

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

“La Hibiscus sabdariffa L., denominado comúnmente flor de Jamaica, corresponde a un arbusto anual de la familia Malvaceae, originario de zonas tropicales africanas” (Da-Costa-Rocha et al., 2014). Presenta cálices de tonalidad rojiza y textura carnosa, considerados la parte de mayor valor comercial. Desde el punto de vista botánico, se identifica por sus hojas con lóbulos, flores individuales de color amarillo claro y cálices que, tras la floración, adquieren un característico rojo intenso.

“La producción mundial de jamaica, China lidera con el 27,76% de la producción mundial, seguida por India (19,91%), Sudán (9,10%), Uganda (8,40%), Indonesia (6,23%), Malasia (5,53%) y México en séptimo lugar (5,14%)”. (Sumaya et al., 2014). *“En América Latina, México destaca como principal productor, con aproximadamente 18.761 hectáreas cultivadas y un rendimiento promedio de 280 kilogramos de materia seca por hectárea”.* (SIAP, 2007).

La producción de flor de jamaica en Bolivia, inició en Alto Beni y actualmente se extiende a regiones subtropicales y cabeceras del valle de La Paz y Cochabamba. Las primeras semillas de *Hibiscus sabdariffa* L. se introdujeron en la colonia Alto Sajama (Alto Beni) con fines medicinales, expandiéndose posteriormente a parcelas demostrativas en Caranavi y Sapecho. La Cooperativa El Ceibo implementó siembras experimentales durante 1994-1995 para producción comercial de té mediante infusión de cálices florales (Chipana, 2015).

“Los bioestimulantes son productos que consisten en sustancias o microorganismos que, al ser aplicados en dosis reducidas sobre las plantas, potencian su crecimiento, desarrollo y capacidad de respuesta ante estrés ambiental” (Yakhin et al., 2017). Actúan mediante mecanismos como la optimización de la fotosíntesis, el incremento en la absorción de nutrientes y el reforzamiento de la resistencia a condiciones adversas. Su composición incluye fuentes diversas como extractos de algas, ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos y microorganismos beneficiosos. La aplicación foliar facilita una rápida absorción, posicionándolos como una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos.

La falta de información específica sobre el efecto de los bioestimulantes foliares en el cultivo de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en las condiciones edafoclimáticas de la comunidad de Chocloca representa un desafío significativo para la optimización del rendimiento del cultivo. A pesar del creciente interés en el uso de bioestimulantes en la agricultura, la respuesta de las plantas a estos productos puede variar considerablemente en función de factores como el tipo de bioestimulante, la dosis aplicada, las condiciones del suelo y el clima.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento del efecto específico de los bioestimulantes de floración en el desarrollo del cultivo de flor de jamaica, retrasa el ciclo de cultivo, afectando el rendimiento a obtener.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Existe una falta de información precisa sobre cómo los diferentes tipos y dosis de bioestimulantes foliares afectan el crecimiento, la floración y la producción de jamaica en el entorno particular de la comunidad de Chocloca. No se han determinado los bioestimulantes más adecuados para optimizar el rendimiento del cultivo.

A pesar de que los bioestimulantes foliares han demostrado ser una alternativa prometedora para mejorar el desarrollo de los cultivos en condiciones de estrés, se desconoce su efectividad en el cultivo de jamaica. Por lo tanto, es necesario evaluar el impacto de la aplicación de bioestimulantes foliares en el crecimiento, rendimiento y calidad de la jamaica, con el fin de proponer estrategias que optimicen su producción y contribuyan a la sostenibilidad agrícola en la zona.

JUSTIFICACIÓN

El desconocimiento del uso de bioestimulantes de floración en el cultivo de jamaica bajo las condiciones edafoclimáticas de la comunidad de Chocloca, representa una limitante significativa para el desarrollo y rendimiento del cultivo. Esta falta de información impide optimizar los rendimientos del cultivo en campo. Sin datos precisos sobre qué bioestimulantes, en qué dosis y momentos de aplicación son más

efectivos en su entorno específico, lo que conlleva a una ineficiencia en el uso de recursos, un potencial subóptimo de rendimiento y una vulnerabilidad incrementada ante el estrés abiótico inherente a las condiciones de Chocloca.

La optimización del cultivo de jamaica mediante el uso adecuado de bioestimulantes tiene el potencial de generar beneficios sustanciales. Un aumento en la productividad y la calidad de la flor se traduce directamente en mayores ingresos. La adopción de bioestimulantes, considerados una alternativa más sostenible a los fertilizantes sintéticos, puede reducir la dependencia de insumos costosos y potencialmente dañinos para el medio ambiente, promoviendo prácticas agrícolas más responsables y a largo plazo. Esto no solo beneficia la salud del ecosistema de la comunidad de Chocloca, sino que también puede abrir nuevas oportunidades de mercado para productos diferenciados por su calidad y sostenibilidad. Además, el conocimiento generado a través de esta investigación empoderará a los agricultores, brindándoles las herramientas y la confianza para innovar y mejorar sus sistemas productivos, fortaleciendo el tejido social y fomentando un desarrollo agrícola más resiliente y próspero para la comunidad de Chocloca. Esta investigación no solo optimizará la producción de Jamaica, sino que también sentará las bases para un futuro agrícola más sostenible, equitativo y económicamente viable para la región.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en el desarrollo floral del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), a través del análisis estadístico de los indicadores agronómicos de respuesta, con el fin de mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo, en las condiciones edafoclimáticas del CECH.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de bioestimulantes de floración (dosis), en el cultivo de la flor de jamaica, mediante la comparación de indicadores de producción entre los tratamientos aplicados y un testigo (sin aplicación).

- Determinar si existe interacción entre los factores productivos en estudio y la productividad del cultivo, a través del análisis de varianza de los indicadores agronómicos y caracterización de las labores culturales más adecuadas con la aplicación de bioestimulantes foliares en la zona de estudio.

HIPÓTESIS

HO: No existe diferencia en la respuesta a la aplicación de bioestimulantes utilizados para el mejoramiento de la producción del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) y disminución de ciclo de cultivo.

HA: Si existe diferencia en la respuesta a la aplicación de bioestimulantes utilizados para el mejoramiento de la producción del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) y disminución de ciclo de cultivo.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

MARCO TEÓRICO

1.1.ORIGEN DEL CULTIVO

El origen de la flor de jamaica para la mayoría de los investigadores y botánicos es procedente de las zonas tropicales y subtropicales de África, Egipto, Sudan y Senegal; otros afirman que es nativa de Asia (desde India hasta Malasia) y un grupo minoritario de botánicos la ubican en las Indias Occidentales. La flor de jamaica se cultiva en África Central, Tailandia, Sudan, México, Taiwán, Panamá, Estados Unidos, India y Jamaica. (Acosta, 2021).

1.2. MORFOLOGÍA

Según (Chipana, 2015), “*Hibiscus sabdariffa L. es una especie herbácea cultivada como anual, aunque puede desarrollarse como bianual en condiciones ambientales específicas*”.

Su morfología se caracteriza por las siguientes estructuras principales:

1.2.1. Raíz

“*Esta especie desarrolla un sistema radicular fibroso-pivotante de tipo herbáceo, poco profundo, pero bien estructurado, que evidencia alta adaptabilidad a condiciones limitantes de humedad edáfica. La raíz principal presenta coloración cremosa, característica morfológica documentada en estudios agronómicos*” (Secretaría de Agricultura, 2014).

1.2.2. Tallo

“*La flor de jamaica por lo general muestra tallos de coloración verde-rojiza en etapas juveniles, evolucionando a tonalidades vino oscuro durante su fase vegetativa activa*” (Mayo, 2010). Los pecíolos foliares generalmente siguen esta tendencia cromática, aunque en ciertos cultivares presentan tonalidades más claras, mientras que las variedades destinadas a producción de fibras desarrollan coloraciones verdes o amarillentas.

1.2.3. Ramas

“Las ramificaciones en La flor de jamaica se categorizan como primarias y secundarias, considerando adicionalmente el ángulo de inserción respecto al tallo principal” (Gonzales, 2014).

1.2.4. Hojas

“La mayoría de las variedades de Hibiscus sabdariffa L. presentan hojas de color verde con nervaduras rojizas y pigmentación antociánica a lo largo de la vena central, exhibiendo una forma lobulada y márgenes cerrados” (Secretaria de Agricultura, 2014). *“El peciolo se caracteriza por su forma alargada, delgada y un engrosamiento basal en la unión con el limbo foliar”* (Soto, 2004).

1.2.5. Flor

“Las flores se reproducen predominantemente mediante autofecundación, presentando flores de tonalidad rosácea clara con centro rojizo, cuya coloración se intensifica gradualmente durante el día” (Meza, 2012). Estas estructuras miden entre 4-6 cm de longitud y generalmente poseen cinco pétalos.

1.2.6. Cáliz

“Los ácidos orgánicos y pigmentos presentes en los cálices de la flor de Jamaica se vinculan directamente con su perfil químico, el cual incluye ácido cítrico, protocatecuico, ascórbico, málico y esteárico” (Galicia et al., 2008). Morfológicamente, los cálices en estado de cosecha miden entre 4-5 cm de longitud y presentan una abertura que permite visualizar la cápsula interna.

1.2.7. Fruto

“El fruto de la flor de Jamaica corresponde a una cápsula de sabor astringente, característica que comparte con el cáliz” (Gomez, 2004). Las semillas presentan una apariencia purulenta según las descripciones de estos autores. (Urbina, 2009) *“precisa que, al madurar, la cápsula se divide en cinco compartimentos y permanece envuelta por un cáliz carnoso adherido al pedúnculo, con forma ovoide y capacidad para*

albergar entre 15-25 semillas pubescentes de tonalidad verdoso-rojiza, cuyo desarrollo completo requiere de 3-4 semanas”.

1.2.8. Semillas

“Las semillas de la flor de jamaica presentan forma triangular o reniforme, con tonalidades que varían de grisáceo a marrón oscuro o negro, y diámetros entre 3,5-5,0 mm” (Adejumo, 2009). Su tamaño puede fluctuar según el contenido de humedad: estudios demuestran que, al incrementar la humedad mediante agua destilada, aumentan propiedades como el volumen, excepto la densidad aparente, que disminuye.

1.2.9. Germinación de las semillas

“La germinación ocurre en 3-5 días, dependiendo de la humedad edáfica, y su estructura dicotiledónea reniforme está documentada en protocolos técnicos” (Secretaría de Agricultura, 2014).

1.2. TAXONOMÍA

Cuadro N° 1: Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
Phylum	Teleomphytae
División	Tracheophytae
Sub división	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Sub clase	Dicotyledoneae
Grado evolutivo	Archichlamydeae
Grupo de órdenes	Corolinos
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Nombre científico	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.
Nombre común	Planta de jamaica – Flor de jamaica

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2025

1.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

“Este cultivo se adapta a regiones entre 300-1000 msnm, en climas secos tropicales o subtropicales con temperaturas promedio de 22-25°C y precipitaciones anuales de 400-500 mm” (Cano, 2004).

1.4.1. Clima

Según el ((IICA), 2004) *“crece en un clima cálido”*. *“La flor de jamaica rinde mucho mejor en áreas tropicales y subtropicales con lluvias estacionales y máximo a 900 m de nivel del mar”* (Contreras et al., 2009).

1.4.2. Temperatura

“Este cultivo requiere de temperaturas calientes y secas que, el rango óptimo para su desarrollo varía entre 24° a 30°C” (Cardenas, 2015), *“debido a que la flor de Jamaica es sensible al frío y esto manifiesta un factor decisivo en el crecimiento de la planta, sin embargo, llega a soportar temperaturas desde los 12 °C a 46 °C”* (Meza, 2012).

1.4.3. Precipitación

“La precipitación anual que requiere el cultivo de flor de jamaica se encuentra entre los 1300 a 1500 mm” (Contreras et al., 2009).

1.4.4. Fotoperiodo

Esta especie necesita un fotoperiodo de 12 horas de luz diarias durante su desarrollo. Para la etapa reproductiva, requiere un mínimo de 11,5 horas de oscuridad, mientras que en la fase de floración demanda entre 12,5 y 13,5 horas de luz por día (Cano, 2004).

