



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**Variabilidad en el patrón de crecimiento de Jamaica (Hibiscus Sabdariffa L)
sometida a dosis nutricionales crecientes**

**WU TORRES ALEX DI GANG
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**Variabilidad en el patrón de crecimiento de Jamaica (Hibiscus
Sabdariffa L) sometida a dosis nutricionales crecientes**

**WU TORRES ALEX DI GANG
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Variabilidad en el patrón de crecimiento de Jamaica (Hibiscus Sabdariffa L) sometida a dosis nutricionales crecientes

**WU TORRES ALEX DI GANG
INGENIERO AGRONOMO**

VILLASEÑOR ORTIZ DIEGO RICARDO

**MACHALA
2024**

Variabilidad en el patrón de crecimiento de Jamaica (Hibiscus Sabdariffa) sometida a dosis nutricionales crecientes

por Alex Wu Torres

Fecha de entrega: 11-ago-2024 11:33a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2430413162

Nombre del archivo:

Variabilidad_en_el_patrón_de_crecimiento_de_Jamaica_Hibiscus_Sabdariffa_sometida_a_dosis_nutricionales_crecientes.pdf (1.21M)

Total de palabras: 9214

Total de caracteres: 47331

Variabilidad en el patrón de crecimiento de Jamaica (Hibiscus Sabdariffa) sometida a dosis nutricionales crecientes.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.utb.edu.ec

Fuente de Internet

2%

2

recursosbiblio.url.edu.gt

Fuente de Internet

<1%

3

Verónica Elizabeth Obediente-Talavera, Italo Manuel Polanco-Bravo, Hendris Guadalupe Díaz-Bustillo. "Diseño de un plan de comercialización de la Flor de Jamaica", Agroecología Global. Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar, 2023

Publicación

<1%

4

esnam.eu

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 40 words

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

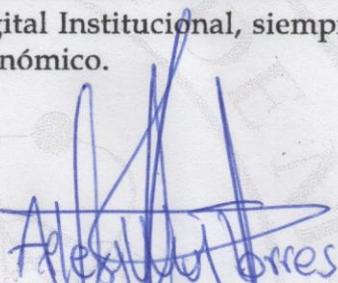
El que suscribe, WU TORRES ALEX DI GANG, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Variabilidad en el patrón de crecimiento de Jamaica (Hibiscus Sabdariffa L) sometida a dosis nutricionales crecientes, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



WU TORRES ALEX DI GANG

0929830297

DEDICATORIA

A mis padres, Tao Wu y Angelica Torres Vargas, a quienes les debo todos mis logros en la vida, por ser siempre mis pilares y mis ejemplos a seguir, por confiar invariablemente en mis capacidades y estar para mí en los buenos y malos momentos, de ahora en adelante todos mis éxitos serán para ustedes.

A mi hermano Mathias Wu Torres, quien me ha acompañado en esta aventura llamada vida desde hace 14 años; que, a pesar de que existan peleas, siempre sepamos que estamos el uno para el otro hasta el final.

A mi perro Lucas, el cual llegó a mi vida al inicio de mi etapa universitaria y me ha acompañado en las noches de desvelo y los malos días, permaneciendo junto a mí hasta el final de esta travesía.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todos los aspectos posibles para que yo pueda culminar con éxito mi etapa universitaria.

A los docentes que han impartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera y me han formado profesionalmente, aportando su granito de arena; en especial a mi estimado tutor, Ing. Diego Villaseñor Ortiz, por todo su apoyo brindado hacia mí durante el transcurso de mi trabajo de titulación. Su convicción como maestro fue el mejor ejemplo y me permitió siempre aprender de él.

Al Ing. Julio Enrique Chabla Carillo, quien me demostró que las únicas barreras que tengo para avanzar en la vida están en mi mente y que siempre puedo derrumbarlas y seguir hacia adelante. Al Ing. Salomón Barrezueta Unda, quien siempre ha estado presto a brindarme su ayuda en momentos complicados de mi carrera y me enseñó que la amabilidad y la bondad deben ser valores obligatorios en un profesional.

A los amigos que he hecho a lo largo de mi estancia en la Universidad, de los cuales he aprendido un poco de cada uno; en especial a mi grupo de amigos: Rodrigo, Bryan, Jimmy Honores, Jimmy Pacheco, Víctor y Luiggi, con los cuales he compartido miles de experiencias. Hemos superado varios obstáculos a lo largo de nuestra carrera y, aunque es momento de que cada uno siga su búsqueda por cumplir sus metas, les deseo el mayor de los éxitos en esta aventura llamada vida.

