

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Uso de bioestimulantes caolín y ácidos fúlvicos en la producción y calidad  
poscosecha de sandía (*Citrullus lanatus*) tutorada**

Estudiantes

Carlos Luis Muñoz Lara

Ariel Alejandro Brainard Muñoz

Asesores

Hugo Ramírez, Ph.D.

Carolina Avellaneda, Ph.D.

Honduras, junio 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras .....	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos .....	13
Ubicación .....	13
Cultivar.....	13
Tratamientos.....	13
Trasplante a Campo .....	14
Polinización .....	14
Manejo Hortícola .....	15
Monitoreo Fitosanitario.....	16
Muestreo.....	16
Descripción de los Síntomas de las Plantas Enfermas .....	16
Preparación y Siembra de Explantes en Medios de Cultivo (Aislamiento).....	16
Sellado y Rotulación de los Medios de Cultivo .....	16
Reaislamiento .....	17
Identificación .....	17
Variables Evaluadas .....	18
Frutos Comerciales por UE.....	18
Frutos no Comerciales por UE .....	18

Frutos Totales por UE.....	18
Fruto por Plantas por UE.....	19
Grados Brix, pH y Conductividad Eléctrica de Savia de la Planta.....	19
Rendimiento (kg/ha) .....	19
Peso de un Fruto (kg) .....	19
VARIABLES DE POSTCOSECHA.....	19
Diámetro Polar (cm).....	20
Diámetro Ecuatorial (cm).....	20
Grosor de Pulpa (cm) .....	20
Grosor de Mesocarpio (cm) .....	20
Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST) .....	20
Materia Seca (MS).....	20
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	21
Resultados y Discusión.....	22
Componentes de Rendimiento: Frutos Comerciales, no Comerciales, Totales y por Planta .....	22
Grados Brix, pH y la Conductividad Eléctrica (CE) del Extracto Foliar .....	23
Componentes de rendimiento y peso de un fruto .....	24
Componentes de postcosecha: Diámetro polar, Diámetro ecuatorial, Grosor de mesocarpio, Diámetro de pulpa, grados Brix, Materia seca .....	26
Identificación de hongos y bacterias .....	28
Conclusiones .....	32
Recomendaciones.....	33
Referencias.....	34
Anexos.....	37

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Tratamientos evaluados en la producción del cultivo de sandia en la unidad de Producción Hortícola de la EAP Zamorano. ....	14
Cuadro 2 Productos químicos utilizados en el manejo integrado de plagas y enfermedades propuesto por la Empresa Finca S.A.....	15
Cuadro 3 Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en el número de frutos comerciales, frutos no comerciales, frutos totales y los frutos por planta en el cultivo de sandia tutorado verticalmente. ....	22
Cuadro 4 Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en la calidad de la savia de la hoja (°Brix, pH y CE) en el cultivo de sandia tutorado verticalmente.....	23
Cuadro 5 Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en la calidad el peso de fruto y los rendimientos en el cultivo de sandia tutorado verticalmente. ....	25
Cuadro 6 Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en las variables postcosecha en el cultivo de sandia tutorado verticalmente. ....	26

### Índice de Figuras

Figura 1 Descripción del aislamiento del hongo <i>Alternaria</i> spp en el cultivo de sandía .....	28
Figura 2 Descripción del aislamiento del hongo <i>Pseudoperonospora</i> spp en el cultivo de la sandía ..	29
Figura 3 Descripción de síntomas y signos de la bacteria <i>Erwinia</i> spp en el cultivo de sandía .....	30
Figura 4 Procedimiento de identificación en laboratorio de la bacteria <i>Erwinia</i> spp del cultivo de sandía. .....	31

## Índice de Anexos

Anexo A Clima, ubicación y descripciones ambientales de la Unidad de Producción de Horticultura (Olericultura) en Zona 3 de Zamorano.....	37
---	----

## Resumen

La sandía (*Citrullus lanatus*) es un cultivo hortícola de gran relevancia económica y social en lo largo de la historia de la humanidad. Para lograr una mayor productividad de forma constante es necesario implementar un conjunto de buenas prácticas hortícolas, debido que esta fruta es más susceptible a enfermedades y pérdida de la calidad que otras, por lo que pasa la mayor parte de su ciclo de vida en el suelo. En el presente estudio se evaluó el efecto de dos bioestimulantes minerales y orgánicos en el crecimiento, producción y calidad postcosecha de la sandía tipo Mickey Lee. Los tratamientos usados se basaron en aplicaciones de caolín al 3% (Surround® WP) en combinación con ácido fúlvico (Cator®) con diferentes formas de aplicación (Drench y Foliar). Se implementó un diseño experimental de bloques completos al azar, en una parcela dividida en cuatro bloques con 28 unidades experimentales. La productividad fue determinada por las variables analizadas que fueron frutos comerciales, frutos no comerciales, frutos totales, frutos por planta, peso de un fruto y rendimiento (kg/ha), también las variables de la calidad de la savia como los °Brix, pH y conductividad eléctrica y por último las variables de calidad postcosecha tales como diámetro polar, ecuatorial, de mesocarpio, materia seca y °Brix. De forma general la aplicación de estos bioestimulantes no mostraron resultados significativos en el rendimiento y calidad postcosecha. Sin embargo, las variables de frutos comerciales, frutos por planta, pH (savia), grosor de mesocarpio si se obtuvieron resultados significativos. Para finalizar, no se evidenció una mejoría significativa en el ensayo, debido a que los bioestimulantes usados no cumplieron con las expectativas de esta investigación por lo que no se recomendaría su uso en las condiciones establecidas en esta evaluación.

*Palabras Claves:* Cucurbitáceas, manejo integrado de los cultivos, sustancias húmicas.

### Abstract

The watermelon (*Citrullus lanatus*) is a horticultural crop of great economic and social relevance throughout the history of mankind. To achieve higher productivity on a constant basis, it is necessary to implement a set of good horticultural practices, since this fruit is more susceptible to diseases and loss of quality than others, which is why it spends most of its life cycle in the soil. In the present study, the effect of two mineral and organic biostimulants on the growth, production and postharvest quality of Mickey Lee-type watermelon was evaluated. The treatments used were based on applications of 3% kaolin (Surround® WP) in combination with fulvic acid (Cator®) with different forms of application (Drench and Foliar). A randomized complete block experimental design was implemented in a plot divided into four blocks with 28 experimental units. Productivity was determined by the variables analyzed, which were commercial fruits, non-commercial fruits, total fruits, fruits per plant, weight of a fruit and yield (kg/ha), as well as sap quality variables such as °Brix, pH, and Electrical Conductivity and finally the postharvest quality variables such as polar, equatorial, mesocarp diameter, dry matter and °Brix. In general, the application of these biostimulants did not show significant results in postharvest yield and quality. However, the variables of commercial fruits, fruits per plant, pH (sap), thickness of mesocarp if significant results were obtained. Finally, a significant improvement was not evidenced in the trial, because the biostimulants used did not meet the expectations of this research, so their use would not be recommended under the conditions established in this evaluation.