1.4.5. Agua

“Tras el trasplante, se sugiere aplicar riegos ligeros cada ocho días, manteniendo una hidratación adecuada durante el desarrollo vegetativo sin generar encharcamientos” (Meza, 2012). Esta especie requiere condiciones de cultivo con baja densidad poblacional para garantizar una óptima penetración de luz solar.

1.4.6. pH

(Meza, 2012) *“indica que este cultivo necesita suelos ácidos con pH óptimo de 6.5 y rango de 4.5-7.5”*. (Cano, 2004), *“por su parte, recomienda suelos con más del 2.5% de materia orgánica, pH entre 4.5-8.2, baja salinidad (conductividad ≤ 1.5 mΩ/cc) y ausencia de sales perjudiciales”*.

1.4.7. Suelos

Esta especie se adapta bien a diversos tipos de suelos, aunque los más recomendados son aquellos con fertilidad media a moderada, alto contenido orgánico, buen drenaje y humedad constante, condiciones que favorecen la producción de cálices y limitan el crecimiento vegetativo excesivo (Urbina, 2009). *“También prospera en suelos arenosos debido a su sistema radicular profundo y extenso”* (Martínez, 1992).

Los autores presentan perspectivas distintas sobre los suelos óptimos para la flor de Jamaica. (Meza, 2012) *“señala su adaptabilidad a suelos aluviales, arcillosos, pedregosos y franco-arenosos”*, mientras que (Arevalo, 2012) *“enfatisa el uso de suelos franco-arcillosos para evitar encharcamientos asociados a suelos arcillosos pesados”*.

1.5. LABORES CULTURALES

1.5.1. Control de malezas

El manejo de malezas puede realizarse de forma manual o química. El método más seguro y recomendado es el deshierbe manual a los 30 y 60 días después de la siembra. En etapas previas a la siembra, se pueden usar herbicidas sistémicos como glifosato, o post-emergentes como el paraquat, pero siempre con cuidado de evitar el contacto directo con la planta (Acosta, 2021).

1.5.2. Fertilización

Se sugiere realizar una fertilización foliar nitrogenada a los 15 días después de la germinación, con el objetivo de estimular el crecimiento vegetativo inicial. También se puede aplicar fertilización orgánica a base de compost, para mejorar tanto la estructura como la fertilidad química del suelo (Acosta, 2021; Chavarria, 2012)

1.5.3. Aporque

Según (Chavarria, 2012), el aporque es una labor tradicional que consiste en acumular tierra alrededor de la base del tallo de la planta, formando un montículo. En el caso de la flor de Jamaica, esta práctica se realiza junto con la limpieza del terreno y suele aplicarse cada 25 días durante la fase vegetativa. Su ejecución fortalece el anclaje de la planta, estimula la emisión de raíces secundarias y facilita el control de malezas, especialmente en la etapa previa a la fructificación.

1.5.4. Riego

En zonas con acceso a riego, se debe aplicar agua en función de la humedad del suelo, especialmente en los periodos secos. En general, la flor de jamaica se siembra coincidiendo con la temporada lluviosa (invierno), debido a la limitada disponibilidad de sistemas de riego en muchas regiones productoras. (Dávila D. E., 2023).

1.5.5. Enrame o tutorado

Según lo citado por (Estrada, 2023), el tutorado o enrame se refiere a la colocación de estructuras de soporte como estacas, cuerdas, cañas o mallas verticales en el suelo, cuya función es sostener y guiar los tallos de las plantas mediante amarres con diversos materiales. Esta práctica es especialmente útil en cultivos con tallos débiles o con crecimiento vertical, ya que facilita su desarrollo, mejora la ventilación y permite una distribución uniforme de la planta.

1.6. FASE FISIOLÓGICA

1.6.1. Fase inicial

Sucede en torno los cinco a ocho días después de la respectiva siembra, en la cual se presenta el desarrollo y aumento de la materia seca, por lo tanto, la planta cambia la energía para formar nuevos tejidos y realizar la fotosíntesis (Cardenas, 2015).

1.6.2. Fase vegetativa

“Esta fase continúa después de la fase inicial, teniendo una duración aproximada entre 25 y 30 días, en esta etapa se observa que el aumento de la materia seca es mucho más tardío” (Cardenas, 2015).

1.6.3. Fase reproductiva

“Esta última fase empieza con la fructificación con una duración entre 20 y 30 días, el cáliz está listo para ser extraído de la planta” (Cardenas, 2015).

Esta planta tiene una duración de ciclo de aproximadamente 150 días (cinco meses) que inicia con la emergencia de plántula hasta la maduración del fruto y para la obtención de semilla se espera dos meses más, por tanto, está disponible en todo el año (Sanches, 1998).

1.7. FLORACIÓN

“La floración inicia en condiciones semiáridas aproximadamente entre los 100 y 120 días posteriores al trasplante definitivo. Tras este periodo, se sugiere esperar 20-25 días adicionales para permitir la maduración del cáliz antes de realizar la primera cosecha” (Nichols-Posada, 2014).

La reproducción de la planta es por autofecundación, presenta flores blancas con un centro rojo en horas de la mañana, pasando gradualmente a rosa a medida que avanza el día, llega a medir hasta 4 cm de largo, posee de 4 a 5 pétalos, tiene semillas negras las que son su método de reproducción distribuidas en una cápsula que se abre cuando los cálices o frutos alcanzan su completo desarrollo (Chica, 2018).

La planta comienza a florecer alrededor de los 100 a 120 días de sembrada en forma definitiva. Cuando termina la floración, se recomienda dejar la formación de cáliz en 20 a 25 días para alcanzar la madurez, es ahí donde se puede realizar la primera corta cuando el cáliz presenta color rojo carnosos alrededor de las bellotas (Camposeco, 2017).

1.8. VARIEDADES

“La flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) Se clasifica principalmente en dos tipos: uno para la producción de cálices comestibles y otro para la obtención de fibra, siendo el primero de mayor importancia comercial” (Hidalgo, 2013)

A nivel varietal, se han desarrollado y cultivado distintas opciones, entre las que se incluyen:

Variedades Mejoradas (México): El INIFAP en México ha generado variedades como ‘Alma Blanca’ y ‘Rosalíz’ (pétalos amarillos), ‘Cotzaltzin’ y ‘Tecoanapa’ (pétalos rojos) (Cifuentes, 2015), y ‘Patriota’ (rojo, alto rendimiento) (INIAFAP, 2023). Estas variedades buscan mejorar características como el rendimiento, la precocidad y la resistencia a enfermedades.

Variedades/Tipos Regionales: *“También existen variedades o tipos adaptados a regiones específicas, como la “Criolla Regional” (diversas características, rendimiento variable) y la “Criolla Nicaragüense” (precoz y tardía)” (Alavarez, 2020).*

1.9. DENSIDAD DE SIEMBRA

La distancia ideal de la siembra de flor de jamaica es de 1 metro entre plantas, ya que se considera el número de rama de plantas y distancia entre surco de 1 metro, algunas variedades que no presentan ramas pueden ser ubicadas a menos distancia. Se considera que la poda debe realizarse a los 25 días después de nacida la planta y cuando tenga una altura promedio de 50 centímetros. Por lo general la poda se realiza cortando de la parte apical (punta) de los tallos principales de las plantas la cual facilitará una mayor ramificación en su desarrollo y producción (Chavarria, 2012).

1.10. COSECHA

1.10.1. Métodos de cosecha

Según (Urbina, 2009), menciona que la cosecha se puede realizar con dos métodos:

1.10.1.1. Tradicional

En este caso la cosecha se lleva a cabo cortando cada tres o cuatro días los cálices maduros, dejando la cápsula para después cosecharlas y obtener semillas, sin embargo, este método es tedioso ya que requiere de tiempo y mano de obra para conseguir una buena cosecha de su ciclo.

1.10.1.2. Corte de la planta

En este método se observa que los cálices lleguen a la maduración y se procede a cortar la planta de raíz, para luego apilarlas en el lugar donde se efectuará la recolección, la cual se puede realizar de dos maneras; proceder a cortar por completo el cáliz o bien, separar el cáliz de la cápsula para obtener semillas.

1.10.2. Secado o deshidratado

Para que el producto obtenido no pierda su color y propiedades aromáticas se recomienda secarlo bajo la sombra sobre malla metálica fina que permita la aireación y evite la pudrición por hongos. Es necesario remover periódicamente para oxigenar el producto uniformemente. El tiempo de secado oscila a los 10 días, el cual puede variar según la temperatura ambiental de la zona.

1.11. FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

Antes de la fertilización se debe prestar atención a las necesidades nutricionales de la planta, pues esta requiere una mayor demanda de nutrientes durante el periodo vegetativo para lo cual se puede aplicar una mezcla de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) en la siembra. Se recomienda, del mismo modo, la aplicación de abonos foliares y compost para mejorar las condiciones del terreno. Debe evitarse el uso de estiércol fresco ya que puede aumentar el gas metano y con esto producir requema, lo que conduce a que la planta sea vulnerable a plagas y enfermedades. (Meza, 2012). Se sugiere *“aplicar 80 kg de nitrógeno y 30 kg de fósforo durante la siembra, incorporado al suelo o en su defecto abono orgánico (compost) también distribuido en todo el terreno”* (Meza, 2012)

“La planta debe ser fertilizada de manera moderada, dado a que entre los requerimientos de su producción están el crecimiento acelerado, tallos gruesos, buen desarrollo radicular y precocidad en la floración” (Cano, 2004). Se puede realizar compost a partir del residuo vegetal restante del corte de los cálices y reincorporarla al suelo a modo de abono.

1.11.1. Urea [46 – 0 – 0]

Entre los fertilizantes sintéticos, la urea es una de las fuentes más utilizadas de nitrógeno a nivel mundial, especialmente en sistemas agrícolas de países en desarrollo. Su alto contenido de nitrógeno, bajo costo por unidad y facilidad de transporte la convierten en una opción ampliamente adoptada. Además, al ser un fertilizante de reacción ácida, es adecuado para suelos neutros o ligeramente alcalinos (Rubi-Arriaga, 2009). *“La urea se fabrica mediante la reacción del amoníaco y el dióxido de carbono a altas temperaturas y presiones, generando un compuesto nitrogenado de fácil disponibilidad para la planta”* (Bermal, 2015).

1.12. RENDIMIENTO

Las variedades criollas de flor de Jamaica reportan rendimientos cercanos a los 400 kg/ha. Sin embargo, este valor es bajo si se compara con los rendimientos obtenidos en países como China (2.000 kg/ha) o India (1.500 kg/ha), donde el cultivo cuenta con mayor desarrollo tecnológico y selección varietal. Estos datos reflejan el potencial de mejora productiva mediante el uso de prácticas agronómicas adecuadas y fertilización eficiente (Chavarria, 2012).

1.12.1. Nivel mundial

China: *“Líder en producción, alcanza rendimientos de 2,000 kg/ha en materia seca, gracias a tecnologías avanzadas de deshidratación, selección de variedades de alto rendimiento (como la "China Criolla") y manejo intensivo del cultivo”*. (Acosta, 2021).

India: *“Reporta 1,500 kg/ha en base seca, con genotipos adaptados a condiciones tropicales y sistemas de riego eficientes. En materia fresca, los rendimientos oscilan*

entre 6,000-7,500 kg/ha, dependiendo de la humedad residual postcosecha” (Pal, 2018).

