



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS



CARRERA DE AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES PARA INCREMENTAR EL
RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE GRANADILLA (*Pasiflora ligularis*) EN EL
CASERÍO EL OBRAJE CANTÓN PELILEO”.**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTORA:

Carpio Rugel Angy Lisbeth

TUTOR:

Ing. Mg. Manolo Sebastián Muñoz Espinoza

CEVALLOS-2023

“EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE GRANADILLA (*Pasiflora ligularis*) EN EL CASERÍO EL OBRAJE CANTÓN PELILEO”.

REVISADO POR:

Ing. Mg. Manolo Sebastián Muñoz Espinoza

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha

Ing. Oscar Patricio Núñez Torres, PhD

15/03/2023

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, PhD

15/03/2023

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION

Ing. Veloz Naranjo Walter Oswaldo

15/03/2023

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **CARPIO RUGEL ANGY LISBETH**, portador de cédula de ciudadanía número: **0942172917**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**Evaluación de bioestimulantes foliares para incrementar el rendimiento de Granadilla (*Passiflora ligularis*) en el caserío El Obraje, cantón Pelileo**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

A handwritten signature in blue ink, reading "Angie Carpio", with a large circular flourish above the name and horizontal lines below it.

CARPIO RUGEL ANGY LISBETH

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de bioestimulantes foliares para incrementar el rendimiento de Granadilla (*Passiflora ligularis*) en el caserío El Obraje, cantón Pelileo**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

A handwritten signature in blue ink, reading "Angie Carpio", with a large, loopy flourish above the name.

CARPIO RUGEL ANGY LISBETH

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios

A mis hijos, Rafael y Juanito, ellos fueron ese impulso para llegar hasta donde estoy y
soy su ejemplo a seguir.

A mis padres por ser la fuerza que me han impulsado a alcanzar esta y otras metas.

Al igual que a mi esposo y familia por los momentos buenos y malos que hemos compartido.

Gracias a todos quienes con cariño y voluntad han creído en mí y me han dado su apoyo incondicional, ánimo de seguir y terminar esta carrera con éxito. Toda una dedicatoria no bastará para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos, espero jamás defraudarlos.

En fin, a mis amigos y conocidos que siempre me dieron palabras de ánimos y consejos para que yo pueda lograr este objetivo.

AGRADECIMIENTO

Quiero darle las gracias a Dios, a mi familia y a la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato, a mi querida Facultad de Ciencias Agropecuarias y al personal docente en general, los cuales con su doctrina diaria inculcaron en mí sus conocimientos y valores en el transcurso de mi período estudiantil, brindándome así la oportunidad de ser un profesional, logrando de esta manera salir a la sociedad y representar con honor las enseñanzas y valores obtenidos durante mi carrera universitaria.

Darle las gracias a mi tutor Ing. Manolo Muñoz por apoyarme en la elaboración de este proyecto de investigación y en el transcurso de mi carrera siendo un gran apoyo para poder realizarme como profesional.

De igual manera mis agradecimientos sinceros a los Ingenieros Olguer León y Carlos Vásquez por sus consejos y apoyo incondicional.

Y por último a todas las personas que me brindaron su apoyo en el transcurso de mi carrera, un agradecimiento infinito.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I.....	13
MARCO TEÓRICO.....	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1. Antecedentes Investigativos.....	14
1.2. Objetivos	16
1.3. Categorías fundamentales	16
1.3.1. El cultivo de granadilla, <i>Passiflora ligularis</i>	16
1.3.2. Descripción general de la planta de granadilla	18
1.3.3. <i>Requerimientos nutricionales de la granadilla</i>	19
1.3.4. <i>Los bioestimulantes: definición y función en la planta</i>	19
1.3.5. <i>Los bioestimulantes y su papel en la mejora de cultivos</i>	21
1.3.6. Bioestimulante Cro+Plus	23
CAPÍTULO II.....	25
METODOLOGÍA	25
2.1. Ubicación del estudio.....	25
2.2. Caracterización del lugar	25
2.2.1. Clima.....	25
2.2.2. Agua.....	25
2.3.1. Equipos	25
2.3.2. Materiales.....	25
2.3.3. Material de oficinas.....	26

2.3.4.	Material biológico.....	26
2.3.5.	Plantas de granadilla	26
2.3.6.	Bioestimulantes:.....	26
2.4.	Factores de Estudio:	26
2.4.1.	Bioestimulantes:.....	26
2.4.2.	Dosis usadas por producto	26
2.5.	Diseño Experimental:.....	27
2.6.	Manejo del Ensayo:	27
2.7.	Tamaño de la muestra	27
2.8.	Variables respuestas	28
CAPÍTULO III.....		29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		29
CAPÍTULO IV.....		42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		44
A.	Análisis de varianza (Factorial)	¡Error! Marcador no definido.
B.	Prueba de medias.....	¡Error! Marcador no definido.
C.	Resumen de estadísticos	¡Error! Marcador no definido.
Análisis de varianza para dosis por producto.....		¡Error! Marcador no definido.
Producto 1		¡Error! Marcador no definido.
Producto 2		¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Funciones de los bioestimulantes.....	20
Tabla 2. Principios agroecológicos y papel de los bioestimulantes	21
Tabla 3. Composición orgánica del Crop + Plus.....	23
Tabla 4. <i>Número de días a la cosecha en frutos de granadilla por efecto de la aplicación de bioestimulantes y sus dosis</i>	37
Tabla 5. Rendimiento estimado de plantas de granadilla por efecto de la aplicación de bioestimulantes	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hojas, flores y frutos de granadilla.....	18
Gráfico 1. Efecto del bioestimulante sobre la longitud de pecíolo de frutos de granadilla	29
Gráfico 2. <i>Efecto del bioestimulante sobre el diámetro polar de frutos de granadilla medido a los 0 días después de la aplicación.....</i>	30
Gráfico 3. <i>Efecto del bioestimulante sobre el diámetro polar de frutos de granadilla medido a los 24 días después de la aplicación.....</i>	31
Gráfico 4. Efecto del bioestimulante sobre el diámetro polar de frutos de granadilla medido a los 50 días después de la aplicación.....	31
Gráfico 5. <i>Efecto del bioestimulante sobre el diámetro ecuatorial de frutos de granadilla medido a los 0 días después de la aplicación</i>	32
Gráfico 6. <i>Efecto del bioestimulante sobre el diámetro ecuatorial de frutos de granadilla medido a los 24 días después de la aplicación</i>	33
Gráfico 7. Efecto del bioestimulante sobre el diámetro ecuatorial de frutos de granadilla medido a los 50 días después de la aplicación.....	34
Gráfico 8. <i>Efecto de la dosis de Crop+Plus y Kelan Complex sobre el diámetro de pecíolo del fruto de granadilla</i>	35
Gráfico 9. <i>Efecto de la dosis de Crop+Plus y Kelan Complex sobre el diámetro ecuatorial y diámetro polar de frutos de granadilla.....</i>	36
Gráfico 10. <i>Número de días a la cosecha en frutos de granadilla por efecto de la aplicación de bioestimulantes y sus dosis.....</i>	37
Gráfico 11. Efecto del bioestimulante y sus dosis sobre el total de sacarosa disuelta (°Brix) en el jugo del fruto de granadilla a la cosecha.....	39
Gráfico 12. Efecto del bioestimulante y sus dosis sobre el peso del fruto de granadilla	39
Gráfico 13. Porcentaje de variación en el rendimiento de plantas de granadilla tratadas con Crop+Plus y Kelan Complex	40

RESUMEN

Las especies de *Passiflora* están ampliamente distribuidas en América donde revisten mucha relevancia, entre las cuales resalta la granadilla dulce (*Passiflora ligularis* Juss.) por su agradable sabor y valor nutricional, lo cual le permite ser comercializada en mercados nacionales e internacionales. Con el fin de incrementar el rendimiento de los cultivos, los bioestimulantes han surgido como una alternativa sustentable en décadas recientes. En el presente estudio se evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares en el incremento del rendimiento de *Passiflora ligularis* (granadilla) en el caserío El Obraje del cantón Pelileo. Se aplicaron dos tipos de bioestimulantes (Crop+Plus y Kelan Complex) a dosis de 1.0; 1.5 y 2.0 ml/L en plantas de granadilla en inicio de floración. Las plantas tratadas con Crop+Plus mostraron los máximos valores en el grosor de pecíolo, diámetro ecuatorial y diámetro polar del fruto de granadilla en las diferentes fechas de muestreo. Así mismo, el incremento de la dosis de aplicación de Crop+Plus provocó aumento grosor de pecíolo, diámetro ecuatorial y diámetro polar con el cual se alcanzaron valores de 5.21; 14.9 y 7.57 mm, respectivamente, que fueron superiores al tratamiento control (4.94; 11.69 y 5.9 mm). También se demostró el efecto tanto del producto como de la dosis usada sobre el total de sacarosa disuelta en el jugo de granadilla y en el peso de los frutos, los cuales variaron desde 17.6 a 20.9 °Brix mientras que el peso varió desde 74.3 a 120.0 g con las dosis 1.0 y 2.2 ml/L de Crop+Plus. De acuerdo con los resultados, el uso de Crop+Plus demuestra ser una opción viable para el incremento del rendimiento y calidad del fruto de granadilla.

Palabras clave: bioestimulante, rendimiento, granadilla

ABSTRACT

Passiflora species are widely distributed in the Americas where they are very important, among which the sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) stands out for its pleasant flavor and nutritional value, which allows to be commercialized in national and international markets. In order to increase crop yields, biostimulants have emerged as a sustainable alternative in recent decades. In the present study, the effect of the application of two foliar biostimulants on the increase in the yield of *Passiflora ligularis* (granadilla) was evaluated in El Obraje neighborhood, from canton Pelileo. Two types of biostimulants (Crop + Plus and Kelan Complex) were applied at a dose of 1.0; 1.5 and 2.0 ml/L in sweet granadilla plants at the beginning of flowering stage. The plants treated with Crop + Plus showed the maximum values in the petiole thickness, equatorial diameter and longitudinal diameter of the sweet granadilla fruits on the different sampling dates. Likewise, the increase in the application dose of Crop + Plus caused an increase in petiole thickness, equatorial diameter and longitudinal diameter reaching values of 5.21; 14.9 and 7.57 mm, respectively, which were higher than the control treatment (4.94; 11.69 and 5.9 mm). An effect of both the type of product and the dose used on the total ratio of sucrose dissolved in the passion fruit juice and on the weight of the fruits was also demonstrated, which varied from 17.6 to 20.9 °Brix while the fruit weight ranged from 74.3 to 120.0 g with doses 1.0 and 2.2 ml/L of Crop + Plus. According to the results, the use of Crop + Plus proves to be a viable option to increase the yield and quality of the sweet granadilla fruit.

Keywords: biostimulant, yield, granadilla

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El auge de los cultivos frutales andinos es una contribución importante y saludable al consumo mundial de alimentos, entre los cuales las especies de *Passiflora* revisten mucha relevancia, de las cuales, el 96% de aproximadamente de las especies se distribuyen en América (Joy, 2022). Del total de especies, la maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener), la maracuyá morada (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims), taxo (*Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Holm -Niels & P.M. Jørg) y la granadilla dulce (*Passiflora ligularis* Juss.) son las especies más comúnmente cultivadas en diferentes países de Suramérica (Joy, 2022).

Después de la maracuyá, la granadilla tiene mayor importancia económica y debido a su agradable sabor y valor nutricional es comercializada en mercados nacionales e internacionales (Arias Suárez et al., 2016). Entre los principales países productores se incluye a Colombia, Perú y Ecuador donde es producida principalmente por pequeños agricultores en áreas en pendiente y propiedades menores a 1.5 ha (Gutiérrez-Chacón et al., 2018).

En general, los requerimientos nutricionales de la granadilla están condicionados por las condiciones de clima y suelo, pero también por los factores propios de la especie como son la variedad, edad del cultivo y estado fenológico, entre otros (Miranda D, 2015), los cuales son suplidos en forma de fertilizantes inorgánicos. Sin embargo, este tipo de fertilizantes tienen un impacto ambiental debido, por un lado, a las emisiones de gases durante la producción y, por el otro, a la contaminación por escorrentía durante el uso (Nozaki, 2022).

Por ello, los productores han comenzado a utilizar fertilizantes orgánicos para mejorar la estructura física y química de los suelos y reducir la contaminación ambiental y garantizar suelos sostenibles, además de que, en muchos casos, estos fertilizantes orgánicos pueden tener menores precios en el mercado y en los últimos años también pueden aumentar la resistencia de las plantas a las condiciones de estrés ambiental (Alzamel et al., 2022).