*Keywords:* Cucurbits, Integrated Crop Management, humic substances

## Introducción

La sandía (*Citrullus lanatus*) tiene su origen en el desierto de Kalahari, ubicado en África donde aún se desarrolla de forma silvestre. Existen evidencias que establecen que la sandía doméstica moderna tiene mayor relación genética con los melones de Kordofan de Sudán a comparación con otras especies (Renner et al. 2021). Según FAO (2019) el mayor productor de sandía es China con más de 60 millones de toneladas anuales, seguido por Turquía con 3.7 millones, India y Brasil con 2 millones. La sandía tiene distintos mercados para su comercialización, sin embargo, los mercados principales de exportación para Centroamérica son Estados Unidos con un 56% de representación, Países bajos con un 25%, El Reino Unido con 9% y Bélgica con 3% (CentralAmericanData 2018). Hablando de sus beneficios funcionales (nutricionales y medicinales) se puede determinar que la sandía es rica en vitaminas A, B, C y en potasio también, pero en muchos estudios se habla que el principal beneficio de la sandía es un pigmento orgánico de suma importancia que es el Licopeno, este pigmento ayuda a prevenir las enfermedades cardiovasculares e infartos cerebrales (Caryn Rabin 2016).

La producción de sandía en Honduras según ICEX (2013) fue valorada en 3.70 millones de dólares en exportación, un valor bajo comparado a los años pasados, esto pues por el declive de producción y exportación. Honduras se encuentra entre los principales exportadores de Centroamérica y cuenta cerca con un total de 3600 hectáreas para su producción, centradas en la parte sur del país, principalmente en el departamento del Valle y Choluteca, Ojo de Agua, el Paraíso, Olancho y Yoro, porque estos lugares tienen condiciones favorables para el buen desarrollo de sandía (Martínez 2018).

El cultivo de sandía es sumamente vulnerable a plagas y enfermedades y esto se da porque cada etapa de su ciclo de vida pasa en contacto con el suelo lo cual lo hace más susceptible a varios tipos de plagas, debido a esto, la sandía está expuesta a recibir daños en sus hojas, frutos, tallos y raíces afectando severamente a la productividad. Las enfermedades con mayor impacto en la

producción son la antracnosis, el mildiu, el oídio, la filariosis, el tizón gomoso del tallo y la mancha acuosa del fruto. Sufre ataques de plagas que afectan a la planta madre y a la porción vegetal de interés comercial, entre ellas se encuentran los más comunes con importancia comercial; los áfidos o pulgones (*Aphis* spp), ácaros rojos (*Tetranychus* spp), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), trips (*Frankliniella occidentalis*), minadores de hoja (*Liriomyza* spp) y larvas de lepidópteros. Lo que hacen algunas de las plagas es alimentarse de la savia, provocan decoloraciones punteadas o manchas, amarillamiento y debilitamiento, raspado y chupado (Montalván y Arias 2007).

Para mejorar la producción tanto nacional como mundial, se han establecido diferentes programas de manejo y tratamientos, donde existe el uso de diversos productos hortícolas como fertilizantes y bioestimulantes tales como sustancias húmicas (ácidos fúlvicos) y Caolín (mineral).

En el mercado actual se encuentran insumos tipo bioestimulantes que, generalmente se presentan en forma de materiales líquidos concentrados de procedencia vegetal, como es el caso de los ácidos fúlvicos, que son elaborados con distintas concentraciones de carbono orgánico. Estos dan lugar a una mejor absorción de nutrientes, lo que ayuda a la planta a tener mejores resultados, teniendo también en cuenta las necesidades del cultivo en su etapa de demanda energética. Presenta ventajas en las propiedades fisicoquímicas de la fracción activa coloidal, las propiedades biológicas dada la retención en la relación C/N, estimulación del sistema radicular (Atlántica 2020).

Por otro lado, el caolín o caolinita es un aluminosilicato hidratado definido dentro del género de las arcillas y es el principal mineral extraído de una roca llamada caolín. Su función en la aplicación es cubrir las hojas o la porción vegetal de interés con una capa blanca que actúa en forma de barrera física, su efecto es reflejar una parte de la luz solar para reducir a los golpes de calor y evitar los daños por quemaduras, la desventaja de este es que puede ser lavado por las lluvias, además de al no ser asimilable, no puede tener una acción de fertilizante (AEFA 2019).

En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar el efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico en la producción y sus componentes del cultivo de sandía tutorada, determinar el efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico en la calidad postcosecha del cultivo de sandía tutorada, e identificar las enfermedades provocadas por agentes infecciosos (hongos y bacterias) presentes durante el cultivo de sandía tutorada.

## Materiales y Métodos

### Ubicación

El cultivo de sandía se estableció de septiembre a noviembre de 2021, en Zona tres de la Unidad de Olericultura Extensiva de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La universidad se localiza a 30 km al sureste de Tegucigalpa, carretera a Danlí, en el Valle del Yeguaire, departamento de Francisco Morazán, Honduras, a una altura de 800 msnm, con una latitud de 14°0'N y longitud de 87°0'O. Durante el ensayo establecido (septiembre-noviembre), la temperatura promedio de Zamorano fue 24 °C y presentó una precipitación total de 348 mm.

### Cultivar

El cultivar de sandía (*Citrullus lanatus*) utilizado en este estudio fue el híbrido Mickey Lee (Seminis Vegetables Seeds, USA) este híbrido es una sandía mediana en su tamaño tanto para el mercado local como de exportación, sembrada en mayor cantidad en la zona sur de Honduras. Tiene una forma redonda, corteza verde claro, pulpa roja, semillas pequeñas de color pardo o negro, cuenta con un peso entre 1.8 a 3.1 kilogramos por fruto (Ulloa López y Prado Rodríguez 2016).

### Tratamientos

Se evaluó un ensayo, con un programa de manejo, propuesto por la Empresa Finca S.A. El ensayo contó con 7 tratamientos y 4 repeticiones, lo cual proporcionó un total de 28 unidades experimentales (UE). Todos los tratamientos se aplicaron con las mismas dosis de caolín 30 g/L (Surround<sup>R</sup>, USA) y ácidos fúlvicos 3mL/L (Cator<sup>R</sup>, Atlántica Agrícola, Honduras-España), pero en dos formas de aplicación (Foliar y Drench). La primera aplicación se ejecutó a los 48 días después del trasplante (ddt) y la segunda a los 56 ddt.

## Cuadro 1

*Tratamientos evaluados en la producción del cultivo de sandía en la unidad de Producción Hortícola de la EAP Zamorano*

Tratamiento	Dosis
1. Caolín 1 <sup>É</sup> (AF <sup>π</sup> )	30 g/L
2. Caolín 2 <sup>α</sup> (AF)	30 g/L
3. Caolín 1 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	30 g/L – 3 mL/L
4. Caolín 2 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	30 g/L – 3 mL/L
5. Caolín 2 (D <sup>∞</sup> ) + Á. Fúlvicos (D <sup>∞</sup> )	30 g/L – 3 mL/L
6. Caolín 2 (D y AF) + Á. Fúlvicos (Dy AF)	30 g/L – 3 mL/L
7. Sin Bioestimulantes	0

*Nota.* 1<sup>É</sup> una aplicación 2<sup>α</sup> dos aplicaciones (AF<sup>π</sup>) AF: Aplicación Foliar; D<sup>∞</sup> Drench

## Trasplante a Campo

Las plántulas de sandía se trasplantaron a los 18 días después de su siembra (dds). El lote predeterminado para el cultivo no conto con una mecanización o preparación del suelo, se utilizó las mismas camas acolchadas con plástico plata-negro, sistema de riego y estacas de tutorado del cultivo anteriormente establecido (tomate). El sistema de riego por goteo para cada cama constó de una cinta de 6 mm de grosor con goteros espaciados a 20 cm, con una descarga de un 3.8 L/metro/hora y programado de acuerdo con la demanda diaria.