RESUMEN

El estudio se centró en evaluar la variabilidad en el crecimiento de la planta de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) bajo diferentes dosis de fertilización (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio) en la Granja Experimental Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala, utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Se analizaron cuatro tratamientos: un control sin fertilización y tres niveles de fertilización al 100%, 150%, y 200% de la dosis recomendada. Los resultados mostraron que la fertilización influye significativamente en el crecimiento de la planta, especialmente en la tercera etapa fenológica, donde la dosis del 200% proporcionó los mayores beneficios en términos de altura, diámetro del tallo, número de hojas, intensidad de clorofila y producción de botones florales. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en las primeras dos etapas fenológicas entre las dosis del 100%, 150% y 200%, lo que sugiere que dosis superiores al 100% no proporcionan beneficios adicionales y pueden incluso causar desequilibrios nutricionales que afecten la calidad y productividad de la planta. La investigación concluye que la dosis óptima de fertilización para el crecimiento de Jamaica es cercana al 100% de lo recomendado, ya que dosis más altas no resultan en una mayor extracción de nutrientes ni en una acumulación significativa de materia seca en la mayoría de las partes de la planta.

Palabras clave: *Hibiscus sabdariffa*, fertilización, crecimiento vegetal, nutrición de cultivos, variabilidad fenológica, dosis nutricionales, producción agrícola, calidad del cultivo, manejo agronómico, experimentación agrícola, rendimiento de cultivos.

ABSTRACT

The study focused on evaluating the variability in the growth of the Jamaica plant (*Hibiscus sabdariffa*) under different fertilization doses (nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, and calcium) at the Santa Inés Experimental Farm of the Technical University of Machala, using a completely randomized block design. Four treatments were analyzed: a control without fertilization and three levels of fertilization at 100%, 150%, and 200% of the recommended dose. The results showed that fertilization significantly influences plant growth, especially in the third phenological stage, where the 200% dose provided the greatest benefits in terms of plant height, stem diameter, number of leaves, chlorophyll intensity, and flower bud production. However, no significant differences were observed in the first two phenological stages between the 100%, 150%, and 200% doses, suggesting that doses above 100% do not provide additional benefits and may even cause nutritional imbalances that affect the plant's quality and productivity. The research concludes that the optimal fertilization dose for Jamaica's growth is close to 100% of the recommended dose, as higher doses do not result in greater nutrient extraction or significant dry matter accumulation in most parts of the plant.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa*, fertilization, plant growth, crop nutrition, phenological variability, nutritional doses, agricultural production, crop quality, agronomic management, agricultural experimentation, crop yield.

ÍNDICE

I.	Introducción	- 9 -
1.2	Objetivo general.....	- 11 -
1.2.1	Objetivos específicos	- 11 -
II.	Marco teórico.....	- 12 -
2.1.	Taxonomía de la flor de Jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.).....	- 12 -
2.2.	Origen geográfico de la flor de Jamaica	- 12 -
2.3	Usos e importancia de la flor de Jamaica	- 12 -
2.4	Valor Nutricional de la flor de Jamaica.....	- 13 -
2.5.	Producción de la flor de Jamaica	- 14 -
2.5.1	Producción Mundial de la flor de Jamaica.....	- 14 -
2.5.2	Producción Nacional de la flor de Jamaica.....	- 15 -
2.6.	Requerimientos Edafoclimáticos de la flor de Jamaica	- 15 -
2.6.1.	Suelo	- 15 -
2.6.2.	Riego.....	- 15 -
2.6.3.	Temperatura	- 15 -
2.6.4.	Precipitación	- 16 -
2.6.5.	Fotoperiodo.....	- 16 -
2.6.6.	Altitud	- 16 -
2.7.	Fenología de la flor de Jamaica	- 16 -
2.8.	Fertilización de la flor de Jamaica	- 17 -
2.9.	Exigencia Nutricional de la flor de Jamaica	- 17 -
2.9.1	Macronutrientes	- 17 -
2.9.2	Micronutrientes	- 19 -
2.10.	Manejo agronómico de la flor de Jamaica	- 20 -
2.10.1.	Densidad de siembra.....	- 20 -
2.10.2.	Labores culturales	- 20 -
2.11.	Plagas que se encuentran en la flor de Jamaica	- 22 -