Dentro de los productos orgánicos, en décadas recientes han surgido los bioestimulantes como una alternativa sustentable. En la agricultura, los bioestimulantes son

productos hechos a base de materias primas naturales, como proteínas hidrolizadas y aminoácidos de subproductos animales y vegetales, microalgas y extractos de algas, sustancias húmicas, extractos vegetales y microorganismos, los cuales son capaces de estimular los procesos de nutrición de las plantas al mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, aumentar la tolerancia al estrés abiótico y mejorar la calidad de la producción (Caccialupi et al., 2022)

A pesar del potencial de los bioestimulantes sobre el incremento del rendimiento y calidad de los productos agrícolas, en Ecuador la información sobre su uso en la fertilización de la granadilla es aún escasa. Es por ello que en la presente investigación se evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulantes foliares en el incremento de rendimiento de Granadilla (*Passiflora ligularis*) en el caserío El Obraje cantón Pelileo.

1.1. Antecedentes Investigativos

Los estudios sobre el uso del efecto de bioestimulantes en la producción y rendimiento de granadilla son escasos, sin embargo, existe un volumen de información relacionada con su uso en sistemas de producción de maracuyá.

En Ecuador, Solórzano (2022) evaluaron el efecto de bioestimulantes y sustratos sobre en la germinación y desarrollo de plántulas de la semilla de plantas de maracuyá (*Passiflora edulis*) producidas en vivero. Los resultados mostraron que el uso de los tratamientos Ecomic + Turba, Activer + Turba y Agua + Turba produjeron un mayor porcentaje de germinación y redujeron el número de días a la germinación, así como los mayores valores de altura de planta, diámetro de tallo y longitud de raíz.

En Brasil, Nogueira et al. (2021) estudiaron el crecimiento vegetativo de plántulas de maracuyá amarilla, propagadas por semillas por efecto de la aplicación de dos bioestimulantes aplicados vía edáfica (Solofull® y Stimulate®) a dosis de 0, 4, 8, 12 y 16 mL en dos tipos de suelo. Se determinó que la aplicación del bioestimulante Stimulate® en plántulas producidas en suelo cultivado con pasto promovió el mejor desarrollo del sistema aéreo y radicular de las plantas.

En Venezuela, Díaz et al. (2020) evaluaron el crecimiento y desarrollo en plántulas de maracuyá por efecto de la aplicación de cuatro bioestimulantes comerciales (Terrahumus, Estimulante Plus Manvert, Biorend y Biovida Activador) y su interacción con el uso de

Trichoderma harzianum y observaron que no hubo interacción entre los bioestimulantes y *Trichoderma*, sin embargo la aplicación de los bioestimulantes ejerció un efecto positivo sobre el número de hojas y peso seco de la raíz, además se observó un efecto individual de la aplicación de *T. harzianum* evidenciado por incrementos de 23.8; 23.8; 12.3; 88 y 64.3% en el número de hojas, altura de planta, longitud de raíz, peso seco de la parte aérea y de la raíz.

De manera similar, Şesan et al. (2020) evaluaron el efecto bioestimulante de un consorcio de *Trichoderma* (*T. asperellum* T36b + *T. harzianum* Td50b a 10^6 y 10^8 ufc/ml) para colonizar la filosfera de *Passiflora caerulea* sobre las características morfológicas, fisiológicas, ultraestructurales y sobre la rendimiento y calidad del cultivo. Los autores encontraron que el uso del consorcio *Trichoderma* a una concentración de 108 ufc/mL resultó en mayor acumulación de polifenoles y flavonoides y una mayor actividad antioxidante, además de observarse hojas más grandes, mayor número y tamaño de cloroplastos, mejores características fisiológicas de la planta y mayor rendimiento.

En Perú, Peña & Cruz (2020) hicieron aplicaciones de bioestimulantes (Fertimar a razón de 1 a 1.5 kg/ha; Stimplex-G a dosis de 3 y 5 L/ha) enriquecidos con microelementos en plantas de maracuyá (*Passiflora edulis*) para determinar su efecto sobre rendimiento, calidad y rentabilidad económica del cultivo hasta la sexta cosecha de frutos con madurez comercial. El uso combinado de bioestimulantes junto con los microelementos mostraron un efecto significativo sobre el volumen de jugo, mientras que el uso de Stimplex-G a 3 L/ha produjo el más alto rendimiento (8114.86 kg/ha) y número de frutos por planta (46 frutos), así como la más alta relación beneficio/costo (0.61) durante el período de evaluación.

Adicionalmente, el uso de bioestimulantes es una importante herramienta para enfrentar problemas de estrés en la planta. En tal sentido, Santos-Jiménez et al. (2022) evaluaron el efecto de la aplicación combinada de ácidos húmicos y un consorcio bacteriano sintético (sym) o ácidos húmicos (HA) más suspensión de sym y peptidogalactomanano (pGM) de un hongo de la pared celular sobre la expresión de genes relacionados con la defensa y fitohormonas en plantas de maracuyá bajo condiciones de invernadero y campo. Ambos tratamientos indujeron la expresión de todos los genes relacionados con la defensa evaluada 24 h después del tratamiento. De manera interesante se comprobó que la proteína SAUR20, sensible a la auxina, y la giberelina 2-beta dioxigenasa 2 ARNm aumentaron 16 semanas después de los tratamientos, lo que se asoció con un aumento en la biomasa de brotes y raíces

y el número de hojas. De acuerdo con estos autores, los bioestimulantes promueven cambios moleculares, bioquímicos, fisiológicos y morfológicos en la planta, lo que conduce a una mejor adaptación a condiciones adversas y aumenta el crecimiento y los rendimientos.

Con relación al efecto sobre la tolerancia a la salinidad, de Sá et al. (2018) evaluaron en Brasil el efecto de la aplicación de bioestimulantes (Acadian a 4 ml/L y Crop Set a 3 ml/L) sobre el crecimiento inicial de la planta de maracuyá variedad BRSGigante sometidas a estrés salino (0.3; 2.3; 3.3; 4.3 y 5.3 dS/m) y se demostró que el uso de bioestimulantes aumentó el crecimiento inicial de la planta de maracuyá amarilla y aunque la salinidad en el agua de riego afecta el crecimiento, el uso del bioestimulante Crop+Plus Set disminuyó su efecto nocivo.

1.2. Objetivos

Objetivo general:

Evaluar el efecto de la aplicación de dos bioestimulantes foliares en el incremento del rendimiento de Granadilla (*Passiflora ligularis*) en el caserío el Obraje cantón Pelileo.

Objetivos específicos:

- Establecer el bioestimulante foliar que mejore el rendimiento y calidad de la Granadilla (*Passiflora ligularis*).
- Evaluar la dosis que ayude a un mayor rendimiento del fruto de Granadilla (*Passiflora ligularis*).
- Determinar los grados brix del fruto de la Granadilla (*Passiflora ligularis*).

1.3. Categorías fundamentales

1.3.1. El cultivo de granadilla, *Passiflora ligularis*

Passiflora, junto con los géneros *Ancistrothyrus*, *Dilkea* y *Mitostemma*, constituyen grupos importante de Passifloraceae e incluye entre 525 y 575 especies reconocidas distribuidas principalmente en las regiones tropicales de América, desde las zonas costeras hasta los 3000 msnm en los páramos andinos (Jørgensen et al., 2012; Ocampo, 2007). Las especies de *Passiflora* han sido más frecuentemente utilizadas y cultivadas para el consumo de

fruta fresca, no obstante, el potencial uso que presentan algunas especies por compuestos químicos de interés industrial ha ampliado la brecha comercial para su explotación (Bonilla et al., 2015).

Entre las especies más importante de *Passiflora* se incluye: maracuyá (*Passiflora edulis* Sims), taxo (*Passiflora tripartita* y *P. tarminiana*), badea (*Passiflora quadrangularis* L.) y la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). Los estudios han sugerido que el origen de la granadilla se circunscribe a la América tropical donde se cultiva desde México hasta Argentina, siendo Colombia uno de los principales productores, junto con Venezuela, y países de África (Sudáfrica y Kenia) y Oceanía (Australia) (Miranda, 2020).

El cultivo de la granadilla dulce (*Passiflora ligularis* Juss.) es el segundo dentro de las especies del género *Passiflora* por su importancia económica (Ocampo et al., 2015). Este cultivo está mejor adaptado a elevaciones entre 1800 y 2600 m.s.n.m., donde predominan temperaturas entre 18 y 20 °C las cuales resultan óptimas para su desarrollo, mientras que temperaturas por encima de 23 °C provocan estrés térmico en las plantas y temperaturas por debajo de 18 °C inciden en el aumento del tiempo de duración del ciclo productivo y disminuyen la productividad (Miranda, 2020). Adicionalmente, temperaturas más bajas, entre 12 y 15°C ocasionan aumento de aborto de flores, reducen la fecundación y provocan rajaduras de frutos recién cuajados (Fischer & Miranda, 2021).

De acuerdo con Miranda (2020), la granadilla presenta dos fases fenológicas bien definidas: una fase vegetativa y la fase reproductiva. Durante la fase vegetativa se distingue el estado de plántula que transcurre desde la germinación hasta el apareamiento del primer zarcillo, el cual tarda aproximadamente 43 días y la segunda fase, en la cual la planta produce hojas, zarcillos y brotes laterales (20 días) después de lo cual la planta está lista para el trasplante. Una planta debe tener entre 2-4 ramas principales y cada una produce una rama secundaria, lo que confiere la forma comercial de la planta, que se alcanza entre los 285 y 300 después del trasplante, sin embargo, la planta continúa produciendo otras ramas secundarias, además de ramas terciarias y cuaternarias que mantienen la producción del segundo ciclo de producción.

La fase reproductiva inicia con la aparición de la flor principalmente en las ramas secundarias (durante el primer ciclo de producción) y en todas las ramas (cultivos en pleno estado productivo (Miranda, 2020).

1.3.2. Descripción general de la planta de granadilla

De acuerdo con CABI Compendium (2022), la planta de granadilla es una liana perenne vigorosa, con tallos desde cilíndricos a ligeramente angulados de color grisáceo, leñosos en la base; zarcillos axilares, robustos y largos; estípulas oblongoovadas a oblongo-lanceoladas, acuminadas, enteras o aserradas, estrechadas en la base. En cuanto a las hojas, estas son ovadas, cordiformes en la base, abruptamente acuminadas, márgenes enteros, glabras, nervadura pinnada, de color verde oscuro casi azul en el haz y verde grisáceo en el envés (Fig. 1). Las flores son colgantes, campanuladas, sépalos agudos (externamente verdes e internamente blancos), pétalos oblongos de color blanco o teñidos de rosa o violeta, formando una corona con 5-7 filas de filamentos, hipantio presente, pedúnculo solitario o en pares, brácteas 3, ovadas, agudas, enteras, cordadas, membranáceas, glabras pero tomentosas cerca del margen, anteras con polen de color amarillo y estigma trifido (Fig. 1). Por último, el fruto es una cápsula indehiscente (6.5-8 cm de largo y 5-7 cm de ancho) con un pedúnculo de ovoide a esférico a ligeramente plano en los polos con la punta apuntando hacia el tallo, epicarpio de color amarillo a naranja (algunas veces morado, verde o una combinación, con pecas blancas), el mesocarpio es blanco subyacente es suave y esponjoso, mientras que el endocarpio es una película blanca que se separa del mesocarpio en la madurez. Las semillas son negras, elípticas y planas, dispuestas sobre tres placentas longitudinales, cada semilla rodeada por una pulpa gelatinosa transparente, muy dulce y aromática.

Figura 1.

Hojas, flores y frutos de granadilla



Fuente: Miranda (2020)

1.3.3. Requerimientos nutricionales de la granadilla

En general, los requerimientos nutricionales de la granadilla están condicionados por las condiciones de clima y suelo de la región donde se siembra, pero también por los factores propios de la especie como son la variedad, edad del cultivo y estado fenológico (Miranda et al., 2015). Adicionalmente, las necesidades de fertilización y eficiencia de suplementación de nutrientes a través de los fertilizantes dependen de la calidad del agua de riego, del diagnóstico de las deficiencias en el cultivo hecho de forma visual del observador experimentado, así como del patrón de extracción de nutrientes por el cultivo durante sus diferentes fases, entre otros (Miranda et al., 2009; Miranda D, 2015).

Estudios realizados en Colombia demostraron que, para promover una producción adecuada en el cultivo, el suelo debe proporcionar 120 kg/ha de nitrógeno, 18 kg/ha de fósforo en forma de P_2O_5 y 170 kg/ha de potasio en forma de K_2O (Miranda D, 2015).

En Ecuador, aún existen pocos estudios relacionados con la demanda nutricional del cultivo, lo que se traduce en bajos rendimientos y deficiente calidad de la fruta. Es por ello que, debido a la alta demanda de nitrógeno y potasio de este cultivo, Gaona-Gonzaga et al., (2020), evaluaron el efecto de dos niveles de nitrógeno y potasio (100 y 200 kg/ha) aplicados por fertirrigación en plantas de granadilla cultivar “Colombiana” durante la fase de crecimiento, observándose que la dosis más alta de nitrógeno y potasio (200 kg/ha) y sus interacciones promovieron una mayor altura de planta, área foliar y concentración de nutrientes en hoja.