El lote en estudio tuvo un total de 5 camas de 90 m de longitud cada una, con una separación de 1.5 m entre hileras y una distancia de 0.40 m entre plantas. Se tiene que las dimensiones del lote fueron de 90 m x 7.5 m, dando un área total de 675 m<sup>2</sup>.

## Polinización

Se distribuyeron 3 colmenas a los 30 ddt, 2 colmenas ubicadas a los extremos opuestos y una en medio de ambas, permaneciendo en el lote 3 semanas hasta el día 51 ddt.

## Manejo Hortícola

Para el control tradicional o manual de malezas se dispuso el uso de azadón una vez por semana durante el ciclo. En el control de plagas se decidió colocar trampas de colores atrayentes (plásticos de colores atrayentes amarillo y azul + BIOTAC) distribuidos en el área perimetral. Se implementó un tutorado de forma vertical con el fin de dirigir de forma correcta las guías del final de los bloques, para así facilitar las labores de fito-protección, ayudando a mantener limpia las parcelas, esto ofrece un mayor rango de supervisión y facilita la cosecha, de manera adicional se plantó girasoles como barreras vivas para ayudar a la conservación del suelo. El manejo de plagas y enfermedades y el complementario de la fertilización fue el propuesto por la Empresa Finca, el cual contó con varias aplicaciones de insumos tipo pesticidas y fertilizantes dando un total de 15 aplicaciones (Cuadro 2).

### Cuadro 2

*Productos químicos utilizados en el manejo integrado de plagas y enfermedades propuesto por la Empresa Finca S.A*

Fertilizantes	Plaguicidas	Otros
Fertilización Edáfica	Insecticidas	Coadyuvantes
Triada Quel	CERROJO	Fasten
Radiflex	[Imidacloprid, Thiodicarb]	Inex-A
Triada R	Tempano Gold 26 SC	
	[Imidacloprid]	Regulador de pH
Fertilización Foliar	Agromiprid	Cosmo Aguas
Triada Quel	[Acetamiprid]	
Calage Plus 3	Verlaq 1.8 EC	
Triada Quel Zinc Kg	[Abamectina]	
CIPLEX	Exalt 6 SC	
Triada Calcio	[Spinetoram]	
Triada Boro	Magneto 45 SC	
SK30	[Fipronil, Imidacloprid]	
Activo		
	Fungicidas	
	SALUD	
	[Fosfito de cobre, azufre]	
	Moxan Mz 72 WP	
	[Cymoxanil, Mancozeb]	
	Imperio 32,5 SC	
	[Azoxystrobin, Tebuconazole]	
	Nucilate 50 SC	
	[Dimetil-4,4-(O-fenileno) bis (3-tioalofanato)	
	(Metiltiofanato)]	

Nota. []: Ingrediente activo.

## **Monitoreo Fitosanitario**

### ***Muestreo***

Se realizaron dos muestreos en el cultivar de sandía tipo Mickey lee. A los cinco y once días después de la aplicación de los tratamientos se procedió a tomar una muestra del tejido vegetal, se seleccionó una hoja madura joven ubicada en el dentro de la planta por cada tratamiento y se colocaron en bolsas y se trasladaron al laboratorio de Fitopatología

### ***Descripción de los Síntomas de las Plantas Enfermas***

Mediante el uso de un estereoscopio y observación visual se identificaron los síntomas y signos que estaban presentes en cada una de las muestras.

### ***Preparación y Siembra de Explantes en Medios de Cultivo (Aislamiento)***

Con el uso del estereoscopio se identificó el área de transición entre tejido sano y enfermo de cada hoja. Luego se procedió a esterilizar el bisturí con el mechero de alcohol para posteriormente realizar 8 cortes por hoja de 5 mm<sup>2</sup>, los cuales contienen 50% de tejido sano y 50% de tejido enfermo. Después, se esterilizó las pinzas para transferir los explantes (cortes) en un vaso de precipitación con 20 mL de hipoclorito de sodio al 3% y se dejan los explantes durante 3 minutos. Enseguida se transfirieron a otro vaso de precipitación con 20 mL de agua destilada durante 1 minuto y se repitió este procedimiento nuevamente. Por consiguiente, se pasaron los explantes a un papel filtro para secarlos y eliminar la humedad. Por último, de los 8 explantes obtenidos por planta, se colocaron 4 formando un cuadrado en 2 platos Petri, cada uno con un medio de cultivo diferente, agar nutriente (AN) para bacterias y agar papa dextrosa (PDA) para hongos.

### ***Sellado y Rotulación de los Medios de Cultivo***

Una vez introducidos los explantes, se prosiguió a sellar los platos Petri con papel parafina y se rotuló el tratamiento y repetición. Para finalizar, se colocaron los platos Petri en una cesta en su incubadora respectiva (hongos y bacterias) y se dejó por 72 horas.

### **Reislamiento**

Después de las 72 horas desde la siembra de los explantes, se revisó los medios de cultivo para tomar fotografías y realizar un aislamiento puro, para ello primero se observó si había crecimiento de diferentes microorganismos y se decidió cuantos aislamientos se van a realizar. Una vez seleccionados, se desinfectó el área de trabajo y se esterilizó el equipo. En el caso de los hongos, con un bisturí se hizo un corte en la parte del crecimiento y no en el explante y se pasó a su respectivo medio de cultivo (PDA). Para las bacterias se usó un asa de inoculación empleando la técnica de estriado en el medio agar nutritivo. Finalmente se selló y rotuló cada medio de cultivo y se dejó en su correspondiente incubadora por 72 horas y se procedió con el último paso.

### **Identificación**

Para la identificación de los hongos, se desinfectó el área de trabajo y equipo, primero se hace un corte en la parte de crecimiento del hongo y se coloca sobre un portaobjetos desinfectado, se añade una gota de azul de lactofenol, se pone encima un cubreobjetos y se pone la muestra sobre un microscopio para observar las esporas del hongo y en base a su estructura, proceder a buscar información sobre ellas en conjunto con sus síntomas para identificarlo.

Para las bacterias el proceso fue diferente, después de su inoculación en el medio agar nutriente se identificaron de forma visual las posibles *Xanthomonas* que presentan una coloración amarillenta, para ello se las pasaron al medio YDC que es específico para este género. También las otras bacterias que no tuvieran la posibilidad de pertenecer a este género se les aplicó diferentes pruebas para determinar si son bacterias gram positivas o gram negativas. Entre estas pruebas estaban las de catalasa, la de KOH y la tinción de gram. La prueba de catalasa consiste en usar la ya mencionada, que es una enzima que tienen las bacterias aerobias y la catalasa descompone el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno, donde el desprendimiento de burbujas por la liberación de oxígeno indica que la prueba es positiva. La prueba de KOH que es hidróxido de potasio al 3% consiste en aplicar una gota del componente químico y se muelle la muestra por unos segundos con un palillo,

al tener una consistencia pegajosa y al levantar el palillo se forma un hilo, se considera que la reacción es positiva y la bacteria pertenece al grupo de las gram negativas.