2.12. Enfermedades que se encuentran en la flor de Jamaica.....	- 24 -
III. Materiales y Métodos.....	- 26 -
3.1. Localización y caracterización del área de estudio.....	- 26 -
3.2. Diseño Experimental.....	- 27 -
3.3. Material Vegetal	- 28 -
3.4. Preparación y diseño de parcela experimental.....	- 28 -
3.5. Manejo de la fertilización	- 29 -
3.6. Siembra	- 29 -
3.7. Manejo del cultivo	- 30 -
3.8. Recolección de datos	- 31 -
3.9. Análisis Estadístico	- 31 -
IV. Resultados y Discusión.....	- 32 -
V. Conclusiones.....	- 41 -
VI. Fuentes Bibliográficas	- 42 -

Índice de cuadros

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo de Jamaica.....	- 12 -
Cuadro 2. Valor Nutricional del cultivo de Jamaica.....	- 13 -
Cuadro 3. Producción de Jamaica por cada País.....	- 14 -
Cuadro 4. Principales plagas de la flor de Jamaica.....	- 23 -
Cuadro 5. Principales enfermedades de la flor de Jamaica.....	25
Cuadro 6. Tratamientos evaluados con su respectiva dosis en las diferentes etapas.....	29
Cuadro 7. Datos biométricos de la primera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias.....	- 32 -
Cuadro 8. Datos biométricos de la segunda etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias.....	- 34 -
Cuadro 9. Datos biométricos de la tercera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias.....	35
Cuadro 10. Datos de extracción total de nutrientes en el fruto realizada en la tercera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencia.....	37
Cuadro 11. Datos del porcentaje de materia seca en los distintos órganos de la planta en la tercera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad.....	39

Índice de figuras

Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de Jamaica.....	17
Figura 2. Ubicación del área donde se realizó el trabajo de investigación el cual tiene 10m ² situado en la granja Santa Inés de la facultad técnica de Machala	26
Figura 3. Diseño experimental del área de estudio.....	27
Figura 4. Diseño de parcela experimental	28
Figura 5. Calendario de Riego y Evapotranspiración real del cultivo de Jamaica ... -	30 -
Figura 6. Gráfico de barras de la extracción total de nutrientes en los 4 niveles de fertilización aplicados en el cultivo de flor de Jamaica, ubicado en la granja Santa Inés ubicada en la facultad de ciencias agropecuarias.....	37

I. INTRODUCCIÓN

La especie vegetal *Hibiscus sabdariffa* L, conocida comúnmente como Flor de Jamaica, es un complemento nutricional óptimo en la alimentación humana, originaria de Asia y África tropical, aunque fue introducida en América durante la época colonial. Esta planta herbácea crece de forma natural en regiones de clima tropical y subtropical, extendiéndose por países como China, Egipto, Indonesia, México, Nigeria, Tailandia y Arabia Saudita (Bravo, 2021).

La producción de la flor de Jamaica no se ha extendido ampliamente en nuestra región, cultivándose únicamente en algunas zonas de la Costa y Amazonia ecuatoriana, donde se encuentran pequeñas áreas destinadas a su siembra en las provincias de Manabí (10%), Napo y Pastaza (40%) (Ibrahim, 2020). Se trata de un cultivo temporal y su producto se halla disponible durante todo el año en el país (Cardenas, 2015).

Se cultiva principalmente por sus grandes cálices carnosos de color rojo intenso y sabor refrescante. La cobertura floral que envuelve y resguarda las estructuras reproductivas femeninas de la planta de Jamaica, tales como el ovario, el estilo y el estigma, es conocida como cáliz. Esta formación cumple una función protectora crucial para asegurar la función reproductiva de la especie (Montaño et al, 2023).

La Flor de Jamaica adopta un porte arbustivo, alcanzando entre 1.5 y 3 metros de altura. Sus cálices se comercializan tanto frescos como deshidratados (Bravo, 2021). El cultivo representa una opción económicamente viable para los pequeños productores agrícolas, al permitir el aprovechamiento integral de todas las partes de esta planta. Sus tallos pueden utilizarse para obtener pulpa o fibra textil, además de mucílago empleado en la industria cosmética (González, 2015).

El cáliz proporciona una amplia gama de subproductos, incluyendo bebidas fermentadas, conservas y refrescantes. Los tallos, especialmente de la variedad *Altísima*, son una fuente de fibra de calidad para cuerdas y sacos (Cardenas, 2015). Además, las hojas son consumibles como verduras y las semillas, con un contenido proteico de hasta un 20 %, son útiles para la extracción de aceite y la preparación de alimentos balanceados para animales. Por lo tanto, esta planta ofrece múltiples usos y beneficios económicos potenciales (Cauich et al, 2020).