Sudán y Egipto: *“Destacan con 1,200-1,400 kg/ha en base seca, utilizando técnicas tradicionales de secado solar” (Bahaeldeen Babiker Mohamed, 2012).*

1.12.2. Nivel Latinoamérica

México: Principal productor regional, con rendimientos promedio de 430 kg/ha en base seca a nivel nacional. Sin embargo, en estudios controlados con variedades mejoradas como "Mulata" y prácticas como la poda apical a 90 días, se logran 1,159.6 kg/ha en base seca y 6,763.2 kg/ha en fresco. (Víctor Manuel Coria Ávalos, 2022)

Guatemala y Nicaragua: *“Registran 800-900 kg/ha en base seca con manejo agronómico básico, mientras que en fresco alcanzan 3,500-4,000 kg/ha” (Acosta, 2021).*

1.12.3. Nivel nacional

Rendimientos actuales: Las variedades criollas reportan 400 kg/ha en base seca, equivalentes a 1,600-2,000 kg/ha en fresco (considerando una relación 4:1 entre fresco y seco). Hasta 2014, la producción nacional ascendía a 1,050 quintales anuales (105,000 kg) en base seca, concentrados en regiones subtropicales como Alto Beni, La Paz y Cochabamba (Chipana, 2023).

1.13. ENFERMEDADES

Las enfermedades que dañan principalmente a las raíces, hojas y tallos ocasionado por bacterias y hongos, entre las más comunes tenemos a los nematodos disminuyendo el rendimiento de la planta y en ocasiones afecta directamente al cultivo impidiendo que este se logre cosechar (Meza, 2012).

(Santana-Baños, 2020) Indica que el nematodo que se destaca en el cultivo de Jamaica, *Meloidogyne arenaria*, ataca al sistema radicular, induciendo la formación de agallas, esta obstruye la absorción de nutrientes esenciales causando el debilitamiento de la

planta. Sus afectaciones reducen los rendimientos en la planta o directamente puede llevar a la muerte de la planta.

La pudrición de raíz es otra de las enfermedades que ataca al cultivo y esta es causada por *Phythium perniciosum*, ataca frecuentemente en la etapa de semilleros y en plantas jóvenes, manifestando una mancha en la base del tallo y marchitamiento de las plantas hasta su muerte.

1.14. DEFINICIÓN DE BIOESTIMULANTES

“Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que, al aplicarse a las plantas, mejoran su eficiencia en la absorción y asimilación de nutrientes, aumentan la tolerancia al estrés biótico/abiótico y optimizan características agronómicas, sin aportar nutrientes directamente” (Jardin, 2015).

“Estos productos incrementan los rendimientos, aceleran el ciclo del cultivo y potencian la acción de fertilizantes, permitiendo reducir su dosis entre 30% y 50%” (Diaz et al., 2016)

“Los bioestimulantes influyen en la nutrición vegetal, relaciones hídricas, estructura del suelo, pH, disponibilidad de metales pesados y resistencia a patógenos” (Gonzales et al., 2015). *“Además, mejoran la calidad de los cultivos (azúcares, color, firmeza y absorción de nutrientes) mientras reducen impactos ambientales negativos”* (Ormeño et al., 2007).

1.14.1. Clasificación de los bioestimulantes

Según (Jardin, 2015) los bioestimulantes se clasifican de la siguiente manera:

1.14.2. Ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos forman parte de las sustancias húmicas, componentes naturales de la materia orgánica del suelo derivados de la descomposición de restos vegetales, animales y microorganismos, así como de la actividad metabólica de estos últimos al procesar dichos compuestos. Estas sustancias agrupan moléculas

heterogéneas clasificadas según su peso molecular y solubilidad en tres categorías: huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.

1.14.3. Aminoácidos y mezclas de péptidos

Estos compuestos se producen mediante procesos de hidrólisis química o enzimática aplicados a proteínas de origen agroindustrial, incluyendo residuos vegetales (como restos de cultivos) y materias animales (colágenos, tejidos epiteliales, entre otros). Generalmente, se presentan como mezclas, aunque también pueden obtenerse en forma de sustancias puras. Además, moléculas nitrogenadas como betaínas, poliaminas y aminoácidos no proteicos, abundantes en plantas, pero con efectos aún poco estudiados en cultivos, también se clasifican como bioestimulantes.

1.14.4. Extractos de algas y de plantas

La aplicación de algas como fertilizante y fuente de materia orgánica tiene una larga trayectoria histórica en la agricultura, aunque su efecto bioestimulante solo se ha identificado en épocas recientes. Este descubrimiento ha impulsado el uso comercial de extractos algales y compuestos aislados como laminarina, alginatos y carragenanos. Además, otros componentes como micronutrientes, macronutrientes, esteroides y fitohormonas contribuyen a su capacidad promotora del crecimiento vegetal.

1.14.5. Quitosanos y otros biopolímeros

El quitosano es la forma deacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. Los polímeros/oligómeros de tamaño variado se usan habitualmente en alimentación, cosmética, medicina y recientemente en agricultura. El efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular.

1.14.6. Compuestos inorgánicos

Se suelen llamar “elementos beneficiosos” a aquellos elementos químicos que promueven el crecimiento de las plantas y que pueden llegar a ser esenciales para

algunas especies, pero no para todas. Entre estos elementos se suelen considerar el Aluminio, Cobalto, Sodio, Selenio y Silicio; y están presentes tanto en el suelo como en plantas como diferentes sales inorgánicas y como formas insolubles. Sus efectos beneficiosos pueden ser constitutivos, como el reforzamiento de las paredes celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales, como es el caso del selenio frente al ataque de patógenos.

1.14.7. Hongos beneficiosos

Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrícicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90% de las plantas. Hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas.

1.14.8. Bacterias beneficiosas

Las bacterias interactúan con las plantas de todas las formas posibles: Como en los hongos, esta interacción puede ir desde el parasitismo hasta el mutualismo. Los nichos de las bacterias se extienden desde el suelo hasta el interior de las células vegetales, con localizaciones intermedias como la rizósfera. Estas asociaciones pueden ser permanentes o temporales (algunas se transmiten vía semilla).

1.15. DESCRIPCIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES APLICADOS

1.15.1. X-cyte

Es un bioestimulante vegetal regulador de crecimiento formulado a base de Quinetinas (Citoquininas de origen natural), fitohormonas que incrementa la permeabilidad en las membranas permitiendo una mejor señalización y una mayor actividad fisiológica. Las Quinetinas promueven un mayor desarrollo de cloroplastos en las hojas y la activación de genes asociados con el transporte de azúcares, incrementando la transferencia de fotosintatos (Mexico, s.f.).

Promueve activamente los procesos de división y diferenciación celular, incrementa la capacidad fotosintética de las plantas y mantiene controlados los niveles de etileno ocasionado por condiciones bióticas adversas; a mejorar los procesos de crecimiento, floración, polinización, mayor retención y cuajado de fruto, lo que genera una mayor uniformidad de calibres, número, tamaño y peso de frutos, favoreciendo la producción de cosechas con mejores características de calidad y mayores rendimientos (Mexico, s.f.).

1.15.2. Composición química x-cyte

Regulador de crecimiento vegetal

Cuadro N° 2: Composición química X-cyte

Citoquinina (como kinetina)	0.40g/lit
Ingredientes inertes	999.60g/lit
Total	1000.00g/lit

Fuente: Elaboración propia

1.15.3. Nitrate balancer

Nitrate balancer es un fertilizante especial de Boro soluble y Molibdeno que promueve la conversión del nitrógeno nítrico (nitratos) a formas metabólicas más funcionales (formación de proteínas), favoreciendo el movimiento de los azúcares desde las hojas a los órganos de almacenamiento debido al incremento del Ácido Abscísico y la permeabilidad de las membranas. (Mexico, s.f.).

Anticipa e intensifica el movimiento de azúcares hacia los órganos de reserva (frutos, raíces, tubérculos, bulbos, etc.) Aumenta el peso de los frutos, granos, bulbos o tubérculos. Favorece los procesos de maduración en los frutos, aumentando el contenido de Brix, materia seca y color. (Mexico, s.f.).

1.15.4. Composición química nitrate balancer

Fertilizante foliar liquido

Cuadro N° 3: Composición química Nitrate Balancer

Boro (B)	9.00%
Molibdeno (Mo)	0.05%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.2. Características climatológicas

De acuerdo al resumen climatológico del SENAMHI, 2017 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Tarija Bolivia), comprendido del periodo 1989-2017 de la Provincia de Avilés se puede identificar un comportamiento de temperaturas medias máximas anual de 26,5°C y temperaturas medias mínimas anuales de 9,5°C, con precipitaciones anuales promedio de 582,95mm, con un rango de 47 – 84 días de lluvia al año identificando los meses de mayo, junio, julio y agosto como los meses donde existe sequía, también se presentó una humedad relativa anual promedio de 60%, a la vez se pudo establecer que se presentan heladas de 25 – 34 días distribuidas durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, esto en los últimos 20 años.

2.1.3. Clima

La zona se caracteriza por un clima templado semiárido con temperaturas bajas. Esto corresponde a los valles de la cordillera oriental (valle central de Tarija, valle de la Concepción, Padcaya, San Lorenzo) con temperaturas medias anuales entre 13 y 18°C.

2.1.4. Temperatura.

Cuadro N° 4: Temperaturas de la zona en estudio

Temperatura	MESES				
	Nov/2024	Dic/2024	Ene/2025	Feb/2025	Mar/2015
T max °C	29	28,7	28,9	31,5	27
T min °C	14,9	14,3	15,5	14,9	15,8
T med °C	21	20,6	20,7	22,2	20

Fuente: Centro de Monitoreo Agroclimático “CMAc”

2.1.5. Precipitación

Cuadro N° 5: Precipitación de la zona en estudio

Precipitación	MESES				
	Nov/2024	Dic/2024	Ene/2025	Feb/2025	Mar/2025
Precipitación mm	2,9	1,7	5,2	2,3	3,4
Humedad %	73,9	72,2	79,9	72,6	82,5

Fuente: Centro de Monitoreo Agroclimático “CMAc”

2.1.6. Suelos características físicas y químicas

Los suelos de la comunidad de Chocloca, son de origen aluvial y fluvio – lacustre, presentan como relieve tres terrazas aluviales, los primeros son generalmente profundos, de textura media a fina. En cambio, los suelos de la zona de las colonias son de origen solo fluvio – lacustre mismos que tienen profundidades variables y de texturas finas o texturas medias con contenidos de grava susceptibles a procesos de erosión (Segovia, 2016).

2.1.7. Vegetación natural de la zona

La vegetación natural de la zona corresponde al tipo de vegetación de matorrales xerofíticos de los valles interandinos, que tienen su mayor expresión en las colinas bajas y las pendientes inferiores de las serranías circundantes. Entre las especies dominantes y características, podemos mencionar: el churqui (*Acacia cavenia*) y la tusca (*Acacia aroma*), formando matorrales generalmente puros. También se encuentran especies arbóreas típicas del dominio chaqueño como algarrobo blanco (*Prosopis alba*) algarrobo negro (*Prosopis nigra*) y chañar (*Geoffroea decorticans*) (ZONICSIG, 2001).

2.1.8. Actividad agropecuaria de la comunidad

La actividad económica de la comunidad está ligada a la producción de lechera y al cultivo de diferentes especies, de frutales y hortalizas que se producen en diferentes épocas del año (misca y siembra grande).

La producción de leche es acopiada en el centro para su posterior entrega a la (PIL Tarija) acopio comunal, y los productos como hortalizas y frutales son comercializados en el mercado local y en el interior el país dependiendo de la época y el comportamiento de los precios.

2.2. MATERIALES

2.2.1. Material vegetal

- Plantines de flor de jamaica.

2.2.2. Material químico

- Bioestimulante x-cyte.
- Bioestimulante nitrate balancer.
- Herbicida (Pilarxone).
- Fungicida (Fosfito de potasio).
- Urea.

2.2.3. Material de campo

- Azadones.
- Machete.
- Palas.
- Tractor.
- Mochila pulverizadora.
- Hoz.
- Wincha.
- Estacas.
- Regla.
- Flexómetro.
- Tijeras de podar.
- Hilo plástico.

2.2.4. Material de registro

- Tablero de campo.
- Planilla para la toma de datos.
- Cámara fotográfica (teléfono celular).

2.2.5. Material de gabinete

- Computadora.

2.3. METODOLOGÍA

2.3.1. Metodología estadística

El diseño utilizado en el presente trabajo de investigación por ser el que más se ajusta, bloques al azar, con 3 repeticiones haciendo un total de 5 tratamientos y 15 unidades experimentales.