Por último, la tinción de Gram consiste en que la bacteria presentara una coloración definida, entre roja y violeta según la distribución de peptidoglicano en la pared celular, para ello la bacteria pasa por la aplicación de varios reactivos, entre ellos cristal violeta, lugol, alcohol acetona y safranina dejándose actuar por un minuto a excepción del alcohol acetona (10 segundos) y se hace un lavado entre cada uno con agua destilada para finalizar y observar la coloración.

### **Variables Evaluadas**

Se registraron las variables de rendimiento y calidad postcosecha al momento de la cosecha a los 74 ddt.

### ***Frutos Comerciales por UE***

Se contó el número de frutos comerciales por unidad experimental. Para contabilizar los frutos de sandia comerciales, se consideraron únicamente los frutos maduros, así mismo, se descartaron aquellos deformes y de tamaños pequeños.

### ***Frutos no Comerciales por UE***

Se contó el número de frutos no comerciales por unidad experimental. Para obtener el número de sandia no comerciales se consideró frutos inmaduros y de tamaño pequeño.

### ***Frutos Totales por UE***

Se contó el número de frutos totales por unidad experimental. Para contabilizar los frutos totales se tomaron en cuenta todos los frutos cuajados por planta.

### ***Fruto por Plantas por UE***

La cantidad de frutos totales por planta se obtuvo de la división de los frutos comerciales por unidad experimental entre el número de plantas sobrevivientes por unidad experimental, según como se describe en la ecuación.

$$\text{Frutos comerciales por planta} = \frac{\text{Frutos comerciales UE}}{\text{Plantas sobrevivientes UE}}$$

### **Grados Brix, pH y Conductividad Eléctrica de Savia de la Planta**

Se extrajo la savia de 1 hoja de sandia fresca a través de un exprimidor, después se procedió a colocar la gota en un conductímetro, una en el pH-metro y otra en un refractómetro digital HI 96801®, obteniendo así el resultado de la lectura.

### ***Rendimiento (kg/ha)***

Esta variable se calculó tomando en cuenta los datos del peso de un fruto en kilogramos y cantidad de frutos comerciales por hectárea, después, el resultado se convirtió a toneladas por hectárea.

### ***Peso de un Fruto (kg)***

Se tomó el peso de un fruto por cada tratamiento, luego se realizó la medición para obtener el dato del peso de un fruto para cada una de las 4 repeticiones, para obtener un total de 28 frutos.

### **Variables de Postcosecha**

Las variables postcosecha se midieron únicamente en sandias comerciales. Para cada variable se midieron un fruto por repetición.

***Diámetro Polar (cm)***

Se tomó la circunferencia polar de cada uno de los frutos utilizando una cinta métrica. Los datos de circunferencia se utilizaron para calcular el diámetro polar utilizando la ecuación.

$$\text{Diámetro polar (cm)} = \frac{\text{Circunferencia polar (cm)}}{\pi}$$

***Diámetro Ecuatorial (cm)***

Se tomó la circunferencia ecuatorial de cada uno de los frutos utilizando una cinta métrica. Los datos de circunferencia se utilizaron para calcular el diámetro ecuatorial utilizando la ecuación.

$$\text{Diámetro ecuatorial (cm)} = \frac{\text{Circunferencia ecuatorial (cm)}}{\pi}$$

***Grosor de Pulpa (cm)***

Se empleó un pie de rey para medir el grosor de pulpa de los frutos de sandía tipo Mickey lee tutorado.

***Grosor de Mesocarpio (cm)***

Con un pie de rey se midió el grosor de cavidad de los frutos de sandía tipo Mickey lee tutorado.

***Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST)***

El refractómetro digital HI 96801®, permitió medir los sólidos solubles totales de la pulpa de los frutos de sandía tipo Mickey lee tutorado.

***Materia Seca (MS)***

Se tomó una muestra de aproximadamente 50 g y se llevó a un horno a 75 °C por 72 horas y se sacó el porcentaje de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{\text{Peso seco real}}{\text{Peso fresco real}} * 100$$

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar (BCA). El ensayo fue distribuido en el campo y constaba de siete tratamientos y cuatro bloques, para un total de 28 unidades experimentales (UE). La dimensión del área trabajada fue 4 camas x 1.5 m distancia entre camas x 90 m, con un área de 540 m<sup>2</sup>. Cada unidad experimental contó con 15 plantas. Los datos fueron analizados mediante un Análisis de Varianza (ANDEVA), se realizó comparación de medias usando la prueba de Duncan con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$  usando INFOSTAT.

## Resultados y Discusión

### Componentes de Rendimiento: Frutos Comerciales, no Comerciales, Totales y por Planta

El uso de caolín en combinación con ácido fúlvico en diferentes formas de aplicación (Drench y Foliar) no tuvo efecto significativo en ninguna de las variables evaluadas, correspondiente con el número de no comerciales y frutos totales a excepción de las variables de frutos comerciales y frutos por planta, que mostraron diferencia significativa (Cuadro 3). Los tratamientos 5 y 6 tuvieron un efecto significativo, por lo cual fueron los que presentaron mayores valores en estas variables.

#### Cuadro 3

*Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en el número de frutos comerciales, frutos no comerciales, frutos totales y los frutos por planta en el cultivo de sandía tutorado verticalmente*

Tratamiento	Frutos Comerciales	Frutos no Comerciales	Frutos Totales	Frutos por Planta
1. Caolín 1 <sup>É</sup> (AF <sup>™</sup> )	12.75 b	2.50	14.75	1.02 bc
2. Caolín 2 <sup>α</sup> (AF)	14.75 b	2.50	16.25	1.15 abc
3. Caolín 1 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	15.25 ab	2.00	16.50	1.10 abc
4. Caolín 2 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	14.75 ab	2.50	17.25	1.09 abc
5. Caolín 2 (D <sup>∞</sup> ) + Á. Fúlvicos (D <sup>∞</sup> )	17.50 a	1.75	18.25	1.24 a
6. Caolín 2 (D y AF) + Á. Fúlvicos (D y AF)	17.75 a	2.00	19.50	1.32 a
7. Sin Bioestimulantes	13.75 b	4.25	15.25	0.94 c
Promedio	15.28	2.50	16.85	1.12
Significancia	*	ns	ns	*
R <sup>2</sup>	0.55	0.47	0.44	0.54
Coefficiente de variación (%)	13.05	59.89	20.10	13.62

*Nota.* 1<sup>É</sup> una aplicación 2<sup>α</sup> dos aplicaciones (AF<sup>™</sup>) AF: Aplicación Foliar; D<sup>∞</sup> Drench, ns: no significante > 0.05. \*: significativo ≤ 0.05 a 0.0001

\*\* : altamente significativo < 0.0001

Respecto a los frutos comerciales se puede atribuir que el manejo junto con la aplicación de caolín y ácidos fúlvicos, redujeron la pérdida de fruto por temperatura y quemaduras por radiación. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Glenn et al. (2002) donde se comparó el caolín y el óxido de titanio, donde el caolín demostró ser más efectivo en cuanto la reflectividad sobre la energía de radiación, por ello, redujo la pérdida y ayudo un mayor número de frutos comerciales.