El patrón de crecimiento en los cultivos no es algo que simplemente sucede por sí solo. Aquí intervienen varios factores del ambiente y de cómo se manejan los cultivares. La Jamaica, una planta poco cultivada en Ecuador, su patrón de desarrollo depende de características propias de la planta misma, pero también de las condiciones del suelo y el clima donde se cultiva, así como de las prácticas agronómicas que se apliquen, como la fertilización, el riego, etc. (Sánchez, 2018)

Según lo reportado por Santos et al. (2021) recomendaron, 120 kg ha⁻¹ de Nitrógeno (N) - 90 kg ha⁻¹ de Oxido de Potasio (K₂O) para mejorar rendimiento y calidad de cálices de Jamaica. Por su parte, Trujillo et al. (2021) concluyeron que 100N-100P₂O₅-80 K₂O kg h⁻¹ fue óptimo para altos rendimientos y calidad nutricional en cultivo orgánico. Ambos estudios respaldan la hipótesis de que dosis balanceadas de N, P, K incrementan el rendimiento y calidad de la Jamaica, existiendo una interacción sinérgica entre estos macronutrientes clave.

Potasio kg ha⁻¹ para mejorar rendimiento y calidad de cálices de Jamaica. Por su parte, Trujillo et al. (2021) concluyeron que 100N-100P-80K kg h⁻¹ fue óptimo para altos rendimientos y calidad nutricional en cultivo orgánico. Ambos estudios respaldan la hipótesis de que dosis balanceadas de N, P, K incrementan el rendimiento y calidad de la Jamaica, existiendo una interacción sinérgica entre estos macronutrientes clave.

En este sentido el conocimiento sobre la variabilidad en el patrón de crecimiento del cultivo sometido a dosis nutricionales crecientes podría facilitar el diseño de estrategias de manejo enfocadas en optimizar el aprovechamiento de los fertilizantes debido a que actualmente, en Ecuador no se cuenta con datos específicos sobre los requerimientos nutricionales del cultivo que posibiliten ajustar las dosis de fertilización según las características edafoclimáticas de las diferentes zonas productoras en el país (Pérez, 2018)

1.2 Objetivo general

Evaluar la variabilidad en parámetros del crecimiento y producción del cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) sometida a diferentes dosis de fertilización de Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Magnesio y Calcio, mediante biometría de crecimiento vegetativo y extracción total de los nutrientes en la planta.

1.2.1 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de dosis crecientes de fertilización en tres niveles de fertilización edáfica (0%, 100%, 150% y 200%) de la dosis recomendada sobre el patrón de crecimiento vegetativo de la Jamaica, mediante la medición biométrica periódica.
- Evaluar el efecto de dosis nutricionales crecientes sobre la extracción total de nutrientes y la productividad de los frutos en el cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), con el fin de determinar los niveles óptimos de fertilización que maximicen el rendimiento y calidad del cultivo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Taxonomía de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)

La clasificación taxonómica de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) va desde el reino Plantae hasta el nivel de especie. Esta planta pertenece a la división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, subclase Dilleniidae, orden Malvales, familia Malvaceae, subfamilia Malvoideae y género *Hibiscus*. Esta jerarquía taxonómica sitúa a la flor de Jamaica en el contexto de la diversidad vegetal y proporciona información sobre sus características botánicas y relaciones evolutivas con otras plantas. En el cuadro 1 podemos observar la información más detallada.

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo de Jamaica.

<i>Reino</i>	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Dilleniidae</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Subfamilia	<i>Malvoideae</i>
Género	<i>Hibiscus</i>
Especie	<i>H. Sabdariffa</i> L.

Adaptado de Cardenas (2015)

2.2. Origen geográfico de la flor de Jamaica

El origen de la Jamaica es controversial, algunos historiadores lo atribuyen a África y otros a Asia (India o Malasia), desde donde se extendió a naciones africanas. En Asia, hay evidencias de su cultivo de hace tres siglos. Luego, su producción se adaptó a regiones tropicales y subtropicales de América. Esta especie ha captado gran interés de investigadores por sus propiedades nutritivas y medicinales, haciéndola aceptable mundialmente, sin importar el clima. Se consume en forma de té o bebida refrescante (Cardenas, 2015).

