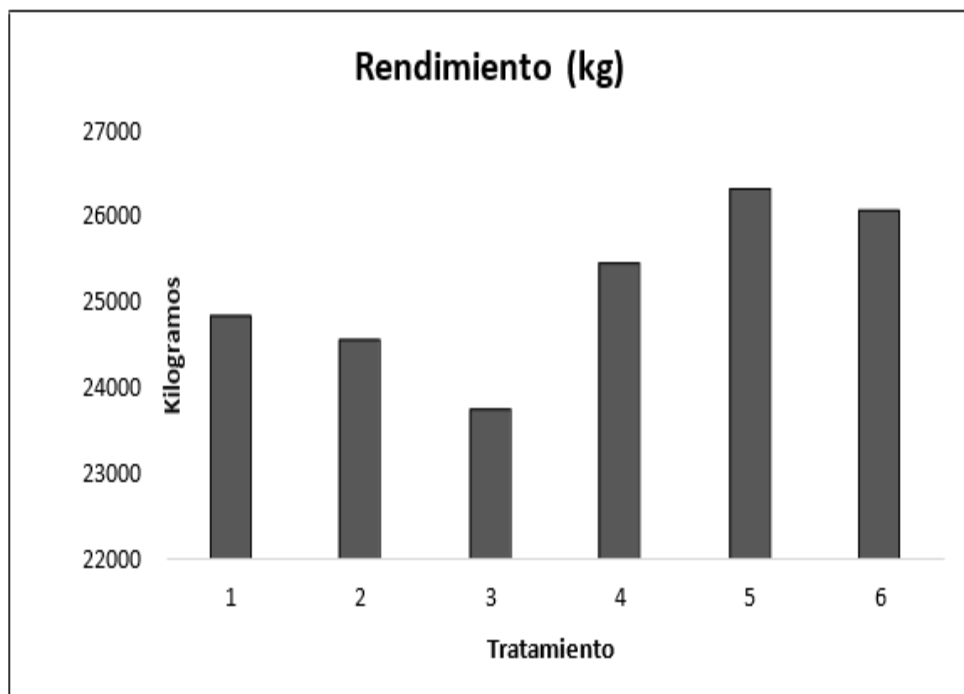
Los tratamientos con extractos de algas marinas (Fitomare® y Algaren®) presentaron rendimientos intermedios, lo que concuerda parcialmente con investigaciones previas en sandía y otras cucurbitáceas. Estudios como los de Roupael y Colla (2020) reportan que los bioestimulantes a base de algas pueden mejorar procesos fisiológicos como la eficiencia fotosintética, el crecimiento radicular y el cuajado de frutos; sin embargo, su efecto sobre el rendimiento final es altamente dependiente del manejo del cultivo y de la interacción con prácticas culturales como la poda.

El bajo rendimiento del tratamiento Algaren® + poda (T3) puede explicarse por un posible desbalance fisiológico inducido por la combinación de estimulación hormonal y restricción del crecimiento vegetativo. Roupael y Colla (2020) señalan que una estimulación excesiva del crecimiento, combinada con prácticas que reducen el área foliar, puede alterar el equilibrio fuente–demanda y afectar negativamente el rendimiento en cultivos hortícolas, lo cual coincide con los resultados observados.

Por otro lado, el mejor desempeño del tratamiento Algaren® sin poda (T4) respalda lo indicado por Morales et al. (2018), quienes reportaron que la efectividad de los bioestimulantes en sandía depende de la conservación del equilibrio hormonal permitiendo así aprovechar el incremento en la actividad fisiológica de la planta. Esto refuerza la importancia de un manejo integral del cultivo para maximizar el rendimiento.

**Figura 19**

*Promedios de los rendimientos resultantes de los tratamientos evaluados*



Fuente: El autor

#### **4.9. Análisis económico**

En la tabla 13 y 14 se presenta el análisis económico del cultivo de sandía en función del rendimiento alcanzado con las aplicaciones de los bioestimulantes y poda. El tratamiento 5 (Sin bioestimulante + Poda) fue donde se obtuvo el mayor rendimiento, no obstante, el T6 (Sin bioestimulante + Sin poda) fue el que alcanzó la mayor rentabilidad, resaltando que, en todos los tratamientos evaluados se tuvo un rendimiento mayor a los alcanzados por los productores de sandía para la comercialización local (MIDA, 2025).

