

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Bioestimulación Foliar con Potasio-Boro-Calcio Mejora el Rendimiento y
Calidad de Frutos de Calabacita Tipo Grey Zucchini

Por:

JULIO CESAR SILVA PEREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Bioestimulación Foliar con Potasio-Boro-Calcio Mejora el Rendimiento y Calidad de Frutos de Calabacita Tipo Grey Zucchini

Por:

JULIO CESAR SILVA PEREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Alonso Méndez López
Asesor Principal


Dra. Juana Cruz García Santiago
Asesor Principal Externo


Dra. Aida Isabel Leal Robles
Coasesor


Ing. José Antonio Huertos Ramírez
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre, 2023

Declaración de no plagio

El autor quien es responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrectas en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (autor o plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propio; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, bibliografías, mapas o cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

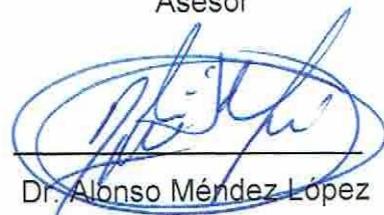
Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Julio Cesar Silva Pérez

Asesor



Dr. Alonso Méndez López

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater: por haberme dado la oportunidad de continuar con mis estudios, también quiero agradecerle a esta querida institución el haberme brindado sus servicios los cuales me facilitaron concluir mis estudios.

Al Dr. Alonso Méndez López: por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo, quiero agradecerle por su paciencia y tiempo que dedico a resolver las problemáticas que se presentaron durante el desarrollo de esta investigación.

A mis coaserores: les agradezco por su ayuda en la realización de este trabajo, el tiempo que dedicaron a resolver las dudas que tenía y sobre todo los consejos que me dieron para llegar a mejorar día a día.

A la M.C Guadalupe Magdaleno: por su tiempo que me ayudo a realizar las pruebas de laboratorio y su apoyo a través de este tiempo de conocernos.

A mi novia: por brindarme su amor, amistad y su compañía, ayudarme con mis tareas cada vez que la necesite y por estar siempre disponible para mí. Le agradezco ser parte de mi vida.

A mi familia: le agradezco por estar en mi vida, darme su amistad y apoyarme cada vez que los necesite.

A mis compañeros de generación: por haberme apoyado con mis materias cuando necesite de su ayuda, también les agradezco por haberme brindado su amistad y ayudarme cada vez que los necesite.

A la empresa Green Corp: por facilitar los productos que se evaluaron para llevar a cabo esta investigación.

DEDICATORIAS

A mis padres: les agradezco su ayuda incondicional a lo largo de mi vida, así mismo como el impulsarme a seguir preparándome para afrontar los retos que me he propuesto realizar. Además, les agradezco por darme la vida, su amor incondicional, sus consejos y estar siempre apoyándome a ser una mejor persona.

A mis hermanos: les quiero dar las gracias por su compañía, por el tiempo que hemos pasado juntos como familia y los por todos los momentos que hemos compartido.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes del cultivo	3
2.2 Importancia a nivel mundial	3
2.3 Importancia a nivel nacional	4
2.4 Consumo per cápita	4
2.5 Condiciones edafoclimáticas requeridos por el cultivo	4
2.6 Fenología del cultivo de calabacita	4
2.7 Nutrición requerida por el cultivo de calabacita	5
2.8 Importancia de la bioestimulación en la agricultura	5
2.9 Tipos de bioestimulantes vegetales	6
2.10 Modo acción de los bioestimulantes	8
2.11 Aplicaciones foliares de bioestimulantes en las plantas	8
2.12 K-boron Ca y Packhard	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Ubicación del experimento	11
3.2 Material vegetal utilizado	11
3.3 Tratamientos a evaluar	11
3.4 Diseño experimental	12
3.5 Labores culturales:	12
3.5.1 Riego:	12

3.5.2 Control de maleza:.....	12
3.5.3 Control de plagas:.....	13
3.5.4 Cosecha:.....	13
3.6 Variables evaluadas	13
3.6.1 Variables agronómicas:	13
3.6.1.1 Rendimiento de frutos.	13
3.6.1.2 Número de frutos.....	13
3.6.1.3 Actividad fotosintética en hojas.....	13
3.6.2 Variables de calidad de fruto:	13
3.6.2.1 Acidez titulable de frutos.....	13
3.6.2.2 Clorofila a, b y total en frutos.	14
3.6.2.3 Conductividad eléctrica y pH de fruto.	14
3.6.2.4 Firmeza del fruto.....	15
3.6.2.5 Sólidos solubles totales.	15
3.6.2.6 Vitamina C.....	15
3.7 Análisis estadístico	15
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Número de frutos.....	16
4.2 Rendimiento de frutos	17
4.3 Acidez titulable.....	19
4.4 Actividad fotosintética.....	20
4.5 Clorofila a	22
4.6 Clorofila b	23
4.7 Clorofila total	24
4.8 Conductividad eléctrica	25
4.9 Firmeza	26
4.10 pH	27
4.11 Sólidos solubles totales	29
4.12 Vitamina C.....	30
5 CONCLUSIÓN	31
6 LITERATURA CITADA	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de frutos por plantas en el cultivo de calabaza cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	16
Figura 2. Rendimiento de frutos por plantas del cultivo de calabacita cv. Zucchini tratados con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	18
Figura 3. Acidez titulable de frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	19
Figura 4. Actividad fotosintética en hojas de las plantas de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	21
Figura 5. Contenido de clorofila en frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	22
Figura 6. Clorofila b de frutos del cultivo de calabaza cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	23
Figura 7. Contenido de clorofila total en frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	24
Figura 8. Conductividad eléctrica en frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	25
Figura 9. Firmeza de los frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	26
Figura 10. pH de los frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	28
Figura 11. Sólidos solubles totales en los frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.	29
Figura 12. Contenido de vitamina C en los frutos de calabacita cv. Zucchini tratadas con los bioestimulantes K-Boron Ca y Packhard.	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción mundial de calabacita cv. Zucchini (2017-2021).	3
Tabla 2. Tratamientos evaluados en el experimento.	11
Tabla 3. Fechas de aplicación de los bioestimulantes vía foliar a las plantas de calabacita vc. zucchini.....	12

RESUMEN

La aplicación foliar de productos bioestimulantes está tomando relevancia a nivel global debido a la necesidad por producir alimentos con mayor aporte nutricional, además de aumentar los rendimientos en los cultivos debido a la demanda alimenticia que existe a nivel mundial. El objetivo del presente trabajo fue estudiar y determinar el efecto de la aplicación foliar de potasio-boro-calcio (K-boron-Ca® y Packhard®) en la producción y calidad de fruto de calabaza cv. Zucchini. El experimento se estableció bajo un diseño de bloque completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados en las variables agronómicas y de calidad de fruto. Las aplicaciones foliares con potasio-boro-calcio (K-boron-Ca® y Packhard®) incrementaron el número de frutos, rendimiento de frutos, porcentaje de acidez titulable, actividad fotosintética, contenido de clorofilas a, b y total, conductividad eléctrica, pH, sólidos solubles totales y vitamina C, sin embargo, solo las aplicaciones de K-boron-Ca aumentaron la variable de firmeza.

Palabras clave: bioestimulantes, zucchini, agronómicas, rendimiento, calidad, variable.

1. INTRODUCCIÓN

La calabacita (*Cucurbita pepo* L.) es una planta originaria de la antigua Mesoamérica, la cual fue uno de los alimentos principales de diferentes culturas. La importancia de esta hortaliza se debe a que es rica en carbohidratos y minerales (Casas *et al.*, 2016). La calabacita cv. Zucchini es una hortaliza muy importante para la alimentación a nivel mundial, en el que China se destaca como el principal productor de esta hortaliza, mientras que México ocupa el sexto lugar con una producción de 550,410 toneladas (SIAP, 2018).

Debido a un crecimiento de la población, la agricultura requiere la aplicación de productos que provean mayor producción en las plantas, que además aumenten el contenido nutricional y que sean amigables con el medio ambiente, por lo cual los bioestimulantes son una alternativa para ser utilizados en la producción de alimento (Peñafiel y Ticona, 2015). La aplicación de bioestimulantes es una herramienta moderna que es implementada para aumentar el rendimiento y contenido nutraceutico de los frutos (Soriano *et al.*, 2020), además de que su aplicación adecuada favorece al buen crecimiento de las plantas y la resistencia a las plagas (Lamilla, 2020). Los bioestimulantes son principalmente utilizados para aumentar la respuesta de las plantas al estrés biótico y abiótico, también de usarse como complemento en la nutrición (Andrés, 2021).

Drobek *et al.* (2019) clasifican a los bioestimulantes en las siguientes categorías: ácidos húmicos y fúlvicos, hidrolizados de proteínas, compuestos que contienen nitrógeno, extractos de algas, hongos beneficiosos y las bacterias. Por su parte Du Jardin (2015) ha indicado que los bioestimulantes vegetales son cualquier sustancia o microorganismos aplicados a la planta o la rizosfera con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico, atributos de calidad del cultivo y/o rendimiento, independientemente de su contenido de nutrientes.

Hoy en día se utilizan nuevos fertilizantes bioestimulantes para mejorar la absorción de nutrientes y estimular los mecanismos de tolerancia relacionados con el estrés (Kunichki *et al.*, 2010). Entre los bioestimulantes disponibles en el mercado se encuentran los productos K-boron-Ca y Packhard, los cuales mejoran los factores de calidad como color, sabor, tamaño y firmeza de fruto; sin

embargo, aún no se ha reportado el efecto de estos bioestimulantes sobre el cultivo de calabacita. Tomando en cuenta la información anterior, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto bioestimulante de K-boron-Ca y Packhard en la productividad y calidad de fruto de calabacita cv. Zucchini.

1.1 Justificación

No hay duda de que los fertilizantes químicos incrementan la productividad de cultivos comestibles y no comestibles, sin embargo, el consumo irracional, excesivo y uso continuo degradan la calidad del suelo, deterioran la productividad de los cultivos y dañan el medio ambiente. Una de las herramientas más prometedoras para hacer frente a estas crecientes preocupaciones parece ser el uso de bioestimulantes vegetales. El presente trabajo de investigación intenta colaborar en la transferencia y adopción de tecnologías amigables con el medio ambiente, que hagan que la nutrición del cultivo de calabacita mediante bioestimulantes una estrategia para mejorar la producción y calidad de fruto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Estudiar el efecto bioestimulante de la aplicación foliar de potasio-boro-calcio en la producción y calidad de fruto de calabacita cv. Zucchini.

1.2.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de los bioestimulantes a base de potasio-boro-calcio (K-boron-Ca y Packhard) en los parámetros de rendimiento de fruto de calabacita cv. Zucchini.

Determinar el efecto de los bioestimulantes a base de potasio-boro-calcio en los parámetros de calidad de fruto de calabacita cv. Zucchini.

Evaluar el efecto de los bioestimulantes a base de potasio-boro-calcio en la actividad fotosintética de las plantas de calabacita cv. Zucchini.

1.3 Hipótesis

Al menos una de las dosis evaluadas de los bioestimulantes a base de potasio-boro-calcio mejorará los parámetros de rendimiento de fruto y calidad de frutos de calabacita cv. Zucchini.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes del cultivo

La calabaza (*Cucúrbita pepo* L.) es una planta originaria del continente americano, principalmente de Mesoamérica y el sur de los Estados Unidos (Casas *et al.*, 2016). La calabaza es una planta herbácea de crecimiento rastrero o trepador, el cual se cultiva principalmente por sus frutos, tallos y flores (Smith, 1997).

Las plantas del género *Cucúrbita* han sido muy importantes en la alimentación de los pueblos originarios debido a que fueron las primeras plantas en ser cultivadas en Mesoamérica, ya que investigaciones arqueológicas encontraron semillas de *Cucúrbita pepo* de alrededor de hace 8000 y 10000 años (Casas *et al.*, 2016).

La calabaza se extendió durante miles de años a través del continente americano, pero a partir del descubrimiento del continente por los españoles la calabaza fue llevada a Europa donde fue domesticada y diversificada a todo el mundo (González, 2019).

2.2 Importancia a nivel mundial

La calabacita representa uno de los cultivos más consumidos en el planeta, por lo cual es fundamental en la alimentación. La siguiente tabla (Tabla 1) muestra la producción mundial de este cultivo del año 2017 al 2021.

Tabla 1. Producción mundial de calabacita cv. zucchini (2017-2021).

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Producción (ton)	27,450,000	22,739,000	22,900,000	22,950,000	23,000,000

Fuente: (Statista, 2023).

A nivel mundial, China es el principal productor de la calabacita representando la tercera parte en este cultivo. Mientras que México se ha mantenido como el sexto productor desde el año 2012 al año 2017, lo que representa que nuestro país produce 1 de cada 40 kilogramos producidos en el mundo (SIAP, 2018).