2.3 Usos e importancia de la flor de Jamaica

La flor de Jamaica ha ganado popularidad como alternativa medicinal para bajar de peso, pero su consumo sin supervisión puede eliminar nutrientes esenciales. La medicina tradicional le atribuye efectos estéticos para reducir peso, además de beneficios

como disminuir el colesterol perjudicial, aumentar el HDL, propiedades antioxidantes, regular niveles de insulina, efecto relajante y control del estrés. Sus cálices se utilizan para elaborar jugos, bebidas, gelatinas, mermeladas, vinos y productos de pastelería. También se emplea como planta textil para obtener una fibra fuerte y sedosa similar al yute (Ramírez et al, 2014).

2.4 Valor Nutricional de la flor de Jamaica

Esta especie vegetal es reconocida por sus notables cualidades nutritivas, destacando su rico aporte de vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos y grasas. Entre sus componentes sobresalientes, se encuentran elevados niveles de vitamina C, vitamina A, calcio, hierro y potasio. Además, contiene antocianinas, compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales le confieren propiedades antioxidantes y anticancerígenas. (Sáyago et al, 2010). En la Tabla 2 se muestra los valores nutricionales que contiene la flor de Jamaica.

Cuadro 2. Valor Nutricional del cultivo de Jamaica.

Parámetros	Cálices	Semillas	Follaje
Proteína (g)	2	28,9	3,5
Carbohidratos (g)	10,2	25,5	8,7
Grasa (g)	0,1	21,4	0,3
Vitamina A IE	-	-	1000
Tiamina (mg)	0,05	0,1	0,2
Riboflavina (mg)	0,07	0,15	0,5
Niacina (mg)	0,06	1,5	1,4
Vitamina C (mg)	17	-	2,3
Calcio (mg)	150	350	240
Hierro (mg)	3	-	5,0

Adaptado de Cardenas (2015).

2.5. Producción de la flor de Jamaica

2.5.1 Producción Mundial de la flor de Jamaica

A nivel global, la producción anual de Jamaica alcanza las 100.000 toneladas, liderada por China e India. Sudán, el tercer mayor productor, ha logrado mejorar significativamente la calidad de sus cálices desde 2003, reduciendo costos y haciéndolos más competitivos internacionalmente. Gran parte de su producción se exporta, principalmente a Alemania. El éxito de Sudán se debe a técnicas agrícolas avanzadas y estricto control de calidad, obteniendo cálices de excelente calidad y muy valorados en el mercado externo (Fosado et al, 2022). En la Tabla 3 se muestra la producción mundial de la flor de Jamaica.

Cuadro 3. Producción de Jamaica por cada País.

País	Producción (t)	Aportación	Rendimiento kg ha⁻¹
1. China	27.200	27.76	2000
2. India	17.550	17.91	1500
3. Sudán	8.920	9.10	910
4. Uganda	8.230	8.40	730
5. Indonesia	6.100	6.23	310
6. Malasia	5.420	5.53	300
7. México	5.030	5.14	291
*Otros	19.525	19.93	N/A

*Filipinas, Taiwán, Guinea, Angola, Estados Unidos, Nigeria, El Salvador, Guatemala, Senegal, entre otros.

Adaptado de Fosado et al (2022).

2.5.2 Producción Nacional de la flor de Jamaica

En el territorio ecuatoriano, el cultivo de la flor de Jamaica se ha expandido en la región amazónica debido a que las condiciones de temperatura, entre 15°C y 38°C, son óptimas para su desarrollo. Esto ha convertido a este cultivo en una alternativa para impulsar el desarrollo económico sostenible de las comunidades de la zona. No obstante, al tratarse de un producto con un bajo nivel de industrialización que se comercializa en pequeñas cantidades, existen ciertas limitaciones (Meza, 2012).

2.6. Requerimientos Edafoclimáticos de la flor de Jamaica

2.6.1. Suelo

La Jamaica prospera mejor en suelos de textura franco arenosa y franco arcilloso, con fertilidad moderada, especialmente de nitrógeno para evitar un crecimiento y producción de cálices excesivos. Requiere un contenido de materia orgánica del 2 - 4%, pH de 5.5-7.5, baja conductividad eléctrica ($<2 \text{ dS m}^{-1}$), alta capacidad de intercambio catiónico ($>15 \text{ cmol}_{(+)} \text{ kg}^{-1}$) y baja salinidad ($<4 \text{ dS m}^{-1}$). Aunque tolera moderadamente la salinidad, necesita suelos bien drenados y ricos en nutrientes para un óptimo crecimiento y rendimiento. (Cardenas, 2015).