**Tabla 13***Resumen de los costos e ingresos de los tratamientos evaluados*

<b>ANALISIS ECONOMICO</b>					
<b>Tratamientos</b>	<b>Producción kg/ha</b>	<b>Precio/kg</b>	<b>Ingreso bruto BI.</b>	<b>Costos totales BI.</b>	<b>Unidad BI.</b>
Fitomare + Poda (T1)	24 824	0.242	6 007.4	2932.8	3074.6
Fitomare + Sin poda (T2)	24 544	0.242	5 939.6	2872.8	3066.8
Algaren + Poda (T3)	23 733	0.242	5 743. 4	2939.3	2804.2
Algaren + Sin poda (T4)	25 430	0.242	6 154	2879.3	3274.8
Sin bioestimulante + Poda (T5)	26299	0.242	6 364. 4	2920	3444.4
Sin bioestimulante + Sin poda (T6)	26064	0.242	6 307.5	2860	3447.5

Fuente: El autor

**Tabla 14***Beneficio/costo de los tratamientos evaluados*

<b>Tratamientos</b>	<b>Rentabilidad %</b>	<b>Beneficio/Costo</b>
<i>Fitomare + Poda (T1)</i>	<i>104.8</i>	<i>2.0</i>
<i>Fitomare + Sin poda (T2)</i>	<i>106.6</i>	<i>2.1</i>
<i>Algaren + Poda (T3)</i>	<i>95.4</i>	<i>2.0</i>
<i>Algaren + Sin poda (T4)</i>	<i>113.7</i>	<i>2.1</i>
<i>Sin bioestimulante + Poda (T5)</i>	<i>118.0</i>	<i>2.2</i>
<i>Sin bioestimulante + Sin poda (T6)</i>	<i>120.5</i>	<i>2.2</i>

Fuente: El autor

## 5. CONCLUSIONES

- Se demuestra que el T5 (Poda sin bioestimulación) fue donde obtuvimos el mayor rendimiento (kg/Ha), lo que demuestra que la poda influye de manera positiva en el rendimiento del cultivo sandía.
- Para las variables grados brix, diámetro del fruto, peso del fruto se presentaron mejores resultados en el T4 (Algaren sin poda), la variable longitud del fruto presentó mejor resultado el T1 (Fitomare + poda) y las variables frutos por planta y rendimiento los mayores resultados se obtuvieron en el T6 (sin poda y sin bioestimulante) y T5 (Poda sin bioestimulante) respectivamente. Por lo que podemos decir que, en el cultivo de sandía una estimulación excesiva bioestimulación + poda puede influir de manera negativa en la producción final del cultivo, pues la mayoría de las variables excepto la variable longitud del fruto, respondieron de manera positiva al aplicar un solo factor ya fuese poda o bioestimulación.
- Analizando los resultados podemos decir de manera general que el rendimiento del cultivo de sandía está influenciado por técnicas como la poda y que al combinar técnicas como la bioestimulación y la poda vegetativa creamos un desbalance fisiológico producto de un desequilibrio hormonal afectando la producción final de cultivo. Esto refuerza la importancia de un manejo integral (fuente-demanda) para maximizar el rendimiento.
- Los bioestimulantes a base de algas marinas pueden mejorar procesos fisiológicos como la eficiencia fotosintética, el crecimiento radicular y el cuajado de frutos, pero al cultivo no presentar limitaciones nutricionales o de estrés, la

respuesta al rendimiento en cuanto a productos bioestimulantes puede ser limitada o nula, lo que concuerda con el comportamiento observado en este ensayo.

- El análisis económico determinó que la mejor alternativa se consiguió en el T6 (sin poda y sin bioestimulante) con una rentabilidad de 120.5 %.
- El T5 (poda sin bioestimulante), se registró como la segunda opción más rentable del estudio.