La variable de frutos no comerciales evidenció que no existe diferencia significativa alguna en los tratamientos utilizados. Por lo que, Núñez Barillas (2013) mostró que, con el uso de ácidos fúlvicos, no hubo diferencia estadística en el número de frutos no comerciales, ni frutos por planta para las condiciones dadas en su investigación. Esto se debe a la cantidad reducida de aplicaciones que se dio en el cultivo en conjunto con las aplicaciones tardías.

Referente a frutos totales el análisis estadístico determinó que no existe efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas. Esto se debe a que las plantas fueron sembradas a la misma distancia (0,40m), según Tzul (2020). La tendencia indica que, a menor distancia de siembra, el número de frutos totales aumenta, a diferencia de mayores distancias de siembra, donde la cantidad de frutos totales se reduce.

Por otra parte, referente al número de frutos por planta donde Cosic et al. (2016) obtuvieron resultados similares de la aplicación de caolín la cual tuvo un efecto significativo en el número de frutos por planta, en donde se usó en conjunto con la eficiencia en el uso del agua para riego.

#### **Grados Brix, pH y la Conductividad Eléctrica (CE) del Extracto Foliar**

En el cuadro 4 se pudo observar que las variables de los °Brix y la CE no fueron diferentes estadísticamente en los 7 tratamientos. Sin embargo, se obtuvo diferencia significativa en la variable del pH, destacando el tratamiento 2.

#### **Cuadro 4**

*Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en la calidad de la savia de la hoja (°Brix, pH y CE) en el cultivo de sandía tutorado verticalmente*

Tratamiento	°Brix	pH	CE
1. Caolín 1 <sup>E</sup> (AF <sup>T</sup> )	4.18	6.73 ab	9.50
2. Caolín 2 <sup>a</sup> (AF)	3.50	7.03 a	10.33
3. Caolín 1 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	4.25	6.38 bc	10.38
4. Caolín 2 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	4.50	6.43 bc	10.96
5. Caolín 2 (D <sup>o</sup> ) + Á. Fúlvicos (D <sup>o</sup> )	3.50	6.43 bc	10.68
6. Caolín 2 (D y AF) + Á. Fúlvicos (D y AF)	4.88	6.38 bc	10.80
7. Sin Bioestimulantes	4.35	6.20 c	9.59

Tratamiento	°Brix	pH	CE
Promedio	4.64	6.51	10.32
Significancia	ns	*	ns
R <sup>2</sup>	0.57	0.53	0.61
Coefficiente de variación (%)	31.63	4.54	10.96

Nota. 1<sup>º</sup> una aplicación 2<sup>º</sup> dos aplicaciones (AF<sup>m</sup>) AF: Aplicación Foliar; D<sup>m</sup> Drench, ns: no significante > 0.05. \*: significativo ≤ 0.05 a 0.0001

\*\* : altamente significativo < 0.0001

En el presente estudio identificamos que no existió una diferencia significativa en los grados Brix de la savia de la planta, esto coincide con Caruso et al. (2019) donde ellos identificaron que realmente no existe una diferencia en el uso de bioestimulantes a base de extractos vegetales (aminoácidos, pectinas, carbohidratos, elementos minerales y vitaminas).

Por otro lado, en la variable de pH si se encontró una diferencia estadística entre los tratamientos, según Casaca et al. (2005). La sandía tiene un óptimo desarrollo en pH desde 5.0 a 6.8, lo cual concuerda con los resultados logrados en los diferentes ensayos, se ha evidenciado también que la sandía tiende a tener un mejor desarrollo en una concentración acida que alcalina.

Respecto a la CE no se encontró una diferencia en los dos ensayos obteniendo resultados bajos, de acuerdo con Ovalle Torres et al. (2019) una conductividad eléctrica en el biol obtenido, no interfiere en su uso como bioestimulante y fertilizante orgánico, ya que esto no afecta la calidad del suelo ni la producción de cultivos, esto indica que el uso de los bioestimulantes realmente no genera un impacto significativo al momento de tratar de alcanzar valores óptimos para el desarrollo de este cultivo.

### **Componentes de rendimiento y peso de un fruto**

El efecto de una dosis de caolín en conjunto con ácidos fúlvicos en las variables de peso de un fruto y rendimiento, no mostraron tener diferencia significativa (Cuadro 5). Se debe entender la razón de estas 2 variables juntas, por ello se han investigado la relación entre estas, como lo mostró Pino (2018) una asociación directa entre el peso de frutos y rendimiento, indicando que el 98 % del rendimiento total depende del peso promedio de frutos de sandía.

**Cuadro 5**

*Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en la calidad el peso de fruto y los rendimientos en el cultivo de sandía tutorado verticalmente*

Tratamiento	Peso de Fruto (Kg)	Rendimiento (kg/Ha)
1. Caolín 1 <sup>É</sup> (AF <sup>π</sup> )	2.14	36931
2. Caolín 2 <sup>α</sup> (AF)	2.44	36401
3. Caolín 1 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	2.33	30731
4. Caolín 2 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	2.14	36798
5. Caolín 2 (D <sup>∞</sup> ) + Á. Fúlvicos (D <sup>∞</sup> )	2.39	35087
6. Caolín 2 (D y AF) + Á. Fúlvicos (D y AF)	2.58	37255
7. Sin Bioestimulantes	2.44	26270
Promedio	2.34	34210
Significancia	ns	ns
R <sup>2</sup>	0.53	0.51
Coeficiente de variación (%)	12.52	18.01

*Nota.* 1<sup>É</sup> una aplicación 2<sup>α</sup> dos aplicaciones (AF<sup>π</sup>) AF: Aplicación Foliar; D<sup>∞</sup> Drench, ns: no significativo > 0.05. \*: significativo ≤ 0.05 a 0.0001

\*\* : altamente significativo < 0.0001

También como lo demuestra Faghih et al. (2021) el uso de caolín junto con déficits de riego ayuda a mejorar el peso de los frutos, puesto que el caolín disminuye la evaporación del agua en la superficie del fruto, lo que se traduce a una menor pérdida de peso además presento frutos más largos que el control.

Estos resultados adquiridos no concuerdan con la investigación realizada por Hernández (2011) en donde el uso de ácidos fúlvicos mejoró las respuestas de las plantas sobre el rendimiento, cabe destacar que el experimento se llevó a cabo en invernaderos y dosis más bajas, por lo que se debería tomar en cuenta el uso de otra cantidad de ácidos fúlvicos.

Por otro lado, estos resultados concuerdan con lo que menciona Núñez Barillas (2013) donde no hubo mucha variación entre tratamientos con el uso de ácidos fúlvicos, por lo que el rendimiento no se vio afectado, pero si se pudo visualizar que la tendencia es a disminuir los rendimientos conforme se incrementó la dosis usada en su investigación, por lo que se debería tomar en cuenta el tratamiento con la dosis ideal.