2.3 Importancia a nivel nacional

En México durante el año 2021 se sembraron 24,604.78 ha de calabacita italiana (zucchini) obteniendo una producción de 541,414.49 ton, por lo cual el rendimiento a nivel nacional fue de 22.08 ton por hectárea. Los principales estados productores en México son Sonora (164,209.11 ton), Puebla (66,300.53 ton), Sinaloa (56,923.68 ton), Hidalgo (56,923.68 ton) y Michoacán con 40,249.33 ton (SIAP, 2021).

2.4 Consumo per cápita

En México cada año crece más la población, por lo cual la demanda de alimentos cada vez es mayor y con ello en los últimos años el consumo de hortalizas se ha incrementado. Debido a su alto valor nutricional y sus beneficios para la salud en los seres humanos la calabacita cv. Zuchinni ha llegado a ser una importante planta en la alimentación mexicana, llegando a tener un consumo anual per cápita de 1.6 kilogramos (SIAP, 2018). La PROFECO (2021) menciona que la calabacita contiene agua, luteína, zeaxantina, folato y colina, además de contener vitaminas A, B y C y minerales como hierro, manganeso y fósforo.

2.5 Condiciones edafoclimáticas requeridos por el cultivo

El cultivo de la calabacita requiere temperaturas superiores a 15°C para germinar, mientras que en desarrollo necesita temperaturas templadas, aunque lo óptimo sería de 18 a 25°C (Frías, 2012).

La humedad requerida del cultivo de calabacita en invernadero oscila entre el 65 y el 80% en primavera, mientras que en invierno está por debajo del 90% (Mármol, 2000).

El cultivo de calabacita puede desarrollarse en casi cualquier tipo de suelo, sin embargo, prefiere suelos de textura franca, con buen drenaje, ricos en materia orgánica, con un pH óptimo de 5.6-6.8 para tener un mayor vigor (Escalera, Aibar y Bruna, 2018).

2.6 Fenología del cultivo de calabacita

Según Feller *et al.* (1995) las etapas fenológicas de *Cucúrbita pepo* son:

Germinación: esta etapa comienza con la inhibición de la semilla y termina cuando se da la emergencia.

Desarrollo de la hoja (brote principal): en esta etapa los Cotiledones se encuentran completamente desplegados, luego la primera hoja verdadera en el tallo principal se despliega totalmente así continuamente hasta las 19 hojas.

Formación de brotes laterales: es la formación del primer brote lateral hasta todos los brotes que forme la planta.

Elongación del tallo (brote principal): primero comienza la elongación del tallo, luego se hacen visibles los entrenudos desde el primero hasta los que forme

Emergencia de la inflorescencia: Inicia desde la primera flor con ovario alargado visible, después la segunda, tercera y así sucesivamente.

Desarrollo de la fruta: el fruto ha alcanzado el tamaño y la forma típicos y muestran el 10% de color típico de la plena madurez

Maduración de frutos y semillas: esta etapa comprende desde que la planta alcanza 50% del color típico de madurez hasta que alcanzan el típico color maduro.

Senectud: es el momento en el que la planta muere.

2.7 Nutrición requerida por el cultivo de calabacita

Rodas-Gaitán *et al.* (2012) ha indicado que la planta de calabacita requiere 6.75 g de nitrógeno, 0.67 g de fósforo, 1.37 g de potasio, 7.47 g de calcio y 2.07 g de magnesio. Alvarado-Camarillo *et al.* (2021) mencionan que los requerimientos más adecuados de N, P y K para el cultivo de calabacita es 60, 16.8 y 87.2 kg ha⁻¹, respectivamente.

2.8 Importancia de la bioestimulación en la agricultura

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos formulados de origen biológico aplicados a las plantas, capaces de mejorar la absorción y asimilación de nutrientes (Chávez *et al.*, 2019). Los bioestimulantes de plantas han ganado importancia debido a su potencial para aumentar la germinación, la productividad y la calidad de una amplia gama de cultivos hortícolas y agronómicos (Han *et al.*, 2021).

Debido a la necesidad de aumentar la producción de alimento en el campo y al incremento de los costos de los fertilizantes convencionales se han buscado alternativas de producción más económicas, por lo cual el uso de bioestimulantes ha sido un éxito, ya que cumplen varias funciones en las plantas como: aumentar

el rendimiento, promover su crecimiento y mejorar su respuesta al estrés (Pérez, 2020).

La bioestimulación es una técnica actual utilizada en la agricultura moderna a nivel mundial para ayudar a la reducción de las emisiones de efecto invernadero. Además, el uso de bioestimulantes ha tomado mucha importancia en la agricultura reduciendo el uso de fertilizantes, así como el uso de productos fitosanitarios, pudiendo producir alimentos de origen vegetal más saludables para la población humana (Juárez-Maldonado *et al.*, 2021).

2.9 Tipos de bioestimulantes vegetales

Sánchez (2018) ha dividido los bioestimulantes agrícolas en las siguientes categorías: ácidos húmicos y fúlvicos; aminoácidos; extractos de algas y plantas; quitosanos y otros biopolímeros; hongos benéficos; bacterias benéficas. Por su parte Martínez-Alcántara y Quinones (2017) clasifican los bioestimulantes en: ácidos húmicos y fúlvicos, hidrolizados de proteínas, extracto de algas, quitosano y otros biopolímeros, compuestos inorgánicos, hongos beneficiosos, bacterias beneficiosas y bionutrientes bioactivadores.

Ácidos húmicos y fúlvicos: los ácidos húmicos y fúlvicos son agrupaciones de moléculas procedentes de la descomposición de la materia orgánica (turba, restos de plantas y animales, etc..) y compuestos de nitrógeno presente en el suelo. Las diferencias principales son que los ácidos húmicos presentan un color negro y son insolubles en condiciones acidas, mientras que los ácidos fúlvicos tienen un color amarillo claro o marrón y son compuestos solubles tanto en ambiente acido como alcalino (Cooper y Abi-Ghanem, 2017).

Las principales funciones físico-químicas de los ácidos húmicos y fúlvicos en el suelo son incrementar la retención de humedad, incrementar la temperatura del suelo, mejorar la capacidad de intercambio catiónico, mejorar la estructura del suelo y además aumentan la calidad de los alimentos (Túqueres, 2013).

Aminoácidos: un aminoácido es una molécula compuesta de carbono, hidrogeno, nitrógeno y carbono. Los aminoácidos son parte primordial en las proteínas, en la actualidad se conocen 20 diferentes aminoácidos que están constituidos por un grupo amino (-NH₂) y un grupo acido (-COOH), (Guillén, 2009). La aplicación de aminoácidos a los cultivos ayuda a llevar el proceso de

síntesis de proteínas, síntesis de hormonas y en las reacciones enzimáticas ayudando a las plantas en un ahorro energético, además, ayuda a la asimilación de nitrógeno, promueven la fotosíntesis, aumentan la polinización y a la resistencia al estrés abiótico: temperatura, daños mecánicos, etc. (Castillo, 2022).

Extractos de algas y plantas: los extractos de algas marinas son bioestimulantes que se obtienen a partir de algas marinas recolectadas del mar. Sus funciones principales son favorecer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los principales componentes de estos extractos son su contenido de hormonas vegetales y su contenido de macro y microelementos, los cuales aumentan la productividad de las plantas, además de favorecer a la calidad de los productos agrícolas (Espinosa *et al.*, 2020).

Quitosan y otros biopolímeros: el quitosano es un biopolímero que se obtiene de la quitina presente en el exoesqueleto de crustáceos e insectos, el cual se utiliza principalmente en la rama de la medicina y la agricultura. Los efectos fisiológicos del quitosano en las plantas resultan de la capacidad de este compuesto poli catiónico para unirse a diferentes componentes celulares, incluido el ADN, componentes de la membrana plasmática y la pared celular, y receptores específicos que activan genes de defensa en la célula vegetal (Laranjeira y Fávere, 2009).

Hongos benéficos: los hongos que mayores beneficios aportan a las plantas son las micorrizas ya que mejoran la tolerancia a la falta de agua en el suelo y favorecen a la fijación de fósforo y nitrógeno, lo cual favorece a tener plantas de mayor vigor y más resistentes a estrés hídrico (Faggioli *et al.*, 2023).

Bacterias benéficas: las principales bacterias utilizadas en la agricultura son las rizobacterias las cuales su principal función es estimular el crecimiento vegetal, producción de fitohormonas, mejorar la calidad del suelo y reducir el uso de productos fosfatados, nitrogenados y fungicidas (Maquilon, 2023), además aumentan la germinación de las semillas (Marquina, Ramírez y Castro, 2018). Las bacterias de vida libre o asociativas que habitan la rizosfera estimulan el crecimiento de las plantas a través de diferentes mecanismos, como: síntesis de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, fijación de nitrógeno,

solubilización de nutrimentos, producción de sideróforos y control de fitopatógenos del suelo, por lo tanto, se han utilizado como bioestimulantes (Yagmur y Gunes, 2021).

Compuestos inorgánicos: son elementos químicos que solo son beneficiosos en el crecimiento de ciertas plantas, donde los principales elementos son el Al, Co, Na, Se y Si los cuales aumentan el crecimiento vegetativo, el contenido nutricional y ayuda a la resistencia a patógenos (Martínez-Alcántara y Quinones, 2017).

Bionutrientes bioactivadores: son productos que contienen nutrientes que al ser absorbidos en las plantas activan la mejora en el metabolismo de las plantas, su principal uso es para fortalecer la planta a factores bióticos y abióticos, esta clasificación comprende varios productos, en los que se pueden encontrar los aminoácidos, polisacáridos, extracto de algas y etc. (Martínez-Alcántara y Quinones, 2017).

2.10 Modo acción de los bioestimulantes

Según Catunta (2021) y Martínez-Alcántara y Quinones (2017) el modo de acción de los bioestimulantes puede deberse al ahorro energético, suplemento de aminoácidos de alto consumo, formación de sustancias biológicamente activas, producción de antioxidantes, efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos, efectos hormonales, formación de compuestos del metabolismo secundario, modulan la absorción y asimilación del nitrógeno, capacidad de retención del agua, mejora de la tolerancia al estrés abiótico y regulación fisiológica bajo condiciones de estrés hídrico. Otros bioestimulantes, como las nanopartículas, alteran la síntesis de muchas hormonas, clorofila y metabolismo de carbohidratos en el curso del crecimiento de las plantas (Gilbertson *et al.*, 2020). Los bioestimulantes a base de rizobacterias se encargan de fijar nitrógeno asociada a la raíz, a la producción de hormonas vegetales, inhibición de síntesis de etileno y del aumento de la permeabilidad de raíz (Yagmur y Gunes, 2021).

2.11 Aplicaciones foliares de bioestimulantes en las plantas

Las aplicaciones foliares en las plantas son muy importantes debido a que complementan la aportación de nutrientes que no son obtenidos por la nutrición

del suelo. Los microelementos son los principales elementos minerales que se aportan vía foliar porque son de menor tamaño, por lo cual son asimilados de una manera más rápida y eficiente a través de las estomas de las hojas (Ruiz, 2018).

La fertilización foliar en la agricultura ha existido desde hace siglos ya que es una manera rápida y eficiente para nutrir las plantas a través de sus hojas y tallos con poca lignificación o en sus primeras etapas de desarrollo. Se han realizado experimentos que han dado mejores resultados al aplicar los nutrientes vía foliar a comparación de aplicar una fertilización edáfica, sin embargo, debemos considerar tres factores para obtener buenos resultados los cuales son; la formulación foliar, la planta y el ambiente (Lino, 2020).

Castillo, Marín y León (2013) mencionan que los nutrientes aplicados vía foliar entran a través de la epidermis por difusión y consta de 3 etapas las cuales son, retención del producto en la hoja, transporte del nutriente a las células y movimiento del nutriente hasta los órganos, por su parte Hidalgo, Vega y Hidalgo (2020) describen que la aplicación de N, P y K son muy aceptables a través de las hojas, mientras que el Ca y el Fe no son muy bien asimilados vía foliar, por otra parte debemos tener cuidado al aplicar con agua que contenga Na y Cl debido a su gran asimilación y a que pueden provocar toxicidad.

La aplicación de bioestimulantes se realiza generalmente por vía foliar, en la cual el bioestimulante se puede aplicar solo o combinado con productos fitosanitarios, también se puede aplicar por vía radicular por medio del sistema de riego (Saborío, 2002). Por su parte Carmona y Quesada (2018) encontraron que la aplicación de un fertilizante orgánico de manera foliar en el cultivo de chile pimiento aumento la masa fresca promedio del fruto y el espesor del pericarpio.

2.12 K-boron Ca y Packhard

El bioestimulante K- boron Ca es un bioestimulante que contiene K, Ca, S, Cu, B, silicatos, polifenoles, extractos vegetales y diluyentes, los cuales están directamente relacionados con los factores de calidad que determinan la consistencia, color, sabor, firmeza y tamaño de frutos.