## 6. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Realizar estudios con diferentes variedades de sandía para analizar el comportamiento de las variedades a la aplicación de bioestimulantes.
- Hacer estudios con bioestimulantes que se puedan usar en la fase reproductiva del cultivo (floración, cuajado y desarrollo de frutos) para evaluar el comportamiento del cultivo.
- Evaluar la respuesta del cultivo a diferentes niveles de poda, para optimizar los costos de producción.
- Utilizar la poda de la guía principal al presentar la quinta hoja y no acompañarla de bioestimulación ya que así fue como se obtuvo el mayor rendimiento.
- Dirigir capacitaciones técnicas a los productores y extensionistas agrícolas sobre el uso adecuado de bioestimulante y la correcta ejecución de la poda en el cultivo de sandía para maximizar los beneficios.
- Adoptar prácticas de manejo agronómico basada en los resultados obtenidos, para mejorar la productividad del cultivo.
- Promover la sostenibilidad de los sistemas productivos con la utilización de productos y tecnologías de bajo impacto al medio ambiente.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, D. (2014). Evaluación del rendimiento y comportamiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) en la comunidad Las Casitas, Santa Rosa, El Oro.  
<https://n9.cl/6qu4d>
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (AEFA). (2018). *Bioestimulantes: los fertilizantes del futuro*.  
<http://www.bioestimulantesagricolas.net/bioestimulantes-los>.
- Atlántica (2019). *Bioestimulantes y aminoácidos*.  
<https://atlanticaagricola.com/es/bioestimulantes-y-aminoacidos/Fitomare>.
- Bulgari, R. Stagnari, F y Pisante, M. (2015). The role of bio-stimulants in improving the sustainability of agricultura. *Acta horticulturae*, 1081, 13-19.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1081.2>.
- Cárdenas, E. (2001). *Evaluación agro económica de siete materiales genéticos de sandía con res niveles de poda vegetativa bajo condiciones protegidas en Zamorano* (Doctoral disertación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.).  
<https://n9.cl/wcdkx>.
- Cascada, A. (2015). *Guías tecnológicas de frutas y vegetales: El cultivo de sandía (Citrullus lanatus)*. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola. Costa Rica.  
<https://n9.cl/fzla5>

- Chumo, H. (2017). *Determinación de los daños de Bemisia tabaci (Mosca blanca) ocasionados en la producción de Citrullus lanatus (Sandía)*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/950>
- Coveca, G. (2012). *Monografía de la sandía. Gobierno del Estado de Veracruz. Comisión de Comercialización Agropecuaria Veracruzana.*
- Diario Digital de Actualidad Hortofrutícola (Hortoinfo). (2023). *En el mundo se producen más de 101.000 millones de kilos de sandía, más de la mitad en China.* <https://hortoinfo.es/produccion-mundial-sandia/>
- González, R. (2011). *Evaluación del cultivo de sandía (Citrullus lanatus L) variedad Mickey Lee utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "kc" y "ky", bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009* (Doctoral disertación, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/2146/1/tnf01g643s.pdf>
- Google. (2025). *Joaquín Abajo, Tonosí, Los Santos, Panamá (Mapa)*. Google Maps. <https://www.google.com/maps>
- Greenhas Group. (2023). *Bioestimulantes y fertilizantes especiales.* <https://www.greenhasgroup.es/abonos-fertilizantes/Algaren/#>.
- Guerrero, J. (2018). *Efecto de la aplicación de tres dosis de calcio en rendimiento y calidad de dos variedades de sandía (Citrullus lanatus), en el en el sector de Yachay, provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis, El Angel: UTB, 2018). <https://n9.cl/7rfb5>
- Hochmuth, G., y Hochmuth, R. (2012). *Nutrient management for watermelon.* University of Florida IFAS Extension. <https://doi.org/10.32473/edis-ss735-2024>
- Instituto de Meteorología e Higrología de Panamá (IMHPA). (2024). *Datos climáticos históricos.* <https://www.imhpa.gob.pa/es/clima-historicos>.