2.6.2. Riego

En cultivos de Jamaica con humedad controlada, es importante regar ligeramente cada 8 días, especialmente si se planta antes de la temporada de lluvias o en suelos muy arenosos. Durante el crecimiento, la planta necesita mucha agua, pero no soporta la saturación del suelo, ni la falta de luz solar. Cuando empiezan a producir frutos, ya no hace falta regar. La Jamaica tolera moderadamente la sequía, con un coeficiente de cultivo (kc) que varía entre 0.3 y 1.2 según la etapa. Para obtener buenos resultados, se recomienda una precipitación total de 600 a 800 mm durante todo el ciclo de cultivo. (Meza, 2012).

2.6.3. Temperatura

Si bien esta planta logra desarrollarse como cultivo de verano en zonas de climas templados, produciendo follaje abundante, las bajas temperaturas durante la etapa de maduración impiden que las cápsulas alcancen su completo desarrollo. Para un óptimo crecimiento y producción, requiere de un período de 4 a 8 meses con temperaturas nocturnas superiores a los 21°C, y un rango de temperaturas durante la estación de crecimiento que oscile entre los 10 y los 35°C (Obediente et al, 2023).

2.6.4. Precipitación

En lo que respecta a las condiciones climáticas, esta especie vegetal logra un rendimiento óptimo cuando se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, donde prevalecen las lluvias estacionales. Estas áreas geográficas, caracterizadas por temperaturas cálidas y períodos de precipitaciones regulares, brindan el entorno propicio para su desarrollo y productividad (Mansour et al, 2022).

2.6.5. Fotoperiodo

Es esencial proporcionar a la planta un fotoperiodo de 13 horas de luz solar durante los primeros 4 a 5 meses para evitar la floración prematura, lo que puede afectar negativamente su desarrollo y reducir su capacidad de crecimiento y producción. Asegurar esta exposición adecuada a la luz solar, ya sea en condiciones naturales o mediante iluminación controlada en invernaderos, es crucial para regular el fotoperiodo y garantizar un ciclo vegetativo completo y exitoso (Richardson et al, 2021).

2.6.6. Altitud

El cultivo prospera no solo a nivel del mar, sino también en altitudes que alcanzan hasta los 900 m.s.n.m. Esta capacidad de adaptación a diferentes niveles de elevación le confiere una mayor versatilidad para su cultivo en distintas zonas que cumplan con los requerimientos edafoclimáticos mencionados anteriormente (Farag et al, 2015).

2.7. Fenología de la flor de Jamaica

La fenología del cultivo flor de Jamaica tiene tres fases: inicial (5-8 días tras siembra, rápido crecimiento de materia seca para absorción y fotosíntesis), vegetativa (25-30 días, crecimiento lento hasta floración), y reproductiva (20-30 días, fructificación y maduración de frutos extrayendo nutrientes de la planta). En cada fase, la planta destina su energía a diferentes procesos para asegurar su desarrollo y reproducción (Cárdenas, et al, 2015).



Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de Jamaica.

2.8. Fertilización de la flor de Jamaica

Se recomienda aplicar fertilizantes nitrogenados foliares 15 días después de la germinación para promover el desarrollo adecuado del follaje. El cultivo puede manejarse de manera orgánica con abonos foliares y compost, mejorando así la estructura y las propiedades químicas del suelo. Sin embargo, se debe evitar el estiércol fresco debido a su potencial dañino, ya que puede provocar quemaduras en las plantas y facilitar la entrada de enfermedades y plagas, lo que podría resultar en la muerte de la planta (Meza, 2012).

2.9. Exigencia Nutricional de la flor de Jamaica

2.9.1 Macronutrientes

➤ Nitrógeno

Según una investigación llevada a cabo por Avendaño-Arrazate et al (2012) en México, se observaron efectos positivos significativos en el desarrollo y productividad del cultivo de Jamaica al realizar aplicaciones de nitrógeno. Los resultados demostraron que la fertilización nitrogenada promovió un mayor crecimiento en altura de las plantas, un incremento en el área foliar, un aumento en el peso seco de la biomasa vegetal y un rendimiento superior en la producción de cálices. La dosis que recomienda para este nutriente es de 219 kg ha⁻¹.