Por su parte, Packhard es un producto a base de Ca, B y ácidos polihidroxicarboxílicos, el cual mejora la calidad del fruto, reduce desordenes fisiológicos, mejora la vida de anaquel, aumenta la firmeza y resalta el color sabor y brillo del fruto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano del año 2022 a campo abierto, en el área de agricultura del Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Saltillo Coahuila, cuyas coordenadas geográficas son: latitud Norte 25° 27', longitud Oeste 101° 02' y a una altura de 1610 msnm.

3.2 Material vegetal utilizado

Para la siembra se utilizó semillas de calabacita tipo Grey Zucchini (Seminis). Esta variedad de calabacita se caracteriza por ser una planta de crecimiento determinado con frutos de forma alargada, color verde claro.

3.3 Tratamientos a evaluar

Se evaluaron cinco tratamientos, los cuales correspondieron a la evaluación de tres dosis del bioestimulante K-Boron Ca (1, 2 y 3 L ha⁻¹), una dosis del bioestimulante Packhard (3 L ha⁻¹) y un testigo (Tabla 2). Al tratamiento testigo se les aplicó únicamente agua.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en el experimento.

No. De tratamiento	Tratamiento	Dosis (L ha ⁻¹)
1	Testigo	-----
2	K Boron Ca	1.0
3	K Boron Ca	2.0
4	K Boron Ca	3.0
5	Packhard	3.0

La aplicación de los bioestimulantes se realizó vía foliar en diferentes fechas, según la recomendación de la empresa desarrolladora del producto, los cuales se explican en la siguiente Tabla (Tabla 3):

Tabla 3. Fechas de aplicación de los bioestimulantes vía foliar a las plantas de calabacita cv. Zucchini.

Dosis	No. de aplicación	Momento de la aplicación
1 L ha ⁻¹	1 ^a Aplicación	14 días después de la emergencia
	2 ^a Aplicación	4 días después del primer corte
	3 ^a Aplicación	8 días después del primer corte
	4 ^a Aplicación	12 días después del primer corte
	5 ^a Aplicación	16 días después del primer corte
2 L ha ⁻¹	1 ^a Aplicación	14 días después de la emergencia
	2 ^a Aplicación	8 días después del primer corte
	3 ^a Aplicación	16 días después del primer corte
	4 ^a Aplicación	24 días después del primer corte
3 L ha ⁻¹	1 ^a Aplicación	14 días después de la emergencia
	2 ^a Aplicación	12 días después del primer corte
	3 ^a Aplicación	24 días después del primer corte
3 L ha ⁻¹	1 ^a Aplicación	14 días después de la emergencia
	2 ^a Aplicación	12 días después del primer corte
	3 ^a Aplicación	24 días después del primer corte

3.4 Diseño experimental

El experimento se estableció de acuerdo con el diseño bloques completamente al azar, y cada tratamiento con cuatro repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por un surco de 3 metros de longitud con 10 plantas con un total de 40 plantas.

3.5 Labores culturales:

3.5.1 Riego: el sistema de riego fue por goteo, las primeras 2 semanas de plantación se realizó un riego de 15 minutos por día, las siguientes 2 semanas se regó 30 minutos por día y las semanas faltantes se hicieron riego cada tercer día con intervalos de 1 a 2 horas al día dependiendo de la demanda del cultivo.

3.5.2 Control de maleza: el control de las malas hierbas se realizó una vez por semana de manera manual y con la ayuda de un azadón.

3.5.3 Control de plagas: el control de plagas se realizó con la aplicación de 2 mL L⁻¹ de extracto de chile en combinación con 2 mL de extracto de higuera, los cuales se aplicaron vía foliar en todo el lote experimental.

3.5.4 Cosecha: la cosecha se realizó a partir del día 16 de mayo (44 días después de siembra) hasta el día 7 de junio, donde se realizaron cortes diarios con la ayuda de una navaja. Los frutos se cosecharon después de la caída del cáliz.

3.6 Variables evaluadas

3.6.1 Variables agronómicas:

3.6.1.1 Rendimiento de frutos. Para determinar esta variable se evaluaron 3 plantas por repetición. Cada fruto cosechado se pesó con ayuda de una balanza analítica (marca Electronic, modelo SF-400 de color blanco). Al final del periodo de cosecha, se sumaron los pesos de los frutos cosechados por planta para determinar el rendimiento total de fruto.

3.6.1.2 Número de frutos. La variable número de frutos se obtuvo sumando los frutos obtenidos durante todo el periodo de cosecha.

3.6.1.3 Actividad fotosintética en hojas. Se evaluaron 3 plantas por repetición dando un total de 12 plantas por tratamiento. La actividad fotosintética se midió con el equipo Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus, los valores obtenidos se reportaron en unidades SPAD.

3.6.2 Variables de calidad de fruto:

Para determinar las variables de calidad de fruto se seleccionó un fruto por repetición dando un total de 4 frutos por tratamiento. A cada fruto se les tomó las mediciones por triplicado.

3.6.2.1 Acidez titulable de frutos. Se pesó 20 g de muestra de fruto, después se maceró hasta obtener el jugo, se filtró el jugo a través de un embudo de filtración, después se tomó 10 mL de jugo y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 125 mL, se añadieron 4 gotas de fenolftaleína al 1%, luego se colocó en una bureta un volumen conocido NaOH 0.1 N (Hidróxido de sodio

0.1) y se titula la muestra hasta el punto de viraje (rosa) y por último se calculó el porcentaje de ácido presente en la muestra.

Fórmula para la determinación de ácido.

$$\% \text{ ácido} = \frac{(V*N*Meq*100)}{\text{Alicuota valorada}}$$

Donde:

VRT= volumen de NaOH gastado en mL.

N= Normalidad del NaOH.

Meq= miliequivalente del ácido que se encuentra en mayor proporción de la muestra: 0.064 para el ácido cítrico.

Alícuota valorada= Peso en g o volumen de la muestra en mL.

3.6.2.2 Clorofila a, b y total en frutos. El procedimiento para la evaluación de clorofila se llevó a cabo en 2 partes. La primera parte consistió en pesar 2.5 g de fruto finamente picado, se colocó en un vaso de precipitados de 50 mL, después se agregó acetona hasta cubrir la muestra y se tapó con papel aluminio donde se dejó reposar por 24 horas en refrigeración. En la segunda parte del procedimiento se transfirió el líquido en un matraz de aforación de 100 mL, filtrando la muestra a través de un papel filtro, luego se lavó y maceró con 4 porciones de 20 mL cada una con acetona al 85%, después se filtró cada lavado a través de la gasa y se recogió el filtrado en el matraz de aforación de 100 mL, luego se procedió a colocar una porción de la muestra aforada en una celdilla para espectrofotómetro y leer la muestra en Absorbancia a una longitud de onda de 642.5 y 660 nm, utilizando como blanco la acetona y por último se calculó el contenido de clorofila total, clorofila a y clorofila b, mediante las siguientes formulas.

$$\text{Clorofila total (mg/g)} = \frac{(7.12*Abs\ 660nm)+(16.8*Abs\ 642.5nm)}{10*W}$$

$$\text{Clorofila a (mg/g)} = \frac{(9.93*Abs\ 660nm)+(0.777*Abs\ 642.5nm)}{10*W}$$

$$\text{Clorofila b (mg/g)} = \frac{(17.6*Abs\ 642.5nm)+(2.81*Abs\ 660nm)}{10*W}$$

3.6.2.3 Conductividad eléctrica y pH de fruto. Se pesó 20 g y se maceró junto con agua destilada, luego se obtuvo el jugo y se filtró a través de un

embudo de filtración utilizando un filtro de gasa, el filtrado se recibió en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y luego estos parámetros fueron determinados con un equipo potenciómetro HANNA (modelo H198130) manual.

3.6.2.4 Firmeza del fruto. Para determinar estas variables se tomaron mediciones por triplicado por cada fruto en la parte media del fruto, a los cuales se midió la firmeza con la ayuda del penetrómetro digital (PCE-PTR 200, grupo PCE, Albacete, castilla la mancha, España), el cual cuenta con una punta de 8.0 mm.

3.6.2.5 Sólidos solubles totales. Se obtuvo el jugo del fruto y con un refractómetro manual marca Atago de capacidad 32% Brix se procedió a colocar una gota de jugo de la pulpa y el dato se registró en la escala del porciento de Brix, el refractómetro se calibro con agua destilada.

3.6.2.6 Vitamina C. Se utilizó el método volumétrico, mismo que se pesó 20 g de pulpa, después esta muestra se colocó en un mortero y se le agregó 10 mL de HCl al 2 %, se maceraron hasta que la muestra tomara una consistencia fina y se le adicionó 100 mL de agua, se homogeniza y se filtra. Se toman 3 alícuotas de 10 mL cada una y se titula con el reactivo de Thielman (2,6 - dichloroindophenol), mismo que se registró el volumen que se gastó en cada titulación, para que posteriormente se realizara el cálculo de la vitamina C con la siguiente formula: cuyas unidades es en mg 100 g de pulpa

$$\text{Vitamina C} = \frac{(\text{ml de Thielman} \times 0.088 \times \text{vol.total} \times 100)}{10 \times (20 \text{ g})}$$

3.7 Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de LSD de Fisher ($p \leq 0.05$). Se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 2021. Para la elaboración de las figuras se utilizó el programa gráfico SigmaPlot 14.5.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de frutos

En la variable número de frutos, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. En la Figura 1 se puede observar que los tratamientos de 1 y 3 L ha⁻¹ de K-boron Ca y 3 L ha⁻¹ de Packhard superaron al testigo; sin embargo, el número de frutos entre estos tratamientos fue similar, presentando un valor de número de frutos de 6.42, 6.08 y 6.50, respectivamente.

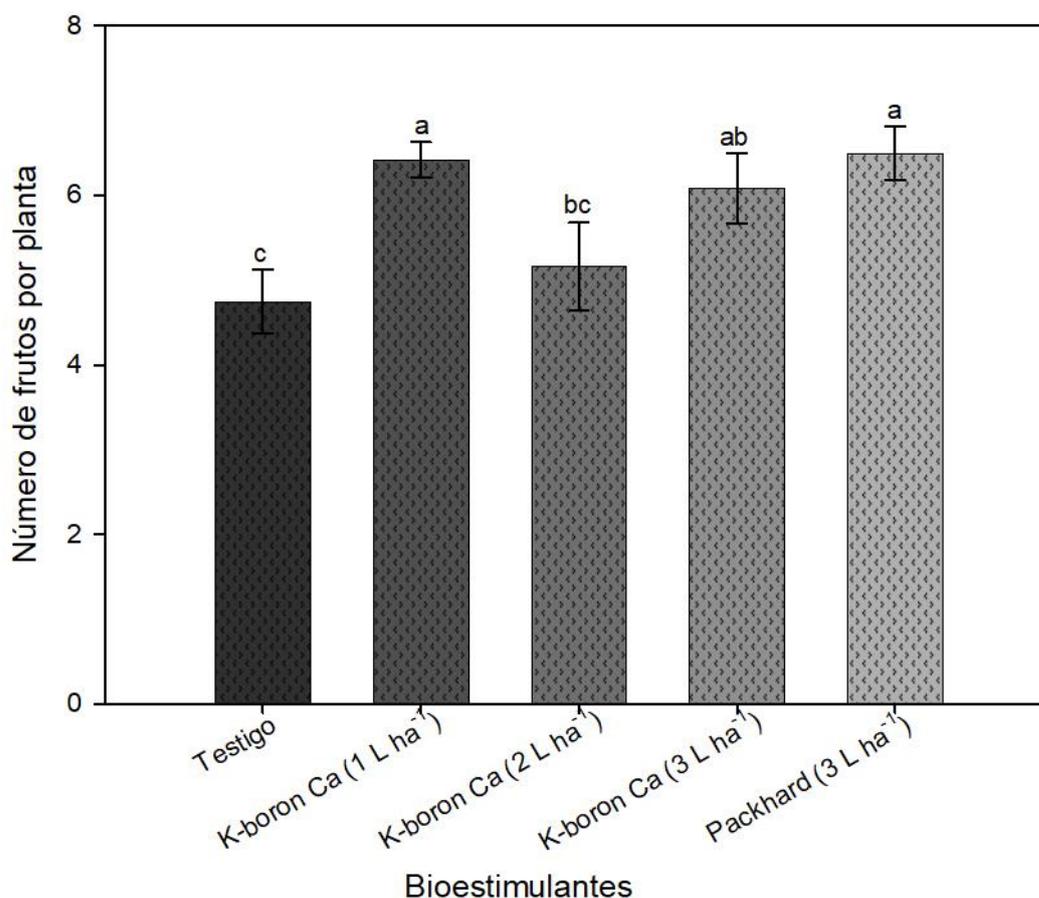


Figura 1. Número de frutos por plantas, en el cultivo de calabaza cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

El efecto benéfico de los bioestimulantes en esta variable pudo deberse a que estos productos contienen Ca y B, los cuales son elementos minerales que intervienen en la etapa de floración y amarre de fruto debido a que aumentan la cantidad y calidad del polen (Ezequiel, 2023).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Salim *et al.* (2019), quienes reportaron que al aplicar Ca y B de manera foliar al cultivo de pimiento

picante a una dosis de 1000 ppm de CaCl_2 y ácido bórico (400 ppm), se obtuvo un aumento en el número de frutos respecto al testigo. Por su parte, Pérez y Herrera (2019) describen el Ca como un elemento importante en la producción de la planta, realizaron un experimento donde la aplicación de CaO el cual dio un mayor número de frutos cosechados respecto al tratamiento control. Por otra parte, Moreno y Coronado (1998) tuvieron semejanza con nuestros resultados en la aplicación de Packhard ya que obtuvo los valores más elevados en esta variable con la aplicación de Packhard en combinación con 3 productos a base de Carboxy.