2.3.2. Características del diseño

Cuadro N° 6: Caracterización del diseño

Factor en estudio	Niveles del factor	Tratamientos	N° de tratamientos	Repeticiones	N° de unidades experimentales
Bioestimulantes	A - B	A1 - A2 B1- B2	5	3	15
Dosis	1- 2				

Fuente: Elaboración propia

A1= Bioestimulante X-CYTE + Dosis 0,5 ml/l

A2= Bioestimulante X-CYTE + Dosis 0,75 ml/l

B1= Bioestimulante Nitrate balancer + Dosis 0,5 ml/l

B2= Bioestimulante Nitrate balancer + Dosis 0,75 ml/l

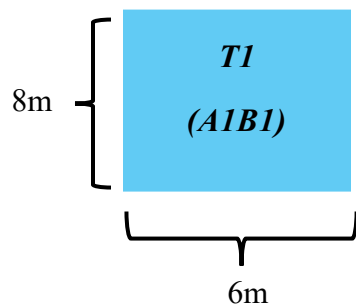
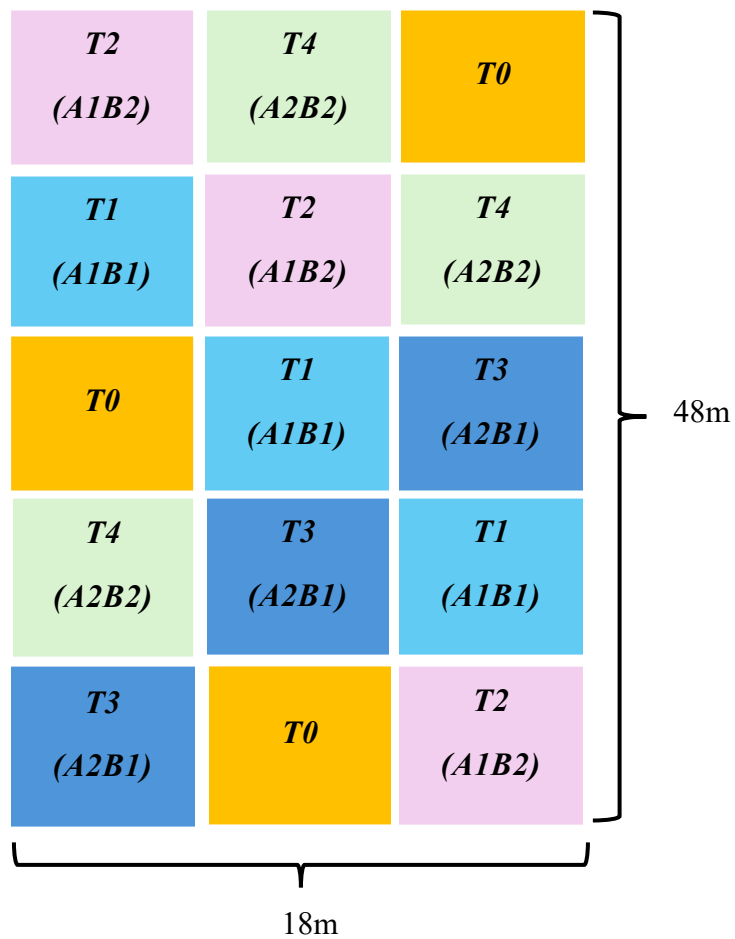
2.3.3. Descripción del diseño

- Largo de la unidad experimental: 8m
- Ancho de la unidad experimental: 6m
- Largo de la parcela experimental: 48m
- Ancho de la parcela experimental: 18m
- Área total de la parcela experimental: 864m²
- Total de surcos: 10
- Distancia de planta a planta: 80cm

- Distancia de surco a surco: 2m

2.3.4. Diseño experimental de campo

Distribución en campo



2.4. MODELO MATEMÁTICO

El trabajo de investigación utilizó un diseño completamente al azar, con tres observaciones por tratamiento donde el Factor A, B son los bioestimulantes y el Factor 1,2 es la dosis del mismo (Valdez 2015).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = es el j ésimo elemento perteneciente al i ésimo tratamiento.

μ = es la media general.

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento.

e_{ij} = error experimental asociado al j ésimo elemento del i ésimo tratamiento.

2.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE CAMPO

2.5.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó 5 días antes del trasplante en fecha 15 de noviembre del 2024, mediante el sistema mecanizado con tractor se hizo una arada profunda para remover bien la tierra y evitar que queden algún tipo de malezas del anterior cultivo.

Posteriormente al preparado del suelo, con la ayuda de una wincha se procedió a medir el total del terreno que se utilizó para desarrollar el trabajo de investigación, se lo delimitó con estacas y se realizó la apertura de 10 surcos de 48m de largo.

2.5.2. Recolección de muestras de suelo

La recolección de las muestras de suelo se lo realizó en el mismo día de la preparación del suelo, se tomó las muestras de suelo con el método del zig-zag por toda la parcela sacando un total de 8 muestras, cada una de ellas a una profundidad de 20cm, luego se procedió a hacer el cuarteo de las muestras donde se desechan 2 partes de la muestra total y queda con 2 partes y así se repite el mismo procedimiento varias veces hasta obtener aproximadamente 1kg de muestra, la cuales posteriormente serán llevadas al

laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales para realizar el análisis de suelos.

2.5.3. Trasplante

El trasplante se lo realizo en fecha 21 de noviembre del 2024, el suelo estaba con la humedad adecuada y se procedió al trasplante en surcos con un marco de plantación de distancia de 80cm planta a planta y 2m de surco a surco.

Los plantines de flor de Jamaica contaban con aproximadamente 80 días después de ser almacenadas en vivero.

2.5.4. Refalle

El refalle de plantas se lo realizo 10 días después del trasplante, se pudo observar que algunas plantas no se adaptaron a las condiciones climáticas de la zona por lo cual era necesario hacer un refalle de plantas.

2.5.5. Aporque

Se lo realizó a los 22 días después del trasplante, antes de realizar el aporque se realizó una carpida de las plantas esto con el fin de eliminar las malezas, se lo realizo de forma manual con la ayuda de azadones, posterior a ello se realizó el aporque con la ayuda de un caballo, dejando en forma de camellones los surcos para un mejor desarrollo radicular de la planta y una mayor resistencia al vuelco provocado por el viento.

2.5.6. Fertilización

Para la fertilización del cultivo se realizó la aplicación de fertilizante granulares, sólidos como ser la Urea (46% N), de acuerdo al requerimiento del cultivo según el análisis de suelos y se empleó al voleo en los surcos en el momento del aporque.

2.5.7. Riegos

Se aplicó el riego por gravedad en surcos, las primeras semanas se realizaron riegos cada 4-5 días para ayudar en el prendimiento de los plantines, posteriormente se realizó riegos cada 7 días dependiendo de las temperaturas y la retención de agua del suelo,

también se tomó en cuenta las lluvias de la época ya que en los meses de enero a marzo del 2025 fueron frecuentes en la zona y con esto evitamos realizar los riegos.

2.5.8. Tutorado

El tutorado de las plantas se lo realiza para evitar que las plantas se vuelquen por el viento o la lluvia y esto ocasiona una mala cosecha, para evitar esto se realizó el tutorado con cañas que consiste en poner una caña como soporte de la planta y se amarra la planta cuidadosamente en el soporte y así evitamos el vuelco y facilitamos la cosecha.

2.5.9. Control fitosanitario

De acuerdo al seguimiento realizado en el campo las plantas se vieron afectadas por la presencia de nematodos los cuales fueron identificados en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, para esto se aplicó fósforo de potasio un fungicida que tiene cierta eficacia o efecto auxiliar en el control de los nematodos, esto ayudó a controlar en un 70% los nematodos en el cultivo, se realizó 2 aplicaciones cada 10 días, con una dosis de 150ml en 200 litros de agua.

2.5.10. Control de malezas

Se lo realizó de manera manual el primer mes posteriormente se lo realizó químicamente con un herbicida (Pilarxone), con una dosis de 200cc en 20 litros de agua ya que en la época de lluvia la maleza crecía rápidamente, y esto afectaba al cultivo debilitando a la planta y compitiendo con ella por los nutrientes del suelo.

2.5.11. Aplicación de bioestimulantes foliares

En el presente trabajo de investigación se aplicó 2 tipos de bioestimulantes foliares (x-cyte) (nitrate balancer) en 2 dosis y en 3 aplicaciones.

Las dosis según recomendaciones técnicas fueron de:

- 15 ml para 20 litros de agua (dosis alta para ambos bioestimulantes).
- 10 ml para 20 litros de agua (dosis baja para ambos bioestimulantes).

Las aplicaciones se realizaron cada 12 días. Según los cálculos realizados para determinar el volumen de agua y la dosis por litro de cada bioestimulantes se obtuvo que: para un litro de agua se debe aplicar 0.75ml de la dosis alta y para la dosis baja 0.5ml.

El bioestimulante x-cyte actúa como un facilitador en la floración de la planta haciendo que los procesos reproductivos sean más eficientes y que la planta sea más robusta ante los desafíos ambientales lo que se traduce una mejor producción. Produce frutos más uniformes y de mayor tamaño, incrementando las características de calidad de los frutos logrando mayor peso y color.

El bioestimulante nitrate balancer optimiza la fisiología de la flor al equilibrar la nutrición del nitrógeno, redirigiendo los recursos de la planta hacia el desarrollo de la flor y fruto, lo que resulta en un mejor rendimiento y calidad del producto. También evita la caída de flores o frutos causada por el exceso de nitratos.

Se contó con un tratamiento 0 es decir un tratamiento testigo donde no se realizó ninguna aplicación de bioestimulantes.

Cuadro N° 7: Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Nombre del producto + dosis	Fecha de aplicación
T0	Tratamiento testigo (sin ninguna aplicación)	
T1 (A1B1)	A1= X-cyte: 0.5ml/l B1= Nitrate balancer: 0.5ml/l	1: 03 de enero 2025 2: 15 de enero 2025 3: 28 de enero 2025
T2 (A1B2)	A1= X-cyte: 0.5ml/l B2= Nitrate balancer: 0,75ml/l	1: 03 de enero 2025 2: 15 de enero 2025 3: 28 de enero 2025
T3 (A2B1)	A2= X-cyte: 0,75ml/l B1= Nitrate balancer: 0.5ml/l	1: 03 de enero 2025 2: 15 de enero 2025 3: 28 de enero 2025
T4 (A2B2)	A2= X-cyte: 0,75ml/l B2= Nitrate balancer: 0,75ml/l	1: 03 de enero 2025 2: 15 de enero 2025 3: 28 de enero 2025

Fuente: elaboración propia

2.5.12. Toma de datos

Para la toma de datos se escogió plantas al azar en cada tratamiento y se procedió a tomar datos en el caso de la altura de planta se lo realizó con la ayuda del flexómetro, para sacar el peso de los cálices se utilizó una balanza y para tomar las medidas de los cálices se lo realizó con una regla todo se registró en una planilla de datos.

Las muestras no fueron tomadas de las orillas para evitar influencias de factores externos como prácticas agrícolas vecinas, o la influencia de los bioestimulantes y su dosis en cada tratamiento.

2.5.13. Cosecha

La cosecha se realizó a los 121 días después del trasplante en fecha 21 de marzo de 2025, se realizó con el método tradicional utilizando tijeras de podar, se cosechó los cálices más grandes y maduros, se procedió a tomar los datos como el número de ramas productoras, número de cálices por planta, el peso de los cálices por planta y el tamaño de los cálices, para esto se escogió 3 plantas por cada tratamiento, la segunda cosecha se la realizó 15 días después cortando las plantas y cosechando todos los cálices que quedaron de la primera cosecha.

2.6. VARIABLES DE RESPUESTA

- **Altura de planta (cm)**

La evaluación de la altura de planta se tomó un solo dato y se lo realizó en el momento en el que las plantas presentaron las primeras flores, se escogieron plantas al azar por cada tratamiento, el material que se utilizó para sacar este dato fue un flexómetro.