➤ Fósforo

Los hallazgos de un experimento realizado por Angelotti y et al (2009) en Brasil, revelaron que la aplicación de fósforo como fertilizante tuvo efectos benéficos en el cultivo de Jamaica. Se constató que la fertilización fosforada favoreció el desarrollo de la parte vegetativa de las plantas, incrementó el rendimiento obtenido en la producción de cálices y mejoró la calidad nutricional de los mismos. La dosis que recomienda es de 60 kg ha⁻¹.

➤ Potasio

Según el estudio llevado a cabo en Colombia por Martínez et al (2014), se encontró que la aplicación de potasio resultó en un incremento en la estatura de las plantas, el número de ramificaciones, la producción de cálices y el contenido de antocianinas en la planta de Jamaica. La dosis que recomienda es de 105 kg ha⁻¹.

➤ Calcio

De acuerdo con la investigación llevada a cabo en México por Taura et al (2008), se evidenció que la aplicación de calcio conllevó a una mejora en el crecimiento de las plantas, el rendimiento de cálices y la firmeza de los mismos en la planta de Jamaica. Por otro lado, un estudio realizado en Brasil por Gomes et al (2007) observó que la aplicación de magnesio resultó en un aumento significativo del contenido de clorofila, la altura de la planta y el rendimiento de cálices en la Jamaica. La dosis que recomienda es de 32 kg ha⁻¹.

➤ Magnesio

Un estudio llevado a cabo en Brasil por Gomes et al (2007) reveló que la administración de magnesio incrementó los niveles de clorofila, la estatura de la planta y la producción de cálices en la planta de Jamaica. 26 kg ha⁻¹.

➤ Azufre

En una investigación llevada a cabo en México por Ramírez-Serrano et al (2016), se constató que la aplicación de azufre resultó en una mejora del crecimiento vegetativo, el rendimiento de cálices y el contenido de antocianinas en la planta de Jamaica.

2.9.2 Micronutrientes

➤ Hierro

De acuerdo con una investigación llevada a cabo por Zúñiga-Estrada et al (2015) en México, se obtuvieron resultados que demostraron los efectos positivos de aplicar hierro de manera foliar en el cultivo de Jamaica. Los hallazgos revelaron que dicha fertilización con hierro provocó incrementos significativos en el rendimiento alcanzado en la producción de cálices. Además, este aporte de hierro también favoreció el aumento en el contenido de pigmentos y la actividad antioxidante presente en las plantas de Jamaica.

➤ Cobre

Según un estudio llevado a cabo por Silva et al (2013) en Brasil, se evidenciaron efectos positivos al aplicar cobre como fertilizante en el cultivo de Jamaica. Los hallazgos demostraron que el aporte de cobre provocó un incremento en el contenido de clorofila presente en las plantas. Asimismo, la investigación reveló que la fertilización con cobre favoreció un mayor rendimiento en la producción de cálices, además de aumentar los compuestos con capacidad antioxidante en dichos cálices.

➤ Manganeso

Una investigación llevada a cabo por Flórez et al (2009) en Colombia, arrojó resultados que evidenciaron los efectos positivos de aplicar manganeso de forma foliar en el cultivo de Jamaica. Los hallazgos demostraron que dicha fertilización con manganeso promovió un mayor crecimiento en altura de las plantas. Además, se constató que este aporte de manganeso provocó un aumento en el rendimiento de producción de cálices, así como también un incremento en el contenido de antocianinas presentes en la Jamaica.

➤ Zinc

Los resultados de un estudio realizado por Alves et al (2011) en Brasil, demostraron que la aplicación de zinc como fertilizante tuvo efectos benéficos en el cultivo de Jamaica. La investigación reveló que el aporte de zinc favoreció el desarrollo de la parte vegetativa de las plantas. Asimismo, se constató que la fertilización con zinc incrementó el rendimiento obtenido en la producción de cálices y mejoró la calidad de los mismos.

➤ Boro

Los hallazgos de un estudio realizado por Díaz-López et al (2012) en México, revelaron los efectos benéficos de aplicar boro como fertilizante en el cultivo de Jamaica. La investigación demostró que el aporte de boro incrementó el rendimiento obtenido en la producción de cálices. Asimismo, se constató que la fertilización con boro mejoró la calidad de los cálices cosechados y prolongó su vida útil o tiempo de conservación.