No se obtuvieron diferencias significativas en ninguna de las dos variables por parte de los manejos integrados. Estos resultados se asemejan a los descritos por Beltrán (2015) donde no

encontró diferencia en cuanto al peso del fruto con el uso de fertilización, al contrario, obtuvo el menor peso de frutos solo con el uso de químicos en comparación de la combinación con bioestimulantes, resaltando la importancia de estos.

Al contrario de lo que presentaron Mendoza Morena et al. (2005) que obtuvieron una diferencia significativa para la variable de rendimiento, donde evaluaron diferentes condiciones, pero donde la condición similar a la del presente estudio, fue la que presentó mejores resultados. Se uso acolchado, trasplante y fertilización, con la excepción del uso de bioestimulantes. Por lo que se deberían considerar estos como alternativa para tener aun mejores rendimientos.

### **Componentes de postcosecha: Diámetro polar, Diámetro ecuatorial, Grosor de mesocarpio,**

### **Diámetro de pulpa, grados Brix, Materia seca**

En el cuadro 6 podemos observar que existe una diferencia significativa en la variable Grosor de mesocarpio en comparación con las demás, resultando el tratamiento 5 con una mayor media (1.20 cm), seguido del tratamiento 6 y del tratamiento 4. Además, se observa que no existe diferencia significativa en la variable Diámetro ecuatorial, sin embargo, el tratamiento 5 obtuvo una mayor media (17.23 cm). Por otro lado, las demás variables no obtuvieron diferencia significativa.

### **Cuadro 6**

*Efecto de caolín en combinación con ácido fúlvico y diferentes formas de aplicación en las variables postcosecha en el cultivo de sandía tutorado verticalmente*

Tratamiento	Diámetro Polar (cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Grosor de mesocarpio (cm)	Diámetro de Pulpa (cm)	°Brix	Materia Seca (%)
1. Caolín 1 <sup>É</sup> (AF <sup>π</sup> )	16.73	16.00	1.08 ab	15.98	9.73	5.79
2. Caolín 2 <sup>α</sup> (AF)	16.48	16.33	0.93 bc	15.83	9.43	5.98
3. Caolín 1 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	16.80	16.40	1.08 ab	16.50	9.78	6.18
4. Caolín 2 (AF) + Á. Fúlvicos (AF)	16.88	16.33	1.10 a	16.33	9.55	6.32
5. Caolín 2 (D <sup>∞</sup> ) + Á. Fúlvicos (D <sup>∞</sup> )	17.10	17.23	1.20 a	16.28	8.93	6.56
6. Caolín 2 (D y AF) + Á. Fúlvicos (D y AF)	17.70	16.80	1.15 a	16.53	9.46	6.25
7. Sin Bioestimulantes	16.73	15.83	0.88 c	15.48	9.89	5.61
Promedio	16.95	16.41	1.06	16.13	9.59	6.09
Significancia	ns	ns	*	ns	ns	ns

Tratamiento	Diámetro Polar (cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Grosor de mesocarpio (cm)	Diámetro de Pulpa (cm)	°Brix	Materia Seca (%)
R <sup>2</sup>	0.54	0.59	0.63	0.50	0.61	0.55
Coeficiente de variación (%)	4.48	4.20	10.04	4.11	7.61	11.15

Nota. 1<sup>ª</sup> una aplicación 2<sup>ª</sup> dos aplicaciones (AF<sup>n</sup>) AF: Aplicación Foliar; D<sup>m</sup> Drench, ns: no significativo > 0.05. \*: significativo ≤ 0.05 a 0.0001

\*\* : altamente significativo < 0.0001

Los resultados anteriormente descritos son comparados con la información de Núñez et al. (2009), mencionando que la aplicación de bioestimulantes mejora el desarrollo, productividad y calidad de frutos en los cultivos. Sin embargo, son refutados por Aspiazu N. y Gómez B. (2021) quienes no obtuvieron diferencia significativa en las variables Diámetro ecuatorial y polar aplicando bioestimulantes en el cultivo de melón.

En la variable Grosor de mesocarpio se encontró diferencia significativa, siendo el tratamiento 5 mejor, seguido del tratamiento 6 y 4 respectivamente. Estos datos son similares a los obtenidos por Anquise Ticahuanca (2016) quien obtuvo valores mayores de mesocarpio en la variedad Peacock improved en Puno, Perú.

En Diámetro de Pulpa no se encontró significancia entre tratamientos. Similares resultados fueron adquiridos por Tzul (2020) quien no obtuvo diferencia en grosor de pulpa en cultivo de melón. Estos resultados son positivos ya que Reyes-Carrillo et al. (2019) mencionan que si el grosor de pulpa es mayor en el fruto, y el espesor y cavidad del epicarpio menor, la calidad y vida de postcosecha del fruto aumentan, teniendo mayor vida útil en el mercado.

En la variable grados Brix no se halló diferencia estadística entre tratamientos, aunque el tratamiento testigo (Sin Bioestimulantes) obtuvo una mejor media en comparación a los demás, infiriendo que los tratamientos evaluados no afectan en los sólidos solubles del fruto, sino que está más relacionado con la variedad utilizada en el estudio. En la variable Materia seca, no se encontró diferencia entre tratamientos, aunque se puede observar que el tratamiento testigo, alcanzó mayor media en relación con los demás.

Estos resultados son similares a Sánchez Torres (2019) el cual no obtuvo diferencia en el cultivo de sandía, variedad Santa Matilde, aplicando de manera foliar algas marinas. Los resultados obtenidos en esta variable coinciden con los adquiridos en la variable Brix, ya que el tratamiento control obtuvo mayores medias en comparación a los demás, demostrando que la variedad usada en esta investigación posee alta concentración de azúcares de manera natural.

### Identificación de Hongos y Bacterias

Una vez realizado el muestreo y la respectiva identificación se determinó que *Alternaria* spp (Figura 1) fue el principal patógeno que afectó la plantación, según Osorio Sierra (2019) la presencia de precipitaciones constantes en la zona provocan mayor incidencia de esta enfermedad, lo cual influyó en el desarrollo de la enfermedad, esto concuerda con los datos obtenidos en nuestra investigación, las precipitaciones fueron regulares en los meses de Septiembre a Noviembre obteniendo temperaturas promedio de 24.8 °C y una humedad relativa óptima para su crecimiento.

### Figura 1

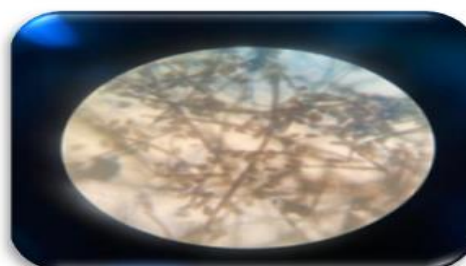
*Descripción del aislamiento del hongo Alternaria spp en el cultivo de sandia*

Muestra 1.	Síntomas: Manchas oscuras y secas en varias partes de la hoja
	Signos: Crecimiento de esporas observadas en el microscopio.
	Patógeno: Tizón de la hoja ( <i>Alternaria</i> spp.)