- **Número de flores por planta**

Este dato se lo realizó en el momento que la planta presentó su floración se escogieron plantas al azar por cada tratamiento y se realizó un conteo directo de todas las flores abiertas, se contó por cada rama y se realizó una suma total de toda la planta.

- **Número de ramas productoras por planta**

El número de ramas por planta se escogieron plantas al azar por cada tratamiento en el momento de la cosecha y se procedió a contar los brotes de cada planta.

- **Número de cálices por planta**

Para la toma de este dato se cosecharon los cálices, escogiendo plantas al azar en cada tratamiento, se procedió a contar el número de cálices que había en cada rama y se realizó una sumatoria final de toda la planta.

- **Peso de cálices por planta**

Este dato se lo realizo al momento de la cosecha se escogieron plantas al azar por cada tratamiento y se procedió pesar los cálices de cada planta con una balanza, está variable se realizó la toma de datos en la primera y segunda cosecha.

- **Tamaño de cálices**

El tamaño de los cálices se lo realizo en el momento de la cosecha con la ayuda de una regla se midió la longitud de los cálices, se escogieron cálices de plantas al azar de cada unidad experimental.

- **Diámetro de cálices**

El diámetro de cálices se procedió a medir con una regla el diámetro de los mismos, se escogieron al azar en cada unidad experimental.

- **Peso por cáliz**

En esta variable se escogieron cálices de distintos tamaños en cada unidad experimental y con la ayuda de una balanza analítica se procedió a pesar en gr cada cáliz.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos registrados en campo, fueron analizados de acuerdo a la metodología estadística establecida por la investigación, y luego de haber obtenido los datos se presenta los siguientes resultados:

3.1. ALTURA DE LA PLANTA (cm)

Medir la altura de la planta de la flor de Jamaica es crucial para determinar el momento óptimo de aplicación del bioestimulante, ya que esto permite optimizar la absorción y eficacia del producto, maximizando el desarrollo de la planta y la producción de la flor. Al estar en etapas específicas de crecimiento, las plantas responden mejor a ciertos nutrientes, por lo que la altura de la planta actúa como un indicador clave del estado fisiológico de la planta.

Cuadro N° 8: Altura media de la planta

Tratamientos	Réplicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	166	124	120	410	136,7
A1B2	142	139	138	419	139,7
A2B1	164	147	151	462	153,9
A2B2	185	140	153	478	159,3
TESTIGO	153	144	120	417	138,9
Suma	809	695	682	2185	
Media	161,8	138,9	136,3		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 8 se refleja los datos de la altura media de planta donde se observa que el tratamiento 4 (A2B2) obtuvo el mayor promedio de altura de planta con 159.3 cm en segundo lugar está el tratamiento 3 (A2B1) con 153.9 cm, tercer lugar está el tratamiento 2 (A1B2) con 139.7 cm, el tratamiento 0 (Testigo) se encuentra en el cuarto lugar con 138.9 cm seguido por el tratamiento 1 (A1B1) con 136.7 cm, siendo este el tratamiento con más bajo promedio en altura de planta.

Estos resultados indican que las dosis altas (0,75 ml/l) de ambos bioestimulantes (x-cyte, nitrate balancer), tuvieron mejor comportamiento en las condiciones climáticas de la zona, obteniendo un mayor crecimiento de planta en este tratamiento.

Según (Cardenas, 2015), en su tesis, sobre la respuesta del cultivo de Jamaica a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes, encontró diferencias significativas en la altura de planta debido a la aplicación de bioestimulantes. Si bien los bioestimulantes y dosis específicas pueden variar, el principio de que la aplicación de bioestimulantes influye positivamente en el crecimiento vegetativo de la planta de jamaica.

(Ortiz-Marquez, 2008), indica que la Jamaica es una planta arbustiva que puede llegar a medir entre 1 y 3 metros de altura. Otras investigaciones realizadas en México reportaron alturas de la planta que varían desde 182,7 cm hasta 246,6 cm, dependiendo de la variedad y la densidad de siembra.

La altura media obtenida en este trabajo de investigación fue de 159,3 cm, la cual se encuentra en el rango reportado para el cultivo de jamaica en diferentes condiciones de manejo y variedad, es un resultado positivo especialmente en comparación con el tratamiento testigo.

Cuadro N° 9: Análisis de varianza ANVA para la altura media de la planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	4323,21				
Tratamientos	4	1251,96	312,99	2,26 NS	4,76	9,78
Replicas	2	1963,66	981,83	7,09 *	5,14	10,9
Factor A	1	1020,59	1020,59	7,37 *	5,99	13,7
Factor B	1	53,48	53,48	0,39 NS	5,99	13,7
Inter. A/B	1	177,88	177,88	1,28 NS	5,99	13,7
Error	8	1107,60	138,45			

Fuente: Elaboración propia

NS= No es significativo

*** = Significativo**

***** = Altamente significativo**

Según el cuadro número 9 se puede observar el análisis de varianza, en el cual presenta diferencias significativas en las réplicas y el factor A, ya que f-calculada es mayor a f-tabulada al 5%. Para poder determinar si hay diferencias entre las réplicas y el factor A, se debe realizar una prueba de comparación de medias.

Cuadro N° 10: Prueba de Tukey para las réplicas

Réplicas	medias			
I	161,8 a		161,8	138,9
II	138,9 ab	136,3	25,5	2,6
III	136,3 b	138,9	22,9	0

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 10 presenta los resultados de la prueba de Tukey de comparación de medias aplicada para las tres Réplicas del experimento, se concluye que la réplica I produjo una altura media de planta significativamente mayor (tiene una media más alta, 161,8 cm) que la réplica III (tiene la media más baja 136,3 cm), la réplica II no mostro una diferencia significativa con ninguna de las otras dos (tiene una media intermedia de 138,9 cm).

Cuadro N° 11: Prueba de Tukey para el factor A

Factor A	Medias		
Nitrate Balancer	156,61 a		156,61
x-cyte	138,17 b	138,17	18,44

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 11, prueba de Tukey para el factor A, muestra la comparación de medias para los niveles del factor, se observa que el bioestimulante nitrate balancer, tiene la media más alta (156,61 cm), es un factor determinante en la altura de la planta

siendo este estadísticamente superior y más efectivo que el bioestimulante x-cyte para promover el crecimiento en la producción de altura de la planta.

Figura N° 2: Gráfica de altura media de la planta



Fuente: Elaboración propia

La figura número 2, gráfica de altura media de planta, muestra una variabilidad en la respuesta de la altura de la planta de jamaica a los diferentes tratamientos y bioestimulantes aplicados, el tratamientos 4 (A2B2) es el que obtuvo el mejor rendimiento en altura media de la planta, seguido por el tratamiento 3 (A2B1) son claramente los más efectivos para promover el crecimiento de la planta, los tratamientos 1 (A1B1), 2 (A1B2) y el tratamiento testigo, resultaron en altura media considerablemente más bajas, con valores cercanos entre sí.

3.2. NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

Medir el número de flores en la flor de jamaica es crucial para evaluar la eficacia del bioestimulante, ya que un aumento en la floración indica que el producto está cumpliendo su función de potenciar el cuajado de los frutos y aumentar el rendimiento de la cosecha. Esta medición ayuda a optimizar la aplicación de fertilizantes, a identificar la dosis correcta y a comprender el impacto del producto en la planta en un estado fisiológico clave, lo que es fundamental para el éxito de la producción de flor de jamaica.

Cuadro N° 12: Número de flores por planta

Tratamientos	Replicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	25	29	18	71,3	23,8
A1B2	56	63	18	137,3	45,8
A2B1	38	42	30	109,3	36,4
A2B2	73	65	38	176	58,7
TESTIGO	37	33	14	84	28,1
Suma	228	232	118	578,3	
Media	45,7	46,5	23,5		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 12 se puede observar la media de flores por planta en cada tratamiento, el tratamiento 4 (A2B2) obtuvo la media más alta con 58,7 de flores por planta, casi el doble del testigo, sugiriendo que la combinación de los bioestimulantes y las dosis (x-cyte 0,75ml/l, Nitrate Balancer 0,75ml/l) fueron efectivas para incrementar el número de flores, el tratamiento testigo obtuvo una media de 28,1 de flores por planta, lo que muestra un desempeño superior al tratamiento 1 (A1B1) esto indica que este tratamiento tuvo un efecto negativo de la combinación de los bioestimulantes y las dosis.

(Cardenas, 2015) En su trabajo de tesis sobre la evaluación del cultivo de Jamaica a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes, indica que los bioestimulantes influyen directamente en la floración, la Jamaica responde positivamente a la aplicación de bioestimulantes.

(Pautate, 2025), en su trabajo sobre el "Efecto de abonos orgánicos líquidos en la producción de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)", reportó que el uso de biol supermagro y vermicompost líquido indujo un efecto positivo en el número de cálices (estructura derivada de la flor) y otros parámetros productivos, lo que subraya la capacidad de estos productos para mejorar la productividad de la jamaica.

Los resultados obtenidos en esta variable sugieren que la combinación del tratamiento 4 (A2B2), optimizó los procesos fisiológicos que inducen a la floración del cultivo. La

superioridad del tratamiento A2B2 sobre el testigo es consistente con la productividad general reportadas por (Pautate, 2025).

Cuadro N° 13: Análisis de varianza ANVA para el número de flores por planta

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	4645,93				
Tratamientos	4	2365,63	591,41	8,07 *	4,76	9,78
Réplicas	2	1694,10	847,05	11,56 ***	5,14	10,9
Factor A	1	489,81	489,81	6,68 *	5,99	13,7
Factor B	1	1466,70	1466,70	20,02 ***	5,99	13,7
Inter. A/B	1	409,11	409,11	5,58 *	5,99	13,7
Error	8	586,19	73,27			

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

En el cuadro número 13 se muestra el análisis de varianza, para el número de flores por planta, en el cual se observa que existen diferencias significativas en los tratamientos debido a la aplicación de los bioestimulantes y las dosis en los distintos tratamientos, f-calculada es mayor a f-tabulada al 5%, en las réplicas existen diferencias altamente significativas al 5% y 1%, en el factor A existen diferencias significativas al 5%, en el factor B existen diferencias altamente significativas al 5% y 1%. Para determinar si existe diferencias, se debe realizar una prueba de comparación de medias.

Cuadro N° 14: Prueba de Tukey para los tratamientos

Tratamientos	Medias		58,7	45,8	36,4	28,1
A2B2	58,7 a	23,8	34,9	22	12,6	4,3
A1B2	45,8 ab	28,1	30,6	17,7	8,3	0
A2B1	36,4 bc	36,4	22,3	9,4	0	-8,3
TESTIGO	28,1 bc	45,8	12,9	0	-9,4	-17,7
A1B1	23,8 c					

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 14 se muestra la prueba de Tukey para los tratamientos, el tratamiento 4 (A2B2), es estadísticamente superior a la media del testigo y a las medias

de los tratamientos 3 (A2B1) y el tratamiento 1 (A1B1), la aplicación de la combinación de bioestimulantes y las dosis generó un aumento real en la floración en comparación con el testigo y otras combinaciones menos efectivas.

La prueba de Tukey confirma que la combinación de A2B2 es la recomendada para maximizar el número de flores además resalta que el factor A en su nivel A2 y el factor B en su nivel B2 fueron los mejores para la producción de flores.

Cuadro N° 15: Prueba de Tukey para las réplicas

Réplicas	Medias			
II	46,5 a		46,5	45,7
I	45,7 a	23,5	23	22,2
III	23,5 b	45,7	0,8	0

Fuente: elaboración propia

En el cuadro número 15 se muestra la prueba de comparación de medias Tukey para las réplicas en el cual muestra que la replicas II y I no hay diferencias estadísticamente significativas entre sus medias, la réplica III es significativamente menor, las parcelas o tratamientos de la réplica III tuvieron un rendimiento significativamente inferior.