1.3.4. Los bioestimulantes: definición y función en la planta

Se define como bioestimulante a cualquier sustancia o microorganismo aplicado a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o las características de calidad del cultivo, independientemente de su contenido de nutrientes y, por extensión, también se incluyen a los productos comerciales que contienen mezclas de dichas sustancias y/o microorganismos (du Jardin, 2015).

Los bioestimulantes están disponibles en muchas formulaciones y con diferentes ingredientes, siendo los ingredientes más populares aquellos que incluyen sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos), extractos de algas marinas, bacterias beneficiosas y hongos

beneficiosos, mientras que otros pueden contener quitosanos, hidrolizados de proteínas y compuestos inorgánicos como el silicio (Albrecht, 2019).

Según du Jardin (2015), aunque muchos bioestimulantes pueden mejorar la nutrición de la planta, existe una subcategoría, los biofertilizantes que promueven el aumento de la eficiencia en el uso de nutrientes por las plantas. En este sentido, los bioestimulantes microbianos incluyen hongos micorrícicos y no micorrícicos, endosimbiontes bacterianos (como *Rhizobium*) y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, por lo que estos microorganismos pueden cumplir como agente de biocontrol y como bioestimulante.

Entre las funciones que cumplen los bioestimulantes se incluyen la mejora de la eficiencia en el uso de nutrientes, intervención en el aumento de la tolerancia al estrés abiótico, incremento de las características de calidad del cultivo y aumento de la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo y la rizosfera (Ricci et al., 2019) (Tabla 1).

Tabla 1.

Funciones de los bioestimulantes

Funciones	Ejemplos
Mejora de la eficiencia nutricional	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la absorción de fósforo, aumento del rendimiento
Tolerancia al estrés abiótico	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés salino, estrés por sequía
Mejora de la calidad de los cultivos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del tamaño del producto agrícola (fruto, tubérculo, hoja, etc.) • Aumento del contenido de azúcar • Mejora de la duración durante el almacenamiento como resultado de una mejor calidad (p. ej., firmeza, por ejemplo)
Mejoras en el rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras en el procesamiento • Aumento de rendimiento

Fuente: (Ricci et al., 2019)

De acuerdo con Albrecht (2019), una gran cantidad de estudios científicos han demostrado que muchos sistemas de cultivo, en particular los cultivos en hileras y los cereales, responden a estos materiales con una mayor productividad y una mejor tolerancia a las enfermedades y otros estreses bióticos y abióticos (Calvo et al., 2014). Otros efectos positivos incluyen la mejora de la absorción de agua y nutrientes, la mejora de la eficiencia en el uso de

agua y nutrientes, la mejora de la arquitectura de la raíz y el crecimiento lateral de la raíz, y la inducción de resistencia sistémica.

Aparte del papel desempeñado en la Agroecología, es decir, la aplicación de principios ecológicos a la agricultura y al sistema de producción de alimentos (Ricci et al., 2019) (Tabla 2).

Tabla 2.

Principios agroecológicos y papel de los bioestimulantes

Funciones en la agroecología
A. Incrementa la biodiversidad del suelo
• Mejoramiento de la cantidad y calidad de microorganismos del suelo
B. Refuerza las regulaciones biológicas y sus interacciones en la rizosfera
• Promueve las interacciones planta-microorganismos mediante las siguientes relaciones simbióticas (como el caso de micorrizas y rizobacterias) y por producción de secreciones que imitan las hormonas vegetales (como el caso de <i>Trichoderma</i>)
• Por regulación de los procesos fisiológicos de la planta, tales como crecimiento, metabolismo o desarrollo de la planta
C. Mejoras en los ciclos biogeoquímicos
• Mejora la absorción de nutrientes
• Mejora la biodisponibilidad de los elementos nutritivos en el suelo
• Estimula la degradación de la materia orgánica

Fuente: (Ricci et al., 2019)

1.3.5. Los bioestimulantes y su papel en la mejora de cultivos

La aplicación de extractos de algas, hidrolizados de proteínas, ácidos húmicos y fúlvicos y otras mezclas compuestas tienen efectos beneficiosos sobre el crecimiento y la adaptación al estrés, puesto que, aunque la mayoría de los bioestimulantes son usados para mejorar la absorción de nutrientes, muchos de estos también tienen efectos protectores contra el estrés ambiental, como el déficit de agua, la salinización del suelo y la exposición a temperaturas de crecimiento subóptimas (de Vasconcelos & Chaves, 2019).

Según Lima et al. (2018), el bioestimulante Stimulate®, compuesto por citoquinina, ácido indolbutírico y ácido giberélico, cuando es aplicado a la semilla provocó el incremento en el porcentaje de emergencia de plántulas de *Cucumis sativus* L., variedad Aodai. Así mismo, la aplicación foliar de diferentes concentraciones de extracto de algas (preparado a partir de *Kappaphycus alvarezii*) sobre la absorción de nutrientes, el crecimiento y el rendimiento de la soja [*Glycine max* (L.) Merr.] sin aplicación de fertilizantes químicos provocó un aumento del 57 y 46 % en el rendimiento de grano cuando el extracto se aplicó al 15 y 12.5%, en comparación con el control, además que se observó mejor absorción de nutrientes (N, P, K y S).

Los aminoácidos esenciales son aquellos que no se producen en humanos y animales de granja; por lo tanto, deben obtenerse de fuentes externas, que generalmente son plantas, por lo que hasta la fecha se han identificado nueve aminoácidos esenciales, lisina, metionina, treonina, fenilalanina, triptófano, valina, isoleucina, leucina e histidina, de los cuales, la lisina, metionina, triptófano y tirosina son los aminoácidos esenciales más limitantes en las plantas, es decir, están presentes en cantidades bajas en comparación con los niveles necesarios para el crecimiento óptimo de humanos y otros animales (Wang et al., 2017).

Los aminoácidos tienen varias funciones en el metabolismo de las plantas y la aplicación exógena de aminoácidos puede tener beneficios y efectos de estimulación sobre el crecimiento y la calidad de las plantas (Noroozlo et al., 2019). Estos autores evaluaron el crecimiento y absorción de nutrientes de lechuga romana (*Lactuca sativa* subvar Sahara) tratadas con glicina o glutamina a diferentes concentraciones (250.500 y 1000 mg/L), así como un tratamiento de 250 mg/L de glicina + 250 mg/L de glutamina. Los resultados indicaron que la aplicación foliar de aminoácidos de glicina y glutamina tuvo un efecto beneficioso sobre el crecimiento de la lechuga, ya que se obtuvo un mayor rendimiento fresco, contenido de clorofila en las hojas y vitamina C con concentraciones bajas a moderadas de aminoácidos de glicina y/o glutamina.

De la misma forma, Amin et al. (2011), al evaluar el efecto de la aplicación foliar de una diamina, la putrescina (Put; 25.50 y 100 mg L⁻¹) y un aminoácido, la glutamina (Glut; 50, 100 y 200 mg L⁻¹) sobre el crecimiento, la calidad del rendimiento y algunos constituyentes metabólicos de la cebolla (*Allium cepa* L. cv. 'Giza 20'), observaron un aumento de los

parámetros de altura de la planta, número de hojas, peso fresco de hojas y planta, área foliar, longitud, diámetro y peso del bulbo, así como rendimiento y calidad de bulbos.

El ácido L-glutámico es un importante aminoácido que actúa como molécula central en el metabolismo de las plantas superiores, siendo el precursor de la síntesis de clorofila en las hojas y de la función reguladora del carbono y del metabolismo del nitrógeno (Forde & Lea, 2007; Yu et al., 2022). También es precursor de la arginina y la ornitina, que actúan en la síntesis de poliaminas, las cuales son un grupo de compuestos nitrogenados presentes en las células vegetales, que afectan la actividad celular y están involucradas en distintos procesos fisiológicos tales como crecimiento, desarrollo vegetal y senescencia, por lo que pueden minimizar los efectos de las condiciones de estrés en las plantas y además puede activar el metabolismo celular relacionado con una amplia diversidad de funciones biológicas (Yin et al., 2022).

1.3.6. Bioestimulante Cro+Plus

Es un bioestimulante foliar orgánico quelatado con metabolitos extraídos mediante lisis celular de fermentación multi-etapa de microorganismos del reino monera y del extracto de alga *Ascophyllum nodosum* (Agrizon, 2021) (Tabla 3). El producto viene presentado en forma líquida concentrada con N-P-K-Mg más microelementos que son asimilados de manera rápida por la planta debido a la presencia de nitrógeno orgánico en forma de aminoácidos que lo hacen fácilmente disponibles en aplicaciones foliares (Agrizon, 2021; Vademécum Agrícola, 2016).

Tabla 3.

Composición orgánica del Crop + Plus

Actividad antioxidante	10133 µMol Trolox
Actividad de citoquininas	1200 ppm
Actividad de auxinas	90 ppm
Glicina-Betaína	2.09% (p/v)
Ácidos carboxílicos	8.0 % (p/v)
Carbohidratos	4.4% (p/v)
Aminoácidos	1.2 % (p/v)
Elicidores: alginatos, oligosacáridos, carragenanos, laminarina y fucanos	
Antioxidantes: polifenoles, ascorbatos, tocoferoles, glutatión y carotenoides	

Fuente: (Agrizon, 2021)

El uso de Crop + Plus induce el incremento del contenido de clorofila y en consecuencia la fotosíntesis, además de producir elicitores de rutas metabólicas específicas y muestra actividad antioxidante que confiere resistencia al estrés abiótico. Pocos días después de su aplicación es posible observar los efectos evidenciados como mayor vigorosidad del follaje, aumento del número de brotes, flores y frutos de mayor calidad (Vademécum Agrícola, 2016).

El modo de acción de este producto se inicia cuando interviene en las rutas metabólicas de las proteínas, actuando como un biocatalizador con ahorro de energía metabólica debido a la presencia de sustancias altamente biodisponibles, lo cual, unido a su alto contenido en materia orgánica y oligosacáridos (glucanos, mananos, ácidos carboxilílicos, etc.) proporciona energía adicional de fácil disponibilidad, y microelementos quelatados con aminoácidos que reactivan los procesos metabólicos de síntesis y asimilación (Vademécum Agrícola, 2016).

1.3.7 Bioestimulante Kelan Complex

Es un producto líquido a base de péptidos de cadena corta y L-aminoácidos para aplicación foliar, también contiene ácidos fúlvicos y extractos de plantas que le confieren al cultivo resistencia contra estreses abióticos (Agrobimsa, 2021) (Tabla 4).

Tabla 4.

Composición de Kelan Complex

	Concentración (peso/peso)
L- α -aminoácidos	15%
Aminoácidos	22%
Nitrógeno total	3.9%
Carbono orgánico	14%
Materia orgánica	29.8%
Azufre	1.63%
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.0%

Fuente: (Agrobimsa, 2021)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del estudio

Esta investigación fue realizada en el sector El Obraje del cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua (coordenadas geográficas 1,3 IS y 78.5167" O), ubicado a altitud 2600 msnm (Gobierno autónomo descentralizado del cantón Pelileo, 2015).

2.2. Caracterización del lugar

2.2.1. Clima

En Pelileo, los veranos son cortos, cómodos y nublados; los inviernos son cortos, frescos y parcialmente nublados y está mojado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 8 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de 6 °C o sube a más de 23 °C (GAD Municipal, 2020).

2.2.2. Agua

El suministro de agua será por el canal de riego de las vertientes de Shushuri ubicado en el Caserío El Obraje, Pelileo

2.3. Equipos y materiales

2.3.1. Equipos

- Balanza
- Bomba de mochila
- Brixómetro

2.3.2. Materiales

- Etiquetas
- Pala

- Regla

2.3.3. Material de oficinas

- Computador
- Cuaderno de campo
- Esfero
- Lápiz

2.3.4. Material biológico

2.3.5. Plantas de granadilla

2.3.6. Bioestimulantes:

- Crop+Plus
- Kelan Complex

2.4. Factores de Estudio:

2.4.1. Bioestimulantes:

P1: Crop + Plus

P2: Kelan Complex

2.4.2. Dosis usadas por producto

Crop+Plus:

D0: 0.0 ml/L

D1: 1.0 ml/L

D2: 1.5 ml/L

D3: 2.0 ml/L

Kelan Complex

D0: 0.0 ml/L

D1: 1.0 ml/L

D2: 1.5 ml/L

D3: 2.0 ml/L

2.5. Diseño Experimental:

El estudio fue diseñado en bloques al azar, en parcelas divididas por la inclinación del terreno, siendo la parcela principal los bioestimulantes y las subparcelas las dosis. Cada tratamiento fue repetido tres veces.