4.2 Rendimiento de frutos

La variable de rendimiento de fruto, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Al igual que la variable de número de fruto, los tratamientos de 1 y 3 L ha^{-1} de K-boron Ca y 3 L ha^{-1} de Packhard presentaron mejor rendimiento de fruto comparado al testigo, presentando un rendimiento de 1,222.92, 1,178.28 y 1,278.70 g planta^{-1} , respectivamente, en tanto que el testigo presentó un rendimiento de 843.92 g planta^{-1} (Figura 2).

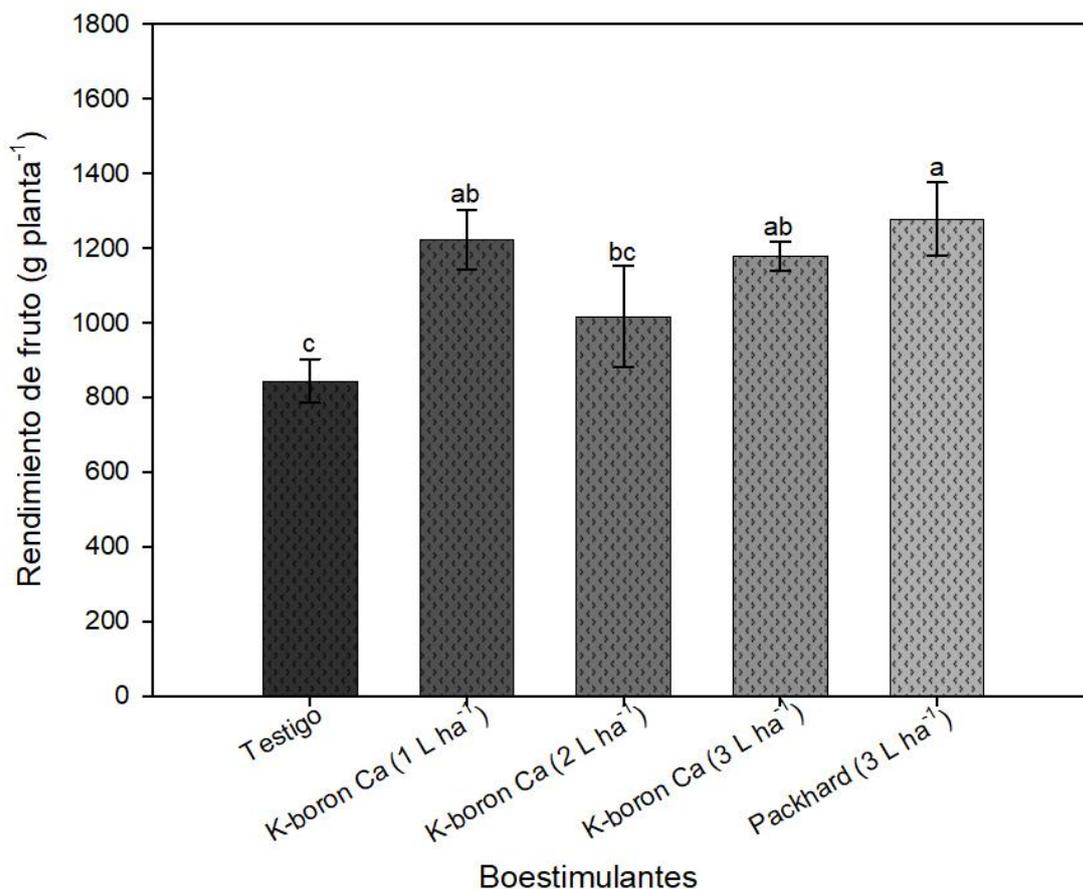


Figura 2. Rendimiento de frutos por plantas, del cultivo de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

El incremento del rendimiento en las plantas tratadas con los productos K-boron Ca y Packard puede ser atribuido al aporte de los micronutrientes B y Ca, ya que estos minerales forman parte estructural de la pared celular y la integridad de la membrana (Quirante, Carvajal y Martínez, 2021).

Esta variable coincide con Lechuga (2021), quien obtuvo que la fertilización foliar aumenta el rendimiento. Los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con los reportados por Ekinci *et al.* (2015), quienes encontraron resultados donde la aplicación de Ca y B aumentó la productividad en comparación con la aplicación de ácidos húmicos y el tratamiento testigo. Por su parte Robol (2021), encontró que el B aumentó la producción de frutos por lo cual también el rendimiento fue mayor que el testigo.

Por su parte, Iturrizaga (2016) encontró resultados similares a nuestros resultados, con la aplicación de los bioestimulantes Biozyme, Agrostermin y Aminofol, debido a que aumentaron la productividad en relación del tratamiento testigo en el cultivo de calabaza (*Cucurbita máxima dutch*).

4.3 Acidez titulable

En la variable acidez titulable, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. En esta variable se observó que los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard superaron al testigo, pero con un mayor valor en el tratamiento de 3 L ha⁻¹ de Packhard con un incremento del 805.88% en comparación con el tratamiento testigo, seguido de los tratamientos 3 L ha⁻¹ de K-boron Ca, 2 L ha⁻¹ de K-boron Ca y 1 L ha⁻¹ de K-boron-Ca, los cuales superaron al testigo por un 600%, 400% y 188.24%, respectivamente (Figura 3).

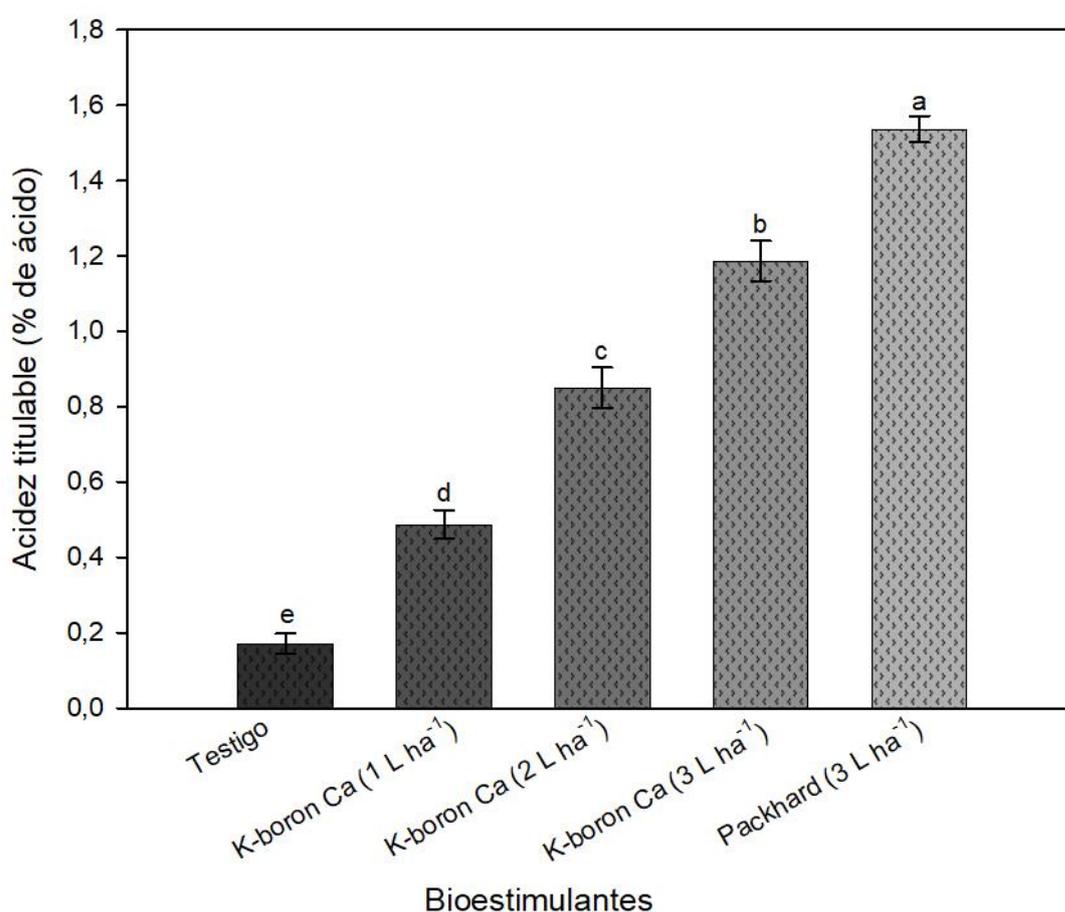


Figura 3. Acidez titulable de frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

Nuestros resultados coinciden con los reportados por Singh *et al.* (2007), quienes reportaron un aumento de la acidez (1.15 %) debido al sinergismo de B y Ca. Por otro lado, Islam *et al.* (2021) obtuvieron datos completamente diferentes a los obtenidos en este trabajo, ya que el tratamiento testigo mostró un aumento

en el % de acidez titulable total en relación con la aplicación de Ca+B (2 mL/L). Alarcón-Zayas *et al.* (2018) obtuvieron resultados en el cual la aplicación del bioestimulante Enerplant disminuyó el porcentaje de acidez titulable en cebolla en relación con el tratamiento testigo, lo cual difiere por completo a los datos obtenidos en este experimento donde se obtuvo el incremento de acidez con la aplicación de bioestimulantes.

4.4 Actividad fotosintética

En la variable actividad fotosintética, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos 3 L ha⁻¹ de K-boron Ca y 3 L ha⁻¹ de Packhard promovieron incremento de 38.94% y 32.48% de la actividad fotosintética, superando al testigo (Figura 4). Las plantas de calabacita tratadas con 1 L ha⁻¹ de K-boron Ca y 2 L ha⁻¹ de K-boron Ca fueron estadísticamente iguales al testigo, sin embargo, la aplicación de 1 L ha⁻¹ de K-boron Ca aumentó la actividad fotosintética un 19.58% en comparación con el testigo, mientras que el tratamiento de 2 L ha⁻¹ de K-boron Ca disminuyó en un 3.27% en comparación con el testigo.

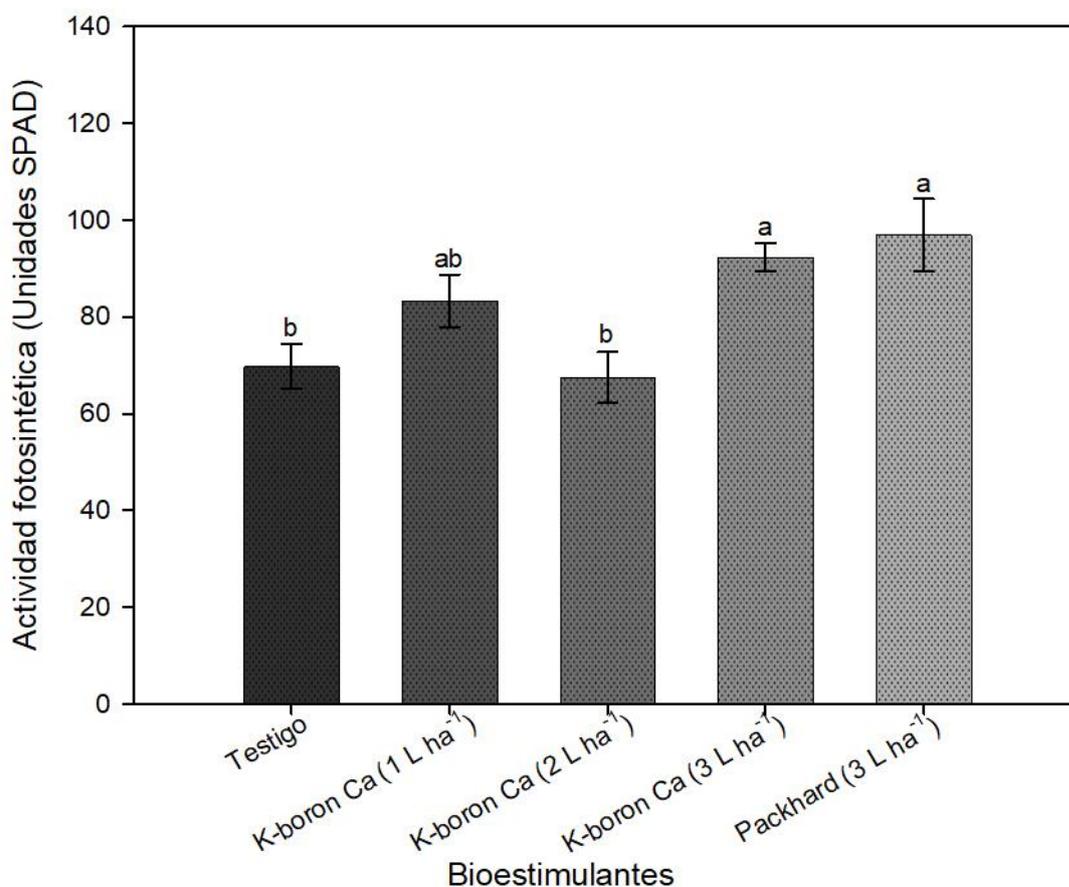


Figura 4. Actividad fotosintética en hojas de las plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

Estos resultados coinciden con los reportados por Galeriani *et al.* (2022), mencionan que la fertilización foliar con Ca y B puede mejorar eficientemente el metabolismo del carbono y esto aumenta la actividad fotosintética en relación al tratamiento control. Por otra parte, Ahmed (2020) encontró un aumento en la actividad fotosintética con la aplicación de Ca ya que aumenta el contenido de unidades SPAD, así mismo, reporto un incremento en la actividad fotosintética con la aplicación B. Por su parte, Lemus (2021) reportaron que con la aplicación de los bioestimulantes Nutrisorb[®] L, Mycoroot[®], Biofit[®] y Glumix aumentaron la actividad fotosintética respecto al testigo, lo cual concuerda con los obtenidos en este experimento.