Cuadro N° 16: Prueba de Tukey para el factor A

factor A	Medias		
Nitrate Balancer	47,56 a		47,56
x-cyte	34,78 ab	34,78	12,78

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 16 se muestra la prueba de comparación de medias Tukey para el factor A del número de flores por planta, el bioestimulante Nitrate Balancer es significativamente diferente al bioestimulante x-cyte, por lo que produjo mayor número de flores.

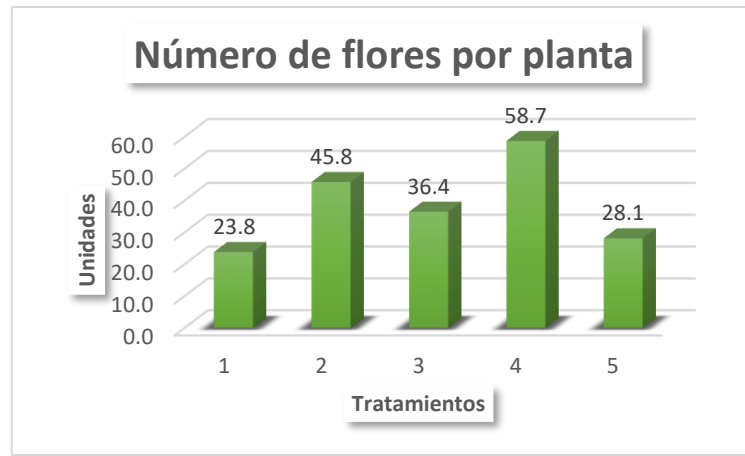
Cuadro N° 17: Prueba de Tukey para el factor B

factor B	Medias		
dosis alta	52,22 a		52,22
dosis baja	30,11 b	30,11	22,11

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 17 se muestra la prueba de comparación de medias Tukey para el factor B, en el cual existen una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de dosis, la dosis utilizada (0,75ml/l) fue un factor con un efecto altamente significativo y diferenciador sobre el rendimiento.

Figura N° 3: Gráfica del número de flores por planta



Fuente: Elaboración propia

En la figura número 3 de la gráfica del número de flores por planta se muestra que el tratamiento más efectivo fue el tratamiento 4 (A2B2) con un promedio de 58,7 flores por planta, el tratamiento 1 (A1B1) fue el menos efectivo incluso inferior al tratamiento testigo (5) con una media de 23,8 flores por planta, el tratamiento 2 (A1B2) muestra un rendimiento alto acercándose al tratamiento 4 con una media de 45,8 flores por planta.

3.3. NÚMERO DE RAMAS PRODUCTORAS

Contar el número de ramas productoras en el cultivo de jamaica es importante para evaluar el efecto de los bioestimulantes en la optimización del rendimiento, ya que, a un mayor número de ramas, mayor es la producción. Esto ayuda a determinar la efectividad de los bioestimulantes en la estimulación de la ramificación y el desarrollo de la planta, también nos permite realizara la comparación de los diferentes

bioestimulantes y dosis permitiendo identificar cuáles son más eficientes para el cultivo.

Cuadro N° 18: Número de ramas productoras

Tratamientos	Replicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	12	11	8	31	10,3
A1B2	15	10	5	30	10,0
A2B1	16	8	5	29	9,7
A2B2	16	10	9	35	11,7
TESTIGO	15	10	6	31	10,3
Suma	74	49	33	156	
Media	14,8	9,8	6,6		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 18 de acuerdo a los datos obtenidos en campo, se refleja el número de ramas productoras por planta, donde se observa que el tratamiento 4(A2B2) presenta la media más alta con 11,7, este tratamiento a simple vista es el más eficiente, el tratamiento 1(A1B1) y el testigo (0) ambos presentan las mismas medias, el tratamiento 3(A2B1) obtuvo el promedio más bajo lo que indica que es el menos productivo.

Según estudios como el de (Montaño, 2022), sobre el manejo de la jamaica con poda apical (cuyo efecto fisiológico es similar al de las citoquininas, ya que eliminan el ápice que produce auxinas), incrementa significativamente el número de ramas, algunas variedades alcanzaron un promedio de 11,0 ramas, y otras con poda a los 90 días lograron hasta 10,6 ramas por planta.

El promedio obtenido en este trabajo de investigación de 11,7 ramas por planta es un excelente resultado y se compara favorablemente con los obtenidos a través del manejo intensivo como la poda, confirmando que la aplicación de los bioestimulantes fue muy efectiva para estimular la ramificación.

Cuadro N° 19: Análisis de varianza ANVA para el número de ramas productoras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	199,60				
Tratamientos	4	6,93	1,73	0,63 NS	4,76	9,78
Replicas	2	170,80	85,40	31,24 ***	5,14	10,9
Factor A	1	0,75	0,75	0,27 NS	5,99	13,7
Factor B	1	2,08	2,08	0,76 NS	5,99	13,7
Inter. A/B	1	4,10	4,10	1,50 NS	5,99	13,7
Error	8	21,87	2,73			

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

***= Significativo**

***** = Altamente significativo**

En el cuadro número 19 muestra el análisis de varianza, en el cual se observa que existen diferencias altamente significativas en las réplicas ya que f-calculada es mayor a f-tabulada al 5% y 1%. Para lo cual es necesario realizar una prueba de comparación de medias para determinar si hay diferencias entre replicas.

Cuadro N° 20: Prueba de Tukey para las réplicas

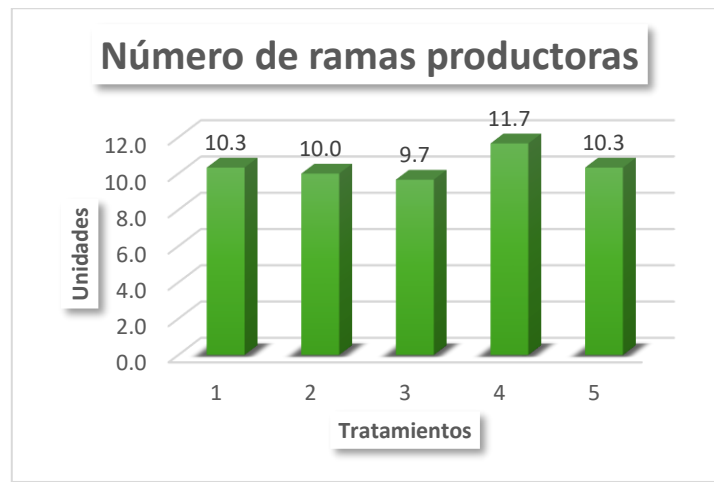
Replicas	medias		14,8	9,8
I	14,8 a			
II	9,8 ab	6,6	8,2	3,2
III	6,6 b	9,8	5	0

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 20 presenta los resultados de la prueba de Tukey de comparación de medias para las réplicas, cuyo objetivo es determinar si las diferencias en el número de ramas productoras son estadísticamente significativas, se observa que la réplica I es significativamente superior a la réplica III, la réplica II no es significativamente diferente de la réplica I y la réplica III. La prueba confirma la conclusión del ANVA,

existe una diferencia altamente significativa en el número de ramas productoras, la réplica I produjo un promedio del doble de ramas que la réplica III, esto indica que la diferencia en el número de ramas productoras se debió a un factor ambiental en el área experimental y no a los bioestimulantes aplicados ya que estos tratamientos no fueron significativos como se vio en el cuadro de ANVA.

Figura N° 4: Gráfica del número de ramas productoras



Fuente: Elaboración propia

En la figura número 4 se observa la gráfica del número de ramas productoras, la representación de esta gráfica es consistente con el resultado del análisis de varianza (ANVA), el cual indico que los tratamientos no tuvieron un efecto estadísticamente significativo en el número de ramas productoras. A pesar que el tratamiento 4 (A2B2), tienen el valor más alto las pequeñas diferencias entre los tratamientos sugieren que las aplicaciones de los bioestimulantes foliares no modificó la formación de las ramas productoras en el cultivo de jamaica.

3.4. NÚMERO DE CÁLCICES POR PLANTA

Contar los cálices por planta es importante para evaluar la efectividad de los bioestimulantes, ya que un mayor número de cálices por planta después del tratamiento indica un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo

Al aplicar bioestimulantes, se puede comparar el número de cálices en plantas tratadas versus las no tratadas para determinar la efectividad y el impacto real del producto en la planta.

Los bioestimulantes pueden influir en el tamaño y la madurez de los cálices, y contar la cantidad ayuda a confirmar si el tratamiento también mejora estas características, asegurando que la cosecha se realice en el momento óptimo.

Cuadro N° 21: Número de cálices por planta

Tratamientos	Replicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	70	58	52	180	60,0
A1B2	115	76	68	259	86,3
A2B1	69	68	63	200	66,7
A2B2	96	63	57	216	72,0
TESTIGO	83	53	22	158	52,7
Suma	433	318	262	1013	
Media	86,6	63,6	52,4		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 21 se observa que el mejor tratamiento en cuanto al número de cálices fue el tratamiento 2 (A1B2) con una media de 86,3, seguido por el tratamiento 4 (A2B2) con una media de 72,0, el tratamiento que presento un menor número de cálices por planta fue el testigo (0) con una media de 52,7.

Conforme a los resultados obtenidos del análisis estadístico de datos se puede observar que hubo mayor efecto en el tratamiento 2 (A1B2) con las dosis de x-cyte (0.5ml/l), nitrate balancer (0,75ml/l).

(Rosado, 2020), al evaluar la aplicación de abonos orgánicos líquidos en la producción de Jamaica reporto aumentos significativos en el rendimiento, en su estudio el tratamiento con vermicompost liquido obtuvo un promedio de 9,07 cálices por planta, mientras que otros tratamientos orgánicos también superaron al testigo.

El resultado obtenido de 86,3 cálices por planta en el tratamiento 2 (A1B2), es significativamente mayor e inclusivamente el tratamiento testigo (0), que los valores

observados en los estudios de (Rosado, 2020), esto demuestra la alta eficiencia de la combinación de bioestimulantes y la dosis utilizada.

Cuadro N° 22: Análisis de varianza ANOVA para el número de cálices por planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	6151,73				
Tratamientos	4	1955,73	488,93	3,38 NS	4,76	9,78
Réplicas	2	3040,13	1520,07	10,52 *	5,14	10,9
Factor A	1	44,08	44,08	0,31 NS	5,99	13,7
Factor B	1	752,08	752,08	5,21 NS	5,99	13,7
Inter. A/B	1	1159,57	1159,57	8,03 *	5,99	13,7
Error	8	1155,87	144,48			

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

***= Significativo**

***** = Altamente significativo**

Según el cuadro número 22 se puede observar el análisis de varianza, para el número de cálices por planta al momento de la cosecha, en el cual existen diferencias significativas en las réplicas al 5% y 1% ya que f-calculada es mayor a f-tabulada, esto indica que algunas réplicas fueron significativamente más productivas que otras, independientemente del tratamiento, y en la interacción de factores A/B, existen diferencias significativas al 5%. Esto significa que el efecto de un bioestimulante (factor A) sobre el número de cálices depende del nivel de otro factor (factor B). No se puede evaluar el factor A o el factor B de forma aislada, es la combinación específica de los dos que influyen en la producción de cálices.

Para ver la significancia entre las réplicas y la interacción de factores A/B, es necesario realizar una prueba de comparación de medias.

Cuadro N° 23: Prueba de Tukey para las réplicas

Réplicas	media
I	86,6 a
II	63,6 ab
III	52,4 b

	86,6	63,6
52,4	34,2	11,2
63,6	23	0

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 23 presenta los resultados de la prueba de Tukey de comparación de medias aplicada a las tres réplicas del experimento, se observa que la réplica I registró el mayor número promedio de cálices por planta es significativamente mayor a la réplica III, esta réplica registró el menor número promedio de cálices, la réplica II no es significativamente diferente de la réplica I y III.