2.6. Manejo del Ensayo:

El estudio fue hecho en un cultivo establecido de granadilla de dos años aproximadamente se procedió a realizar las aplicaciones de los bioestimulantes al área foliar con una bomba de mochila cada quince días para observar la evolución del producto. Para iniciar con la primera aplicación en el ensayo, se seleccionaron frutos cuajados de 5cm de diámetro polar. Posteriormente, las parcelas fueron divididas de acuerdo con el diseño experimental y luego se procedió a realizar las aplicaciones de los bioestimulantes.

Área de cada tratamiento

$$5.8 \times 8.75 \text{ m} = 50.75\text{m}^2$$

Cada parcela tiene un área de 612.5 m² con un área total del ensayo de 1225 m²

2.7. Tamaño de la muestra

El ensayo consistió de cuatro tratamientos por cada producto evaluado y en cada tratamiento fueron seleccionadas tres plantas de las cuales se tomó una rama y de muestra 1 fruto por planta productiva.

2.8. Variables respuestas

- Diámetro polar: el diámetro polar se midió con el pie de rey del fruto.
- Diámetro ecuatorial del fruto: el diámetro ecuatorial se midió con ayuda del pie de rey.
- Longitud del peciolo: con la ayuda de un flexómetro se midió la longitud del peciolo desde la base del fruto hasta la unión con la rama.
- Diámetro del peciolo: el diámetro del peciolo se tomó a un cm de la base del fruto con un calibrador de vernier.
- Peso del fruto: Se pesó con una balanza analítica para obtener el peso real del fruto.
- Grados brix del fruto: Los grados brix se midió con un brixómetro, lo cual deriva el contenido de azúcares del fruto.
- Días a la maduración del fruto: Se contabilizó los días desde la medición de 5cm del diámetro polar del fruto hasta la maduración fisiológica y comercial.

Las variables fueron medidas cada 30 días después de aplicar el producto foliar, hasta la cosecha del fruto maduro, lo cual se evidenció mediante la observación de un color amarillo intenso en todo el fruto.

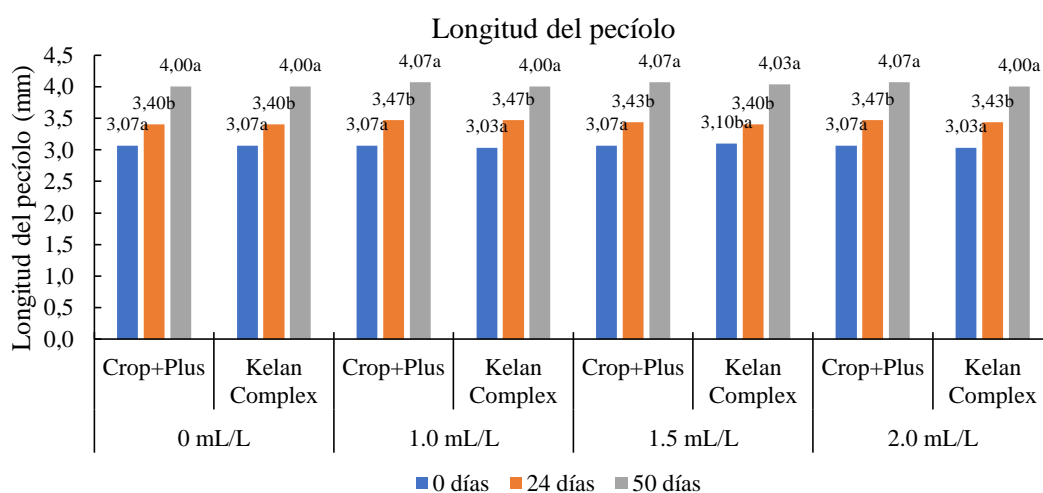
CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Efecto del bioestimulante sobre la longitud del pecíolo en frutos de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Se encontró efecto del bioestimulante sobre las variables longitud de pecíolo del fruto de granadilla en las diferentes fechas de muestreo, siendo estas variables significativamente superiores en plantas tratadas con Crop+Plus (Gráfico 1). El efecto de las dosis fue un poco más notorio con el incremento de las dosis de Crop + Plus pues en promedio obtuvo 3.07 mm durante la primera evaluación, mientras que a los 24 días después de la aplicación varió de 3.40 a 3.47 mm comparado con 3.40 a 3.43 mm con las aplicaciones de Kelan Complex. Así mismo, a los 50 días después de la aplicación, el incremento fue de 4.0 a 4.07 mm con Crop + Plus, mientras que con Kelan Complex no se observó ningún incremento (Gráfico 1).

Gráfico 1. Efecto del bioestimulante sobre la longitud de pecíolo de frutos de granadilla.



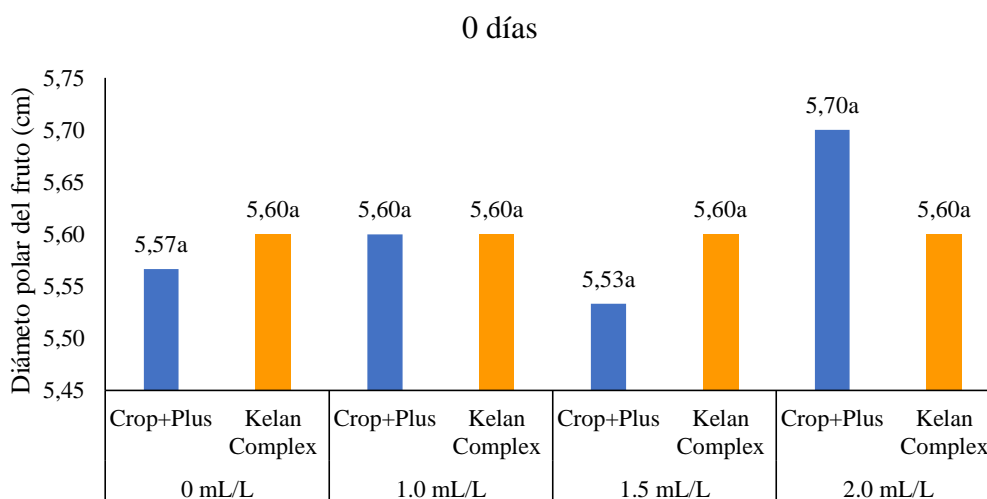
3.2. Efecto del bioestimulante sobre el diámetro polar y ecuatorial del fruto de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Con relación al diámetro polar del fruto, nuevamente los mayores efectos fueron observados por efecto de la mayor dosis de Crop + Plus, puesto que durante la primera evaluación se observó un incremento desde 5.60 hasta 5.70 cm con las dosis de 1.0 y 2.0 ml/L, respectivamente, mientras que con Kelan Complex no hubo incremento y no mostró

diferencias con frutos del tratamiento testigo (Gráfico 2). Además, no se observó diferencias entre los frutos tratados con 1.0 mL/L comparado con el tratamiento testigo.

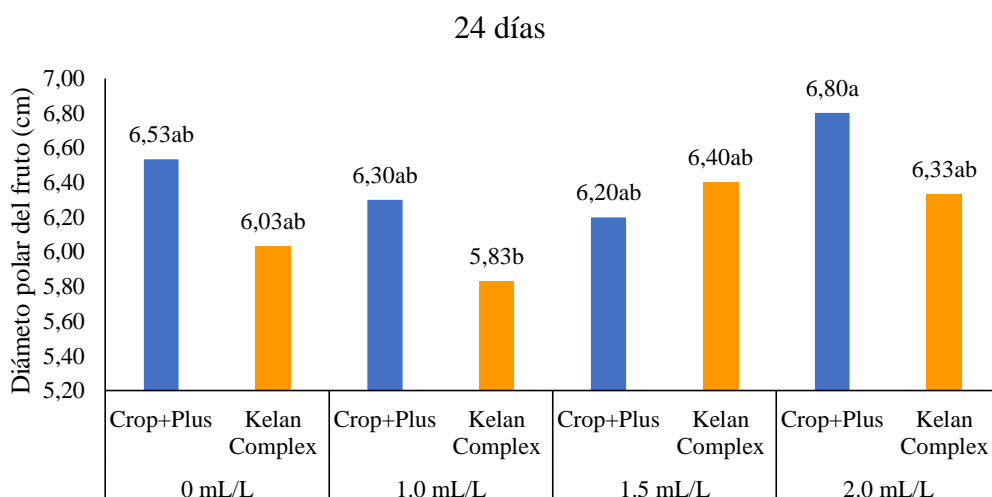
Gráfico 2.

Efecto del bioestimulante sobre el diámetro polar de frutos de granadilla medido a los 0 días después de la aplicación



Luego durante la evaluación hecha a los 24 días después de la aplicación, nuevamente los frutos mostraron resultados superiores en respuesta al incremento de las dosis de Crop+Plus, el cual llegó a ser 6.8 cm en frutos tratados con dosis de 2.0 mL/L mientras que con la menor dosis alcanzó un diámetro de 6.30 cm. Con relación al uso de las diferentes dosis de Kelan Complex, se observó un incremento más discreto puesto que con 1.0 mL/L el diámetro fue de 6.30 mientras que con la mayor dosis apenas alcanzó 6.33 cm (Gráfico 3).

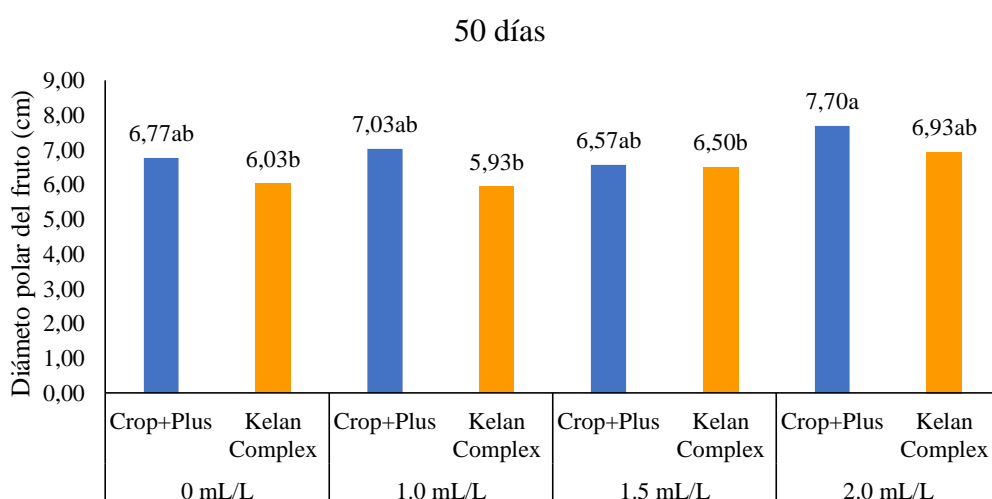
Gráfico 3. Efecto del bioestimulante sobre el diámetro polar de frutos de granadilla medido a los 24 días después de la aplicación.



Finalmente, a los 50 días después de la aplicación, los frutos alcanzaron 7.03 cm con dosis de 1.0 ml/L comparado con 7.70 cm cuando las plantas fueron tratadas con 2.0 ml/L, mientras que con el uso de Kelan Complex, la variación fue de 5.93 hasta 6.93 cm a la menor y mayor dosis, respectivamente (Gráfico 4).

Gráfico 4.

Efecto del bioestimulante sobre el diámetro polar de frutos de granadilla medido a los 50 días después de la aplicación.



Con respecto al diámetro ecuatorial, durante la primera evaluación no se evidenció ningún efecto con la dosis de 1.0 mL/L en comparación con las plantas no tratadas (Testigo), pero con la dosis de 1.5 y 2.0 mL/L se encontró un efecto importante que se evidenció con un incremento de 5.03 hasta 5.10 cm, respectivamente (Gráfico 5). Contrariamente, la aplicación de Kelan Complex no mostró ningún efecto con las diferentes dosis. Así, a los 24 días después de la aplicación no se verificó ningún efecto importante con ambos productos (Gráfico 6).

Gráfico 5. Efecto del bioestimulante sobre el diámetro ecuatorial de frutos de granadilla medido a los 0 días después de la aplicación.