4.5 Clorofila a

En la variable clorofila a, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos de 3 L ha⁻¹ de Packhard y 2 L ha⁻¹ de K-boron Ca superaron al testigo, en un 40 y 40% respectivamente (Figura 5). A pesar que los tratamientos 3 L ha⁻¹ de K-boron Ca y 1 L ha⁻¹ de K-boron Ca estadísticamente no superaron al testigo, estos aumentaron la clorofila a en un 20%, en ambos casos.

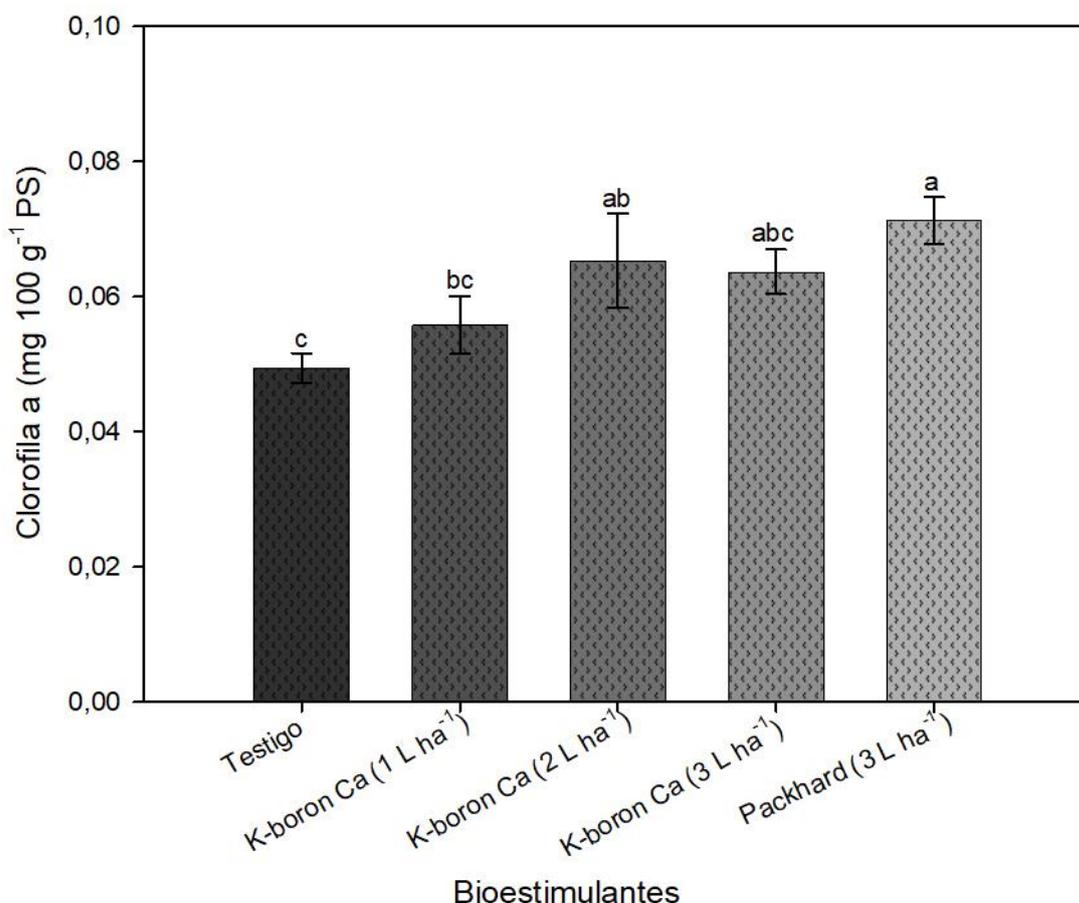


Figura 5. Contenido de clorofila en frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los reportados por Akhtar *et al.* (2022), quienes indicaron que al agregar K en plantas de trigo duro se observó un aumento significativamente en el contenido de clorofila a. por otro lado, datos reportados por Hashem *et al.* (2019) reportan que la aplicación de bioestimulantes a base de algas *Ulva Lactuca L*, *Cystoseria sp.* y *Gelidium crinale* aumentaron el contenido de clorofila a, resultados que coinciden con los obtenidos en este experimento.

4.6 Clorofila b

En la variable clorofila b, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento 3 L ha⁻¹ Packhard presentó el valor más alto en el contenido de clorofila b, superando por un 100% al testigo. A pesar de que los tratamientos 1, 2 y 3 L ha⁻¹ de K-boron Ca estadísticamente no superaron al testigo, éstos presentaron un aumento del contenido de clorofila b del 50% mayor en comparación al tratamiento testigo (Figura 6).

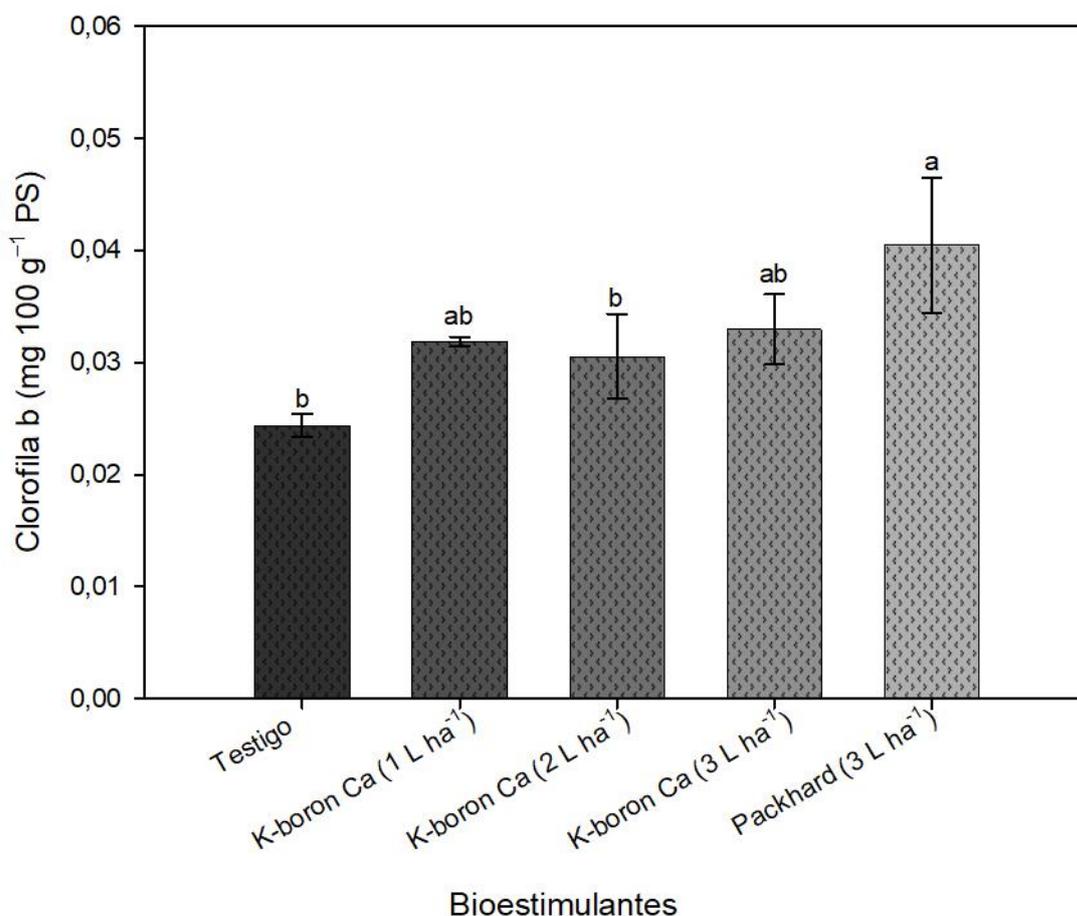


Figura 6. Clorofila b de frutos por plantas, del cultivo de calabaza cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

Siddiqui *et al.* (2013) obtuvo resultados donde la aplicación sola y combinada de Ca y B aumentó significativamente el contenido de Clorofila b en hojas en relación al tratamiento testigo.

4.7 Clorofila total

En la variable clorofila total, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento 3 L ha^{-1} Packhard fue mayor al testigo, superándolo por un 57.14%. Aunque los tratamientos de 3 L ha^{-1} K-boron Ca, 2 L ha^{-1} K-boron Ca y 1 L ha^{-1} K-boron Ca no superaron estadísticamente al testigo, presentaron un contenido de clorofila del 42.86, 42.86 y 28.57% mayor al testigo (Figura 7).

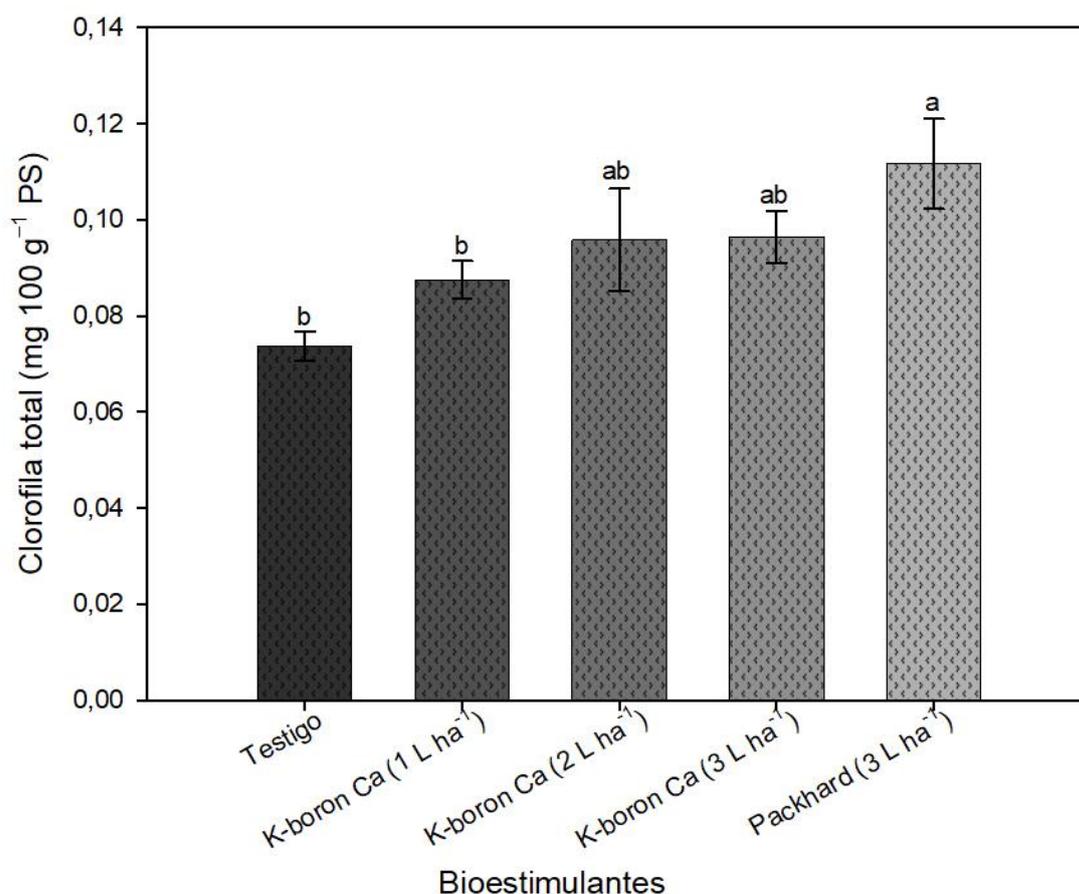


Figura 7. Contenido de clorofila total en frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

Lateef *et al.* (2021) reportó que la aplicación de 2 mL L^{-1} de Cal-boron y 3 g L^{-1} de humato de potasio aumentó el contenido de clorofila total, sin embargo, estos resultados no coinciden con los obtenidos en este trabajo debido a que el producto que no contiene potasio fue significativamente superior al testigo y al producto que contiene K. Por su parte, Shukla *et al.* (2023) mostraron resultados donde la aplicación foliar del bioestimulante AgroGain aumentó el contenido de clorofilas totales en los cotiledones de pepino en relación con el

tratamiento testigo.

4.8 Conductividad eléctrica

En la variable conductividad eléctrica, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos 3 L ha^{-1} de K-boron Ca, 1 L ha^{-1} K-boron Ca y 2 L ha^{-1} K-boron Ca presentaron los valores más altos en la conductividad eléctrica en frutos, con un aumento del 36.14, 22.81 y 22.11% en comparación con el tratamiento testigo; sin embargo, la conductividad eléctrica entre estos tratamientos fue similar. El tratamiento testigo obtuvo 1.05 mayor porcentaje que el tratamiento de 3 L ha^{-1} Packhard, pero fueron estadísticamente iguales (Figura 8).

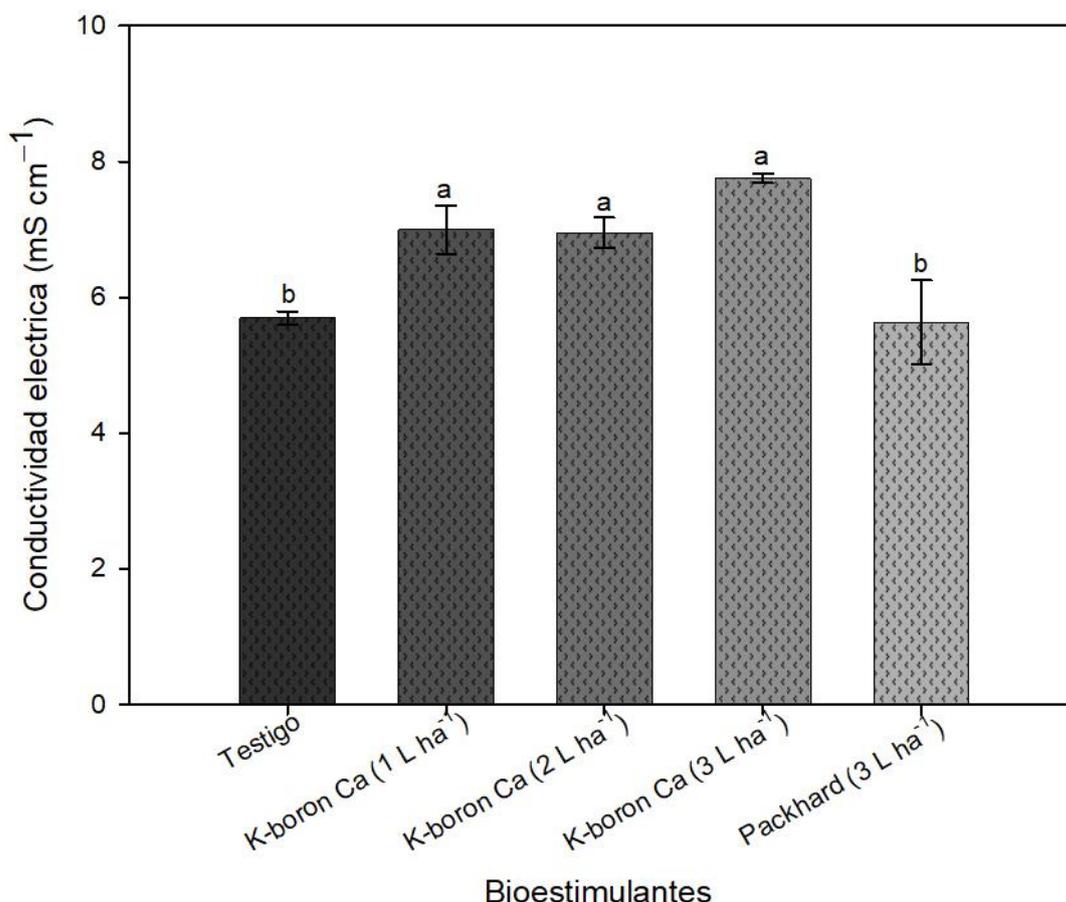


Figura 8. Conductividad eléctrica en frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

La aplicación de K-boron Ca aumentó la conductividad eléctrica debido a que el producto contiene minerales, los cuales aumentan la concentración y transferencia de iones, además la conductividad eléctrica aumenta según la

concentración de iones (Zamora, 2009).

Sandoval *et al.*, (2020) mostraron resultados donde la aplicación foliar de microelementos en acuaponía no afectó la conductividad eléctrica del fruto en comparación al tratamiento sin aplicación de microelementos

4.9 Firmeza

En la variable, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento 2 L ha^{-1} K-boron Ca presentó el valor más alto con un aumento del 7.32% por planta respectivamente en comparación con el tratamiento testigo. Las plantas de calabacita tratadas con 3 L ha^{-1} Packhard, 1 L ha^{-1} K-boron Ca y 3 L ha^{-1} K-boro Ca tuvieron menor valor que el testigo y estos fueron estadísticamente iguales (Figura 9).

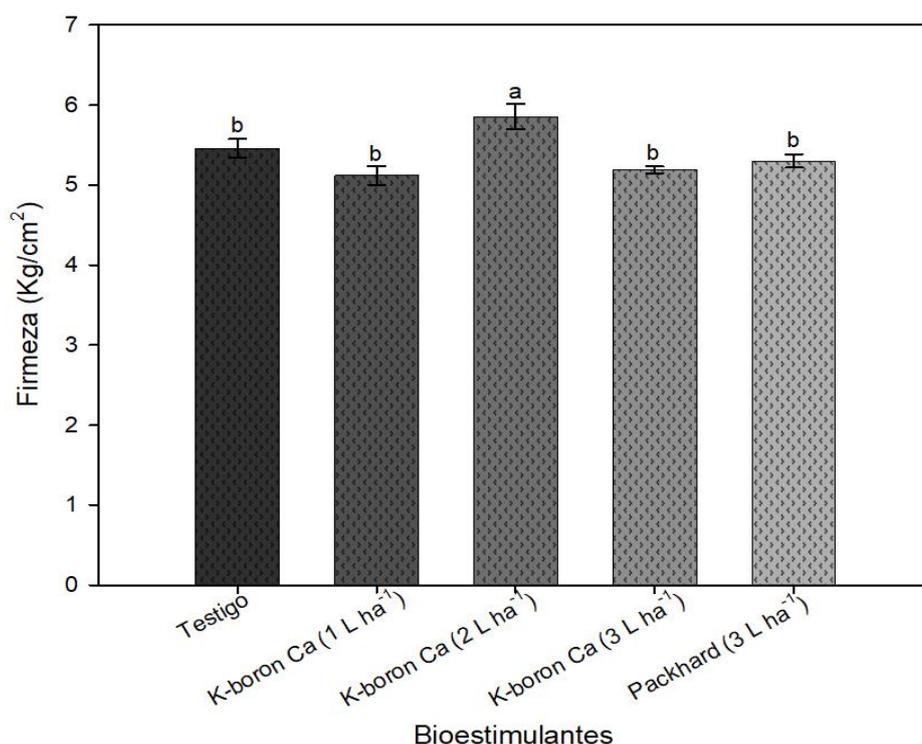


Figura 9. Firmeza de los frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

La aplicación de 1 L ha^{-1} y 3 L ha^{-1} K-boron Ca se vio influenciada debido al antagonismo entre el calcio y el potasio, lo anterior según lo mencionado por Palani y Raju (2019). La disminución de firmeza se puede deber a que las aplicaciones de productos aumentaron el número de frutos disminuyendo su dureza en el fruto.

Los valores obtenidos en la aplicación de K-boron-Ca en este experimento pudieron deberse al antagonismo de K con Ca. Medan (2020) encontró en su trabajo que las diferentes concentraciones de K llegan a ocasionar una respuesta inversa a la firmeza de fruto. Sin embargo, existen autores como Okba *et al.* (2021) que han encontrado respuesta favorable a la aplicación de K, el cual aumenta la dureza en los frutos, el cual puede ser asociado a que este elemento incrementa la capa de cutícula y las células de parénquima se hacen más gruesas. Nuestros resultados concuerdan con los reportados por Chrysargyris *et al.* (2020) quienes reportaron una reducción en la firmeza de los frutos de tomate en las plantas rociadas con los bioestimulantes Razormin a 2,5 ml L⁻¹ y “Agriculture Green-tech E al 2%.

4.10 pH

En la variable de pH, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos 3 L ha⁻¹ Packhard, 2 L ha⁻¹ K-boron Ca y 3 L ha⁻¹ K-boron Ca presentaron un mayor pH (6.78, 6.70 6.66). El tratamiento de 1 L ha⁻¹ K-boron Ca presentó un pH de 6.62 superior al tratamiento testigo (Figura 10).

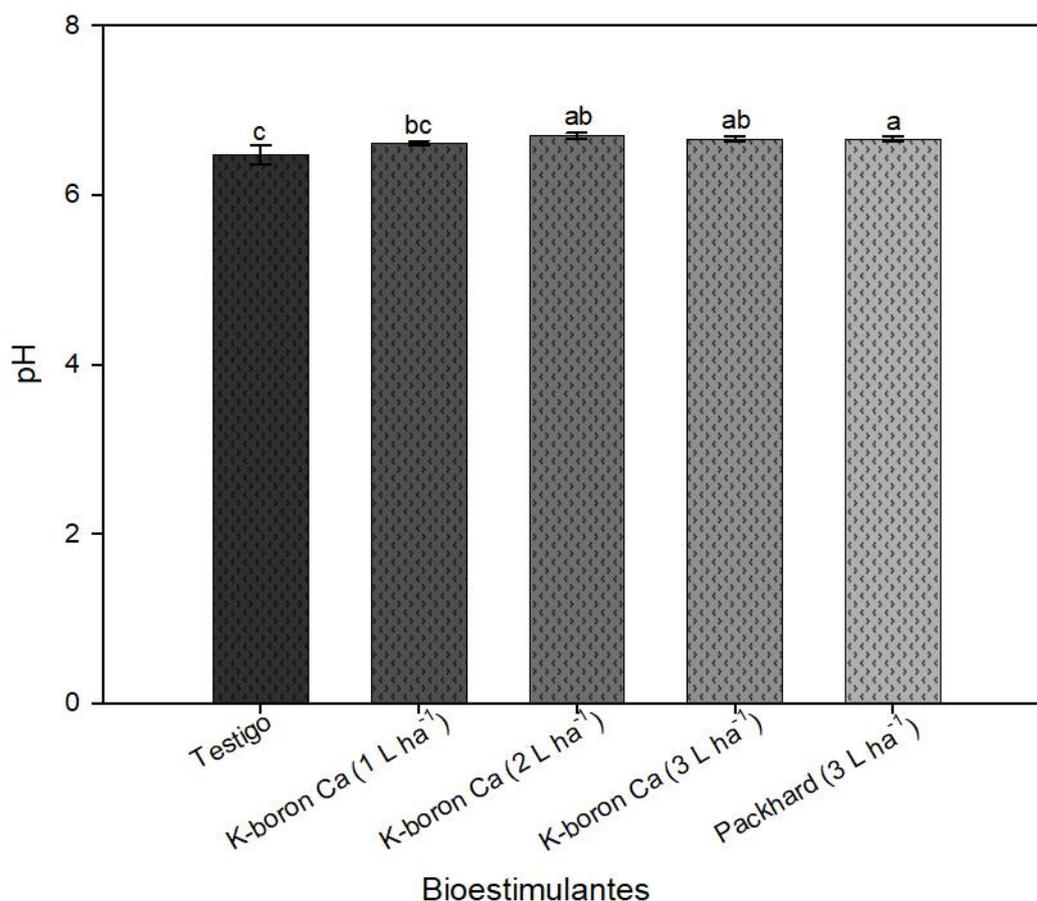


Figura 10. pH de los frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

El experimento realizado por Swathi (2019) concuerda con los datos obtenidos en este trabajo debido a que mostraron que la aplicación de Ca y B aumentan el pH en relación con el tratamiento testigo. Además, el B promueve estabilidad del sistema de pH intracelular en la vacuola y el citoplasma (Yan *et al.*, 2019).

Los datos obtenidos coinciden con de los Reyes-Gavilán *et al.* (2014) quienes aplicaron a 0.5, 1.0, y 1.5 L ha⁻¹ el bioestimulante FitoMax-E y el tratamiento control (sin bioestimulante) con lo cual obtuvieron que las aplicaciones de los bioestimulante aumentan el pH en relación al tratamiento control en frutos de maracuyá.

4.11 Sólidos solubles totales

En la variable sólidos solubles totales, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento 3 L ha^{-1} Packhard, 2 L ha^{-1} K-boron Ca, 3 L ha^{-1} K-boron Ca y 1 L ha^{-1} K-boron Ca fueron estadísticamente superiores en relación con el testigo, superándolo por un 49.33, 43.33, 40.00 y 33.33%, respectivamente; sin embargo, estas fueron estadísticamente similares (Figura 11).

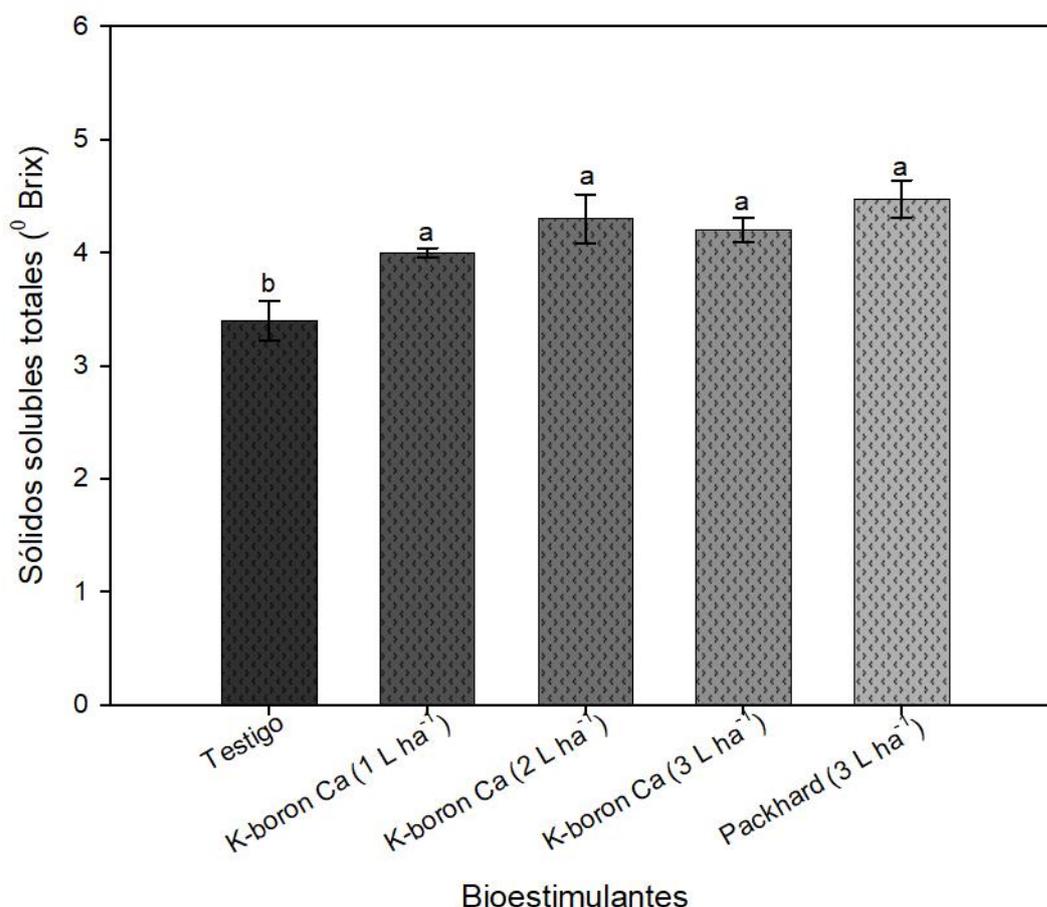


Figura 11. Sólidos solubles totales en los frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-boron Ca y Packhard.

Según Guerrero (2018), la aplicación de Ca aumenta los grados brix, mientras que Acosta (2013), encontró que la aplicación de B aumenta el contenido de sólidos solubles ya que contribuye a la movilidad de los carbohidratos.

Los datos recolectados concuerdan con Vásquez (2020), debido a que obtuvo el mismo resultado que en este experimento ya que las aplicaciones de Ca y B aumentaron los grados Brix en relación con el tratamiento testigo.

Las diferentes aplicaciones de K-boron Ca concuerdan con Huachi (2019), el cual también obtuvo que la mejor aplicación fue la dosificación intermedia de un bioestimulante ya que al amentar la dosis, el contenido de sólidos solubles disminuyo. Sin embargo, Muñoz y Brainard (2022) obtuvo una disminución de grados Brix con la aplicación de los bioestimulantes Caolín y ácidos fúlvicos en relación al tratamiento sin bioestimulantes.

4.12 Vitamina C

En la variable vitamina C, el análisis de comparación de medias LSD-Fisher ($\alpha \leq 0.05$) reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los tratamientos 2 L ha⁻¹ de K-boron Ca y 3 L ha⁻¹ de K-boron Ca y 1 L ha⁻¹ de K-boron Ca presentaron los valores más altos por planta llegando a aumentar 29.35, 28.22 y 25.06%, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo. Las plantas de calabacita tratadas con 3 L ha⁻¹ Packhard aumentaron un 5.19% en comparación con el testigo, sin embargo, estadísticamente fueron iguales (Figura 12).

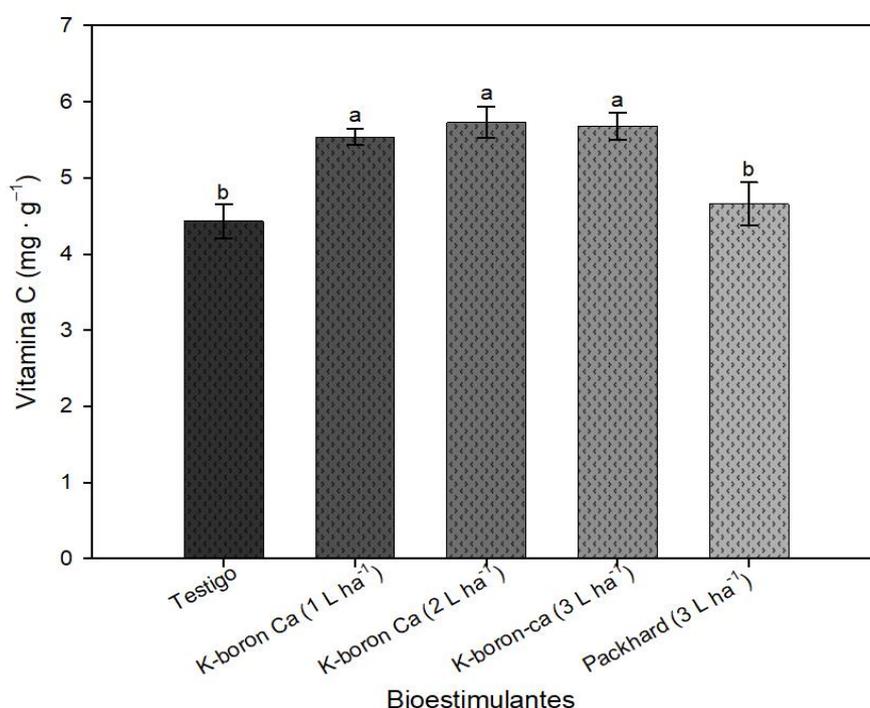


Figura 12. Contenido de vitamina C en los frutos por plantas, de calabacita cv. Zucchini, tratadas con los bioestimulantes K-Boron Ca y Packhard.

Estos resultados coinciden con lo indicado por Tejashvini *et al.* (2021), quienes obtuvieron que las aplicaciones de Ca junto con el B aumentaron el contenido de

ácido ascórbico en comparación con el testigo. Farhat (2017), reportó que la aplicación al 0.2% de ácido bórico mostró el mayor contenido de vitamina C con 54.8 y 53.9 mg/100 ml, también, se reflejó que las diferentes dosis a base de Ca y B arrojaron valores mayores al tratamiento testigo. Mientras que, Tripathi (2018) reportó que la aplicación de Ca fue mayor a la aplicación de giberelinas y B, los cuales a su vez tuvieron mayor cantidad de ácido ascórbico que el testigo. Por su parte, Mahmood *et al.* (2017) al aplicar los bioestimulantes quitosano, putrescina y ácido salicílico, reportando un incremento de ácido ascórbico respecto al testigo, lo que concuerda con los datos obtenidos en esta variable donde la aplicación de bioestimulantes también fue superior.

5 CONCLUSIÓN

La aplicación foliar de los bioestimulantes a base de potasio-boro-calcio (K-Boron Ca y Packhard) tuvieron una respuesta positiva en el crecimiento de las plantas de calabacita. Estos bioestimulantes mostraron efectos positivos al inducir el incremento del número y rendimiento de frutos de calabacita verdura. Así mismo, los bioestimulantes pueden mejorar los parámetros de calidad de los frutos de calabacita (acidez titulable, clorofila a, clorofila b, clorofila total, conductividad eléctrica, firmeza, pH, sólidos solubles totales y vitamina c), así como mejorar la actividad fotosintética de las plantas. Los productos k-Boron-Ca y Packhard presentan una mejor respuesta en los parámetros de producción y calidad de fruto de calabacita *cv.* Zucchini, aplicados a una dosis de 3 L ha⁻¹.

6 LITERATURA CITADA

- Acosta Maza, A. G. (2013). *Aplicación foliar de tres dosis de Calcio y tres dosis de Boro en el cultivo de la fresa (Fragaria X ananassa. Duch) Cultivar Oso Grande, bajo cubierta* (Bachelor's thesis).
- Ahmed, A. A. M., Dawood, Z. A., & Khalid, W. K. (2020). Role of Boron and Calcium on growth, flowering and yield of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) var. Liberation D'Orleans. *Middle East J. Agric. Res*, 9(1), 130-133.
- Akhtar, N., Ilyas, N., Arshad, M., Meraj, T. A., Hefft, D. I., Jan, B. L., & Ahmad, P. (2022). The impact of calcium, potassium, and boron application on the growth and yield characteristics of Durum Wheat under Drought conditions. *Agronomy*, 12(8), 1917.
- Alarcón-Zayas, A., Muñoz-Arias, O., Viltres-Rodríguez, R., Boicet-Fabré, T., & González-Gómez, G. (2018). Efecto de Enerplant® en el rendimiento y calidad de la cebolla. *Centro Agrícola*, 45(2), 12-20.
- Alvarado-Camarillo, D., Aguilar, L. A. V., Cepeda-Dovala, J. M., Rubí-Arriaga, M., & Pineda-Pineda, J. (2021). Aplicación fraccionada de fertilizantes vía fertirriego y la eficiencia del nitrógeno, fósforo y potasio en calabacita: Aplicación fraccionada en calabacita. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7(1).
- Andrés, U. R. G. (2021). Efecto de formulaciones de extractos de algas sobre el rendimiento del cultivo del banano (*Musa acuminata* AAA) (Doctoral dissertation, Universidad Agraria del Ecuador).
- Carmona, L. M., & Quesada, M. S. (2018). Efectos de un fertilizante foliar orgánico sobre parámetros objetivos de calidad del fruto en el pimiento (*Capsicum annum* L.). *InfoCiencia*, 22(2), 71-82.
- Casas, A., Parra, F., Blancas, J., Rangel-Landa, S., Vallejo, M., Figueredo, C. J., & Moreno-Calles, A. I. (2016). Origen de la domesticación y la agricultura: cómo y por qué. *Domest. en el Cont. Am*, 1, 189-224.
- Castillo, R. G. M., Marín, G. P., & León, R. G. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia*, 27(1), 232-244.
- Castillo Sánchez, E. J. (2022). Importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).

- Catunta Mamani, N. (2021). Densidad de plantas y dosis de bioestimulante aminofarm en el rendimiento del Zapallito Italiano (*Cucurbita pepo* L.) Var. Gray Zucchini en el Centro Experimental Agrícola CEA III "Los Pichones".
- Chávez, J. E. C., Castro, G. L. O., Tinoco, A. D. C. C., & García, G. A. C. (2019). Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 10(1), 14-22.
- Chrysargyris, A., Charalambous, S., Xylia, P., Litskas, V., Stavrinides, M., & Tzortzakis, N. (2020). Assessing the biostimulant effects of a novel plant-based formulation on tomato crop. *Sustainability*, 12(20), 8432.
- Cooper, L., & Abi-Ghanem, R. (2017). El valor de las sustancias húmicas en el ciclo de vida del carbón de los cultivos: Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos.
- de los Reyes Gavilán, A. N., Palma, R. R., Jerez, J. G., & Rodríguez, P. (2014). Respuesta agronómica del cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* L.) a la aplicación del FitoMAS-E. *Centro Agrícola*, 41(3), 79-84.
- Drobek, M., Frąc, M., & Cybulska, J. (2019). Plant biostimulants: Importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress—A review. *Agronomy*, 9(6), 335.
- Du Jardin P (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196:3-14.
- Ekinci, M., ESRİNGÜ, A., Dursun, A., Yildirim, E., Turan, M., KARAMAN, M. R., & Arjumend, T. (2015). Growth, yield, and calcium and boron uptake of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) as affected by calcium and boron humate application in greenhouse conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(5), 613-632.
- Escalera Moreno, N., Aibar Lete, J., & Bruna Lavilla, P. (2018). Evaluación agronómica y aptitud industrial de 16 variedades de calabacín (*Cucurbita pepo* L.).
- Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., & González-González, M. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Bioteología Vegetal*, 20(4), 257-282.

- Ezequiel, E. Y. S. (2023). Efectos de la fertilización edáfica complementado con calcio y boro en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), el Deseo, Milagro (doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador).
- Faggioli, V. S. (2023). La agricultura y las micorrizas. EEA Marcos Juárez, INTA
- Farhat, A. R. (2017). Effect of different treatments of calcium and boron on productivity and fruit quality of navel orange fruits. *Egyptian Journal of Horticulture*, 44(1), 119-126.
- Feller, C., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R., ... & Weber, E. (1995). Phanologische entwicklungsstadien von gemusepflanzen II. fruchtgemuse und hulsenfruchte. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 47(9), 217-232.
- Frías, J. C. M. (2012). Propagación y técnicas de cultivo de la Calabacita (*Cucurbita pepo*). *Revista Vinculando*.
- Galeriani, T. M., Neves, G. O., Santos Ferreira, J. H., Oliveira, R. N., Oliveira, S. L., Calonego, J. C., & Crusciol, C. A. C. (2022). Calcium and Boron Fertilization Improves Soybean Photosynthetic Efficiency and Grain Yield. *Plants*, 11(21), 2937.
- Gilbertson, L. M., Pourzahedi, L., Laughton, S., Gao, X., Zimmerman, J. B., Theis, T. L., ... & Lowry, G. V. (2020). Guiding the design space for nanotechnology to advance sustainable crop production. *Nature nanotechnology*, 15(9), 801-810.
- González Ramos, C. (2019). Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero.
- Guerrero García, J. J. (2018). *Efecto de la aplicación de tres dosis de calcio en rendimiento y calidad de dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*), en el en el sector de Yachay, provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis, El Angel: UTB, 2018).
- Guillén, M. V. L. (2009). Estructura y propiedades de las proteínas. *Obtenido de [http://www. uv. es](http://www.uv.es): http://www. uv. es/tunon/pdf_doc/proteinas_09. pdf. 34p.*
- Han, X., Xi, Y., Zhang, Z., Mohammadi, M. A., Joshi, J., Borza, T., & Wang-Pruski, G. (2021). Effects of phosphite as a plant biostimulant on metabolism and stress response for better plant performance in *Solanum tuberosum*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 210, 111873.

- Hashem, H. A., Mansour, H. A., El-Khawas, S. A., & Hassanein, R. A. (2019). The potentiality of marine macro-algae as bio-fertilizers to improve the productivity and salt stress tolerance of canola (*Brassica napus* L.) plants. *Agronomy*, 9(3), 146.
- Hidalgo, J. C., Vega, V., & Hidalgo, J. (2020). Fertilización foliar en olivar.
- Huachi Avila, D. J. (2020). Evaluación de dos bioestimulantes en el cultivo de fresa (*Fragaria annanasa*) variedad albión californiana (Bachelor's thesis).
- Islam, M. Z., Mele, M. A., Baek, J. P., & Kang, H. M. (2016). Cherry tomato qualities affected by foliar spraying with boron and calcium. *Hortic. Environ. Biotechnol*, 57(1), 46-52.
- Iturrizaga, J. (2016). Los bioestimulantes en el rendimiento del zapallo (*Cucurbita máxima* dutch), variedad macre en condiciones edafoclimáticas de Canchan 2015 [Tesis].: Universidad Nacional Hermilio Valdizán; 2016.
- Juárez-Maldonado, A., Tortella, G., Rubilar, O., Fincheira, P., & Benavides-Mendoza, A. (2021). Biostimulation and toxicity: The magnitude of the impact of nanomaterials in microorganisms and plants. *Journal of Advanced Research*, 31, 113-126.
- Kunicki, E.; Grabowska, A.; Sekara, A.; Wojciechowska, R. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Horticulturae*, v. 22, p. 9-13, 2010.
- Lamilla Burbano, E. A. (2020). Importancia de los bioestimulantes en el cultivo de papaya (*Carica papaya*) (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020).
- Laranjeira, M., & Fávere, V. T. D. (2009). Quitosana: biopolímero funcional con potencial industrial biomédico. *Química Nova*, 32, 672-678.
- Lateef, M. A. A., Fadhil, N. N., & Mohammed, B. K. (2021, November). Effect of Spraying With Cal-Boron and Potassium Humate and Maturity Stage on Fruit Quantity, Quality Characteristics of Apricot *Prunus Armeniaca* L. cv." Royal". In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 910, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
- Lechuga García, R. E. (2021). Rendimiento y calidad de fruto de zarzamora 'tupi' con fertilización foliar (Bachelor's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

- Lemus-Soriano, B. A., Venegas-González, E., & Pérez-López, M. A. (2021). Effect of root biostimulants on growth in avocado plants. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(6), 1139-1144.
- Lino Tineo, F. M. (2020). Efecto de la fertilización edáfica y foliar en la calidad de plantas de *Rhodostemonodaphne kunthiana* (Nees) Rohwer (MOENA) establecidas en suelo degradado en el centro poblado de Naranjillo.
- Mahmood, N., Abbasi, NA, Hafiz, IA, Ali, I. y Zakia, S. (2017). Efecto de bioestimulantes sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de pimiento cv. Yolo Maravilla. *Revista de Ciencias Agrícolas de Pakistán*, 54 (2).
- Maquilon Ortega, K. L. (2023). Uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal para el desarrollo de la agricultura sostenible en el cultivo de café (*Coffea spp*) en el Ecuador (Bachelor's thesis, BABAHOYO).
- Mármol, J. R. (2000). *Cultivo intensivo del calabacín*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Marquina, M. E., Ramírez, Y., & Castro, Y. (2018). Efecto de bacterias rizosféricas en la germinación y crecimiento del pimentón *Capsicum annum* L. Var. cacique gigante. *Bioagro*, 30(1), 3-16.
- Martínez-Alcántara, B., & Quinones, A. (2017). Principales bioestimulantes y efectos en el cultivo de los cítricos. *Vida rural*, (436), 56-60.
- Medan, R. A. (2020). Effect of foliar application of Potassium and calcium on vegetative growth, yield and fruit quality of" ROYAL" apricot trees. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21(33&34), 106-112.
- Moreno, L. F. R., & Coronado, M. A. G. (1998). Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. *Terra Latinoamericana*, 16(1), 49-54.
- Muñoz, C. L., & Brainard, A. A. (2022). Uso de bioestimulantes caolín y ácidos fúlvicos en la producción y calidad poscosecha de sandía (*Citrullus lanatus*) tutorada (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2022).
- Okba, S. K., Mazrou, Y., Elmenofy, H. M., Ezzat, A., & Salama, A. M. (2021). New insights of potassium sources impact as foliar application on 'Canino' apricot fruit yield, fruit anatomy, quality and storability. *Plants*, 10(6), 1163.

- Palani, V., & Raju, I. (2019). Synergistic and antagonistic interactions of calcium with other nutrients in soil and plants. Available at SSRN 3503225.
- Peñañiel, W., & Ticona, D. (2015). Elementos nutricionales en la producción de fertilizante biol con diferentes tipos de insumos y cantidades de contenido ruminal de bovino-matadero municipal de La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2(1), 87-90.
- Pérez Bonilla, L. A. (2020). Uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en la zona de Babahoyo (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020).
- Perez, L. F. A., & Herrera, E. C. (2019). Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* mill) a una enmienda cálcica en un suelo ácido de sucre–Costa Caribe colombiana. *Suelos ecuatoriales*, 49(1 y 2), 45-52.
- PROFECO (2021). Consume Calabacita esta temporada.
- Quirante Moya, F. J., Carvajal, M., & Martínez Ballesta, M. D. C. (2021). Relación de la vida útil de frutos con el contenido de agua y nutrientes minerales.
- Robol, R. A. (2021). Efecto de la aplicación de boro foliar sobre la fructificación y producción del avellano en el Valle Inferior de Rio Negro (Doctoral dissertation).
- Rodas-Gaitán, H. A., Rodríguez-Fuentes, H., Ojeda-Zacarías, M., Vidales-Contreras, J. A., & Luna-Maldonado, A. I. (2012). Curvas de absorción de macronutrientes en calabacita italiana (*Cucurbita pepo L.*). *Revista fitotecnía mexicana*, 35(SPE5), 57-60.
- Ruiz Moreira, W. R. (2018). *Evaluación de programas nutricionales foliares en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) bajo riego* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2018).
- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. *Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones*, 107-126.
- Salim, B. B. M., El-Gawad, A., Gamal, H., El-Yazied, A., & Hikal, M. (2019). Effect of calcium and boron on growth, fruit setting and yield of hot pepper (*Capsicum annum L.*). *Egyptian Journal of Horticulture*, 46(1), 53-62.
- Sánchez Soledispa, V. B. (2018). Evaluación de la germinación de semillas de *Anona muricata* (Guanábana) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).

- Sandoval, M., Reyes-Flores, M., de las Nieves Rodríguez-Mendoza, M., & Trejo-Téllez, L. I. (2020). Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido en acuaponía complementado con fertilización foliar de micronutrientes: Tomato quality produced in aquaponics and micronutrients. *Agro Productividad*, 13(5).
- Shukla, P. S., Nivetha, N., Nori, S. S., Bose, D., Kumar, S., Khandelwal, S., ... & Suryanarayan, S. (2023). Understanding the mode of action of AgroGain®, a biostimulant derived from the red seaweed *Kappaphycus alvarezii* in the stimulation of cotyledon expansion and growth of *Cucumis sativa* (cucumber). *Frontiers in Plant Science*, 14.
- Siddiqui, M. H., Al-Whaibi, M. H., Sakran, A. M., Ali, H. M., Basalah, M. O., Faisal, M., ... & Al-Amri, A. A. (2013). Calcium-induced amelioration of boron toxicity in radish. *Journal of plant growth regulation*, 32, 61-71.
- Singh, R., Sharma, R. R., & Tyagi, S. K. (2007). Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 112(2), 215-220.
- SIAP. (2018). Atlas Agroalimentario 2018. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social.
https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018
- SIAP. (2021). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social.
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Smith, B. D. (1997). The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. *Science*, 276(5314), 932-934.
- Soriano-Melgar, L. D. A. A., Izquierdo-Oviedo, H., Saucedo-Espinosa, Y. A., & Cárdenas-Flores, A. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la calidad y capacidad antioxidante de frutos de calabacita (*Cucurbita pepo* L. var. 'Grey Zucchini'). *Terra Latinoamericana*, 38(1), 17-28.

- Statista. (2023). Volumen anual de producción de calabacines en el mundo entre 2012 y 2021. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/529558/producciones-de-calabacines-en-el-mundo/>
- Swathi, A. S., Jegadeeswari, D., Chitdeshwari, T., & Kavitha, C. (2019). Effect of foliar nutrition of calcium and boron on the yield and quality attributes of grape. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 3625-3629.
- Tejashvini, A., Subbarayappa, C. T., Ramamurthy, V., & Mukunda, G. K. (2021). Influence of calcium and boron application on quality of tomato. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 549-552.
- Tripathi, V. K., Pandey, S. S., Kumar, A., Dubey, V., & Tiwari, P. (2018). Influence of foliar application of gibberellic acid, calcium and boron on fruit drop, yield and quality attributes of aonla (*Emblica officinalis*) cv. NA 7. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88(11), 1784-88.
- Túqueres Alvarez, M. M. (2013). Respuesta del cultivo de alstroemerias (*Alstroemeria aurantiaca*) a la aplicación de tres dosis de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, en el mejoramiento de la producción, en la zona de Cayambe, provincia de Pichincha (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2013).
- Yagmur B, Gunes A (2021) Evaluation of the effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and quality parameters of tomato plants in organic agriculture by principal component analysis (PCA). *Gesunde Pflanzen* 73: 219-228.
- Yan, L., Du, C., Riaz, M., & Jiang, C. (2019). Boron mitigates citrus root injuries by regulating intracellular pH and reactive oxygen species to resist H⁺-toxicity. *Environmental Pollution*, 255, 113254.
- Vásquez-Rojas, E. (2020). Las aplicaciones foliares de Calcio-Boro y su efecto en calidad interna e incidencia del rajado de frutos de aguaymanto. *Revista Investigación Agraria*, 2(2), 37-48.
- Zamora, J. R. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. *Pensamiento Actual*, 9(12), 125-134.