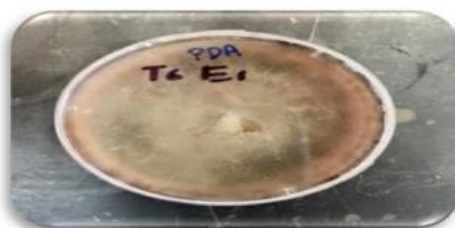
#### Fotografías



1. Presencia de manchas en la hoja



2. Esporas observadas en el microscopio



3. Crecimiento del hongo en el medio de cultivo.

Por otro lado, después de una serie de muestreos realizados se procedió a elaborar la identificación del hongo que se identificó como *Pseudoperonospora* spp (Figura 2). Se observó una afectación muy particular en la cucurbitácea debido a que una mancha amarillenta solo pudo ser localizada en el haz de las hojas, esto coincide con Flores Gonzales (1976) "Las hojas pueden ser las únicas atacadas y cuando el ataque es muy severo la planta llega a morir". Por otra parte, un parámetro esencial para la proliferación de este patógeno es una humedad relativa óptima para su crecimiento, la cual fue proporcionada por un ambiente húmedo y temperaturas ideales para su crecimiento. Temperatura ideal y un riego regular, la que nos permitió instaurar los parámetros para esta identificación (McKenzie 2013).

## Figura 2

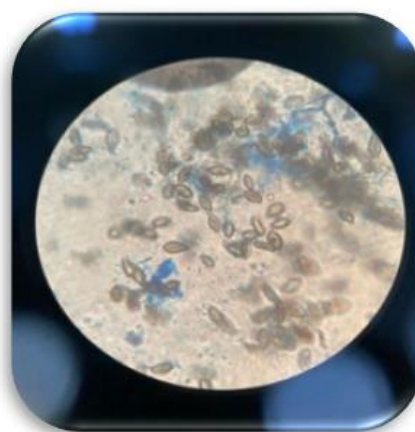
*Descripción del aislamiento del hongo Pseudoperonospora spp en el cultivo de la sandía*

Muestra 2.	Síntomas: Manchas oscuras circulares en varias partes de la hoja
	Signos: Crecimiento esporas observadas en el microscopio.
	Patógeno: Mildiu ( <i>Pseudoperonospora</i> spp.)

Fotografías



1. Presencia de manchas con bordes amarillentos



2. Esporas observadas en el microscopio

En el caso de la identificación bacteriana (Figura 3) se observó signos y síntomas que nos permitieron establecer a *Erwinia* spp como uno de los patógenos de más relevancia en este cultivo, los resultados obtenidos en esta investigación coincide con Robledo Buriticá et al. (2019) "La pudrición acuosa de la sandía se caracteriza por producir lesiones circulares oscuras y húmedas con textura

suave”. Al momento de realizar los muestreos se observaron una humedad anormal en la hoja, debido a que existió una temperatura ideal y una precipitación frecuente para la proliferación de bacterias, esto nos permitió instaurar los parámetros para esta identificación.

### Figura 3

#### Descripción de síntomas y signos de la bacteria *Erwinia spp* en el cultivo de sandía

Laboratorio	Bacteria: <i>Erwinia spp.</i>
	Síntomas: El marchitamiento de las hojas individuales o las enredaderas enteras es el síntoma más importante de esta enfermedad. Las hojas afectadas toman un color verde opaco característico. La savia pegajosa, fibrosa y a veces lechosa se exuda cuando se cortan los tallos infectados
	Signos: <i>Acalymma vittata</i> o Diabrotica ( <i>undecimpunctata howardi</i> )
	Recomendaciones: Insecticida “Admire” puede ser aplicado como un Drench en el suelo.

#### Fotografías



1. Plantación afectada



2. Síntomas en el haz de la hoja

En el laboratorio de fitopatología situada en la unidad de la carrera de ciencia y producción agrícola de la universidad de zamorano, se realizaron las distintas pruebas químicas para corroborar que la bacteria identificada coincidía con los parámetros de esta bacteria (Figura 4).

Figura 4

Procedimiento de identificación en laboratorio de la bacteria *Erwinia* spp del cultivo de sandía

Laboratorio	Bacteria: <i>Erwinia</i> spp.
	Catalasa: Positiva
	Tinción Gram: Negativa
	Xanthomonas: Negativo
	KOH: Positiva

Fotografías	
	
1. Xanthomonas	2. Prueba de catalasa
	
3. Prueba de KOH	4. Tinción Gram
	
5. Imagen en microscopio.	

## Conclusiones

El caolín en combinación con ácido fúlvico empleados en esta investigación no tuvo ningún efecto en las variables relacionadas a los componentes de producción a excepción del número de frutos comerciales y frutos por planta para las aplicaciones tipo Drench.

Respecto a las variables de postcosecha, la aplicación de caolín con ácidos fúlvicos no tuvo ningún efecto en las variables estudiadas, sin embargo, solo el grosor de mesocarpio mostró una diferencia notable para las aplicaciones tipo Drench.

Se identificaron tres enfermedades provocadas por agentes infecciosos, entre ellos dos hongos *Alternaria* spp y *Pseudoperonospora* spp y una bacteria *Erwinia* spp.

### **Recomendaciones**

Realizar futuras investigaciones con diferente distanciamiento entre plantas esperando obtener un mayor número de frutos totales, frutos comerciales y rendimiento (kg/ha).

Emplear diferentes dosis en combinación para observar si realmente existe una diferencia notoria en las variables en esta investigación.

Aplicar los dos bioestimulantes usados en las diferentes fases fenológicas del cultivo de sandía.

Realizar un muestreo foliar antes y después de las aplicaciones de los dos bioestimulantes para observar si estos tienen un efecto sobre enfermedades