Cuadro N° 24: Prueba de Tukey para la interacción de factores A/B

Interacción A/B	Medias
B2	79,17 a
A1	73,17 a
A2	69,33 a
B1	63,33 a

	79,17	73,17	69,33
63,33	15,84	9,84	6
69,33	9,84	3,84	0
73,17	6	0	-3,84

Fuente: elaboración propia

En el cuadro número 24 de la prueba de Tukey para la interacción de factores, muestra que no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre el promedio del número de cálices por planta para ninguna de las combinaciones de interacción de los factores A y B. Esto indica que el efecto de un factor A, no depende significativamente del nivel del otro factor.

Figura N° 5: Gráfica del número de cáliz por planta



Fuente: Elaboración propia

En la figura número 5 se muestra la gráfica de número de cálices por planta, la cual indica una gran variabilidad en la productividad entre los tratamientos, el tratamiento 2 (A1B2), es claramente el más exitoso produciendo una media de 86,3 cálices, lo que probablemente representa la combinación óptima de los factores A y B. El tratamiento 5 (testigo) resulto ser el menos productivo.

Existe una diferencia notable entre el tratamiento más productivo y el menos productivo, lo que sugiere que la elección de los bioestimulantes y la combinación es un factor determinante en la cosecha de cálices.

3.5. PESO DE CÁLICES POR PLANTA (gr.)

Pesar los cálices por planta es una práctica fundamental para evaluar la efectividad de los bioestimulantes, ya que permite cuantificar el rendimiento individual y determinar cómo afectan en el peso y la calidad del producto. Esta medición ayuda a entender la respuesta de la planta y a optimizar las prácticas agrícolas como la densidad de siembra y la aplicación de bioestimulantes, para maximizar la producción total.

Cuadro N° 25: Peso de cálices por planta

Tratamientos	Replicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	617	509	488	1614	538,0
A1B2	1.140	471	439	2.050	683,3
A2B1	598	589	751	1938	646,0
A2B2	923	573	520	2016	672,0
TESTIGO	892	529	231	1652	550,7
Suma	4170	2671	2429	9270	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos en campo que se refleja en el cuadro número 25 el peso promedio de cálices por planta obtenidos en la cosecha de la producción, se puede observar que el tratamiento 2 (A1B2) fue el que presentó mayor rendimiento por planta con una media de 683,3 gr, seguido por el tratamiento 4 (A2B2) con una media de 672,0 gr, el tratamiento que presentó menor rendimiento en el peso de cálices fue el tratamiento testigo (0), con una media de 550,7 gr. por planta.

De acuerdo con (Santos, 2021), enfatiza la importancia de la nutrición (Nitrógeno y Potasio) para mejorar los rendimientos y la calidad de los cálices de Jamaica.

El hecho de que el mejor tratamiento 2 (A1B2), haya superado al testigo con aproximadamente 24% demuestra una respuesta agronómica positiva a la aplicación de bioestimulantes.

Cuadro N° 26: Análisis de varianza ANVA para el peso de cálices por planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	711266,00				
Tratamientos	4	56706,67	14176,67	0,38 NS	4,76	9,78
Replicas	2	355776,40	177888,20	4,76 NS	5,14	10,9
Factor A	1	7008,33	7008,33	0,19 NS	5,99	13,7
Factor B	1	22016,33	22016,33	0,59 NS	5,99	13,7
Inter. A/B	1	27682,00	27682,00	0,74 NS	5,99	13,7
Error	8	298782,93	37347,87			

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

Según el cuadro número 26 se puede observar el análisis de varianza, del peso de cálices por planta, donde ningún factor, tratamiento o interacción tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el peso de los cálices por planta.

En esta variable se acepta la HO, No existe diferencia en la respuesta a la aplicación de bioestimulantes utilizados para el mejoramiento de la producción del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) y disminución del ciclo de cultivo.

Figura N° 6: Gráfica del peso de cáliz por planta



Fuente: Elaboración propia

En la figura número 6 la gráfica del peso de cálices por planta se observa las diferencias notables en la producción de peso promedio de cálices, el tratamiento 2 (A1B2) lidera con 683,3 gramos, seguido por el tratamiento 4 (A2B2) y el tratamiento 3 (A2B1), los tratamientos 1 (A1B1) y el 5 (testigo) registraron los pesos promedio más bajos, esto indica que las aplicaciones de bioestimulantes en el tratamiento 1 fue menos efectiva en el peso de cálices e incluso del tratamiento testigo que no se realizó ninguna aplicación.

3.6. TAMAÑO DE CÁLCICES (cm)

Medir el tamaño de los cálices de Jamaica es importante para evaluar la efectividad de los bioestimulantes. Los bioestimulantes pueden influir en el desarrollo de los cálices, por lo que medir su tamaño permite cuantificar su efecto en la producción, el peso y el rendimiento final, lo que a su vez puede mejorar la ganancia económica del cultivo.

Cuadro N° 27: Tamaño de cálices

Tratamientos	Replicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	8	6	5,5	19,5	6,5
A1B2	8	7,5	7	22,5	7,5
A2B1	8	7	6,5	21,5	7,2
A2B2	8	7,5	6	21,5	7,2
TESTIGO	8,5	7,5	5,5	21,5	7,2
Suma	40,5	35,5	30,5	106,5	
Media	8,1	7,1	6,1		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro número 27 se observa que el mejor tratamiento en cuanto al tamaño de cálices fue el tratamiento 2 (A1B2) con una media de 7,5 cm, el tratamiento 3 (A2B1), tratamiento 4 (A2B2) y el testigo obtuvieron la misma media de 7,2cm, quedando así el tratamiento 1 (A1B1) con una media de 6,5cm, siendo este tratamiento el que presento menor desarrollo de cálices.

(Cardenas, 2015) Evaluó el diámetro de los cálices y encontró que la aplicación complementaria de bioestimulantes, a ciertas dosis y con ciertas formulaciones puede incrementar esta variable. Algunas referencias botánicas y agronómicas como las citadas por (Ortiz-Marquez, 2008), indican que las flores/cálices de jamaica pueden medir de 8 a 10cm.

El resultado de 7,5cm en el tamaño de los cálices con el tratamiento 2(A1B2), es una confirmación de que esta combinación de bioestimulantes y dosis (x-cyte 0,5ml/l, nitrate balancer 0,75ml/l) optimizó no solo el número de cálices, sino también su desarrollo individual lo que es esencial para la calidad y el rendimiento.

Cuadro N° 28: Análisis de varianza ANVA para el tamaño de cálices

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	13,60				
Tratamientos	4	1,60	0,40	1,60 NS	4,76	9,78
Replicas	2	10,00	5,00	20,00 ***	5,14	10,9
Factor A	1	0,08	0,08	0,33 NS	5,99	13,7
Factor B	1	0,75	0,75	3,00 NS	5,99	13,7
Inter. A/B	1	0,77	0,77	3,07 NS	5,99	13,7
Error	8	2,00	0,25			

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

En el cuadro número 28 refleja el cuadro de análisis de varianza, para el tamaño de cálices, se observa que f-calculada es mayor a f-tabulada en las réplicas al 5% y 1%, esto indica que hay diferencias altamente significativas en el tamaño promedio de cálices, el factor geográfico o ambiental de la réplica tuvo un impacto mucho mayor en el tamaño de cálices que cualquier bioestimulante aplicado. Para determinar si existen diferencias es necesario realizar una prueba de comparación de medias.

Cuadro N° 29: Prueba de Tukey para las réplicas

Réplicas	Medias
I	8,1 a
II	7,1 ab
III	6,1 b

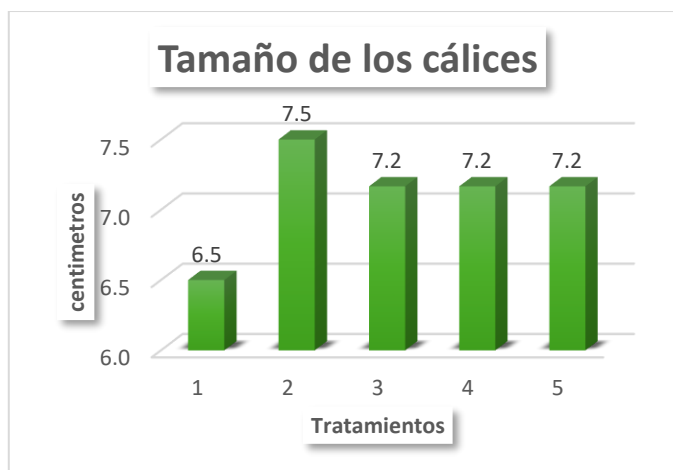
	8,1	7,1
6,1	2	1
7,1	1	0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 29 se muestra los resultados de la prueba de comparación de medias Tukey para la variable tamaño de cálices, la réplica I registró el mayor promedio de tamaño de cálices, se concluye que produjo cálices significativamente más grandes que la réplica III, la réplica II muestra un tamaño intermedio, no es significativamente diferente de la réplica I ni de la réplica III.

Dado que el cuadro de ANVA determinó que los tratamientos de bioestimulantes no fueron significativos para el tamaño de cálices, esta diferencia significativa entre replicas demuestra que las diferencias del rendimiento se deben a factores del campo y no a la acción de los bioestimulantes aplicados.

Figura N° 7: Gráfica del tamaño de cálices



Fuente: Elaboración propia

En la figura número 7 se muestra la gráfica del tamaño promedio de cálices, se observa que la variación promedio en el tamaño de los cálices entre tratamientos es mínima, el tratamiento 2 (A1B2) registró el tamaño promedio más grande con 7,5 cm, el tratamiento 1 (A1B1) presentó el tamaño promedio más pequeño incluso mejor al tratamiento testigo (5). Esta mínima variación concluye que los tratamientos no tuvieron un efecto estadísticamente significativo en el tamaño de los cálices.

3.7. DIÁMETRO DE CÁLICES (cm)

Medir el diámetro de los cálices de jamaica es importante al aplicar bioestimulantes, porque es un indicador directo del crecimiento y desarrollo del producto comercial, influenciado por la respuesta de la planta al tratamiento. Este parámetro permite evaluar la efectividad de los bioestimulantes en mejorar la calidad y el rendimiento del cultivo, y ayuda a determinar el momento óptimo de cosecha para maximizar la producción de cálices maduros y mayor tamaño.

Cuadro N° 30: Diámetro de cálices

Tratamientos	Replicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	4	3	2,5	9,5	3,2
A1B2	4	3	3	10	3,3
A2B1	4	3,5	3	10,5	3,5
A2B2	4,5	3,5	3,5	11,5	3,8
TESTIGO	3,5	3	2,5	9	3,0
Suma	20	16	14,5	50,5	
Media	4	3,2	2,9		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro número 30 se puede observar que el tratamiento que tuvo el mejor promedio en el diámetro de los cálices fue el tratamiento 4 (A2B2), con un promedio de 3,8cm, el testigo (0) obtuvo menor promedio de diámetro de cálices.

(Santos, 2021), indica que la aplicación de nutrientes esenciales es crucial para mejorar el rendimiento y la calidad de cálices en la jamaica y un mayor diámetro es una manifestación física, en un mayor tamaño.

Según los resultados obtenidos, la aplicación de bioestimulantes con dosis de 0,75ml/l de los 2 bioestimulantes ha demostrado mejorar las características morfológicas del cáliz.

Cuadro N° 31: Análisis de varianza ANVA para el diámetro de cálices

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	4,73				
Tratamientos	4	1,23	0,31	9,25*	4,76	9,78
Réplicas	2	3,23	1,62	48,50***	5,14	10,9
Factor A	1	0,52	0,52	15,62*	5,99	13,7
Factor B	1	0,19	0,19	5,62 NS	5,99	13,7
Inter. A/B	1	0,53	0,53	15,75*	5,99	13,7
Error	8	0,27	0,03			

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo

*= Significativo

*** = Altamente significativo

El cuadro número 31 muestra el análisis de varianza, para el diámetro de cálices se puede observar que existen diferencias significativas en los tratamientos f-calculada es mayor a f-tabulada al 5%, en las réplicas existen diferencias altamente significativas f-calculada es mayor a f-tabulada en el 5% y 1%, en el factor A y la interacción de factores A/B, también se observan diferencias significativas al 5% y 1%. Para lo cual se debe realizar una prueba de comparación de medias.