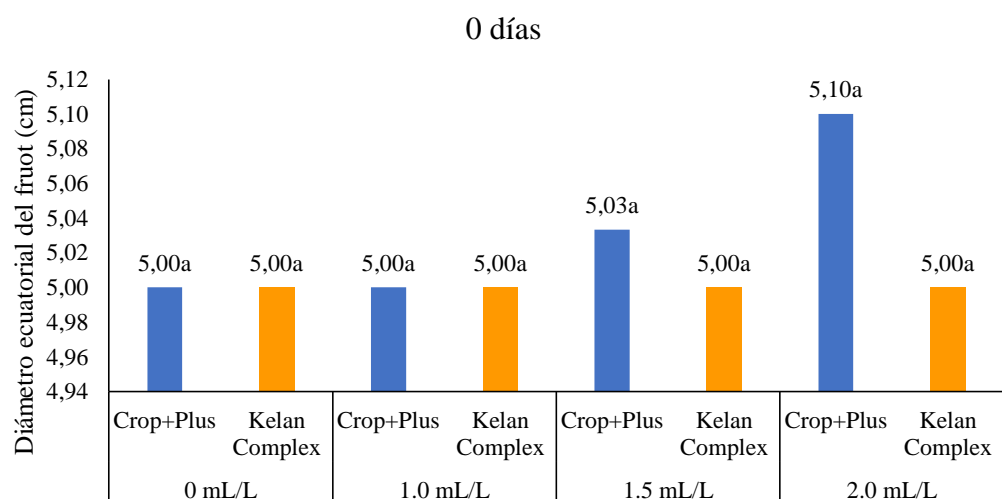
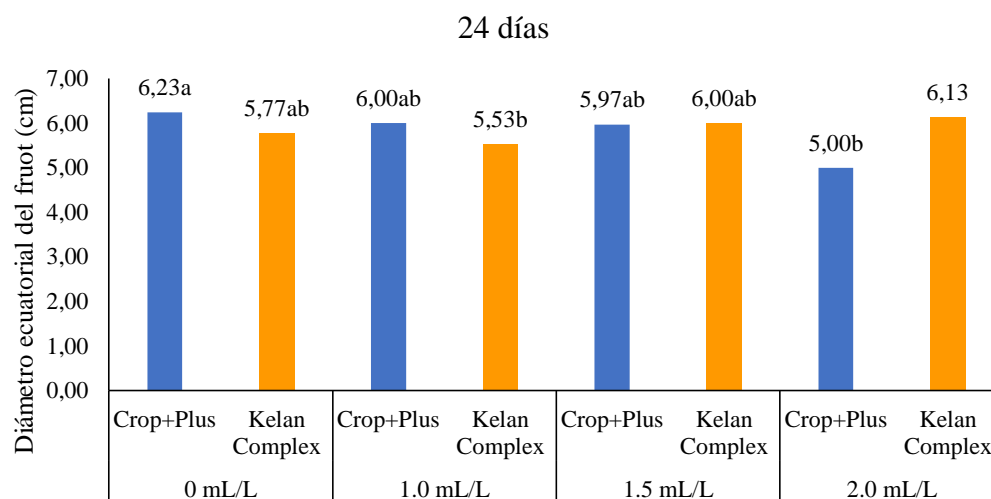


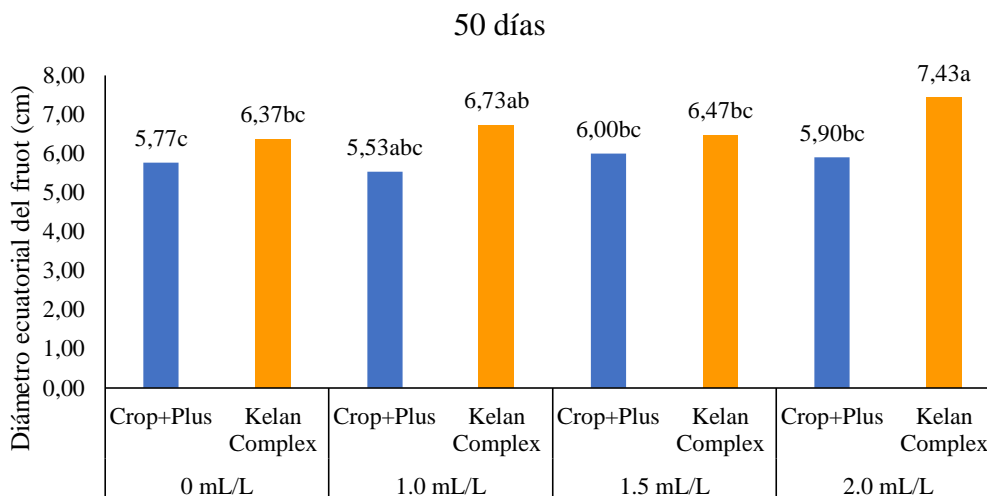
Gráfico 6. Efecto del bioestimulante sobre el diámetro ecuatorial de frutos de granadilla medido a los 24 días después de la aplicación.



Durante la última evaluación hecha a los 50 días después de la aplicación se observó un efecto contrario, es decir que, durante esta evaluación se encontró que el Kelan Complex provocó el mayor incremento en el diámetro ecuatorial desde 6.37 cm hasta 7.43 cm a la menor y mayor dosis, respectivamente (Gráfico 7). En cuanto al efecto del Crop+Plus el incremento apenas alcanzó valores de 5.90 cm con la mayor dosis.

Gráfico 7.

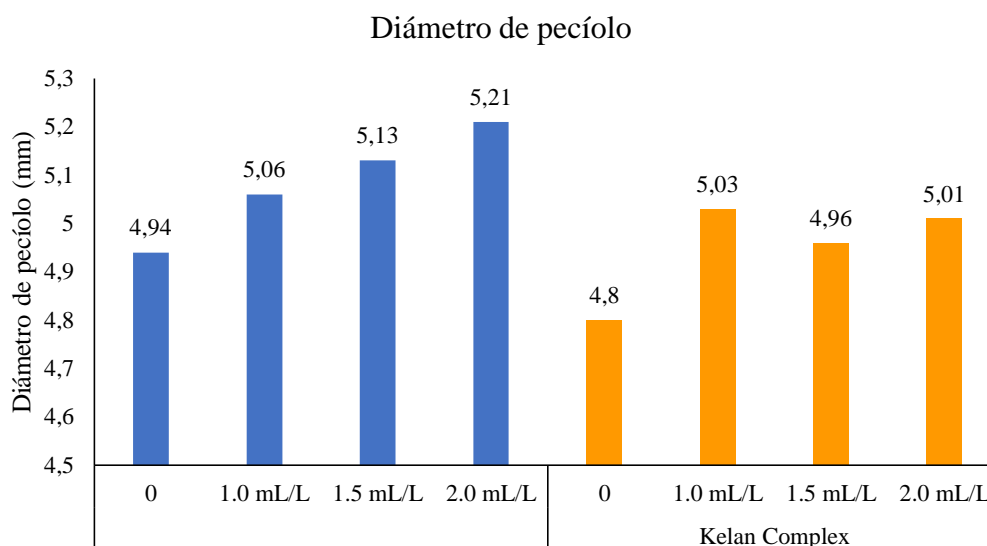
Efecto del bioestimulante sobre el diámetro ecuatorial de frutos de granadilla medido a los 50 días después de la aplicación.



3.3. Efecto de la dosis sobre el diámetro de pecíolo en frutos de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Con relación a las dosis del producto se observó que en el caso de Crop + Plus el incremento de la dosis de aplicación provocó un aumento en las tres variables (diámetro de pecíolo del fruto, diámetro ecuatorial y diámetro polar del fruto) y todas las dosis fueron superiores al tratamiento control (Gráfico 8). En cuanto al diámetro de pecíolo, la dosis de 2.0 ml/L fue 5.2% mayor que el tratamiento testigo y la diferencia con relación a las dosis de 1.0 y 1.5 ml/L fue menor alcanzando 2.9 y 1.5 % menor con relación a la mayor dosis. En el diámetro ecuatorial del fruto, las diferencias en el efecto fueron mayores puesto que el tratamiento control fue 21.5% menor que con relación a la dosis 2.0 ml/L y así, esta diferencia fue haciéndose menor a medida que se incrementó la dosis de Crop+Plus. Por último, un comportamiento similar se observó en el diámetro polar, siendo este 22.1%; 15.8% y 8.7 % mayor en plantas tratadas con la mayor dosis en comparación con el tratamiento testigo y las dosis 1.0 y 1.5 ml/L, respectivamente.

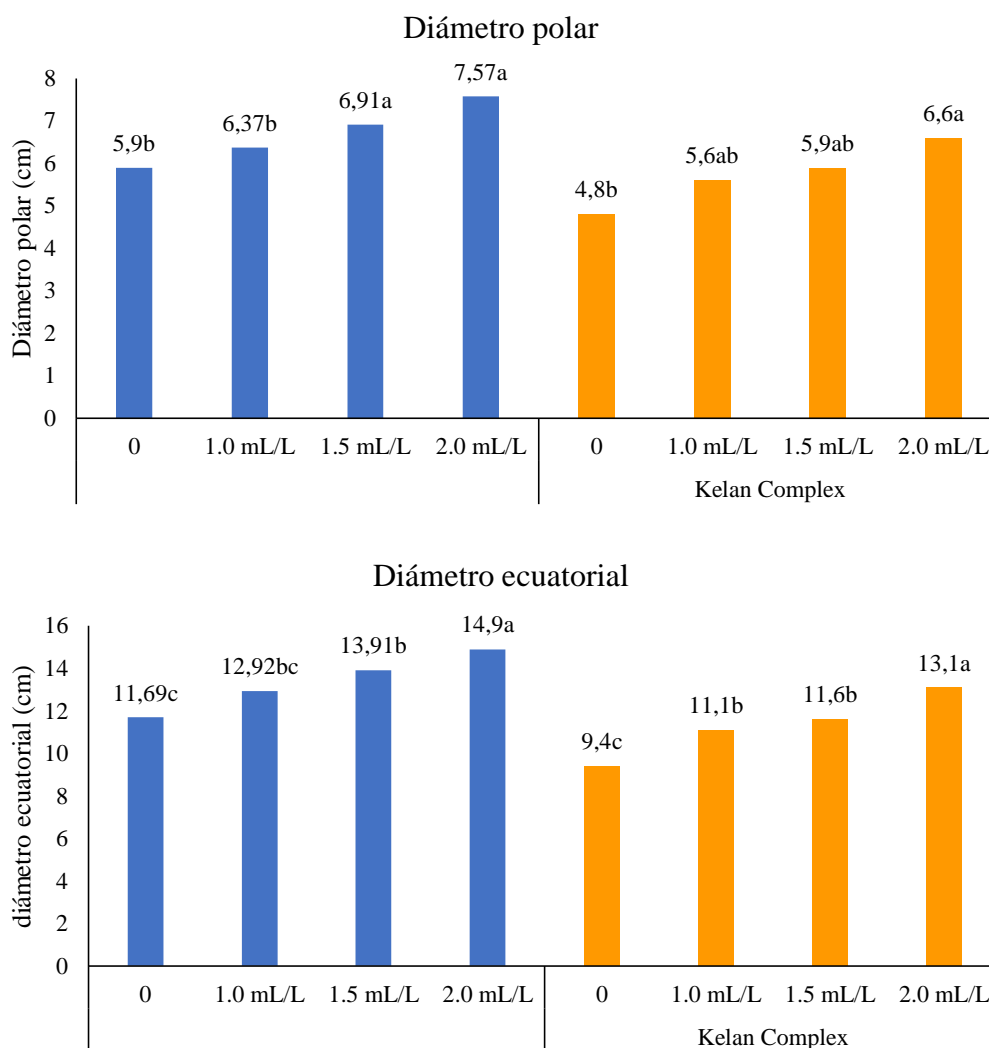
Gráfico 8. Efecto de la dosis de Crop+Plus y Kelan Complex sobre el diámetro de pecíolo del fruto de granadilla.



3.4. Efecto de la dosis sobre el diámetro polar y ecuatorial del fruto de granadilla (*Passiflora ligularis*)

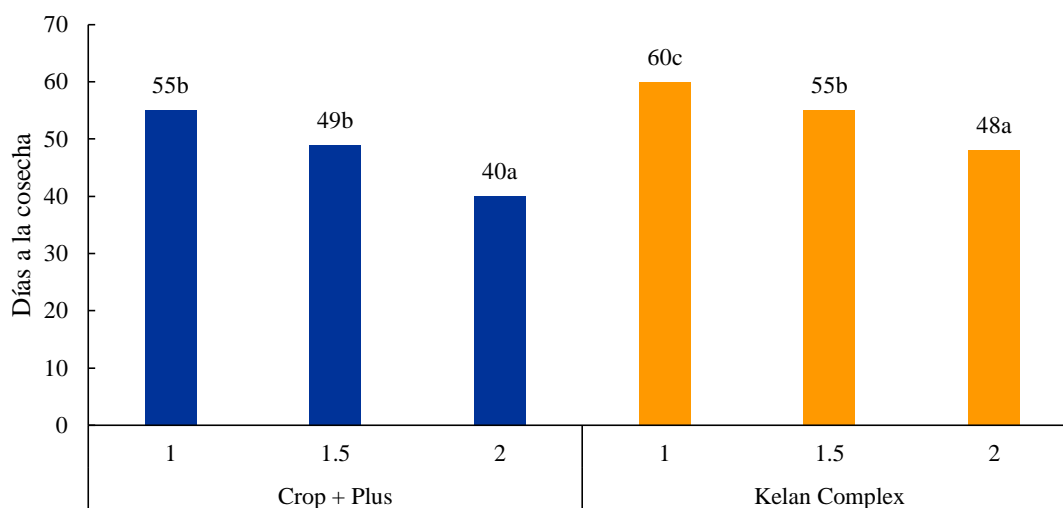
Cuando se consideró el efecto de las dosis del bioestimulante Kelan Complex, aunque no se observó efecto sobre el diámetro de pecíolo, si se detectó efecto en las variables diámetro ecuatorial y longitudinal evidenciado por los mayores valores cuando se aplicó la dosis de 2.0 cc/L, lo que resultó en valores superiores en un 24.8% con relación al tratamiento testigo, mientras que con las dosis de 1.0 y 1.5 ml/L se observó una diferencia menor que alcanzó un 15.3 y 11.5 % con relación a la mayor dosis. En el diámetro polar se observó una tendencia similar, donde las diferencias fueron de 27.3%; 15.2 % y 10.6 % mayor que en el tratamiento testigo, dosis baja (1.0 ml/L) y dosis media (1.5 ml/L), respectivamente (Gráfico 9).