- León, J. (2022). *Prácticas de poda en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus)* (Bachelor's thesis. BABAHOYO: UTB, 2022). <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13259>.
- López, A. (2020). *Las algas y su uso en la agricultura Una visión actualizada. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba*. <https://n9.cl/ds88vl>.
- Matsum y Nakai (1916). *Citrullus lanatus (Thunb.) in Gargominy O. TAXREF Version 4.3.SPN – Service du Patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15468/vqu>
- Mejía, A. (2023). *Respuestas del cultivo de sandía (Citrullus lanatus L.) a la aplicación de tres bioestimulantes* (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum). <https://n9.cl/nvcey7>
- Mendoza, M. (2019). *Efecto de la fertilización potásica y cálcica en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) bajo un sistema hidropónico*. <https://n9.cl/r8661>
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). (2023). *Cierre agrícola 2023- 2024*. Panamá: MIDA. <https://n9.cl/l9l4ra>.
- Morales, I., Sánchez, E., y López, J. (2018). Effect of biostimulants on yield and fruit quality of watermelon. *Scientia Horticulturae*, 234, 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.048>
- Morocho, A. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus) con tres distancias de siembra en el cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana*. <https://n9.cl/n5o1b>

- Muñiz, G. (2023). *Respuesta de la producción de plantas plátano (Mussa spp) por el método de micro cormos con la aplicación de tres bioestimulantes*. Tesis, Universidad estatatal del sur de manabí, 21. <https://n9.cl/ptl81>.
- Ore Pittman, H. A. (2022). Producción de Sandía (*Citrullus lanatus* L.) cv. Riverside sobre tres portainjertos bajo condiciones de La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5562>.
- Osorio, N., González, R., Guerra, J., y Aguilera, V. (2012). Manual técnico manejo integral del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). Ciencia agropecuaria. ISBN:978-9962-677-27-7. P44. <https://n9.cl/3x3d57>
- Palma, W., y Menendez, M. (2012). *Efecto de Poda en el Cultivo de Sandia (Citrullus vulgaris L.), Sembrados a Diferentes Distancias con Aplicación de Tres Fertilizantes Orgánicos Durante la Época Lluviosa en la Zona de Quevedo* (Doctoral dissertation).
- Panchana, L. (2009). *Escuelas de campo (ECAs), para el manejo adecuado del cultivo de la sandía (Citrullus lanatus L.) en el recinto Valle de la virgen, canton Pedro Carbo*. Escuela Superior Politécnica del litoral, Facultad de ingeniería mecánica y ciencias de la producción, Guayaquil.
- Peñarrieta, L. M. (2015). *Producción de sandía (Citrullus lanatus) con dos sistemas de tutorio en el Centro Experimental La Playita de la Universidad Técnica De Cotopaxi extensión La Maná 2015*. <https://n9.cl/nptbwo>
- Pimentel, B. 2024. *Determinación de sitios específicos para el cultivo de café (Coffea arábica L.) (C. canephora) en las provincias de Herrera y Los Santos*. Tesis ing. Agronómica en Cultivos Tropicales. Los Santos, Panamá. Universidad de

- Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 101 páginas. [https://up-rid.up.ac.pa/8822/1/bladimir\\_pimentel.pdf](https://up-rid.up.ac.pa/8822/1/bladimir_pimentel.pdf)
- Reche, J. (1995). *Poda de hortalizas en invernaderos (calabacín, melón, pepino y sandía). Hojas divulgadas.* Almeria, España. <https://url-shortener.me/FY31>
- Rouphael, Y., y Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
- Rullán, J. (2015). Cosecha y manejo postcosecha 2. <https://url-shortener.me/FY2W>
- Salazar, K. (2011). Manejo del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). Trabajo final para la obtención del título: Tecnólogo en Agricultura Espol fimcp, Guayaquil. 37
- Sountharya, R., y Ramesh, R. (2025). Cultivo y comercio de sandía: una visión general. *Food y Scientific Reports*. 2(8). <https://url-shortener.me/FY2N>
- Ulloa, F., y Prado, J. (2016). *Efecto en el rendimiento y calidad de los frutos de sandía (Citrullus lanatus), cultivar Mickey Lee, con poda de formación, CNRA, UNAN-León, abril-agosto 2014* (Doctoral dissertation). <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4248/1/230057.pdf>
- Urriola, J. 2020. *Influencia de la Aplicación de Bioestimulantes a Base de Extractos de Algas Marinas en la Producción Sostenible de Dos Cultivares de Pepino (Cucumis sativus L).* Tesis, Maestría en Ciencias Agrícolas con Énfasis en