Cuadro N° 32: Prueba de Tukey para los tratamientos

Tratamientos	Medias		3,8	3,5	3,3	3,2
A2B2	3,8 a	3	0,8	0,5	0,3	0,2
A2B1	3,5 ab	3,2	0,6	0,3	0,1	0
A1B2	3,3 bc	3,3	0,5	0,2	0	-0,1
A1B1	3,2 bc	3,5	0,3	0	-0,2	-0,3
TESTIGO	3 c					

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 32 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias Tukey para los diferentes tratamientos y el testigo del experimento, los resultados de Tukey confirman que los bioestimulantes, sí tuvieron un impacto real en el diámetro de cálices, la combinación de bioestimulantes en el tratamiento 4 (A2B2) fue la más efectiva logrando un diámetro significativamente mayor que el testigo.

Cuadro N° 33: Prueba de Tukey para las réplicas

Replicas	medias		4	3,2
I	4,0 a	2,9	1,1	0,3
II	3,2 b	3,2	0,8	0
III	2,9 b			

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 33 se muestra la comparación de medias entre las tres réplicas del experimento, la réplica I registró el diámetro promedio más alto, es significativamente

superior a las réplicas II y III. Las réplicas II y III no son significativamente diferentes entre sí.

Dado que las réplicas representan variaciones del sitio y su efecto fue altamente significativo, se concluye que las condiciones del campo tuvieron un impacto más fuerte en el diámetro final de los cálces que cualquier diferencia de tratamiento entre replicas II y III.

Cuadro N° 34: Prueba de Tukey para el factor A

Factor A	Medias
Nitrate balancer	3,7 a
X-cyte	3,3 b

	3,7
3,3	0,4

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 34 se muestra los resultados de la prueba de Tukey para el factor A del diámetro de cálces, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los bioestimulantes, el bioestimulante nitrate balancer produjo cálces con un diámetro significativamente mayor que el bioestimulantes x-cyte, esto confirma que el tipo de bioestimulante influye directamente en la dimensión del cáliz.

Cuadro N° 35: Prueba de Tukey para la interacción de factores A/B

Interacción A/B	Medias
A2	3,7 a
B2	3,6 ab
A1	3,3 b
B1	3,3 b

	3,7	3,6	3,3
3,3	0,4	0,3	0
3,3	0,4	0,3	0
3,6	0,1	0	-0,3

Fuente: elaboración propia

En el cuadro número 35 de la prueba de Tukey para la interacción de los factores A/B del diámetro de cálces, muestra diferencias estadísticamente significativas entre algunas de las combinaciones de interacción. Esto demuestra que la combinación de factores A2 es la que genera cálces con mayor diámetro superando estadísticamente a las interacciones A1 y B1. El efecto del factor A y el factor B sobre el diámetro del cáliz si depende del nivel del otro factor.

Figura N° 8: Gráfica del diámetro del cáliz



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestra la gráfica del diámetro de cáliz en el cual se observa que el tratamiento 4 (A2B2) registró el diámetro promedio más grande, el tratamiento testigo (5) registró el diámetro más bajo. Estos resultados indican que la combinación de los bioestimulantes y las dosis aplicadas en el tratamiento 4 fueron las más eficaces en el diámetro de cáliz.

3.8. PESO POR CÁLIZ (gr.)

Pesar los cáliz de la flor de jamaica es crucial para optimizar el cultivo y rendimiento, ya que el peso está relacionado con la cantidad de compuestos activos que se buscan en la planta, como antioxidantes y nutrientes. Este proceso permite cuantificar el efecto de los bioestimulantes sobre la calidad y la producción, ofreciendo datos objetivos para mejorar las técnicas agrícolas como el ajuste de dosis, el momento de la aplicación y las condiciones del cultivo con el fin de obtener un producto de mayor calidad y rentabilidad.

Cuadro N° 36: Peso por cáliz

Tratamientos	Réplicas			Suma	Media
	I	II	III		
A1B1	15	12	10	37	12,3
A1B2	16	14	10	40	13,3
A2B1	14	13	10	37	12,3
A2B2	17	13	9	39	13,0
TESTIGO	16	13	9	38	12,7
Suma	78	65	48	191	
media	15,6	13	9,6		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 36 se presenta el peso medio de los cálices en gramos, en el cual se observa que el tratamiento 2 (A1B2) obtuvo el mayor peso de 13,3 gr, esto indica que la combinación de los bioestimulantes y la dosis (x-cyte 0,5ml/l, nitrate balancer 0,75ml/l), en este tratamiento ha sido el más eficaz para el incremento de peso del cáliz, el tratamiento testigo produjo mayor peso que el tratamiento 1 (A1B1) y el 3 (A2B1).

(Yakhin et al., 2017), establece que los reguladores de crecimiento, como las citoquininas tienen una curva de respuesta bifásica. Esto significa que solo son efectivos dentro de un rango de concentración muy estrecho, una dosis baja estimula, mientras que una dosis alta puede ser fisiológicamente, menos eficiente, gastando las energías de la planta en lugar de dirigirla al crecimiento.

Otros estudios realizados en el cultivo de jamaica que evalúan bioestimulantes basados en extractos de algas han reportado que la aplicación foliar de bioestimulantes mejora consistentemente el peso de la flor/cáliz al fortalecer el desarrollo reproductivo.

Los resultados obtenidos en el peso del cáliz, muestran que la aplicación combinada de una dosis baja (x-cyte 0,5ml/l) y una dosis alta (nitrate balancer 0,75ml/l), es la formulación más eficiente para maximizar el peso del cáliz en el cultivo de la jamaica.

Cuadro N° 37: Análisis de varianza ANVA para el peso por cáliz

Fuente de variación	grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	f-calculada	f-tabulada	
					5%	1%
Total	14	98,93				
Tratamientos	4	2,27	0,57	0,74 NS	4,76	9,78
Réplicas	2	90,53	45,27	59,04 ***	5,14	10,9
Factor A	1	0,08	0,08	0,11 NS	5,99	13,7
Factor B	1	2,08	2,08	2,72 NS	5,99	13,7
Inter. A/B	1	0,10	0,10	0,13 NS	5,99	13,7
Error	8	6,13	0,77			

Fuente: Elaboración propia

NS = No significativo***= Significativo******* = Altamente significativo**

En el cuadro número 37 se muestran los resultados del análisis de varianza, para el peso por cáliz, en el cual se observan diferencias altamente significativas en las réplicas, f-calculada es mayor a f-tabulada al 5% y 1%. Para determinar si existen diferencias, es necesario realizar una prueba de comparación de medias.

Cuadro N° 38: Prueba de Tukey para las réplicas

Réplicas	Medias			
I	15,6 a		15,6	13
II	13 b	9,6	6	3,4
III	9,6 c	13	2,6	0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro número 38 se observa la prueba de comparación de medias Tukey para las réplicas, se concluye que existen diferencias significativas en el peso promedio del cáliz entre la réplica I, II y III. La réplica I presenta el mayor peso promedio del cáliz de 15,6 gr. Y la réplica con menor peso promedio es la réplica III.

Figura N° 9: Gráfica del peso por cáliz



Fuente: Elaboración propia

En la figura número 9 de la gráfica del peso promedio por cáliz se observa que el tratamiento 2 (A1B2) fue el tratamiento más efectivo que obtuvo mayor peso con 13,3 gr, mientras que los tratamientos 1 (A1B1) y el tratamiento 3 (A2B1), son los menos efectivos. El tratamiento testigo (5) mostró un resultado medio y superior al tratamiento 1 y 3.

3.9. ANÁLISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS

Los resultados estadísticos como ser el ANVA y la prueba de Tukey arrojaron efectos diferenciales de los tratamientos sobre las variables agronómicas.

La mejor combinación para el desarrollo vegetativo y calidad de cálices, fue el tratamiento 4 (A2B2) que corresponde a x-cyte (0,75ml/l) más Nitrate Balancer (0,75ml/l) este tratamiento fue más eficaz en incrementar la altura de planta con un promedio de 159,3 cm, aumentar el número de flores con un promedio de 58,7 flores/planta y ramas productoras con un promedio de 11,7 ramas/planta y lograr el mejor promedio 3,8 cm en el diámetro de los cálices con diferencias significativas respecto al testigo.

La mejor combinación para la producción de cálices con un promedio de 683,3 gr/planta, peso por cáliz con un promedio de 13,3 gr y el tamaño de cálices con un promedio de 7,5 cm, fue el tratamiento 2 (A1B2) que corresponden a x-cyte (0,5ml/l)

más Nitrate Balancer (0,75ml/l), fue claramente el tratamiento más eficaz y exitoso para estas variables.

El análisis de varianza estadístico, mostró diferencias significativas en la interacción de factores (A/B) para el número de cálices por planta y para el diámetro de cálices, esto comprueba que el efecto de un bioestimulante (factor A) sobre la producción de cálices y su diámetro depende de la dosis (factor B) con la que se convine.

El tratamiento 2 (A1B2) se establece como el mejor tratamiento de mayor potencial para el rendimiento comercial (producción de cálices de buen tamaño) mientras que el tratamiento 4 (A2B2) es el mejor tratamiento para lograr el mayor vigor vegetativo y calidad morfológica (mayor altura y diámetro de cálices).

El análisis del peso de cálices por planta fue la única variable de rendimiento donde no se encontró significancia estadística, para lo cual se acepta la hipótesis nula.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que el uso combinado de ambos bioestimulantes tuvo un efecto positivo en las variables agronómicas evaluadas ya que los tratamientos con aplicación de bioestimulantes superaron consistentemente al tratamiento testigo en la mayoría de los tratamientos, confirmando la hipótesis alterna en la mayoría de las variables.
- Se concluye que la combinación con la dosis menor del factor A y la dosis mayor del factor B, (tratamiento 2) y la dosis mayor de ambos factores (tratamiento 4) se consagran como los tratamientos de mayor éxito comercial, logrando la mayor producción en comparación con el tratamiento testigo.
- Se concluye que, existe una interacción significativa entre los 2 bioestimulantes y sus respectivas dosis, el efecto en la producción no puede ser atribuido a un solo factor por separado, sino a la combinación específica de los bioestimulantes que influyen de manera determinante en el rendimiento final del cultivo.
- Las labores culturales, especialmente el control oportuno de malezas, influyeron significativamente en la eficacia de los bioestimulantes. Se determinó que el momento y la frecuencia de aplicación, en interacción con las condiciones ambientales, fueron factores decisivos para maximizar la respuesta del cultivo y la producción de cálices de flor de jamaica.
- Los resultados confirman que la aplicación de bioestimulantes foliares en dosis adecuadas mejora significativamente los indicadores de rendimiento del cultivo de flor de jamaica, superando notablemente con un 19,4% de peso de cálices por planta al tratamiento testigo sin aplicación.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda introducir el cultivo a la zona ya que los factores climatológicos son favorables para el desarrollo del cultivo y a su vez la implementación del tratamiento 2 (A1B2), 4 (A2B2) y la aplicación foliar de los bioestimulantes en su momento óptimo de la inducción al cuajado floral para maximizar el rendimiento del cultivo de jamaica.
- Para futuros estudios se recomienda realizar una caracterización físico-químico del suelo en el área de estudio para identificar y corregir las fuentes de variabilidad y de factores no controlados como el riego, control de malezas y prácticas fitosanitarias entre las parcelas, para que las diferencias se deben únicamente a la acción de los bioestimulantes.
- Se recomienda realizar estudios que evalúen de forma individual a cada bioestimulante a diferentes dosis para determinar el efecto específico que cada producto tiene sobre las variables de rendimiento y calidad, como en el caso del Nitrate Balancer que demostró un efecto significativo en la altura y número de flores.
- Se recomienda fortalecer las prácticas de tutorado y aporque para prevenir el vuelco y garantizar la estabilidad estructural de la planta, para asegurar el potencial productivo del cultivo.
- Se recomienda realizar otros estudios con otras variedades de jamaica y otros bioestimulantes, para identificar aquella variedad, que mejor se adapte a las condiciones locales y muestre el mayor potencial de rendimiento.