Gráfico 9. Efecto de la dosis de Crop+Plus y Kelan Complex sobre el diámetro ecuatorial y diámetro polar de frutos de granadilla.



Además, se observó efecto sobre el número de días a la cosecha del fruto de granadilla (Fig. 4). Se encontró que con ambos productos se redujo el tiempo a la cosecha a medida que se incrementó la dosis del bioestimulante y este efecto fue mayor con la aplicación de Crop + Plus donde con la aplicación de 1,5 ml/l provocó reducción del 10.9% mientras que con 2.0 cc/l la reducción de 27.3% con relación a la dosis menor. Con relación al uso de Kelan Complex la reducción fue relativamente menor, puesto que la reducción en el número de días alcanzó 8.3 y 20.0% con las dosis de 1.5 y 2.0 ml/l, respectivamente.

Gráfico 10. Número de días a la cosecha en frutos de granadilla por efecto de la aplicación de bioestimulantes y sus dosis.



Estudios previos han demostrado que el uso de diferentes tipos de bioestimulantes ha promovido la productividad de varias especies de *Passiflora*, especialmente, *P. edulis*. En este sentido, Diniz et al. (2020) evaluaron el efecto de un bioestimulante obtenido a partir de excretas de bovino a dosis de 4 L/planta y nitrógeno sobre la composición mineral de macronutrientes, micronutrientes y sodio de la hoja y la productividad de maracuyá amarillo (*P. edulis*) y observaron que la mayor producción de frutos (30.75 t/ha) se obtuvo de las plantas tratadas con 100% de bioestimulante bovino y con nitrógeno. Los autores concluyeron que en vista de los altos valores obtenidos en la productividad de plantas con bioestimulante bovino y nitrógeno se verificó que el bioestimulante no sustituye al nitrógeno para el cultivo de maracuyá amarillo.

De la misma manera, al evaluar los efectos del bioestimulante bovino en la producción de maracuyá y la calidad de la fruta de tres genotipos Guinezinho – LG, BRS Gigante Amarelo - GA y BRS Sol do Cerrado - SC, de Aguiar et al. (2017) demostraron que la aplicación del bioestimulante a dosis de 5 L/planta en el agua de riego brindaron características de calidad superiores a las requeridas por el mercado frutícola en Brasil.

De acuerdo con Elsayed et al. (2020), los incrementos observados en los parámetros de crecimiento y productividad de los cultivos tratados con bioestimulantes se debe a que este tipo de productos hace una liberación más lenta de los nutrientes (en forma de nitrógeno) que

los bioestimulantes inorgánicos lo cual asegura una buena provisión de los requerimientos nutritivos de la planta.

Los efectos positivos sobre los parámetros de producción y calidad de los frutos de granadilla pueden ser debidos al efecto de las fitohormonas contenidas en ambos bioestimulantes. De acuerdo con Sabagh (2022), se reconocen dos tipos de fitohormonas; las que promueven procesos de crecimiento de las plantas, tales como la división celular, el alargamiento celular, el desarrollo de semillas y frutos y el patrón de diferenciación y aquellas que actúan como factores de resistencia a los factores estresantes bióticos y abióticos.

A pesar del efecto de las fitohormonas sobre varios procesos fisiológicos de las plantas, hasta la fecha en especies de *Passiflora* no existen estudios que evalúen el efecto sobre el rendimiento, puesto que los estudios han sido enfocados al efecto sobre la multiplicación. En tal sentido

3.5. Efecto del bioestimulante sobre los grados brix y peso del fruto de la *Passiflora ligularis* (granadilla)

Se demostró efecto tanto del producto como de la dosis usada sobre el contenido total de sacarosa disuelta en el jugo de granadilla y en el peso de los frutos (Gráficos 11 y 12). Con relación a los °Brix, los mayores valores fueron observados en frutos obtenidos de plantas tratadas con Crop+Plus con dosis de 1.5 y 2.0 ml/L, mientras que el tratamiento testigo y con la menor dosis (1.0 ml/L) el contenido de sacarosa fue 17.7 y 15.8% menor en comparación con la mayor dosis. En el caso de los frutos de plantas tratadas con Kelan Complex, las diferencias fueron aún mayores, alcanzando diferencias de 21.5 % y 16.3% en el tratamiento testigo y con la dosis menor.

Finalmente, también se evidenció efecto del bioestimulante y sus dosis sobre el peso del fruto y los máximos valores fueron obtenidos con Crop+Plus aplicado a la mayor dosis (2.0 ml/L), seguido de Crop+Plus a dosis de 1.5 ml/L y del tratamiento con Kelan Complex a la dosis de 2.0 ml/L. Este tratamiento resultó ser 45.8% superior que el tratamiento testigo y al compararlos con las dosis baja y media (1.0 y 1.5 ml/L) resultó ser 38.1 y 13.9% mayor.

Gráfico 11.

Efecto del bioestimulante y sus dosis sobre el total de sacarosa disuelta (°Brix) en el jugo del fruto de granadilla a la cosecha.

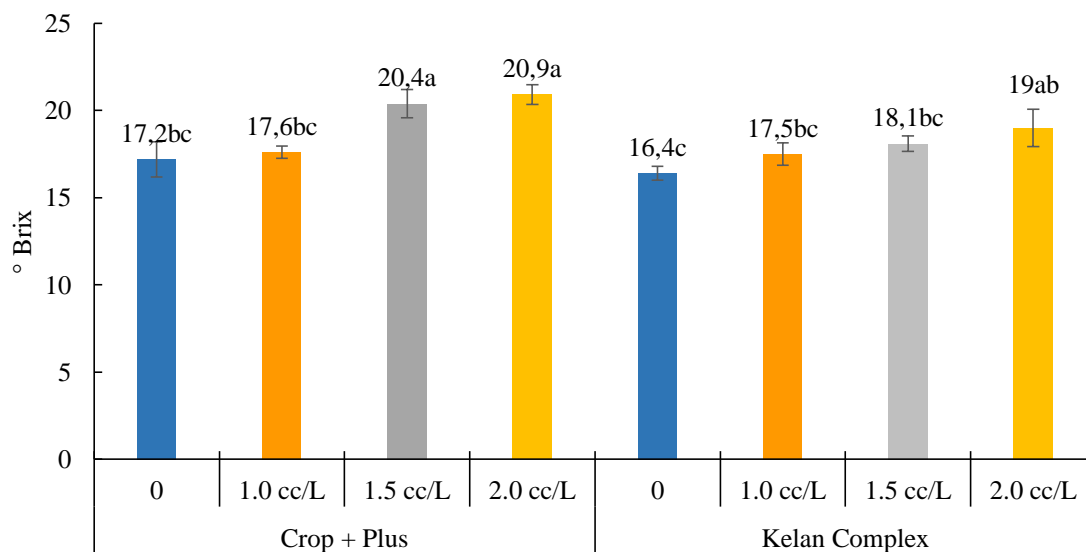
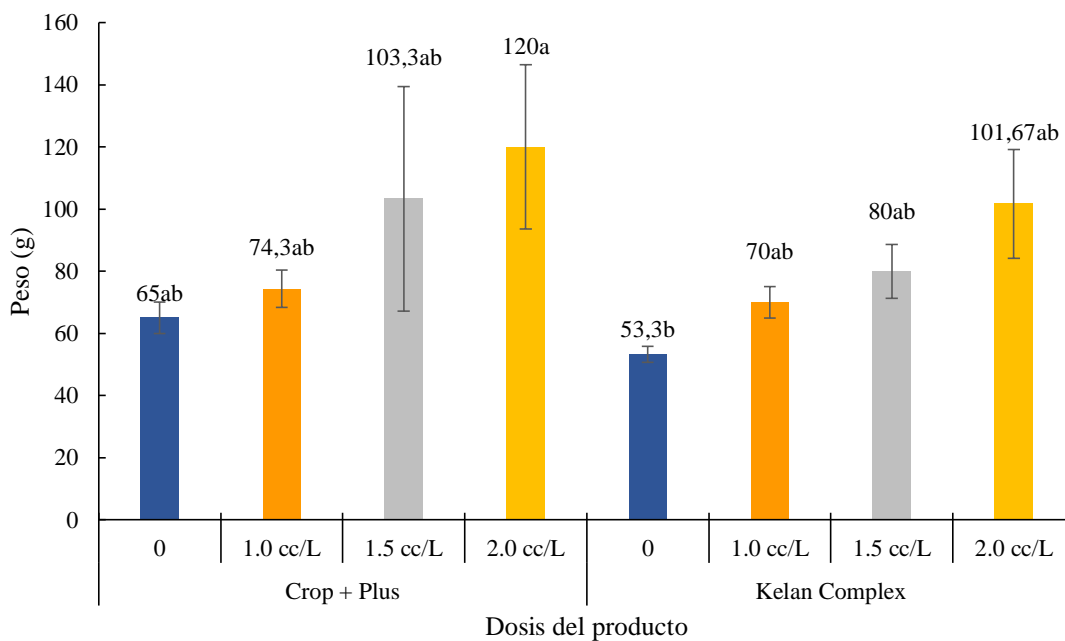


Gráfico 12. *Efecto del bioestimulante y sus dosis sobre el peso del fruto de granadilla.*

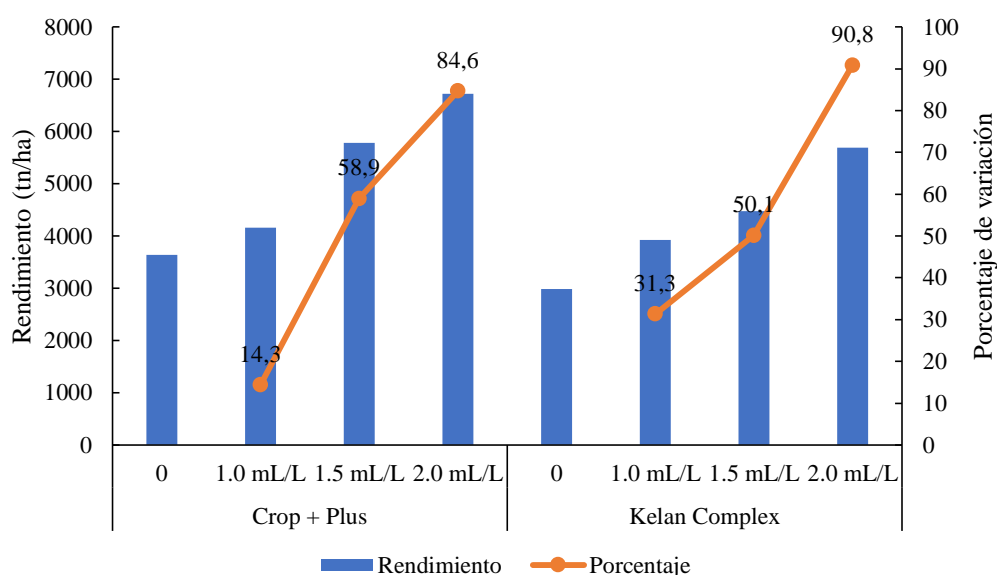


Mayores diferencias fueron observadas al comparar los pesos de frutos de plantas tratadas con Crop + Plus a la mayor dosis con los frutos obtenidos de plantas tratadas con

Kelan Complex, con las cuales la primera resultó ser 55.6%, 41.7%, 33.3% y 15.3% con el tratamiento testigo, 1.0; 1.5 y 2.0 ml/L, respectivamente. En general, los rendimientos fueron variables en cada tratamiento, los cuales variaron desde 3640.0 en el tratamiento control hasta 6720 tn/ha cuando se aplicó la mayor dosis de Crop + Plus, mientras que con Kelan Complex la variación fue desde 2984.8 tn/ha en el tratamiento control hasta 5693.5 tn/ha con la mayor dosis (Gráfico 13).

Gráfico 13.

Rendimiento estimado y porcentaje de variación del rendimiento de plantas de granadilla tratadas con Crop+Plus y Kelan Complex.