Producción Agrícola Sostenible. Los Santos. Panamá. 100 p. [https://up-rid.up.ac.pa/5230/1/janeth\\_urriola.pdf](https://up-rid.up.ac.pa/5230/1/janeth_urriola.pdf)

Uzcanga, N., Cano, A., y Ramírez., J. (2015). Diagnóstico socioeconómico del cultivo de sandía en el estado de Campeche, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1331-1344. <https://n9.cl/jd8c5u>.

Zambrano, S. (2009). *Influencia de aspersiones de bioestimulantes en el manejo de virosis en híbridos de sandía Tesis*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Espam - mfl, 14. <https://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/570>.

## 8. ANEXOS


### Anexo 1.

*Pruebas de laboratorio para la realización de análisis de suelo*



### Anexo 2

*Análisis de suelo*

  
**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE LOS SANTOS**  
**LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS Y TEJIDO FOLIAR**  
**LAS TABLAS, LOS SANTOS, PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**Para:** Jorge González      **Entrada:**      **Salida:**  
**Correg:** El Cacao      **Distrito:** Tonosí      **Provincia:** Los Santos  
**Lab:**           **Cultivo:**

Parámetros	Resultado		Interpretación	Información Adicional	
	ppm	meq/100g		Saturación de bases %	
Fósforo (P)	28.00		MEDIO	Potasio (K)	4.56
Potasio (K)	67.12	0.17	MEDIO	Calcio (Ca)	69.90
Calcio (Ca)	525.87	2.63	MEDIO	Magnesio (Mg)	1.61
Magnesio (Mg)	7.32	0.06	BAJO	Sodio (Na)	0.00
Sodio (Na)	0.00	0.00		Acidez	23.93
Hierro (Fe)	68.93		MEDIO	Relaciones	
Manganeso (Mn)	51.29		ALTO	Ca/Mg	43.31
Cobre (Cu)	0.00		BAJO	Mg/K	0.35
Zinc (Zn)	0.00		BAJO	Ca+Mg/K	15.67
Aluminio (Al)		0.90	MEDIO	Ca/K	15.32
Acidez		0.20	BAJO		
CICE		3.76			

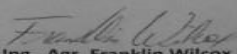
\*CICE = Capacidad de Intercambio Cationico Efectiva  
 \*Aluminio Intercambiable = Acidez Intercambiable

pH	5.20	ÁCIDO	A. L. Arc %	43-18-39
%MO	3.35	MEDIO	Textura	Arc.
%MO = Porcentaje de materia orgánica		Color	Pardo Oscuro	

Conductividad Eléctrica	*****	Recomendación	
% Salinidad	*****	Fertilizante	QQ/Ha
Interpretación			
% CO2	*****	Urea 46%	

\* No está en el paquete

Ing. Agr. Janeth Urriola MSc.  
 Analista

  
 Ing. Agr. Franklin Wilcox MSc.  
 Coordinador de Laboratorio

### Anexo 3

#### *Delimitación del área experimental*



### Anexo 4

#### *Instalación del sistema de riego por goteo*



**Anexo 5**

*Siembra del cultivo*



**Anexo 6**

*Monitoreo de plagas y enfermedades*



**Anexo 7**

*Poda del cultivo*

**Anexo 8**

*Floración y cuajado de frutos*



**Anexo 9**

*Cultivo próximo a cosecha*

**Anexo 10**

*Cosecha de sandía*



**Anexo 11**

*Toma de dato de la variable grados brix*



## Anexo 12

### Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Días a floración	0.421	18	0.000	0.601	18	0.000
Días a cosecha		18			18	
Frutos por Planta	0.172	18	0.168	0.935	18	0.233
Brix	0.167	18	.200*	0.929	18	0.189
Diámetro	0.099	18	.200*	0.985	18	0.987
Longitud	0.119	18	.200*	0.976	18	0.899
Peso por fruto	0.209	18	0.036	0.877	18	0.023

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors