



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TEMA:**

**Efecto de la aplicación de dos inductores florales en el cultivo  
de sandía (*Citrullus lanatus*) en la Finca Experimental  
Universitaria San Isidro, provincia del Guayas.**

**AUTOR:**

**Echaiz Andrade, Juan Diego**

**Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de  
Ingeniero Agropecuario**

**TUTOR:**

**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, MSc.**

**Guayaquil, Ecuador  
18 de febrero del 2025**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Echaiz Andrade, Juan Diego**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

**TUTOR**

---

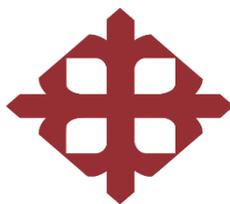
**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, MSc.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

**Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía MSc.**

**Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2025**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Echaiz Andrade, Juan Diego**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Integración Curricular, **Efecto de la aplicación de dos inductores florales en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) en la Finca Experimental Universitaria San Isidro, provincia del Guayas** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2025**

**EL AUTOR**

---

**Echaiz Andrade, Juan Diego**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Echaiz Andrade, Juan Diego**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Efecto de la aplicación de dos inductores florales en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) en la Finca Experimental Universitaria San Isidro, provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 18 del mes de febrero del año 2025**

**EL AUTOR:**

---

**Echaiz Andrade, Juan Diego**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA

**CERTIFICADO DE COMPILATIO**

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Efecto de la aplicación de dos inductores florales en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) en la Finca Experimental Universitaria San Isidro, provincia del Guayas** presentado por el estudiante **Echaiz Andrade Juan Diego**, de la carrera de **Agropecuaria**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada.

Fuente: COMPILATIO-Uusuario Triana Tomalá, 2025

Certifica

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

Echaiz Andrade, Juan Diego UTE B 2024.

**5%**  
Textos sospechosos

**< 1% Similitudes**  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
2% Idiomas no reconocidos  
3% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: Echaiz Andrade, Juan Diego UTE B 2024..docx	Depositante: Angel Antonio Triana Tomala	Número de palabras: 8095
ID del documento: 3e69fd368d52de292dec06b6196cf92c093ce64	Fecha de depósito: 18/2/2025	Número de caracteres: 51.088
Tamaño del documento original: 1,5 MB	Tipo de carga: interface	
Autores: []	fecha de fin de análisis: 18/2/2025	

---

Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, MSc.  
TUTOR

## AGRADECIMIENTOS

Mi más noble agradecimiento a todas las personas que han hecho posible este maravilloso logro para mí. Desde Patricio Quintero, quien se ha vuelto parte de mi familia y, con mucha disposición, me ha ayudado a estar presente en cada una de mis responsabilidades con mis estudios. Sin él, nada de esto habría sido posible.

A los responsables del mantenimiento y gestión de la Finca Experimental Universitaria San Isidro, Don Orly y Don José: eternamente agradecido con ustedes, porque, a pesar de las extensas distancias que debía recorrer para las labores de este trabajo, estuvieron a mi lado y me ayudaron con muchísimas tareas ligadas al mantenimiento de este cultivo. Que Dios recompense y premie estas nobles y trabajadoras manos.

A mis profesores: son la más notable demostración de que lo que se siembra, se cosecha. No me refiero solamente al factor académico, sino también a la constancia y el cariño con el que aconsejan y enseñan, lo cual ha dado sus más dulces y valiosos frutos. Además de mi agradecimiento, les hago mi promesa de aplicar los conocimientos recibidos no solo como ingeniero, sino también como un ser humano con valores y principios. La agricultura no trata únicamente de factores técnicos, sino que también abarca extender nuestra mano a la comunidad y la madre tierra con humanismo, amor, conciencia y empatía.

Pero mi agradecimiento más especial es para ustedes, papá y mamá. Son el calor de mi corazón y mi motivación para, todos los días, salir adelante. Su consejo y corrección han tutorado este árbol que hoy empieza a dar sombra y frutos, acompañado de nuestra familia, que es mi tierra fértil donde crecer y desenvolverme para seguir desarrollando, con amor y certeza, esta humilde y maravillosa profesión. Esta profesión que devuelve a la familia Andrade a los principios en los que un día empezó en la Hacienda ganadera “La Pradera” de Chone, con el Sr. Aníbal Eustaquio Andrade Solórzano, mi bisabuelo.

Gracias, papá y mamá, por ser mi motivación. Mi amor por el campo y el sector agropecuario es claro; dedicaré todas mis fuerzas a este noble propósito.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente a ustedes abuelitos, Dr. Ramon Antonio Echaiz Enríquez y Dr. Luís Aníbal Andrade Vargas. Gracias, abuelito Ramón, por ser uno de los pilares de mi formación, por tu sabio consejo, por tu amorosa preocupación por mí y todos tus nietos.

Gracias, abuelito Luis, porque desde muy temprana edad me hiciste mirar hacia el campo y la madre naturaleza. Aún están plasmados en mi mente y mi corazón los viajes que hice en mi infancia a La Pradera. Eres la razón de mi vocación y mi desenfrenada pasión por esto.

Papá, mamá, esto también va dedicado a ustedes. Gracias por ser el pilar de mi vida entera. ¡Quiero decirles que lo logré! Y sin ustedes, absolutamente nada de esto habría sido posible.

Juan Ramón y Juan José, hermanos, amor, vida y alegría de mis días. Siempre han sido mi noble compañía, y nunca faltaron para darme apoyo emocional en este proceso. Esto es para ustedes.

Abuelitas Cruz y Rosario, un beso al cielo para ustedes dos. No me cabe la menor duda de que, desde la gracia del Señor, me cuidan y guían mi camino todos los días. Las extraño siempre, y conservo sus consejos y tierno amor en mi corazón por siempre.

Este y cada uno de los proyectos de mi vida van dedicados a ustedes.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, MSc.**

TUTOR

---

**Ing. Paola Estefania Pincay Figueroa M.Sc.**

DIRECTORA DE LA CARRERA

---

**Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello M.Sc.**

COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, MSc.**

TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general. ....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1 Generalidades del cultivo de Sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) .....	4
2.1.1 Clasificación taxonómica. ....	5
2.1.2 Requerimientos nutricionales .....	5
2.1.3 Características fisiológicas. ....	6
2.2 Estadísticas de producción mundial .....	8
2.2.1 Estadísticas de producción en el Ecuador.....	8
2.2.2 Comercialización de la sandía.....	8
2.3 Condiciones agroambientales favorables para el cultivo de Sandía.....	9
2.4 Manejo agronómico de la sandía.....	9
2.4.1 Sistema de riego. ....	9
2.4.2 Densidad de siembra.....	10
2.4.3 Siembra de semilla y trasplante. ....	10
2.4.4 Preparación de suelo.....	11
2.4.5 Selección de variedad. ....	11
2.5 Plagas.....	11
2.5.1 Mosca blanca. ....	11
2.5.2 Trips. ....	12
2.5.3 Pulgones. ....	12
2.6 Enfermedades de la sandía .....	12
2.6.1 Mildiú. ....	12
2.6.2 <i>Fusarium</i> . ....	13
2.6.3 Antracnosis.....	13
2.7 Inducción floral.....	13
2.7.1 Fitohormona ácido 2-cloroetilfosfónico (Etefón). ....	14

2.7.2 Fitohormona giberelina (GA3).	15
<b>3 MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>17</b>
3.1 Ubicación	17
3.2 Características Climáticas	17
3.3 Materiales	18
3.3.1 Material vegetativo.	18
3.3.2 Material de siembra.	18
3.3.3 Equipos.	18
3.3.4 Materiales.	18
3.4 Tipo de estudio	18
3.5 Diseño experimental y tratamientos.	19
3.5.1 Aleatorización.	19
3.6 Manejo del Experimento	20
3.6.1 Germinación y establecimiento.	20
3.6.2 Crecimiento vegetativo.	20
3.6.3 Floración, fructificación temprana, llenado de frutos y maduración.	20
3.6.4 Tratamiento de Semillas.	21
3.6.5 Prevención de Enfermedades Fúngicas en Crecimiento Vegetativo.	21
3.6.6 Manejo Integrado de Plagas.	21
3.6.7 Manejo de malezas.	21
3.6.8 Protección en la Etapa de Fructificación con Eugenol.	21
3.6.9 Consideraciones Adicionales.	22
3.7 Duración de la investigación	22
3.8 Análisis económico	22
3.9 Costos de implementación de los productos de inducción floral	24
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>25</b>
4.1 Conteo de flores en los tratamientos	25
4.2 Producción de flores femeninas (FF)	26
4.4 Producción de flores masculinas (FM)	28
4.5 Producción total de flores (TF)	29
<b>5 DISCUSIÓN</b>	<b>33</b>

**6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 35**  
6.1 Conclusiones ..... 35  
6.2 Recomendaciones ..... 35

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de la sandía.....	5
<b>Tabla 2.</b> Fases fenológicas de la sandía y sus requerimientos nutricionales .....	6
<b>Tabla 3.</b> Costos de implementación del sistema de riego. ....	23
<b>Tabla 4.</b> Costos de producción de plántulas.....	25
<b>Tabla 5.</b> Costos de plan fitosanitario. ....	27
<b>Tabla 6.</b> Costos del plan nutricional.....	27
<b>Tabla 7.</b> Resumen estadístico de las variables evaluadas. ....	27
<b>Tabla 8.</b> Análisis de la varianza en flores femeninas. ....	27
<b>Tabla 9.</b> Análisis de la varianza en flores femeninas (SC tipo III).....	27
<b>Tabla 10.</b> Prueba de comparación de medidas Tukey en flores femeninas .....	27
<b>Tabla 11.</b> Análisis de la varianza en flores masculinas. ....	30
<b>Tabla 12.</b> Análisis de la varianza en flores masculinas (SC tipo III). ....	30
<b>Tabla 13.</b> Comparación de medias Tukey en flores masculinas .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización del ensayo.....	17
<b>Figura 2.</b> Croquis del experimento .....	19

## RESUMEN

Se ha establecido que el etileno es una hormona crucial en la determinación del sexo floral en cucurbitáceas, promoviendo floraciones femeninas y reduciendo flores masculinas en especies de la familia como el pepino, melón y calabacín; sin embargo, estos efectos no se manifiestan en sandía. En investigaciones recientes se sugiere que la acción del etileno es dependiente de genes específicos, en el caso puntual de la sandía se reportan respuestas no consistentes. Mientras, la giberelina (GA3) efectivamente estimula el desarrollo floral masculino, y más aún bajo días largos y de temperaturas elevadas, desempeñando un rol importante en lo que a diferenciación sexual se refiere. En este estudio se evaluaron ambas fitohormonas sobre la floración de sandía bajo un diseño que se considera completamente aleatorizado. Los resultados denotan que el etileno produjo escasa floración femenina (1.18 por planta), contradictorio con otros cultivos. Además, no se notó reducción en flores masculinas (4.71 por planta), sugiriendo una respuesta que difiere en sandía. La giberelina efectivamente aumentó las flores masculinas (5.71 por planta), respondiendo conforme a lo establecido por la literatura. Estos hallazgos sugieren que la sandía responde de una manera distinta a la aplicación de etileno, evidenciando una compleja regulación hormonal. Sin embargo, las discrepancias podrían estar ligadas a factores de genética o ambiente, planteando que se requieren más estudios ligados a la acción de hormonas en el cultivo de sandía.

**Palabras clave:** Etileno, Giberelina, Flores masculinas, Flores femeninas, sandía.

## ABSTRACT

Ethylene has been established as a crucial hormone in determining floral sex in cucurbits, promoting female flowering and reducing male flowers in species of the family such as cucumber, melon and zucchini; however, these effects are not manifested in watermelon. Recent research suggests that the action of ethylene is dependent on specific genes, with inconsistent responses reported in the case of watermelon. Meanwhile, gibberellin (GA3) effectively stimulates male floral development, and even more so under long days and high temperatures, playing an important role in sexual differentiation. In this study, both phytohormones were evaluated on watermelon flowering under a design that is considered completely randomized. The results show that ethylene produced little female flowering (1.18 per plant), contradictory to other crops. In addition, no reduction in male flowers was noted (4.71 per plant), suggesting a response that differs in watermelon. Gibberellin did indeed increase male flowers (5.71 per plant), responding in accordance with the literature. These findings suggest that watermelon responds differently to ethylene application, evidencing a complex hormonal regulation. However, the discrepancies could be linked to genetic or environmental factors, suggesting that further studies related to the action of hormones in watermelon cultivation are required.

**Key words:** Gibberellin, Ethylene, Male flowers, Female flowers, Watermelon.

## 1 INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos del cultivo de sandía en el Ecuador, es un cultivo que representa un área importante de la agricultura nacional. El perfil general de este cultivo lo destaca como un potencial económico, social y ambiental. Respecto a factores económicos, es un cultivo que genera fuentes de empleo e ingresos para agricultores de todas las escalas.

La demanda de este producto se manifiesta de forma constante en el mercado nacional, y debido a la cultura de consumo global de esta fruta, así como las condiciones agroambientales que son favorables para su producción en el país, este cultivo tiene un buen potencial para ser exportable, lo que puede generar divisas y contribuiría a la solidez y estabilidad económica del Ecuador. Este cultivo es uno de los generadores de empleo en las zonas rurales del litoral ecuatoriano, especialmente en la costa ecuatoriana.

En el mundo, aproximadamente el 46 % de las cucurbitáceas sembradas son sandía. En Ecuador, es una producción agrícola relevante en el trópico seco de la costa, una de las provincias de más alta producción es Santa Elena. Ahí, tanto pequeños como medianos productores producen anualmente alrededor de 750 hectáreas, llegando a tener una producción total de 22 500 toneladas y generando ingresos de 4.5 millones de dólares americanos a nivel de finca (Orrala Borbor et al., 2016).

En cuanto al sistema de producción, es destacable que demanda de una extensa variedad de labores, lo que se traduce a una contribución en la generación de empleos y evitando el desempleo. Esto también ayuda a promover el desarrollo económico de comunidades rurales, y de esta forma; reduciendo la migración hacia las ciudades.

La sandía como recurso de producción agrícola se presenta como alternativa a los cultivos que ya se han monopolizado a lo largo de los años en Ecuador, hablando de banano, cacao, flores o café. La dependencia de cultivos dominantes podría llevar a riesgos relacionados con la dependencia de un solo o varios productos donde la variación de precios en el mercado internacional y vulnerabilidad ante plagas y enfermedades específicas de los cultivos a los que se depende son una posibilidad. La diversificación de la producción agrícola como en el caso de la sandía contribuiría a evitar estos factores de riesgo, proporcionando así a los agricultores estabilidad económica.

Conforme a lo expuesto, los objetivos establecidos para la presente investigación son:

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

- Determinar los efectos de aplicación de dos productos de inducción floral en el desarrollo y productividad de flores de sandía mediante un análisis de enfoque experimental y observacional.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Realizar la aplicación de los productos de inducción floral ácido 2-cloroetilfosfónico y giberelina ( $GA_3$ ) en plantas de sandía.
- Analizar los efectos de ambos tratamientos mediante el uso de herramientas de medición cuantitativa.
- Evaluar el costo de producción de ambos tratamientos.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Generalidades del cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*)

Originaria de las regiones tropicales de África, la sandía ha sido cultivada durante siglos en las orillas del Nilo y, con el tiempo, se expandió por el Mediterráneo. Fueron los europeos quienes la introdujeron en América, donde su cultivo se popularizó ampliamente. Hoy en día, es una de las frutas más consumidas en el mundo, destacando Turquía, Grecia, Italia, España, China y Japón entre los principales países productores (Casaca, 2005).

La composición de la sandía consiste en pulpa, semillas y cáscara, siendo esta última el 30-40 % de su peso total y generalmente es usada como alimento en producciones porcinas o en casos menos comunes para recetas culinarias. Es una fruta abundante en nutrientes como grasas, carbohidratos, fibra, proteínas, minerales y un gran contenido de agua, distribuidos en cada una de sus partes. Tanto la pulpa como la cáscara presentan compuestos bioactivos como fenoles, licopeno y citrulina, que contribuyen beneficios a la salud. Los compuestos fenólicos, en particular, se caracterizan por sus propiedades antioxidantes que incluso previenen enfermedades del corazón, circulación, cáncer y neurológicas (Valle Vargas, et al., 2020).

Las semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) son una fuente altamente nutritiva y rica en proteínas, vitaminas B, minerales tales como magnesio, potasio, y hierro, así como en grasas y fitoquímicos. Tienden a ser utilizadas para la preparación de alimentos y bocadillos, harina para elaboración de salsas, e incluso aceites, que también se emplean en la cocina y en la manufacturación de productos de belleza y cosméticos. Este recurso ofrece beneficios económicos, especialmente en países con un creciente cultivo de la sandía (Tabiri, Agbenorhevi, et al., 2016).

La cáscara de esta fruta tiene propiedades vasodilatadoras y analgésicas, por otro lado, las semillas regulan el azúcar en la sangre ya que estimulan la liberación de insulina. Son cualidades que se manifiestan debido a los metabolitos presentes en todas las partes de la fruta (Ramírez-Aragón, et al., 2007).

### 2.1.1 Clasificación taxonómica.

De acuerdo con Aceves et al. (2021) la clasificación taxonómica de la sandía es la siguiente:

**Tabla 1.**

*Clasificación taxonómica de la sandía*

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Espermatophyta
<b>Clase</b>	Dicotiledoneae
<b>Orden</b>	Curcubitales
<b>Familia</b>	Curcubitaceae
<b>Género</b>	<i>Citrullus</i>
<b>Especie</b>	<i>lanatus (Thumb) matsum &amp; naka</i>

Nota. Tomado de Aceves et al., 2021.

### 2.1.2 Requerimientos nutricionales

Similar a los requerimientos de otras plantas, la sandía requiere nutrientes que se consideran esenciales para su óptimo desarrollo. Estos nutrientes mencionados se clasifican conforme a macronutrientes primarios (Fósforo, nitrógeno y potasio), macronutrientes secundarios (Azufre, magnesio y calcio) y micronutrientes (cobre, cloro, molibdeno, manganeso, zinc, boro y hierro). A pesar de que difieren en funciones, todos son necesarios para un desarrollo óptimo. La irregularidad de cualquiera de estos elementos puede generar inconvenientes en el cultivo. Cuando hablamos de absorción, la sandía tiene un requerimiento de entre 2.2 y 2.6 kg de nitrógeno, 1 a 1.3 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 2.8 a 3.7 kg de potasio (K<sub>2</sub>O) por tonelada de fruta producida (Martín, 2020).

**Tabla 2.**

*Fases fenológicas de la sandía y sus requerimientos nutricionales*

<b>Fase fenológica</b>	<b>Días después de trasplante</b>	<b>N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O:MgO</b>
<b>Plantación a floración</b>	0 – 28	N 1, K <sub>2</sub> O 1, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0, MgO 0.22
<b>Floración a primera fructificación</b>	29 – 49	N 1, K <sub>2</sub> O 1, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0, MgO 0.22
<b>Cuajado para la maduración inicial</b>	50 – 77	N 1, K <sub>2</sub> O 1, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0, MgO 0.22
<b>A partir de la primera cosecha</b>	78 – 91	N 1, K <sub>2</sub> O 1, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0, MgO 0.22

*Nota. Tomado de SQM Nutrition, 2025*

En la Tabla 2 se detallan los requerimientos nutricionales de la sandía a lo largo de su ciclo fenológico, abarcando desde la fase de plantación hasta la primera cosecha. Se especifica que, en cada una de las etapas plantación a floración (0 – 28 días), floración a primera fructificación (29 – 49 días), cuajado para la maduración inicial (50 – 77 días) y a partir de la primera cosecha (78 – 91 días)—, la relación de nutrientes aplicados se mantiene constante, con una proporción de Nitrógeno (N) 1, Óxido de Potasio (K<sub>2</sub>O) 1, Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0 y Óxido de Magnesio (MgO) 0.22.

### **2.1.3 Características fisiológicas.**

La sandía es una planta de crecimiento rastrero, aunque en algunos casos puede trepar, y se caracteriza por su vigorosa ramificación. Sus tallos son largos, alcanzando generalmente entre 4.6 y 9 metros, y presentan una forma angulosa con cinco aristas, además de estar cubiertos por vellosidades que varían en textura según el cultivar. En cada nudo, se desarrollan zarcillos que ayudan a la planta a sujetarse. Las hojas son grandes, de entre 10 y 20 cm, con lóbulos profundos y bordes dentados, cubiertas de una fina pelusa, mientras que los peciolo son más cortos que las hojas (Fornaris Rullán, 2015).

Los tallos son herbáceos (blandos y de color verde), extensos, trepadores y largos, con zarcillos en los nudos, cuyos extremos pueden ser bifurcados o

trifurcados, dependiendo de si se dividen en dos o tres partes. El tallo tiene forma cilíndrica, presenta surcos a lo largo de su longitud y está cubierto de pelos finos, cortos e inclinados que brillan como seda (Reche Mármol, 2000).

El sistema de radicular de la sandía se cataloga como extenso y ramificado, donde la raíz principal se subdivide en raíces primarias, las cuales se dividen nuevamente. Es un sistema que se considera superficial, concentrado entre los 30 y 50 cm bajo tierra. La raíz principal se desarrolla considerablemente en comparación con las raíces secundarias, y se forman raíces adventicias y ramificaciones que pueden crear una masa densa y de buen volumen (Zolezzi et al., 2017).

El fruto se cataloga como una pepónide de aspecto alargado o esférico, que se conforma por la unión de tres carpelos que se integran al receptáculo, dando así, origen a la estructura conocida como pericarpio. La corteza es dura, lisa y firme, con un espesor que puede variar alrededor de entre medio centímetro y cuatro centímetros. En cuanto a su tonalidad, varía desde verdes claros hasta oscuros, a menudo con franjas o vetas de diferentes matices. La parte interna, que corresponde a la pulpa, se caracteriza por sus propiedades organolépticas que denotan dulzura además de una consistencia firme y bastante jugosa, lo que la convierte en una fruta bastante apetecible (Morocho Alban, 2022).

En la sandía, las flores nacen de las axilas de las hojas y son solitarias, pedunculares y de color amarillo, lo que atrae a los insectos debido a su color, aroma y néctar. Las flores pueden ser masculinas (estaminadas), hermafroditas o femeninas (pistiladas). Las flores femeninas, una vez polinizadas, darán origen al fruto y se distinguen de las masculinas por su ovario ínfero visible. Los cultivares más comunes son monoicos, con flores masculinas y femeninas en la misma planta, aunque también existen cultivares andromonoicos que tienen flores hermafroditas y masculinas (Ibáñez Barón, 2017).

Se considera una planta de conducta monoica, contemplando que se manifiestan apariciones de las flores solitarias tanto de sexo masculino como femenino en las axilas en hojas. La floración femenina se muestra tanto en el brote principal como en los secundarios y terciarios, la primera flor femenina generalmente aparece en la axila de la hoja 7 - 10 del brote principal. La polinización se considera entomófila (Mendoza Altamirano & Rugama Morales, 2010).

## **2.2 Estadísticas de producción mundial**

Durante el año 2021 el principal productor de sandía del globo es la República Popular China, con 2'113 483 ha de cultivo, solamente seguido por Turquía con 137 000 ha de cultivadas y en un puesto más bajo Irán con 132 000 ha sembradas (Aceves Navarro, et al., 2021).

En el año 2023, el consumo mundial de sandía llegó a la cifra de 115 millones de toneladas consumidas por año (Agricultural Economics Insight, 2023).

### **2.2.1 Estadísticas de producción en el Ecuador.**

En 2014, Ecuador cultivó sandía en 1 908 hectáreas, produciendo 25 818 toneladas, con 378 hectáreas combinadas con otros cultivos que generaron 383 toneladas. En la actualidad, el país ha incrementado su área a 4 230 hectáreas, con una producción anual promedio de 50,642 toneladas. Las provincias con mayor producción son Guayas (49 %) y Manabí (44 %), seguidas por Santa Elena, Los Ríos y Galápagos, que aportan el 3 % y el 1 %, respectivamente, mientras que el 3 % restante proviene de otras provincias (Pacherre Soria, 2022).

### **2.2.2 Comercialización de la sandía.**

La producción de sandía en una hectárea tiene un costo de USD 2 630.04, con ingresos de USD 6 795.50. La relación beneficio/costo es de USD 2.58, lo

que significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de USD 1.58. Los precios varían entre octubre y mayo, conforme a propiedades organolépticas, peso, tamaño o color (Rosales Villao, 2018).

### **2.3 Condiciones agroambientales favorables para el cultivo de Sandía**

Este fruto solicita climas cálidos para su buen desarrollo. El requerimiento de temperatura óptima para la sandía va desde 21 °C a 29 °C durante el día. Durante las horas nocturnas, no deberá descender de 15 °C, ya que las temperaturas más bajas resultan negativas para el desarrollo e incluso la formación y llenado de los frutos (Silver, 2022).

La sandía no es tan exigente en cuando a las propiedades del suelo, sin embargo, los resultados más buenos se han logrado en suelos abundantes en materia orgánica, profundos, aireados y de un buen drenaje. De preferencia un pH entre 6 y 7. Son muy vulnerables con inconvenientes de drenaje. La tolerancia es moderada al contacto de sales que se encuentran presentes en el suelo o también en el agua (Rodríguez Luna, 2017).

La región insular del Ecuador se considera como favorable para el desarrollo y cultivo de la sandía, dado que las características del entorno como un clima apropiado (entre 24 °C y 30 °C) y la presencia de un clima cálido y soleado a lo largo de todo el año se relacionan perfectamente con las condiciones agroclimáticas que condicionan la proliferación de la sandía (AGROCALIDAD, 2022).

### **2.4 Manejo agronómico de la sandía**

#### **2.4.1 Sistema de riego.**

Aunque la sandía puede cultivarse sin riego, los mejores rendimientos se logran con un sistema de riego adecuado. El riego debe ser frecuente durante el crecimiento de los frutos, especialmente por goteo. Antes de la cosecha, es recomendable reducir o suspender el riego. Un manejo adecuado del riego es

crucial para evitar problemas como agrietamiento o pudrición. El riego por goteo generalmente proporciona mayores rendimientos que el riego por inundación. (Angulo Mogrovejo & Rivera Ibarra, 2018).

El sistema de riego por goteo distribuye agua y nutrientes de forma directa a la zona radicular de las plantas por medio de goteros o cintillas, permitiendo de esta forma una aplicación frecuente y controlada. Este método evita la escasez de agua y nutrientes, lo que favorece el incremento en la producción. Además, se tiende a complementar con el uso de acolchados plásticos y técnicas de irrigación actualizadas para la optimización del consumo de agua en cultivos dedicados a la horticultura (Mendoza Moreno et al., 2002).

#### **2.4.2 Densidad de siembra.**

Salvo en las variedades arbustivas, la distancia sugerida fluctúa entre 1 y 2 metros de distancia, y entre filas es de 2 a 3 metros. Dicho esto, la densidad establecida de plantas por hectárea suele variar entre 3 200 a 8 000. Por otro lado, la distancia entre surcos varía entre 2 a 6 metros, con una distancia de 1 metro entre las plantas, lo que se traduce a una población de 3 200 a 5 000 plantas por hectárea (Gutiérrez Ramírez, 2018).

#### **2.4.3 Siembra de semilla y trasplante.**

Generalmente, se recomienda plantar las semillas a una profundidad que equivalga a tres veces su tamaño. Además, es adecuado sembrar las sandías en recipientes individuales desde semillas hasta plántulas listas para su trasplante, utilizando materiales como botes de turba, bandejas semilleras o recipientes de plástico (Flores, 2005).

La sandía se desarrolla tanto a partir de semilla como por medio trasplante. Las semillas deben ser plantadas a una profundidad de 1 a 2 pulgadas. Antes de ser trasladadas al huerto, los trasplantes deben tener mostrar alrededor de 2 y 3 hojas maduras y un sistema radicular de desarrollo que sea abundante. Se

recomienda dejar que los plantines crezcan durante 6 semanas previo al trasplante. Las sandías trasplantadas tienden a madurar aproximadamente 2 semanas antes que las cultivadas a partir de semillas (Heflebower & Drost, 2019).

#### **2.4.4 Preparación de suelo.**

Para un desarrollo adecuado de la sandía, debido a lo delicado de su manejo, es necesario sembrar en suelos de textura media o ligeros que favorezcan un buen drenaje. Se debe realizar un barbecho de entre 25 y 30 cm de profundidad, seguido de uno o dos pasos de rastra, según las condiciones del suelo, hasta lograr que la cama esté bien aireada. El ancho de las camas debe ser de 3.5 a 4.0 metros, y en siembras tempranas o intermedias, se recomienda orientarlas de este a oeste (Antonio Aguilar, 2014).

#### **2.4.5 Selección de variedad.**

No seleccionar la variedad correcta de sandía resulta en bajos rendimientos o frutas de carácter no atractivo para el mercado. El rendimiento y la calidad del fruto depende principalmente de características genéticas de la variedad elegida, aunque también puede variar por las condiciones ambientales y manejo. Es fundamental seleccionar una variedad con anticipación a la siembra con el fin de garantizar disponibilidad y calidad de semillas (Fornaris Rullán, 2015).

### **2.5 Plagas**

#### **2.5.1 Mosca blanca.**

Dos de los géneros que atacan el cultivo de sandía, los insectos *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* se hospedan principalmente en las zonas tiernas y en desarrollo de la planta de sandía, depositando sus huevos en el envés de las hojas, de donde nacen ninfas móviles. Posteriormente, atraviesan tres fases ninfales y una de pupa. Los daños directos son causados por ninfas y adultos que se alimentan extrayendo la savia de las hojas, provocando debilitamiento y amarillamiento de la planta. De manera indirecta, segregan una

melaza que facilita la aparición de fumagina, la cual ensucia los frutos y dificulta el crecimiento normal de la planta (Montalván & Arias, 2007).

### **2.5.2 Trips.**

Los insectos adultos se establecen en los cultivos depositando sus huevos dentro de los tejidos de hojas, frutos y, principalmente, en las flores, donde suelen concentrarse las mayores poblaciones de adultos y larvas. Los daños directos son causados por la alimentación conjunta de larvas y adultos, siendo más evidentes en el envés de las hojas. En las áreas afectadas, se observa un color plateado como signo inicial del daño, que posteriormente evoluciona a necrosis. Estos daños son más notorios en las zonas donde ocurre la fructificación (Zurita Avilés, 2022).

### **2.5.3 Pulgones.**

Los pulgones o piojillos son insectos que suelen causar daños en el cultivo, especialmente cuando se cultiva en invernaderos. Tienden a formar colonias que se hospedan en el envés de los foliares, donde se alimentan y perforan en los tejidos. Este daño ocasiona deformación en hojas, detiene el desarrollo y debilita la planta. Este insecto pertenece a la familia *Aphididae* y atacan a varios cultivos, incluidos forestales. Entre las especies que más perjudican en el cultivo de sandía se encuentran *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora* y también *Myzus persicae* (Alcívar Muñoz, 2020).

## **2.6 Enfermedades de la sandía**

### **2.6.1 Mildiú.**

La sintomatología se manifiesta con manchas cloróticas entre las nervaduras de las hojas, en el envés se presentan unas finas vellosidades de tonos que varían entre violeta y gris, conformadas por esporas del hongo. Con el paso del tiempo, la planta se torna de un color grisáceo oscuro y termina por secarse, ocasionando una pérdida considerable de follaje. Esto, perjudica desarrollo de las frutas, que no maduran de forma adecuada, y no llegan a

alcanzan su sabor y color característicos. La causa de esta enfermedad es el hongo endoparásito *Pseudoperonospora cubensis*, invasor de los tejidos internos de la planta (Hernández Mota, 2000).

### **2.6.2 Fusarium.**

La marchitez ocasionada por la enfermedad fúngica *Fusarium* se deriva de un hongo del suelo que es transmitido por semillas y restos vegetativos. Afecta a cualquier etapa de la planta, pero es más común en ejemplares maduros, provocando amarillamiento de hojas viejas, marchitez de guías y, en algunos casos, colapso repentino. Las lesiones necróticas pueden aparecer en los tallos cercanos a la base. La enfermedad se favorece con suelos secos, arenosos, ácidos (pH 5-5.5), ricos en nitrógeno amoniacal y temperaturas entre 18-25 °C. Su control es difícil, pero se recomienda el uso de variedades que toleren la enfermedad, además de injertos y la reducción del nitrógeno amoniacal (Antezana, 2020).

### **2.6.3 Antracnosis.**

La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum lagenarium*, produce manchas redondas en las hojas, inicialmente amarillentas y posteriormente oscuras. En tallos y peciolo, son observables lesiones que pueden rodear y secar la zona. En los frutos, aparecen manchas que varían de redondas a ovaladas y que afectan al epicarpio y a la pulpa, ablandándose y agrietándose, denotando tejido que empieza su descomposición y esporas rosadas del hongo. En el caso del melón, se torna más perjudicial afectando a su sabor. Las condiciones idóneas para el desarrollo de esta enfermedad fúngica son temperaturas que oscilan entre los 22 y 27 °C y alta presencia de humedad en el ambiente (Cuadrado Gómez & Gómez Vásquez, s.f.).

## **2.7 Inducción floral**

Se conoce como inducción floral hormonal al proceso por el cual las yemas vegetativas se convierten en yemas florales, ocasionado por el equilibrio

y la interacción de una variedad de fitohormonas. Este proceso, conlleva cambios tanto metabólicos como estructurales en las yemas florales, preparándolas para la formación de flores. Factores internos, como las hormonas y nutrientes, junto con factores externos, como la luz y la temperatura, condicionan la inducción o estimulación floral (Cano y Cano, 1995).

Las yemas vegetativas de los frutales experimentan transformaciones metabólicas que las preparan para convertirse en yemas florales. A continuación, se da paso a la diferenciación floral, que es el proceso en el cual se manifiestan externamente los cambios morfológicos derivados de la inducción floral (Yuri, 2002).

### **2.7.1 Fitohormona ácido 2-cloroetilfosfónico (Etefón).**

El etileno es una fitohormona que se encarga de regular maduración de frutos, caída de hojas y producción de floración femeninas en plantas monoicas. Además, estimula la conversión de almidón en azúcares en el proceso de maduración de frutales y fomenta a la abscisión de hojas y frutos induciendo la muerte celular programada. Facilita la germinación de determinadas especies de cereales e incluso, la brotación de bulbos. En sequías, el etileno puede inducir la muerte celular localizada con el fin de conservar recursos. Generalmente, se utiliza para catalizar la maduración de frutos y evitar caída de hojas en plantas que se consideran ornamentales (Ha, Morrow, & Algiers, 2022).

Es la hormona principal que controla la determinación del sexo floral en las cucurbitáceas. La aplicación externa de esta hormona puede alterar el equilibrio entre flores masculinas y femeninas. En cultivos de cucurbitáceas como el pepino (*Cucumis sativus* L.), el melón (*Cucumis melo* L.), y el zucchini, el etileno inhibe el desarrollo temprano de las flores masculinas y reduce su proporción con respecto a las flores femeninas; sin embargo, este efecto no se observa en la sandía (Costa Silva, et al. 2020).

Además de caracterizarse por la promoción de flores de sexo femenino, tiene la facultad de controlar el equilibrio en la relación flores masculinas y femeninas en las especies de cucurbitáceas. Un ejemplo claro de esto es que en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), Melón (*Cucumis melo*) y calabacín (*Cucurbita pepo*) la aplicación de esta fitohormona produce un aumento de flores femeninas, mientras que su bloqueo retrasa la aparición de estas. Estudios recientes condicionan que el proceso es dependiente de factores como la actividad de determinados genes ligados con la producción y respuesta a la presencia de etileno, así como de la inhibición de otros que frenan su acción (Alonso López, 2021).

### **2.7.2 Fitohormona giberelina (GA3).**

La giberelina es una fitohormona que mejora el crecimiento de las plantas y estimula la generación de flores masculinas, lo cual es posible ya que impacta en la determinación del género. Su función que promueve características masculinas se ve acentuada especialmente en condiciones de días extensos y de temperaturas elevadas, circunstancias que reducen la posibilidad de partenocarpia, aún con el uso de auxinas. Por ende, la giberelina juega un papel crucial en el equilibrio de las hormonas que controlan el desarrollo de flores y diferenciación sexual. Las condiciones ambientales que se describen y la presencia de las giberelinas contribuyen a la formación de flores masculinas. Los días prolongados, temperaturas altas y giberelinas son condiciones que afectan positivamente la generación de flores masculinas (del Pino, 2022).

Las giberelinas representan un gran grupo de hormonas en las plantas, con más de 90 variantes conocidas como tal, entre las que destaca el ácido giberélico (GA3), el cual es producida por algunas especies de hongos. Son sustancias de la categoría de los diterpenoides y difieren principalmente por su estructura molecular. Estas, se manifiestan en brotes apicales, las extremidades de las raíces además de las semillas en desarrollo. Su rol está vinculado al alargamiento en raíces, la formación de hojas jóvenes y el proceso de floración,

siendo cruciales para asegurar productividad de flores de ambos sexos (Ormeño  
Martinez, 2022).

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en un área perteneciente a la Finca Experimental Universitaria San Isidro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Se encuentra ubicada en la Parroquia Rural Cerecita, localidad situada en la provincia del Guayas, Ecuador, en el cantón de Playas (General Villamil). Las coordenadas UTM de esta ubicación son las siguientes: - 2.3527556 -80.2805139

**Figura 1.**

Localización del ensayo.



*Nota. Tomado de Google Earth Pro, 2024*

#### 3.2 Características Climáticas

El clima de la costa ecuatoriana está influenciado por factores meteorológicos, geográficos y oceanográficos. La Zona de Convergencia Intertropical y la Alta de Bolivia generan humedad y lluvias, y el alta semipermanente que corresponde al Pacífico Sur aporta al clima tropical. La Cordillera de los Andes influye en la circulación del aire, y las corrientes oceánicas de Humboldt y El Niño afectan las precipitaciones y temperaturas.

Además, la incidencia solar juega un papel clave en la variabilidad climática de la región (Reyes Alava, 2018).

### **3.3 Materiales**

#### **3.3.1 Material vegetativo.**

- Sobre de 1000 semillas de Sandía Variedad Royal Charleston.

#### **3.3.2 Material de siembra.**

- Semilleros de 200 alveolos.
- Turba.

#### **3.3.3 Equipos.**

- Mochila pulverizadora de 20 litros.

#### **3.3.4 Materiales.**

- Bandejas germinadoras.
- Celular
- Cinta métrica.
- Computadora
- Hojas
- Insumos agrícolas
- Machetes
- Plumas
- Tarrinas
- Tarrinas
- Turba.

### **3.4 Tipo de estudio**

Esta investigación es de tipo experimental con enfoque cuantitativo y correlacional, en la que se manipularon variables independientes como el número

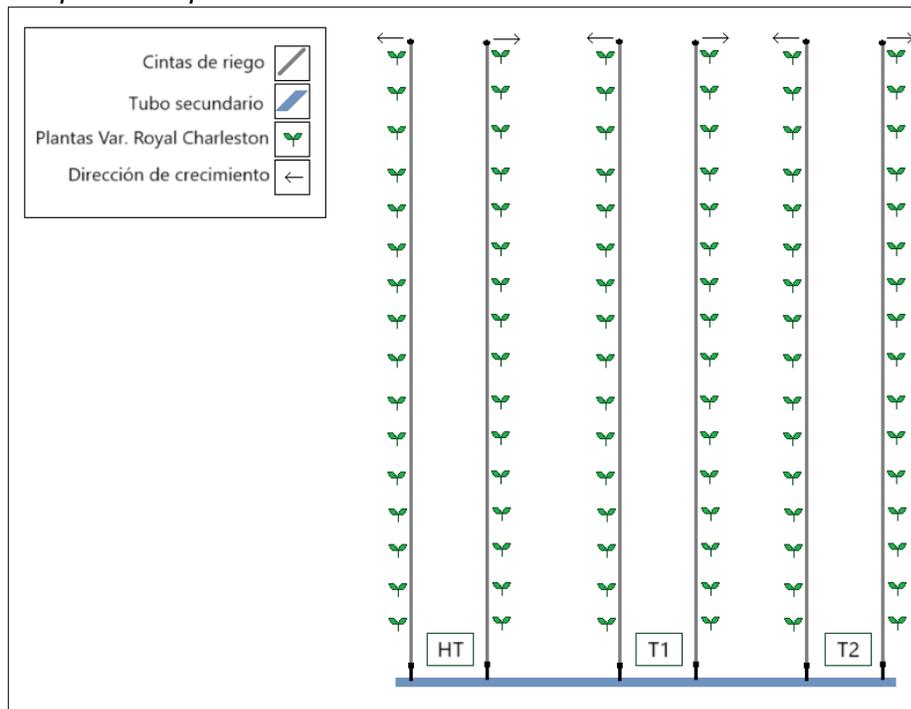
de las flores masculinas, las flores femeninas y el total de flores, además de los costos de producción.

### 3.5 Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental se considera completamente aleatorizado dado que las plantas se asignan aleatoriamente a los tratamientos de giberelina, etileno y al grupo control, lo que garantiza que cada una de las plantas tenga la misma probabilidad de recibir cualquiera de los tres grupos de tratamientos.

**Figura 2.**

*Croquis del experimento*



#### 3.5.1 Aleatorización.

El procedimiento de aleatorización se realizó mediante la definición de las tres hileras como unidades experimentales, posterior, se asignó aleatoriamente los tratamientos denominados "Testigo", "Giberelina" y "Etileno". Después, se numeraron las hileras del 1 al 3 y se elaboraron papeles con los nombres de los tratamientos, que posteriormente se han mezclado y asignado a cada hilera.

## **3.6 Manejo del Experimento**

### **3.6.1 Germinación y establecimiento.**

Durante los primeros 20 a 25 días posterior a la siembra, se realizó la aplicación de un producto fertilizante con un equilibrio de 10-30-10 a una dosis aplicada de 90 kg por hectárea. Esta aplicación se realizó en dos ocasiones, con un intervalo de 10 días entre aplicaciones, garantizando una entrega constante de nutrientes durante esta fase. La mezcla contenía 10 % de nitrógeno (N), 30 % de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 10 % de potasio ( $K_2O$ ), lo que ofreció una alta proporción de fósforo comparado con el potasio y el nitrógeno. La relación mencionada hace posible que el fertilizante se muestre apto para mezclas dirigidas al aporte de fósforo, con una proporción de 1:3:1 entre los macronutrientes que se consideran clave.

### **3.6.2 Crecimiento vegetativo.**

Entre los días 25 y 50, las plantas experimentaron un crecimiento rápido, aumentando el requerimiento de nutrientes esenciales. Para atender estas necesidades, se aplicaron 150 kg/ha de un fertilizante completo que proporcionó nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes como zinc y magnesio, el equilibrio un fertilizante completo con 12 % de nitrógeno (5.2 % nítrico y 6.8 % amoniacal), 11 % de fósforo soluble, 18 % de potasio de sulfato, 8 % de azufre, 2.7 % de magnesio, 0.015 % de boro y 0.02 % de zinc.

### **3.6.3 Floración, fructificación temprana, llenado de frutos y maduración.**

Entre los días 50 y 70 en adelante, se priorizó la mejora del cuajado de frutos y el fortalecimiento de las flores mediante la incorporación al suelo de 90 kg/ha de un producto fertilizante que contiene 11 % de fósforo ( $P_2O_5$ ) soluble en agua, 18 % de potasio ( $K_2O$ ) de sulfato, 8 % de azufre (S), 2.7 % de magnesio ( $MgO$ ), 0.015 % de boro (B) y 0.02 % de zinc (Zn).

#### **3.6.4 Tratamiento de Semillas.**

Previo al cultivo, se utilizó Fludioxonil junto con Metalaxyl - M como un fungicida para cuidar las semillas de posibles patógenos del suelo, como *Fusarium* spp., *Pythium* spp. y *Rhizoctonia solani* en dosis de 2 mL por cada kilogramo de semillas.

#### **3.6.5 Prevención de Enfermedades Fúngicas en Crecimiento Vegetativo.**

En la fase de crecimiento vegetativo, entre los días 25 y 50, se realizó la aplicación de un producto a base de Azoxystrobin y Difenconazole a dosis de 1 L/ha. La aplicación se realizó con un volumen de agua de 200 L/ha.

#### **3.6.6 Manejo Integrado de Plagas.**

Para el control de plagas clave, se aplicaron Lambdaihalotrina + Clorantniliprol (200 mL/ha) para combatir larvas de lepidópteros como *Spodoptera* spp., combinando efecto de choque y residual, e Imidacloprid (1 L/ha) para la gestión de la posible presencia de insectos chupadores como *Bemisia tabaci* y *Aphis gossypii*, reduciendo el riesgo de virosis. La aplicación se realizó por aspersión terrestre, dándole énfasis a zonas de mayor concentración o riesgo de presencia de plagas.

#### **3.6.7 Manejo de malezas.**

Durante el ciclo previo a floración, se realizó la aplicación del producto un producto herbicida a base de Cletodim, producto selectivo utilizado para el control de malezas gramíneas en cultivos de hoja ancha, como la sandía, a 50 mL por litro de agua.

#### **3.6.8 Protección en la Etapa de Fructificación con Eugenol.**

En la etapa de llenado de frutos, se aplicó un producto a base de Eugenol a dosis de 10 ml por litro de agua.

### **3.6.9 Consideraciones Adicionales.**

Adicionalmente se consideró:

- **Rotación de Activos:** Se realizó una rotación de ingredientes activos para minimizar la aparición de resistencia en plagas y patógenos.
- **Condiciones de Aplicación:** Las aplicaciones se efectuaron en horarios tempranos o al atardecer y con temperaturas moderadas.
- **Monitoreo Continuo:** Se realizaron inspecciones cada semana con el fin de ajustar el plan conforme a las condiciones específicas de campo.

### **3.7 Duración de la investigación**

La investigación tuvo una duración total de 15 semanas, cubriendo todas las fases clave del ciclo fenológico de la sandía. Este tiempo incluyó la producción escalonada de semilleros en bandejas para asegurar un suministro continuo de plántulas para el trasplante al campo. Además, fue suficiente para que se lleve a cabo el desarrollo vegetativo adecuado de las plantas, necesario para soportar la aplicación de los productos de inducción floral, que se realizó a partir de la octava semana.

### **3.8 Análisis económico**

Los costos relacionados a la implementación del sistema de producción dispuesto para el manejo agronómico se contemplan en la Tabla 3, donde se detalla el costo total de su establecimiento conforme a los rubros infraestructura de riego, producción de plántulas, plan fitosanitario y plan nutricional.

**Tabla 3.** Resumen de costos del sistema de producción

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Subtotal (USD)</b>
<b>Infraestructura de riego</b>	Materiales para instalación del sistema de riego, incluyendo tuberías, conexiones y accesorios.	468.45
<b>Producción de plántulas</b>	Insumos para la germinación y desarrollo inicial, como semilleros, sustrato y semillas.	84.67
<b>Plan fitosanitario</b>	Productos de protección del cultivo contra plagas y enfermedades, incluyendo fungicidas, herbicidas e insecticidas.	106.04
<b>Plan nutricional</b>	Fertilizantes y reguladores de crecimiento para el desarrollo óptimo del cultivo.	163.87
<b>Total general</b>		<b>822.98</b>

### **3.8 Análisis**

Conforme al modelo de Vásquez (Vásquez Chávez, 2018), Al comparar los costos de los planes fitosanitario y nutricionales, se observan diferencias en algunos productos. En el plan fitosanitario, Imidacloprid es más económico en este modelo (13.00 USD por 250 mL) que en el de Vargas (\$30,00 por 250 mL). Además, el producto Amistar Top (Azoxistrobina + Difenconazol) tiene un costo similar en ambas tablas, con Vargas registrando \$105,00 por litro y en este modelo se muestra un valor equivalente de 106.16 USD por litro. En cuanto al plan nutricional, el fertilizante 10-30-10 presenta una gran diferencia de precio, siendo \$25,00 por saco en el de Vargas y \$54,00 en este modelo, lo que podría deberse a variaciones en la calidad o composición del producto.

### **3.9 Costos de implementación de los productos de inducción floral**

El valor del producto que contiene giberelina es de USD 2.90 en su presentación comercial de 10 g. Ya que la dosis sugerida es de 25 mg diluidos por litro de agua, y la cantidad necesaria para abastecer una hectárea ronda los 400 litros de agua; el requerimiento concuerda con los 10g para realizar la cobertura de tal superficie. Al existir la misma proporción entre el contenido del producto comercial y el requerimiento de giberelina por hectárea, el valor establecido por hectárea de esta aplicación es de USD 2.90.

El producto a base de etileno es ofrecido comercialmente con su presentación de 100 ml, y tiene un valor al mercado de USD 7.58, por lo que el valor por mililitro es de 0.0758 USD. La sugerencia de aplicación en los 400 litros por hectárea es de 84 ml del producto diluidos por litro de agua, lo que suma un valor total de 6.36 USD por hectárea.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Conteo de flores en los tratamientos

Conforme a los datos proporcionados, durante los días 8 y 9 de enero del año 2025 se procedió a realizar el conteo de flores en los grupos que se han tratado.

**Tabla 4.**

Resumen estadístico de las variables evaluadas.

T	Variable*	Media	D.E.	Var (n-1)	E.E.	CV	Min	Max
HT	Flores femeninas	1.92	1.89	3.59	0.31	98.6	0	6
HT	Flores masculinas	4.24	3.84	14.78	0.62	90.74	0	12
<b>HT</b>	<b>Total de flores</b>	<b>6.16</b>	<b>5.33</b>	<b>28.41</b>	<b>0.86</b>	<b>86.55</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
T1	Flores femeninas	2.58	1.67	2.79	0.27	64.78	0	6
T1	Flores masculinas	5.71	4.09	16.75	0.66	71.67	0	18
<b>T1</b>	<b>Total de flores</b>	<b>8.29</b>	<b>4.74</b>	<b>22.48</b>	<b>0.77</b>	<b>57.2</b>	<b>0</b>	<b>21</b>
T2	Flores femeninas	1.18	1.2	1.45	0.2	101.74	0	4
T2	Flores masculinas	4.71	3.74	14	0.61	79.42	0	14
<b>T2</b>	<b>Total de flores</b>	<b>5.89</b>	<b>3.87</b>	<b>14.96</b>	<b>0.63</b>	<b>65.62</b>	<b>0</b>	<b>14</b>

*\*De 38 plantas evaluadas*

Una vez analizadas estadísticamente las variables de floración masculina (FM), floración femenina (FF), y el total de flores producidas (TF) se muestra el resumen de las variables evaluadas en la Tabla 7. Donde los tratamientos evaluados se mencionan como HT (Hilera Testigo, sin ningún tratamiento), T1 (Tratamiento con la fitohormona Giberelina) y T2 (Tratamiento con la fitohormona Etileno). Los resultados muestran variables estadísticas descriptivas determinantes para evaluar la respuesta floral.

En la hilera testigo, donde no existe aplicación de tratamientos, se visualiza que la media de flores femeninas fue de 1.92, con una alta variabilidad relativa (CV = 98.60 %), lo que indica inconsistencias en la respuesta floral de las plantas sujetas a este grupo.

Respecto a la floración masculina, la respuesta dio un promedio de 4.24, acompañado de una alta dispersión (CV = 90.74%). Se adiciona que el factor “total de flores” obtuvo un promedio con un valor de 6.16, considerándose así, el más elevado de las variables que se manifiestan en HT, sin embargo; la variabilidad es considerable donde CV = 86.55 %.

En contraste con los otros resultados observados, los resultados en el T1 mostraron una notable mejora en contraste con HT . La media de floración femenina aumentó considerablemente a 2.58, con una variabilidad relativa (CV = 64.78 %), lo que indica una mayor consistencia en la producción de estas flores.

También se observa un incremento en flores masculinas, donde el promedio equivale a 5.71 y una dispersión de carácter más controlado CV = 71.67%. El promedio más alto alcanzado se puede observar en el T1 que fue evaluado con giberelina, donde la variabilidad se muestra moderada CV = 57.20%.

La producción más deficiente de flores femeninas es observada en el tratamiento T2 de etileno, donde el valor de la media fue de 1.18, la variabilidad es muy elevada con un valor de CV = 101.74%, lo que refleja una inconsistencia evidente en su efecto. La floración masculina y el total de flores tuvieron medias de 4.71 y 5.89 respectivamente, pero existe una variabilidad moderada (CV entre 65 % y 79 %).

#### **4.2 Producción de flores femeninas (FF)**

Conforme a lo establecido, en cuanto a los resultados, la producción de flores de sexo femenino fueron la siguientes:

**Tabla 5.***Análisis de la varianza en flores femeninas.*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
FF	114	0.11	0.1	85.27

En el análisis de la varianza ANOVA dispuesto para la variable Flores Femeninas se muestra que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es de 0.11, indicando que solo el 11 % de la variabilidad en el número de flores de sexo femenino es explicada por los tratamientos del estudio. En adición, el coeficiente de variación (CV) es del 85.27 %, lo que es traducido a una elevada dispersión de los datos con respecto a la media.

**Tabla 6.***Análisis de la varianza en flores femeninas (SC tipo III).*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	37	2	18.5	7.09	0.0013
<b>TRAT</b>	37	2	18.5	7.09	0.0013
<b>Error</b>	289.74	111	2.61		
<b>Total</b>	326.74	113			

En la Tabla 9 se muestra el cuadro de análisis de la varianza, es observable que el efecto de TRAT es significativo, con un estadístico F equivalente a 7.09 y un p-valor igual a 0.0013, lo que implica que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. El error experimental tiene una suma de cuadrados de 289.74 y una varianza de 2.61.

**Tabla 7.***Prueba de comparación de medidas Tukey en flores femeninas*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	<b>Grupo</b>
<b>T2 (Etileno)</b>	1.18	38	0.26	A
<b>HT (Testigo)</b>	1.92	38	0.26	A B
<b>T1 (Giberelina)</b>	2.58	38	0.26	A B

La prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) muestra que el tratamiento con etileno mostró un promedio de 1.18 flores femeninas, mientras

que la hilera testigo llego a 1.92 flores y el tratamiento de giberelina registró 2.58 flores. Referente a términos de significancia estadística, T2 pertenece exclusivamente al grupo "A", mientras que HT y T1 comparten las letras "A B", lo que indica realmente no existen diferencias significativas entre estos dos últimos, pero sí con el tratamiento 2 de Etileno.

Aunque el análisis ANOVA demuestra que existen diferencias significativas entre tratamientos, en el caso de la prueba de Tukey se explica que la producción de flores femeninas con etileno es notablemente menor a diferencia de los otros tratamientos, mientras que el grupo de giberelina y la hilera testigo no difieren significativamente entre sí.

#### 4.4 Producción de flores masculinas (FM)

Por los resultados del análisis de la varianza ANOVA es observable un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.02, que contempla que solo el 2% de la variabilidad en flores masculinas es ocasionada por los tratamientos aplicados. Además, el coeficiente de variación CV es igual a 79.73%, lo que señala una alta variabilidad en los datos.

**Tabla 8.**

*Análisis de la varianza en flores masculinas.*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
FM	114	0.02	0.01	79.73

**Tabla 9.**

*Análisis de la varianza en flores masculinas (SC tipo III).*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	43.02	2	21.51	1.42	0.2467
TRAT	43.02	2	21.51	1.42	0.2467
Error	1684.5	111	15.18		
Total	1727.52	113			

Según lo estipulado por el análisis de varianza, el factor de tratamiento TRAT presenta un estadístico F de 1.42 con un p-valor de 0.2467. Esto señala la falta de variaciones verdaderamente significativas entre los tratamientos, dado que el p-valor supera los 0.05. Los hallazgos del error experimental indican una suma total de 1684.50 y una varianza del 15.18.

**Tabla 10.**

*Comparación de medias Tukey en flores masculinas*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	<b>Grupo</b>
<b>HT (Testigo)</b>	4.24	38	0.63	A
<b>T2 (Etileno)</b>	4.71	38	0.63	A
<b>T1 (Giberelina)</b>	5.71	38	0.63	A

Conforme con lo evaluado por la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), la hilera testigo tuvo un promedio equivalente a 4.24 en flores masculinas, por otro lado, el grupo evaluado con etileno mostró 4.71 flores y la giberelina llegó a 5.71 flores. Se ha compartido la misma letra en todos los tratamientos, poniendo en evidencia la falta de diferencias significativas entre los tratamientos.

En conclusión, los tratamientos evaluados no tuvieron un efecto de bastante significancia en la producción de flores masculinas, ya que no son observables las diferencias estadísticas en los resultados de las medias.

#### **4.5 Producción total de flores (TF)**

El análisis de la varianza ANOVA presenta los resultados de un experimento con tres tratamientos: Giberelina, Etileno y el Testigo, el valor de  $R^2$  es deficiente (0.05), lo que indica que solo el 5% de la variabilidad de los datos es explicada por este modelo.

**Tabla 11.***Análisis de la varianza en total de flores.*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>TF</b>	114	0.05	0.03	69.09

Este valor sugiere que, los tratamientos no han sido grandes factores explicativos de la variabilidad observada referente a la variable dependiente. Además, el R<sup>2</sup> ajustado (0.03) también es bajo, lo que refuerza la conclusión de que el modelo no tiene un buen poder explicativo. Por ende, el coeficiente de variación CV es muy elevado, con un valor de 69.09, lo que implica que estos datos muestran bastante dispersión y muestran una considerable variabilidad dentro de las mediciones.

**Tabla 12.***Análisis de la varianza (SC tipo III) en total de flores.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	131.07	2	65.54	2.99	0.0546
<b>TRAT</b>	131.07	2	65.54	2.99	0.0546
<b>Error</b>	2436.45	111	21.95		
<b>Total</b>	2567.52	113			

El gráfico de evaluación de la varianza SC tipo III indica que el modelo en general presenta un valor de F de 2.99 y un p-valor de 0.0546, lo que se encuentra justo por encima del límite de significancia ( $\alpha = 0.05$ ). En términos generales, no hay diferencias estadísticamente relevantes entre los tres tratamientos. De forma parecida, los resultados del tratamiento TRAT indican el mismo valor de F (2.99) y el mismo p-valor (0.0546), lo que confirma que no existen diferencias relevantes en los impactos de los tratamientos individuales en la variable dependiente.

**Tabla 13.**

*Comparación de medias Tukey en total de flores.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	<b>Grupo</b>
<b>T2 (Etileno)</b>	5.89	38	0.76	A
<b>HT (Testigo)</b>	6.16	38	0.76	A
<b>T1 (Giberelina)</b>	8.29	38	0.76	A

En el test de Tukey en comparaciones múltiples se muestra que las medias de los tratamientos: T2 de Etileno con 5.89, HT Testigo con 6.16 y T1 de Giberelina con 8.29. A pesar de que las medias son diferentes entre sí, cada uno de los los tratamientos reciben la misma letra "A" en el test de Tukey, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ellos ( $p > 0.05$ ) referente al total de flores.

Esto implica que, a pesar de que se observan variaciones en los resultados, no hay evidencia suficiente para confirmar que algún tratamiento muestra un efecto significativamente diferente al resto.

#### **4.6 Variabilidad**

La variabilidad presente en los datos obtenidos se manifiesta en los coeficientes de variación (CV), donde se indica una dispersión relativa de los conteos florales con respecto a sus medias. En términos bioestadísticos, un CV que se considera elevado sugiere que existe una alta heterogeneidad en las mediciones, lo que influye directamente en la interpretación de los efectos en los tratamientos.

Conforme a lo establecido por Sokal y Rohlf, "Los coeficientes de variación superiores al 30% se catalogan como indicativos de una variabilidad considerable en los datos, lo que perjudica la facultad de detectar posibles diferencias significativas entre grupos evaluados" lo que se observa respecto a los altos coeficientes de variación en la producción de flores masculinas y femeninas se

sugiere que otros factores no controlados contribuirían a la dispersión observada (Sokal & Rohlf, 2012).

Los diferentes factores pueden explicar las variaciones en los datos de producción de flores observados en este experimento. Entre ellas, las condiciones, como la temperatura, la humedad relativa y el brillo, pueden afectar significativamente la reacción de la planta al tratamiento utilizado. Conforme a lo establecido por Salazar "Las diferencias en los datos agronómicos pueden estar relacionadas con las fluctuaciones de los factores ambientales, los efectos genéticos y las diferencias en el uso de métodos de tratamiento que pueden conducir a una prevalencia significativa de resultados" (Salazar, 2022).

## 5 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan una considerable variabilidad en la producción de flores, lo que sugiere la influencia de diversos factores no controlados en la respuesta de las plantas a los tratamientos aplicados. Según Sokal y Rohlf (2012), un coeficiente de variación (CV) superior al 30% indica una marcada heterogeneidad en los datos, lo que podría dificultar la identificación de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En este caso, los altos CV en la producción de flores masculinas y femeninas respaldan la posibilidad de que otros elementos ambientales o genéticos hayan incidido en los resultados obtenidos.

La literatura existente señala que factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar pueden tener un impacto sustancial en la respuesta de las plantas a los reguladores de crecimiento. Salazar (2022) destaca que las variaciones en los resultados agronómicos pueden estar influenciadas por cambios en las condiciones climáticas, diferencias genéticas entre plantas y las metodologías de aplicación de los tratamientos. Estas condiciones podrían haber afectado la eficacia de la giberelina y el etileno en la inducción floral, generando inconsistencias en la respuesta de las plantas.

Al comparar los tratamientos, se observó que la aplicación de giberelina (T1) favoreció una mayor producción de flores femeninas en comparación con el testigo (HT) y el tratamiento con etileno (T2). Sin embargo, la prueba de Tukey reveló que no existen diferencias estadísticamente significativas entre T1 y HT, lo que sugiere que la giberelina no tuvo un impacto determinante en la floración femenina. En contraste, el tratamiento con etileno mostró una menor producción de flores femeninas, con una alta variabilidad en los datos (CV = 101.74%), lo que indica una respuesta inconsistente en las plantas tratadas con esta fitohormona.

Por otro lado, la producción de flores masculinas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, según el análisis de varianza (ANOVA),

donde el p-valor (0.2467) fue mayor al nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0.05$ ). La prueba de Tukey confirmó estos resultados, al asignar la misma categoría a los tres tratamientos, lo que sugiere que ni la giberelina ni el etileno tuvieron un efecto claro sobre la floración masculina.

El total de flores producidas también mostró una elevada variabilidad, con un coeficiente de variación del 69.09%. Aunque la giberelina presentó una media ligeramente mayor (8.29 flores) en comparación con el testigo (6.16 flores) y el etileno (5.89 flores), el análisis estadístico indicó que estas diferencias no fueron significativas. El valor de p en el ANOVA (0.0546) se situó justo por encima del umbral de significancia, lo que sugiere que las variaciones observadas podrían deberse a factores ajenos a los tratamientos aplicados.

En síntesis, los resultados obtenidos reflejan que, aunque se evidencian ciertas diferencias en la producción de flores entre tratamientos, estas no son estadísticamente significativas en la mayoría de los casos. La alta variabilidad de los datos sugiere que otros factores, como el ambiente y la heterogeneidad genética, pudieron haber influido en la respuesta de las plantas. Estudios futuros podrían enfocarse en mejorar el control de las condiciones experimentales para reducir la variabilidad y obtener resultados más concluyentes sobre la eficacia de estos reguladores de crecimiento en la inducción floral.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- Los resultados indican que la aplicación de giberelina (T1) favoreció un aumento en la producción de flores femeninas en comparación con el testigo (HT) y el tratamiento con etileno (T2). Sin embargo, la variabilidad de los datos sugiere que otros factores pueden estar influyendo en la respuesta de la planta.
- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en la producción de flores masculinas ni en el total de flores, lo que indica que el uso de fitohormonas no tuvo un impacto considerable en estas variables. La alta dispersión de los datos puede estar asociada a factores ambientales y genéticos no controlados.
- La variabilidad observada en la producción floral, reflejada en coeficientes de variación elevados, sugiere que las condiciones ambientales y otros factores pueden estar influyendo en la respuesta de las plantas a los tratamientos. Esto resalta la necesidad de un mayor control de variables externas en futuros estudios para obtener resultados más concluyentes.

### **6.2 Recomendaciones**

- Se recomienda mejorar el control de factores ambientales como la temperatura, humedad y luminosidad, ya que pueden estar afectando la respuesta de la planta a los tratamientos hormonales. El uso de invernaderos o mallas de sombreo podría contribuir a la estabilización de estas condiciones.
- Se sugiere realizar experimentos adicionales con mayor número de repeticiones y bajo diferentes condiciones climáticas para evaluar la

consistencia de los resultados y minimizar la influencia de factores no controlados en la variabilidad de los datos.

- Dado que la giberelina mostró una tendencia positiva en la producción de flores femeninas, se recomienda explorar diferentes concentraciones y posibles combinaciones con otras fitohormonas para optimizar la inducción floral en el cultivo de sandía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceves Navarro, L. A., Juárez López, J. F., Palma López, D. J., López López, R., Rivera Hernández, B., & González Mancillas, R. (2021). *Cultivo de sandía en el estado de Tabasco*. Tabasco, México. Obtenido de <https://campotabasco.gob.mx/wp-content/uploads/2021/04/SANDIA.pdf>
- Agricultural Economics Insight. (2023). *Watermelon Trends*. Obtenido de <https://aei.ag/overview/article/watermelon-production-consumption-trends>
- AGROCALIDAD. (2022). *Clima y suelos para la producción de sandía*. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec>
- Alcívar Muñoz, W. A. (2020). *Evaluación del comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus) en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos*. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14303/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-158.pdf>
- Alonso López, L. (2021). *Análisis genómico de la transición floral femenina en Cucurbita pepo*. Almería, España. Obtenido de <https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/13720/ALONSO%20LOPEZ,%20LAURA.pdf?sequence=1>
- Angulo Mogrovejo, G. A., & Rivera Ibarra, H. D. (2018). *Análisis de los indicadores técnico económicos del cultivo de sandía Citrullus lanatus en el municipio de Patía departamento del Cauca*. Popayán, Colombia. Obtenido de <https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/0feee6424a8b7f706c8ccb04e788aab566027a02.pdf>
- Antezana, O. (2020). *Fusarium en Sandía*. Bolivia. Obtenido de <https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/pdf/10.1079/pwkb.20207800247>
- Antonio Aguilar, J. M. (2014). *Calidad y rendimiento en sandía con fertilización orgánica comparada con la fertilización convencional*. Torreón, Coahuila, México. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6728/CALIDADYRENDIMIENTOENSANDIACONFERTILIZACIONORGANICA.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

- cano y Cano, G. G. (1995). *Fisiología vegetal*. México D.F., México. Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>
- Casaca, Á. D. (2005). *El cultivo de sandía*. Honduras. Obtenido de <https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-de-la-sandia,-G.pdf>
- Costa Silva, E. H., Alves Ferreira, T., Torquato Tavare, A., Pascual Reyes, I. D., Guimarães Alves, F. Q., & Ildon, R.-d. (2020). *Dosis y número de aplicaciones de etefón en la reversión sexual de flores de calabacita*. Sao Paulo, Brasil. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2020000100005&script=sci\\_arttext&tIng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2020000100005&script=sci_arttext&tIng=es)
- Cuadrado Gómez, I., & Gómez Vásquez, J. (s.f.). *Enfermedades criptogámicas de la sandía y el melón*. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Hort%2FHort\\_1982\\_3\\_23\\_28.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Hort%2FHort_1982_3_23_28.pdf)
- del Pino, M. (2022). *Guía didáctica: cultivo y manejo de cucurbitáceas*. Obtenido de [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/116611/mod\\_resource/content/1/Guia%20de%20cucurbitaceas%202022.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/116611/mod_resource/content/1/Guia%20de%20cucurbitaceas%202022.pdf)
- Flores, A. M. (2005). *EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ HÍBRIDOS DE SANDÍA (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsun & Nakai) EN LA LOCALIDAD DE PLAYA ANCHA - CAPINOTA*. La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/11594/T-934.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fornaris Rullán, G. (2015). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía*. Puerto Rico. Obtenido de <https://www.uprm.edu/wp-content/uploads/sites/384/2016/09/2.-SANDIA-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-version-2015.internet.pdf>
- Fornaris Rullán, G. (2015). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía - Variedades y su selección*. Puerto Rico. Obtenido de <https://www.uprm.edu/wp-content/uploads/sites/384/2016/09/3.-SANDIA-VARIEDADES-Y-SU-SELECCION-2-version-2015.internet.pdf>
- Gutiérrez Ramírez, A. (2018). *DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SANDÍA (Citrullus lanatus) cv. Black Fire EN EL VALLE DE CAÑETE*. Lima, Departamento de Lima, Perú. Obtenido de

<http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/3718/gutierrez-ramirez-arturo-jose.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

- Ha, M., Morrow, M., & Algiers, K. (2022). *Etileno*. Obtenido de [https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Bot%C3%A1nica\\_%28Ha%2C\\_Morrow\\_y\\_Argel%29/Unit\\_3%3A\\_Fisiolog%C3%ADa\\_y\\_Regulaci%C3%B3n\\_Vegetal/16%3A\\_Hormonas/16.05%3A\\_Etileno?utm\\_source=chatgpt.com](https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Bot%C3%A1nica_%28Ha%2C_Morrow_y_Argel%29/Unit_3%3A_Fisiolog%C3%ADa_y_Regulaci%C3%B3n_Vegetal/16%3A_Hormonas/16.05%3A_Etileno?utm_source=chatgpt.com)
- Heflebower, R., & Drost, D. (2019). *Sandía en el Huerto*. Utah, Estados Unidos. Obtenido de <https://extension.usu.edu/productionhort/files/Sandia-en-el-Huerto.pdf>
- Hernández Mota, P. (2000). *Problemas parasitológicos del cultivo de sandía*. México. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3692/T11548%20HERNANDEZ%20MOTA%2C%20PATRICIO%20%20%20M%20NOG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ibáñez Barón, J. A. (2017). *Implicación del gen CitACS4 en el desarrollo de flores y frutos de sandía (Citrullus lanatus)*. Almería, España. Obtenido de [https://repositorio.ual.es/jspui/bitstream/10835/6543/1/15123\\_Implicaci%C3%B3n%20del%20gen%20CitACS4%20en%20el%20desarrollo%20de%20flores%20y%20frutos%20de%20sand%C3%ADa%20%28Citrullus%20lanatus%29.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.ual.es/jspui/bitstream/10835/6543/1/15123_Implicaci%C3%B3n%20del%20gen%20CitACS4%20en%20el%20desarrollo%20de%20flores%20y%20frutos%20de%20sand%C3%ADa%20%28Citrullus%20lanatus%29.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Martín, A. (2020). *Fertilización del cultivo de la sandía*. Obtenido de <https://herografertilizantes.com/fertilizacion-del-cultivo-de-la-sandia/>
- Mendoza Altamirano, I., & Rugama Morales, A. (2010). *Evaluación de tres cultivares de sandía (Citrullus lanatus) taiwanesa en ambiente protegido, en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura, Campus Agropecuario, UNAN*. León, Nicaragua. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5931/1/221126.pdf>
- Mendoza Moreno, F., Sánchez Cohen, I., Macias Rodriguez, H., & Martínez Saldaña, J. (2002). *Producción de sandía con riego localizado tipo cintilla y acolchado plástico*. México. Obtenido de <http://cenid-raspa.inifap.gob.mx/demo/modulo/folletos%20productores/2002/produccion%20de%20sandia%20con%20riego%20localizado.pdf>

- Montalván, E. C., & Arias, S. (2007). *Manual para la producción de sandía*. Honduras. Obtenido de [https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/264/manual\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_sandia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/264/manual_para_la_produccion_de_sandia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Morocho Alban, A. 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*. El Coca, Orellana. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18191/1/01051.pdf>
- Ormeño Martínez, A. J. (2022). *Efecto de cuatro productos hormonales en el rendimiento y calidad de fruto en Citrullus lanatus "sandía" en el Valle de Huaral*. Huacho, Perú. Obtenido de [https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6450/AAR%20JES%20ORME%20MARTINEZ\\_compressed%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6450/AAR%20JES%20ORME%20MARTINEZ_compressed%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Orrala Borbor, N., Herrera Isla, L., Arzube Mayorga, M., & Pozo Pozo, L. (2016). *Efecto de nematocidas biológicos y del portainjerto en la producción de Sandía (Citrullus lanatus L.) en Ecuador*. La Libertad, Santa Elena, Ecuador.
- Pacherre Soria, L. G. (2022). *Comercialización de los frutos de sandía (Citrullus lanatus, L.) en la Costa Ecuatoriana*. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. Obtenido de [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13248/E-UTB-FACIAG-AGRON-000001.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Seg%C3%BAn%20informa%20MINCETUR%20\(2020\)%2C,Los%20R%C3%ADos%20y%20El%20Oro%C2%BB](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13248/E-UTB-FACIAG-AGRON-000001.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Seg%C3%BAn%20informa%20MINCETUR%20(2020)%2C,Los%20R%C3%ADos%20y%20El%20Oro%C2%BB).
- Ramírez-Aragón, M. G., Borroel-García, V. J., López-Martínez, J., Nieto-Garibay, A., & García-Hernández, J. L. (2007). *Extracción de compuestos antioxidantes en sandía y melón en la Comarca lagunera*. México. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v11n1/2007-901X-era-11-01-e3953.pdf>
- Reche Mármol, J. (2000). *CULTIVO INTENSIVO DE LA SANDÍA*. España. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_2000\\_2106.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2106.pdf)

- Reyes Alava, J. (2018). *Comportamiento de la temperatura y la precipitación del perfil costero ecuatoriano en el año 2018*. Ecuador. Obtenido de [https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta23/OCE23\\_1.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta23/OCE23_1.pdf)
- Rodriguez Luna, E. (2017). *Manejo de sandía (Citrullus lanatus) tetraploide para producción de semillas*. Lima, Departamento de Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9f37c1e1-f316-4df6-82da-d62891778eaa/content>
- Rosales Villao, V. M. (2018). *ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA SANDÍA (Citrullus lanatus) EN EL CENTRO DE PRÁCTICA MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. La Libertad, Santa Elena, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4281/1/UPSE-TAA-2018-0005.pdf>
- Salazar, J. (2022). *New insights into the physiology of fruit ripening of apricot (Prunus armeniaca L.) and Japanese plum (P. salicina L.) using RNA-Seq analysis*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/358677568\\_New\\_Insights\\_into\\_the\\_Physiology\\_of\\_Fruit\\_Ripening\\_of\\_Apricot\\_Prunus\\_armeniaca\\_L\\_and\\_Japanese\\_Plum\\_P\\_salicina\\_L\\_Using\\_RNA-Seq\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/358677568_New_Insights_into_the_Physiology_of_Fruit_Ripening_of_Apricot_Prunus_armeniaca_L_and_Japanese_Plum_P_salicina_L_Using_RNA-Seq_Analysis)
- Silver, B. (2022). *Watermelon*. Obtenido de <https://burke.ces.ncsu.edu/watermelon/>
- Sokal, R., & Rohlf, J. (2012). *The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*.
- SQM Nutrition. (2025). *Fases fenológicas de la sandía y sus requerimientos nutricionales*. Obtenido de <https://sqmnutrition.com/downloadpdf/38062>
- Tabiri, B., Agbenorhevi, J., Wireko-Manu, F., & Ompouma, E. (2016). *Semillas de sandía como alimento: composición nutricional, fitoquímicos y actividad antioxidante*. Kumasi, Ghana. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/323663320\\_Watermelon\\_Seeds\\_as\\_Food\\_Nutrient\\_CompositionPhytochemicals\\_and\\_Antioxidant\\_Activity](https://www.researchgate.net/publication/323663320_Watermelon_Seeds_as_Food_Nutrient_CompositionPhytochemicals_and_Antioxidant_Activity)
- Valle Vargas, M., Durán Barón, R., Quintero Gamero, G., & Valera, R. (2020). *Caracterización fisicoquímica, químico proximal, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de pulpa y corteza de sandía (Citrullus lanatus)*.

Colombia. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v31n1/0718-0764-infotec-31-01-21.pdf>

Vásquez Chávez, M. R. (2018). *Análisis económico del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) bajo el sistema de riego por goteo y un sistema tradicional, en el recinto camarones del cantón Valencia*. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/415fcf86-01ce-4ffc-b552-0bf532ce86e8/content>

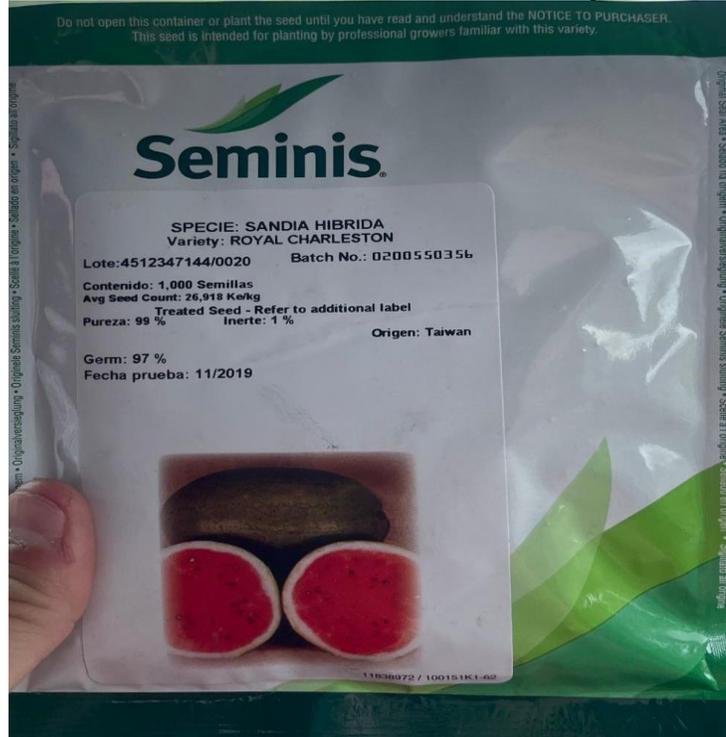
Yuri, J. (2002). *Inducción floral*. Talca, Chile. Obtenido de [https://pomaceas.otalca.cl/wp-content/uploads/2016/06/Boletin\\_N02\\_5.pdf](https://pomaceas.otalca.cl/wp-content/uploads/2016/06/Boletin_N02_5.pdf)

Zolezzi, M., Abarca, P., & Crawford, H. (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía*. O'Higgins, Chile. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/fcd3f8fa-d36d-478b-9927-941e6783ab8b/content>

Zurita Avilés, Á. J. (2022). *Principales Plagas en el Cultivo de Sandía (Citrullus lanatus) en el Litoral ecuatoriano*. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11341/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000377.pdf?sequence=1>

## ANEXOS

### Anexo 1: Semillas de la variedad de Sandía Royal Charleston



### Anexo 2: Germinación en bandejas



**Anexo 3:** *Instalación de tanques del sistema de riego.*



**Anexo 4:** *Desarrollo post trasplante en las cintas de riego.*



**Anexo 5: Desarrollo foliar.**



**Anexo 6: Floraciones femeninas y cuajado de frutos**



**Anexo 7: Etapa de llenado de frutos**



**Anexo 8: Cosecha de frutos.**



*Resultado de la contabilización de flores en el T1 (Giberelina)*

<b>T1 (Giberelina)</b>	<b>Flores femeninas</b>	<b>Flores masculinas</b>	<b>Total de flores (Por planta)</b>
<b>P1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>

P2	3	4	7
P3	1	1	2
P4	3	12	15
P5	3	8	11
P6	3	4	7
P7	3	5	8
P8	1	6	7
P9	3	2	5
P10	3	8	11
P11	4	6	10
P12	3	5	8
P13	6	10	16
P14	2	4	6
P15	0	2	2
P16	0	3	3
P17	4	0	4
P18	0	0	0
P19	1	5	6
P20	2	10	12
P21	1	10	11
P22	0	0	0
P23	0	3	3
P24	2	10	12
P25	3	6	9
P26	3	8	11
P27	3	5	8
P28	5	13	18
P29	4	1	5
P30	0	5	5
P31	3	18	21
P32	3	6	9
P33	2	4	6
P34	5	2	7
P35	6	6	12
P36	4	7	11
P37	1	12	13
P38	4	0	4
<b>Total de flores</b>	<b>98</b>	<b>217</b>	<b>315</b>

*Resultado de la contabilización de flores en el T2 (Etileno)*

T2 (Etileno)	Flores femeninas	Flores masculinas	Total de flores (Por planta)
--------------	------------------	-------------------	------------------------------

P1	4	8	12
P2	2	0	2
P3	4	2	6
P4	3	5	8
P5	0	6	6
P6	3	2	5
P7	2	10	12
P8	2	9	11
P9	1	9	10
P10	0	7	7
P11	0	4	4
P12	1	6	7
P13	1	5	6
P14	1	5	6
P15	2	11	13
P16	2	0	2
P17	3	4	7
P18	2	0	2
P19	1	3	4
P20	1	4	5
P21	0	1	1
P22	0	3	3
P23	2	1	3
P24	1	9	10
P25	0	3	3
P26	0	9	9
P27	0	1	1
P28	0	14	14
P29	3	2	5
P30	1	11	12
P31	1	1	2
P32	0	3	3
P33	0	5	5
P34	0	0	0
P35	0	7	7
P36	0	0	0
P37	1	8	9
P38	1	1	2
<b>Total de flores</b>	<b>45</b>	<b>179</b>	<b>224</b>

Resultado de la contabilización de flores en HT (Sin tratamiento)

HT (Hilera Testigo)	Flores femeninas	Flores masculinas	Total de flores (Por planta)
P1	0	0	0

P2	0	0	0
P3	1	1	2
P4	0	0	0
P5	0	0	0
P6	0	0	0
P7	5	5	10
P8	0	0	0
P9	0	0	0
P10	3	10	13
P11	0	1	1
P12	0	0	0
P13	2	7	9
P14	0	0	0
P15	1	6	7
P16	0	0	0
P17	0	0	0
P18	1	4	5
P19	2	12	14
P20	0	0	0
P21	3	5	8
P22	5	11	16
P23	6	9	15
P24	1	6	7
P25	5	5	10
P26	2	6	8
P27	2	6	8
P28	2	2	4
P29	3	10	13
P30	3	10	13
P31	3	3	6
P32	4	8	12
P33	1	9	10
P34	3	5	8
P35	4	5	9
P36	5	4	9
P37	1	3	4
P38	5	8	13
<b>Total de flores</b>	<b>73</b>	<b>161</b>	<b>234</b>

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Echaiz Andrade, Juan Diego**, con C.C: # **0923024889** autor del Trabajo de Integración Curricular: **Efecto de la aplicación de dos inductores florales en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) en la Finca Experimental Universitaria San Isidro, provincia del Guayas** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **18 de febrero de 2025**

---

Nombre: **Echaiz Andrade, Juan Diego**

C.C: **0923024889**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	<b>Efecto de la aplicación de dos inductores florales en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) en la Finca Experimental Universitaria San Isidro, provincia del Guayas</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	<b>Echaiz Andrade, Juan Diego</b>		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	<b>Triana Tomalá, Ángel Antonio</b>		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Agropecuaria		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	<b>Ingeniero Agropecuario</b>		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>18 de febrero de 2025</b>	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	48 p.
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Sistemas productivos, Sostenibilidad, Producción vegetal, Horticultura, Estructura agraria, Cultivo.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Etileno, Giberelina, Flores masculinas, Flores femeninas.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b>	<p>Se ha establecido que el etileno es una hormona crucial en la determinación del sexo floral en cucurbitáceas, promoviendo floraciones femeninas y reduciendo flores masculinas en especies de la familia como el pepino, melón y calabacín; sin embargo, estos efectos no se manifiestan en sandía. En investigaciones recientes se sugiere que la acción del etileno es dependiente de genes específicos, en el caso puntual de la sandía se reportan respuestas no consistentes. Mientras, la giberelina (GA3) efectivamente estimula el desarrollo floral masculino, y más aún bajo días largos y de temperaturas elevadas, desempeñando un rol importante en lo que a diferenciación sexual se refiere. En este estudio se evaluaron ambas fitohormonas sobre la floración de sandía bajo un diseño que se considera completamente aleatorizado. Los resultados denotan que el etileno produjo escasa floración femenina (1.18 por planta), contradictorio con otros cultivos. Además, no se notó reducción en flores masculinas (4.71 por planta), sugiriendo una respuesta que difiere en sandía. La giberelina efectivamente aumentó las flores masculinas (5.71 por planta), respondiendo conforme a lo establecido por la literatura. Estos hallazgos sugieren que la sandía responde de una manera distinta a la aplicación de etileno, evidenciando una compleja regulación hormonal. Sin embargo, las discrepancias podrían estar ligadas a factores de genética o ambiente, planteando que se requieren más estudios ligados a la acción de hormonas en el cultivo de sandía.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593 960230908	<b>E-mail:</b> juan.echaiz@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre: Noelia Caicedo Coello</b>		
	<b>Teléfono:</b> +593-987361675		
	<b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			