Generalmente, el contenido de sólidos solubles en frutos ha sido utilizado como indicador de la calidad de la fruta y los valores para los híbridos se encuentran dentro del rango óptimo de 13 a 15 °Brix (de Aguiar et al., 2017).

Cuando Safwandi et al. (2021) investigaron el efecto de la variedad (Pertiwi Anvi y Action 88) y su interacción con las dosis de bioestimulante (0, 5, 10 y 15 ml/L) sobre el crecimiento y rendimiento del melón (*Cucumis melo* L.) observaron que la interacción entre las dosis del bioestimulante y la variedad tuvo efecto significativo en el crecimiento, el rendimiento y sobre los sólidos disueltos totales (% Brix) de melón, con la aplicación de bioestimulante a dosis de 10 ml/L sobre la variedad Pertiwi Anvi donde se obtuvieron los mejores resultados.

Hernández-Montiel et al. (2020) señalan que las bacterias de la rizósfera son una alternativa de bioestimulación pues ayuda el crecimiento y la productividad de las plantas, no contaminan el medio ambiente y su aplicación es de bajo costo. Así, estos autores evaluaron el efecto de la inoculación de tres cepas de rizobacterias de *Pseudomonas putida* sobre los parámetros morfológicos y rendimiento de frutos en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad ‘California Wonder’ en condiciones de invernadero y encontraron que las bacterias incrementaron todos los parámetros morfológicos y la productividad del pimiento, por lo que sugieren el uso de *P. putida* como bioestimulante en la producción sostenible de cultivos hortícolas.

3.6. Comprobación de la hipótesis

La aplicación foliar de dos bioestimulantes orgánicos influye positivamente en el rendimiento del fruto de granadilla (*Passiflora ligularis*) ya que se obtuvo mayor rendimiento, lo cual comprueba la hipótesis.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se demostró que la aplicación de Crop + Plus resultó ser el mejor bioestimulante puesto que con su uso se obtuvieron los más altos valores en las variables diámetro de pecíolo (5.21 cm) y tamaño de fruto de granadilla, medido a través del diámetro ecuatorial (14.9 cm) y diámetro polar (7.57 cm) durante las evaluaciones hechas en las diferentes fechas de muestreo.

Cuando se comparó con los valores observados en el tratamiento control, se observó un efecto de la dosis del producto, demostrándose que el incremento de la dosis de aplicación de Crop + Plus provocó aumento en el diámetro de pecíolo (4.94 y 5.21 mm), diámetro ecuatorial (11.69 y 14.9 cm) y diámetro polar (5.9 y 7.57 cm) del fruto.

También se evidenció efecto del bioestimulante y sus dosis sobre el peso del fruto y los máximos valores fueron obtenidos con Crop + Plus (120 g) aplicado a la mayor dosis de 2.0 mL/L, lo que permite concluir que el rendimiento de la granadilla es mejorado por este bioestimulante.

El contenido total de sacarosa disuelta (° Brix) en el jugo de granadilla también fue afectado por el producto y la dosis usada con los mayores valores obtenidos a partir de frutos cosechados de plantas tratadas con Crop + Plus con dosis de 1.5 y 2.0 ml/L (20.4 y 20.9 °Brix).

Finalmente, el rendimiento mostró una tendencia al incremento por efecto del aumento de las dosis del bioestimulante, siendo este efecto más marcado con el uso de las mayores dosis de Crop + Plus y Kelan Complex con los que se alcanzaron incrementos de 84.6 y 90.8%, respectivamente.

4.2. RECOMENDACIONES

Basados en los resultados, se sugiere incluir el bioestimulante Crop + Plus como fuente de estimulación del incremento del rendimiento y calidad del fruto de granadilla, de

manera de realizar una agricultura respetuosa del ambiente y que, además aseguren buenos rendimientos y en consecuencia un mayor retorno económico para el agricultor.

Se sugiere evaluar el uso de bioestimulantes en combinaciones con fertilizantes inorgánicos para medir su compatibilidad y efecto sinérgico sobre el rendimiento de diferentes cultivos agrícolas.

En vista de los resultados positivos sobre el rendimiento en el cultivo de granadilla, se sugiere realizar estudios de beneficio/costo y ser comparados con otras fuentes de fertilización de manera de determinar el impacto económico de esta alternativa, así mismos se recomienda realizar la evaluación de estos bioestimulantes en otros rubros producidos en la zona con el fin de determinar su potencial efecto sobre otros cultivos de importancia económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrizon. (2021). Ficha técnica Crop + Plus Foliar. In *Agrizon Productos Agrícolas*.
- Agrobimsa. (2021). *Kelan Complex*.
- Albrecht, U. (2019). Plant Biostimulants: Definition and Overview of Categories and Effects. In *IFAS Extension*. <https://doi.org/10.32473/edis-hs1330-2019>
- Alzamel, N. M., Taha, E. M. M., Bakr, A. A. A., & Loutfy, N. (2022). Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Properties, Growth Yield, and Physiochemical Properties of Sunflower Seeds and Oils. *Sustainability*, *14*, 1–18. <https://doi.org/10.3390/su141912928>
- Amin, A. A., Gharib, F. A. E., El-Awadi, M., & Rashad, E. S. M. (2011). Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine. *Scientia Horticulturae*, *129*(3), 353–360. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.03.052>
- Arias Suárez, J., Ocampo, J., & Urrea Gómez, R. (2016). Sistemas de polinización en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) como base para estudios genéticos y de conservación = Pollination systems in sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) as a basis for genetic and conservation studies. *Acta Agronómica*, *65*, 197–203.
- Bonilla, M. M., Aguirre, A. C., & Agudelo, O. M. (2015). Morfología de *Passiflora*: una guía para la descripción de sus especies. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, *6*(1), 91–109. <https://doi.org/10.22490/21456453.1266>
- CABI Compendium. (2022). *Passiflora ligularis* (sweet granadilla). Data Sheets. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.116173>
- Caccialupi, G., Caradonia, F., Ronga, D., Ben Hassine, M., Truzzi, E., Benvenuti, S., & Francia, E. (2022). Plant Biostimulants Increase the Agronomic Performance of Lavandin (*Lavandula x intermedia*) in Northern Apennine Range. *Agronomy*, *12*, 1–17. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092189>
- de Aguiar, A. V. M., Cavalcante, L. F., da Silva, R. M., Dantas, T. A. G., & dos Santos, E. C. (2017). Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. *Revista Caatinga*, *30*(1), 136–148. <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n115rc>
- de Sá, J. M., Leitão, E. T. C., Gomes, C. D. L., Rodrigues, M. H. B. S., Sousa, V. F. de O., Santos, G. L. dos, Melo, R. A. P. de, Mendonça Júnior, A. F. de, Lacerda, J. S. P. de, & Santos, A. da S. (2018). The Initial Growth of Passion Fruit Plant Irrigated With Saline Water and the Application of Biostimulants. *Journal of Agricultural Science*, *10*(9), 357–363. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n9p357>
- de Vasconcelos, A. M. F., & Chaves, L. H. G. (2019). Biostimulants and Their Role in Improving Plant Growth under Abiotic Stresses. In S. M. Mirmajlessi & R. Radhakrishnan (Eds.), *Biostimulants in Plant Science* (pp. 225–240). InTech. <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
- Díaz, G., Rodríguez, G., Montana, L., Miranda, T., Basso, C., & Arcia, M. (2020). Efecto de

- la aplicación de bioestimulantes y Trichoderma sobre el crecimiento en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en vivero. *Bioagro*, 32(3), 195–204.
- Diniz, A. A., Cavalcante, L. F., Souto, A. G. de L., Cardoso, E. de A., Souto, P. C., Mendonça, R. M. N., & Dias, N. da S. (2020). Leaf composition and productivity of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) access “Guinezinho” in soil with bovine biofertilizer and nitrogen. *Australian Journal of Crop Science*, 14(1), 133–139. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.01.p2013>
- Elsayed, S. I. M., Glala, A. A., Abdalla, A. M., El-Sayed, A. E. G. A., & Darwish, M. A. (2020). Effect of biofertilizer and organic fertilization on growth, nutrient contents and fresh yield of dill (*Anethum graveolens*). *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00375-z>
- Fischer, G., & Miranda, D. (2021). Review on the ecophysiology of important andean fruits: *Passiflora* L. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(2), 9471–9481. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.91828>
- Forde, B. G., & Lea, P. J. (2007). Glutamate in plants: Metabolism, regulation, and signalling. *Journal of Experimental Botany*, 58(9), 2339–2358. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm121>
- GAD Municipal. (2020). *Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Canton Naranjal* (p. 234). http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/DIAGNOSTICO_PRELIMINAR_PDYOT_NARANJAL_15-11-2014.pdf
- Gaona-Gonzaga, P., Vásquez-Rojas, L., Aguayo-Pacas, S., Viera-Arroyo, W., Viteri-Díaz, P., Sotomayor-Correa, A., Medina-Rivera, L., Mejía-Bonilla, P., & Cartagena-Ayala, Y. (2020). Respuesta del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) cultivar “Colombiana” al suministro de nitrógeno y potasio por fertirriego. *Manglar*, 17(1), 75–82. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/149/265%0Ahttps://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/149>
- Gutiérrez-Chacón, C., Pantoja-Santacruz, J., & Klein, A. M. (2018). Floral larceny by the stingless bee *Trigona amalthea* on granadilla (*Passiflora ligularis* Juss). *Journal of Pollination Ecology*, 22, 75–81. [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2018\)eight](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2018)eight)
- Hernández-Montiel, L. G., Murillo-Amador, B., Chiquito-Contreras, C. J., Zuñiga-Castañeda, C. E., Ruiz-Ramírez, J., & Chiquito-Contreras, R. G. (2020). Morpho-productive response of bell pepper plants biofertilized with *Pseudomonas putida* and reduced dosage of synthetic fertilizers in greenhouse. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 583–596. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.651>
- Jørgensen, P. M., Muchhala, N., & MacDougal, J. M. (2012). *Passiflora unipetala*, a new bat-pollinated species of *Passiflora* supersect. *Tacsonia* (Passifloraceae). *Novon*, 22(2), 174–179. <https://doi.org/10.3417/2011095>
- Joy, J. (2022). Importance and value added products of *Passiflora edulis*. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7), 1513–1518.

- Lima, A. S., Rosato, M. J. S., Nascimento, V. A., & Bonetti, L. L. da S. (2018). Efeito do bioestimulante na germinação e no vigor de sementes de pepino. *Intercursos*, 17(2), 101–112.
- Miranda, D. (2020). Granadilla: *Passiflora ligularis* Luss. In A. Rodríguez Carlosama, F. G. Faleiro, M. Parra Morera, & A. M. Costa (Eds.), *Pasifloras especies cultivadas en el mundo* (pp. 65–105). ProImpress.
- Miranda, D., Perea, M., & Magnitskiy, S. (2009). Propagación de especies pasifloráceas. In D. Miranda, G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra, W. Piedrahíta, & L. E. Flórez (Eds.), *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba* (pp. 69–95). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Miranda D. (2015). Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). In D. Miranda, G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra, W. Piedrahíta, & L. E. Flórez (Eds.), *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba* (Vol. 1, pp. 121–157). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Nogueira, M. S., Rocha Matias, S. S., Lima Evangelista, T. Y., Araujo Barros, B. A., Pereira, G. A., & De Sousa, G. B. (2021). Growth and initial development of passion fruit plants in different concentrations of biostimulants. *Comunicata Scientiae*, 12, 1–5. <https://doi.org/10.14295/cs.v12.3525>
- Noroozlo, Y. A., Souiri, M. K., & Delshad, M. (2019). Stimulation Effects of Foliar Applied Glycine and Glutamine Amino Acids on Lettuce Growth. *Open Agriculture*, 4, 164–172. <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0016>
- Nozaki, S. (2022). *Reducing the environmental impact of chemical fertilizers is increasingly important for sustainable agriculture*.
- Ocampo, J. (2007). *Study of the genetic diversity of genus Passiflora L. (Passifloraceae) and its distribution in Colombia* [Ecole Nationale Supérieure Agronomique De Montpellier]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1073.7126>
- Ocampo, J., Arias, J. C., & Urrea, R. (2015). Colecta e identificación de genotipos élite de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia Collect and identification of elite genotypes of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) in Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 9–23.
- Peña, R., & Cruz, A. (2020). Aplicación de bioestimulantes con microelementos en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.): Rendimiento, calidad y rentabilidad económica Application. *Manglar*, 17(1), 39–46.
- Ricci, M., Tilbury, L., Daridon, B., & Sukalac, K. (2019). General principles to justify plant biostimulant claims. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00494>
- Sabagh, M. (2022). Role of Plant Hormones in the Plant Growth and Crop Yield. *Agrotechnology*, 11, 11–12. <https://doi.org/10.35248/2168-9891.22.11.295>

- Safwandi, S., Hanani, F., Yusuf N, M., Jamidi, J., Hafifah, H., & Ismadi, I. (2021). The applications of biofertilizer on growth and yield of melon varieties (*Cucumis melo* L.). *Journal of Tropical Horticulture*, 4(2), 50–54. <https://doi.org/10.33089/jthort.v4i2.65>
- Santos-Jiménez, J. L., de Barros Montebianco, C., Olivares, F. L., Canellas, L. P., Barreto-Bergter, E., Rosa, R. C. C., & Vaslin, M. F. S. (2022). Passion fruit plants treated with biostimulants induce defense-related and phytohormone-associated genes. *Plant Gene*, 30, 100357. <https://doi.org/10.1016/j.plgene.2022.100357>
- Şesan, T. E., Oancea, A. O., Ştefan, L. M., Mănoiu, V. S., Ghiurea, M., Răut, I., Constantinescu-Aruxandei, D., Toma, A., Savin, S., Bira, A. F., Pomohaci, C. M., & Oancea, F. (2020). Effects of Foliar Treatment with a Trichoderma Plant Biostimulant Consortium on *Passiflora caerulea* L. Yield and Quality. *Microorganisms*, 8, 1–27. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010123>
- Solórzano, T. (2022). *Efecto de bioestimulantes en la producción de plantas de maracuyá (Passiflora edulis) en vivero con varios sustratos* [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://serisc.org/journals/index.php/IJAST/article>
- Vademécum Agrícola. (2016). *Fertilizantes bioestimulantes, reguladores* (p. 97). Edifarm.
- Wang, G., Xu, M., Wang, W., & Galili, G. (2017). Fortifying horticultural crops with essential amino acids: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(6). <https://doi.org/10.3390/ijms18061306>
- Yin, H., Yang, F., He, X., Du, X., Mu, P., & Ma, W. (2022). Advances in the functional study of glutamine synthetase in plant abiotic stress tolerance response. *Crop Journal*, 10(4), 917–923. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2022.01.003>
- Yu, B., Liu, N., Tang, S., Qin, T., & Huang, J. (2022). Roles of Glutamate Receptor-Like Channels (GLRs) in Plant Growth and Response to Environmental Stimuli. *Plants*, 11(24), 1–16. <https://doi.org/10.3390/plants11243450>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico de los datos

Análisis Día 0

ANOVA

Statistix 10,0
17:08:48

8/3/2023;

Factorial AOV Table for Peciolo

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,00042	4,167E-04	0,08	0,7851
Dosis	3	0,00458	1,528E-03	0,28	0,8376
Producto*Dosis	3	0,00458	1,528E-03	0,28	0,8376
Error	16	0,08667	5,417E-03		
Total	23	0,09625			

Grand Mean 3,0625
CV 2,40

Factorial AOV Table for DiamPol

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	1,456E-31	1,456E-31	0,00	1,0000
Dosis	3	0,02333	7,778E-03	0,32	0,8133
Producto*Dosis	3	0,02333	7,778E-03	0,32	0,8133
Error	16	0,39333	0,02458		
Total	23	0,44000			

Grand Mean 5,6000
CV 2,80

Factorial AOV Table for DiamEcu

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,00667	6,667E-03	1,60	0,2240
Dosis	3	0,01000	3,333E-03	0,80	0,5119
Producto*Dosis	3	0,01000	3,333E-03	0,80	0,5119
Error	16	0,06667	4,167E-03		
Total	23	0,09333			

Grand Mean 5,0167
CV 1,29

Factorial AOV Table for DiamPec

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	2,042E-04	2,042E-04	1,69	0,2121
Dosis	3	2,792E-04	9,306E-05	0,77	0,5274
Producto*Dosis	3	2,792E-04	9,306E-05	0,77	0,5274
Error	16	1,933E-03	1,208E-04		
Total	23	2,696E-03			

Grand Mean 0,5029
CV 2,19

Prueba de medias

Statistix 10,0
17:04:01

8/3/2023;

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	3,0667	A
2	3,0583	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0300
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0637
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3,0833	A
0	3,0667	A
1	3,0500	A
3	3,0500	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0425
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0901
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	2	3,1000	A
1	0	3,0667	A
1	1	3,0667	A
1	2	3,0667	A
1	3	3,0667	A
2	0	3,0667	A
2	1	3,0333	A
2	3	3,0333	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0601
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,1274
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	5,6000	A
1	5,6000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0640
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,1357
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	5,6500	A
1	5,6000	A
0	5,5833	A
2	5,5667	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0905
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,1919
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3	5,7000	A
1	1	5,6000	A
2	0	5,6000	A
2	1	5,6000	A
2	2	5,6000	A
2	3	5,6000	A
1	0	5,5667	A
1	2	5,5333	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1280
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,2714
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	5,0333	A
2	5,0000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0264
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0559
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	5,0500	A
2	5,0167	A
0	5,0000	A
1	5,0000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0373
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0790
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3	5,1000	A
1	2	5,0333	A
1	0	5,0000	A
1	1	5,0000	A
2	0	5,0000	A
2	1	5,0000	A
2	2	5,0000	A
2	3	5,0000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0527
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,1117
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Producto

Producto Mean Homogeneous Groups

1	0,5058	A
2	0,5000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 4,488E-03
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 9,513E-03
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Dosis**Dosis Mean Homogeneous Groups**

2	0,5083	A
0	0,5033	A
1	0,5000	A
3	0,5000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 6,346E-03
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0135
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Producto*Dosis**Producto Dosis Mean Homogeneous Groups**

1	2	0,5167	A
1	0	0,5067	A
1	1	0,5000	A
1	3	0,5000	A
2	0	0,5000	A
2	1	0,5000	A
2	2	0,5000	A
2	3	0,5000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 8,975E-03
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0190
 There are no significant pairwise differences among the means.

Análisis Día 24**ANOVA**

Statistix 10,0
 17:12:37

8/3/2023;

Factorial AOV Table for Peciolo

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,00167	1,667E-03	0,80	0,3844
Dosis	3	0,01667	5,556E-03	2,67	0,0829
Producto*Dosis	3	0,00167	5,556E-04	0,27	0,8484
Error	16	0,03333	2,083E-03		
Total	23	0,05333			

Grand Mean 3,4333
 CV 1,33

Factorial AOV Table for DiamPol

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,57042	0,57042	2,78	0,1151

Dosis	3	0,75458	0,25153	1,22	0,3332
Producto*Dosis	3	0,51792	0,17264	0,84	0,4915
Error	16	3,28667	0,20542		
Total	23	5,12958			

Grand Mean 6,3042
CV 7,19

Factorial AOV Table for DiamEcu

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,48167	0,48167	3,36	0,0855
Dosis	3	0,24833	0,08278	0,58	0,6381
Producto*Dosis	3	0,25500	0,08500	0,59	0,6286
Error	16	2,29333	0,14333		
Total	23	3,27833			

Grand Mean 5,9417
CV 6,37

Factorial AOV Table for DiamPec

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,00844	8,438E-03	16,20	0,0010
Dosis	3	0,00365	1,215E-03	2,33	0,1127
Producto*Dosis	3	0,00365	1,215E-03	2,33	0,1127
Error	16	0,00833	5,208E-04		
Total	23	0,02406			

Grand Mean 0,5187
CV 4,40

Prueba de medias

Statistix 10,0
17:10:11

8/3/2023;

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	3,4417	A
2	3,4250	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0186
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0395
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3,4667	A
3	3,4500	AB
2	3,4167	AB
0	3,4000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0264
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0559
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	1	3,4667	A
1	3	3,4667	A
2	1	3,4667	A
1	2	3,4333	A
2	3	3,4333	A
1	0	3,4000	A
2	0	3,4000	A
2	2	3,4000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0373
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0790
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	6,4583	A
2	6,1500	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1850
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,3922
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	6,5667	A
2	6,3000	A
0	6,2833	A
1	6,0667	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2617
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,5547
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3	6,8000	A
1	0	6,5333	AB
2	2	6,4000	AB
2	3	6,3333	AB
1	1	6,3000	AB
1	2	6,2000	AB
2	0	6,0333	AB
2	1	5,8333	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3701
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,7845
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	6,0833	A
2	5,8000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1546
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,3277
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	6,0167	A
0	6,0000	A
2	5,9833	A
1	5,7667	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2186
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,4634
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	0	6,2333	A
1	3	6,1333	AB
1	1	6,0000	AB
2	2	6,0000	AB
1	2	5,9667	AB
2	3	5,9000	AB
2	0	5,7667	AB
2	1	5,5333	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3091
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,6553
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	0,5375	A
2	0,5000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 9,317E-03
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0198
 All 2 means are significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	0,5333	A
2	0,5250	AB
0	0,5167	AB
1	0,5000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0132
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0279
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3	0,5667	A

1	2	0,5500	A
1	0	0,5333	AB
1	1	0,5000	B
2	0	0,5000	B
2	1	0,5000	B
2	2	0,5000	B
2	3	0,5000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0186
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0395
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Análisis para el día 50

ANOVA

Statistix 10,0
 17:13:52

8/3/2023;

Factorial AOV Table for Peciolo

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,01042	0,01042	1,92	0,1845
Dosis	3	0,00792	0,00264	0,49	0,6960
Producto*Dosis	3	0,00458	0,00153	0,28	0,8376
Error	16	0,08667	0,00542		
Total	23	0,10958			

Grand Mean 4,0292
 CV 1,83

Factorial AOV Table for DiamPol

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	2,6667	2,66667	6,04	0,0257
Dosis	3	3,2633	1,08778	2,47	0,0997
Producto*Dosis	3	0,8433	0,28111	0,64	0,6020
Error	16	7,0600	0,44125		
Total	23	13,8333			

Grand Mean 6,6833
 CV 9,94

Factorial AOV Table for DiamEcu

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	2,10042	2,10042	6,98	0,0177
Dosis	3	2,64458	0,88153	2,93	0,0654
Producto*Dosis	3	0,38125	0,12708	0,42	0,7395
Error	16	4,81333	0,30083		
Total	23	9,93958			

Grand Mean 6,4542
 CV 8,50

Factorial AOV Table for DiamPec

Source	DF	SS	MS	F	P
Producto	1	0,00042	4,167E-04	0,18	0,6755
Dosis	3	0,00208	6,944E-04	0,30	0,8228
Producto*Dosis	3	0,00208	6,944E-04	0,30	0,8228
Error	16	0,03667	2,292E-03		
Total	23	0,04125			

Grand Mean 0,5125

CV 9,34

Prueba de medias

Statistix 10,0
17:14:38

8/3/2023;

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Producto

Producto Mean Homogeneous Groups

1	4,0500	A
2	4,0083	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0300

Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0637

There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Dosis

Dosis Mean Homogeneous Groups

2	4,0500	A
1	4,0333	A
3	4,0333	A
0	4,0000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0425

Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0901

There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of Peciolo for Producto*Dosis

Producto Dosis Mean Homogeneous Groups

1	1	4,0667	A
1	2	4,0667	A
1	3	4,0667	A
2	2	4,0333	A
1	0	4,0000	A
2	0	4,0000	A
2	1	4,0000	A
2	3	4,0000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0601

Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,1274

There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Producto

Producto Mean Homogeneous Groups

1	7,0167	A
2	6,3500	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2712
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,5749
 All 2 means are significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	7,3167	A
2	6,5333	AB
1	6,4833	B
0	6,4000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3835
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,8130
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPol for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3	7,7000	A
1	1	7,0333	AB
2	3	6,9333	AB
1	0	6,7667	AB
1	2	6,5667	AB
2	2	6,5000	B
2	0	6,0333	B
2	1	5,9333	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,5424
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 1,1498
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	6,7500	A
2	6,1583	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2239
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,4747
 All 2 means are significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	6,9833	A
1	6,4000	AB
2	6,3667	AB
0	6,0667	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3167
 Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,6713
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamEcu for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	3	7,4333	A
1	1	6,7333	AB
2	3	6,5333	ABC
1	2	6,4667	BC
1	0	6,3667	BC
2	2	6,2667	BC
2	1	6,0667	BC
2	0	5,7667	C

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,4478
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,9494
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
1	0,5167	A
2	0,5083	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0195
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0414
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	0,5250	A
1	0,5167	A
2	0,5083	A
0	0,5000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0276
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0586
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey All-Pairwise Comparisons Test of DiamPec for Producto*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
1	1	0,5333	A
2	3	0,5333	A
1	2	0,5167	A
1	3	0,5167	A
1	0	0,5000	A
2	0	0,5000	A
2	1	0,5000	A
2	2	0,5000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0391
Critical T Value 2,120 Critical Value for Comparison 0,0829
There are no significant pairwise differences among the means.

Anexo 2. Fotos del ensayo

Lugar del ensayo



Amarrando los frutos



Diámetro ecuatorial del fruto



Peso del fruto



Grados brix



Tomando datos finales