## Referencias

- [AEFA] Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. 2019. El silicio como fertilizante y bioestimulante agrícola. [sin lugar]: Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes; [actualizado el 11 de nov. de 2021; consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://cutt.ly/3HLgkhc>.
- Anquise Ticahuanca RC. 2016. Respuesta a la adaptación y rendimiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el valle de San Gabán-Puno [Tesis]. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano; [consultado el 8 de abr. de 2022]. <https://cutt.ly/2J8j0bq>.
- Aspiazu N. AJ, Gómez B. RS. 2021. Uso de bioestimulantes minerales y orgánicos en el cultivo de melón tipo Harper [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 6 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/uJ8j8IR>.
- Atlántica. 2020. Cator | Bioactivadores y acondicionadores para el suelo | Atlántica Agrícola: Carbono orgánico y absorción de nutrientes para momentos de empuje. [sin lugar]: Agricultura Natural; [actualizado el 11 de nov. de 2021]. <https://cutt.ly/PJ8j7DW>.
- Beltrán EH. 2015. Evaluación de tres promotores de crecimiento, sobre el comportamiento agronómico “del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en la zona de Babahoyo [Tesis]. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. spa; [consultado el 3 de abr. de 2022]. <https://cutt.ly/mJ8kqZ7>.
- Caruso G, De Pascale S, Cozzolino E, Cuciniello A, Cenvinzo V, Bonini P, Colla G, Roupheal Y. 2019. Yield and Nutritional Quality of Vesuvian Piennolo Tomato PDO as Affected by Farming System and Biostimulant Application. *Agronomy*. 9(9):505. en. <https://www.mdpi.com/526284>. doi:10.3390/agronomy9090505.
- Caryn Rabin R. 14 de jul. de 2016. Los beneficios de la sandía que quizá no conocías. *The New York Times*; [consultado el 4 de nov. de 2021]. <https://cutt.ly/UJ8kuHa>.
- Casaca AD, Sierra E, Cruz J. 2005. El cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus*): Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales. PROMOSTA. Costa Rica: [sin editorial]; [consultado el 11 de abr. de 2022]. 14 p. <https://cutt.ly/CJ8kdwm>.
- CentralAmericanData. 2018. Sandía registra exportaciones récord. [sin lugar]: PREDIK; [actualizado el 11 de nov. de 2021; consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://cutt.ly/AJ8kg4r>.
- Cosic M, Djurović N, Domazet M, Savic S, Stricevic R. 2016. Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of tomato. *Scientia Horticulturae*; [consultado el 10 de abr. de 2022]. 201(201):271–278. <https://cutt.ly/OJ8kkHV>. doi:10.1016/j.scienta.2016.02.017.
- Faghieh S, Zamani Z, Fatahi R, Omid M. 2021. Influence of kaolin application on most important fruit and leaf characteristics of two apple cultivars under sustained deficit irrigation. *Biological Research*. 54(1):2–15. eng. <https://cutt.ly/WJ8kcFc>. doi:10.1186/s40659-020-00325-z.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas. 2019. FAOSTAT: Cultivos y productos de ganadería. [sin lugar]: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [actualizado el 6 de nov. de 2021; consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://www.fao.org/faostat/es/>.
- Flores Gonzales J. 1976. La Sandía: Su Cultivo y prueba de Densidad de Siembra en el sur del Estado de Yucatán [Tesis]. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara, Escuela de Agricultura. <https://cutt.ly/yJ8kWLs>.

- Glenn DM, Prado E, Erez A, McFerson J, Puterka GJ. 2002. A Reflective, Processed-Kaolin Particle Film Affects Fruit Temperature, Radiation Reflection, and Solar Injury in Apple. *JASHS*. 127(2):188–193. en\_US. <https://cutt.ly/SJ8kR1p>. doi:10.21273/JASHS.127.2.188.
- Hernández A. may. 2011. Ácidos Húmicos y Fúlvicos en la Producción Hidropónica de Chile Manzano (*Capsicum pubescens* R y P) en Invernadero [Tesis]. Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 87 p; [consultado el 5 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/tJ8kPMv>.
- [ICEX] España Exportación e Inversiones. 2013. Las exportaciones de sandía en Honduras. España: Secretaria del Estado de Comercio; [consultado el 26 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/OJ8kDRc>.
- Martínez Y. 2018. Evaluación de variedades de sandía diploide en las condiciones agroclimáticas del valle de Comayagua, Honduras: Programa de Hortalizas. Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola; [consultado el 9 de nov. de 2021]. 150 p. <https://cutt.ly/rJ8kZk8>.
- McKenzie E. 2013. Pseudoperonospora cubensis. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 8 de jun. de 2022; consultado el 8 de jun. de 2022]. <https://cutt.ly/HJ8k0zN>.
- Mendoza Morena F, Inzunza Ibarra M, Morán Martínez R, Sánchez Cohen I, Villa Castorena M. 2005. Respuesta de la sandía al acolchado plástico, fertilización, siembra directa y trasplante. *Revista Fitotecnia Mexicana*; [consultado el 11 de abr. de 2022]. 28(4):351–357. <https://cutt.ly/fJ8k727>.
- Montalván EC, Arias S. 2007. Proyecto de diversificación económica rural: Manual para la producción de Sandía. [sin lugar]: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional; [consultado el 9 de nov. de 2021]. <https://cutt.ly/dJ8ludu>.
- Núñez Barillas JM. 2013. Efecto de un extracto de algas marinas sobre el rendimiento y calidad de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Mickey lee, la gomera, escuintla [Tesis]. Escuintla, Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 73 p; [consultado el 11 de abr. de 2022]. <https://cutt.ly/OJ8lpDM>.
- Osorio Sierra CA. 2019. Producción y comercialización de una hectárea de Sandía (*Citrullus lanatus*) en el corregimiento de Tierradentro, municipio de Montelíbano, Córdoba [Tesis]. Córdoba, Argentina: Universidad de La Salle. 53 p; [consultado el 25 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/eJ8ldju>.
- Ovalle Torres BS, Torres Barraza O, Peña Peña E. 2019. Producción y Caracterización de Bioestimulantes para la Producción Agrícola a Partir de Residuos Locales. *ANFEI Digital*. 0(11). es. <https://cutt.ly/4J8ljR6>.
- Pino D. 2018. Niveles de “Humus de Lombriz” y “Crema de Algas Marinas” en el rendimiento de frutos de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) en condiciones edafoclimáticas de la ... [Tesis]. Arequipa, Perú: Universidad Nacional San Anguistín de Arequipa; [consultado el 29 de mar. de 2022]. <https://cutt.ly/kJ8lzhN>.
- Renner SS, Wu S, Pérez-Escobar OA, Silber MV, Fei Z, Chomicki G. 2021. A chromosome-level genome of a Kordofan melon illuminates the origin of domesticated watermelons. *PNAS*. 118(23). eng. <https://cutt.ly/rJ8lc1C>. doi:10.1073/pnas.2101486118.
- Reyes-Carrillo JL, Cano-Ríos P, García-Mendoza V. 2019. Harper-type melon hybrids have higher quality and longer post-harvest life than commercial hybrids. *rchsh*. 25(3):185–197. English. <https://cutt.ly/XJ8lQVD>. doi:10.5154/r.rchsh.2019.05.008.
- Robledo Buriticá J, Aguirre CA, Castaño Zapata J. 2019. Guía ilustrada de enfermedades en postcosecha de frutos y verduras y sus agentes causantes en Colombia. Bogotá, Colombia: Gente

Nueva. 527 p. ISBN: 978-958-9205-98-3; [consultado el 25 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/CJ8IGzR>.

Sánchez Torres AJ. 2019. Algas marinas en el rendimiento y calidad de sandía (*Citrullus lanatus*). Santa Matilde bajo condiciones del valle de Cañete [Tesis]. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. spa. <https://cutt.ly/XJ8IBI0>.

Tzul EJ. 2020. Biblioteca Digital Escuela Agrícola Panamericana Zamorano [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. <https://cutt.ly/nJ8l1nd>.

Ulloa López FB, Prado Rodríguez JA. 2016. Efecto en el rendimientos y calidad de los frutos de sandía (*Citrullus lanatus*), cultivar Mickey Lee, con poda de formación, CNRA, UNAN-León [Tesis]. [sin lugar]: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Agroecología. 78 p; [consultado el 9 de nov. de 2021]. <https://cutt.ly/ZJ8l2el>.

Anexos

Anexo A

*Clima, ubicación y descripciones ambientales de la Unidad de Producción de Horticultura (Olericultura) en Zona 3 de Zamorano*