➤ Molibdeno

Una investigación realizada por Pérez-Vázquez et al (2010) en México, arrojó resultados que evidenciaron los efectos benéficos de aplicar molibdeno de manera foliar en el cultivo de Jamaica. Los hallazgos revelaron que dicha fertilización con molibdeno promovió un mejor desarrollo de la parte vegetativa de las plantas. Asimismo, se constató que el aporte de molibdeno incrementó el rendimiento obtenido en la producción de cálices de Jamaica.

2.10. Manejo agronómico de la flor de Jamaica

2.10.1. Densidad de siembra

Diferentes autores han propuesto diversas recomendaciones sobre la distancia de siembra para el cultivo en cuestión. Según lo indicado por Urbina (2009), se sugiere un espaciamiento de 1.3 m × 0.9 m. En contraste, Hidalgo, en su estudio de (2013), aconseja una separación de 1 m × 0.8 m, utilizando tres semillas por cada punto de siembra. En cuanto a la producción de cálices, Carrascal (2013) encontró que la configuración más efectiva fue de 1.20 m × 1.2 m, logrando 240 cálices por planta.

La segunda mejor disposición resultó ser de 1 m × 1.2 m, con una producción de 152 cálices por planta. En relación al peso, estos investigadores observaron que el rendimiento más bajo se obtuvo con una separación de 1 m × 0.8 m, alcanzando solo 10.6 g por planta. Disposiciones de 1 m × 1 m y 0.5 m × 1 m produjeron un promedio de 11 g por planta.

2.10.2. Labores culturales

Las labores culturales esenciales para el cultivo de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) incluyen la poda, preparación del suelo, control de malezas, y técnicas de propagación y siembra. Cada práctica cumple una función específica, desde estimular el crecimiento de la planta hasta optimizar las condiciones del suelo y mantener un ambiente

favorable. La implementación adecuada de estas labores es fundamental para maximizar la productividad y el desarrollo del cultivo.

➤ **Poda**

La poda en Rosa Jamaica implica cortar 10-15 cm de la yema terminal al inicio del crecimiento o cuando la planta alcanza 1.20-1.25 m de altura. Esta técnica, conocida como despunte, interrumpe la dominancia apical. Como resultado, se estimula el crecimiento de ramas laterales. El follaje se expande, aumentando el área de producción de yemas florales. Este proceso tiene un impacto directo en la productividad de la planta. Consecuentemente, se incrementa la cantidad de cálices que se pueden cosechar (Abraham et al, 2023).

➤ **Preparación del suelo**

Se adapta a una gran variedad de suelos, ya que es un cultivo poco exigente, es más productivo en suelos profundo donde puede desarrollar libremente su sistema de raíces. Por lo cual es necesario realizar una labor de roturación del suelo y luego dos pases de afinado y nivelación antes del surcado, para lograr una excelente cama para el adecuado desarrollo del cultivo (Di Liu et al, 2021).

➤ **Control de malezas**

El manejo de malezas en el cultivo incluye limpiezas manuales según sea necesario, utilizando las plantas cortadas como cobertura orgánica. Se recomienda realizar limpieza y aporque cada 25 días, eliminando las malezas competidoras antes de su fructificación. Estas prácticas evitan la propagación de plantas no deseadas y protegen las ramas del cultivo, contribuyendo así a mantener un entorno de crecimiento óptimo (Ozkan et al, 2023).

➤ **Propagación y siembra**

La propagación de esta planta se realiza con semillas (3.3 Kg/Ha), inicialmente en almácigos con espaciamiento de 8-10 cm y profundidad de 1-2 cm. El trasplante al campo se efectúa cuando las plantas alcanzan 10-15 cm de altura, con distancias de 1.5 m entre surcos y 1 m entre plantas. Se recomiendan 3-5 semillas por punto de siembra, con posibilidad de siembra directa o trasplante. La germinación ocurre en 2-3 días. Es crucial limpiar el terreno y se sugiere el uso de semilleros para proteger las plántulas inicialmente.

Las semillas, por su pequeño tamaño, pueden tener dificultades para competir con la vegetación local (Rosero, 2022).

2.11. Plagas que se encuentran en la flor de Jamaica

Las principales plagas que afectan el cultivo de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) son el gusano trozador, pulgones, mosca blanca y barrenador del tallo. Se detallan los daños específicos que cada plaga causa a la planta y las medidas de control recomendadas. Estas varían desde preparados naturales hasta técnicas de manejo integrado de plagas. El conocimiento de estas plagas y sus métodos de control es esencial para optimizar la producción y calidad del cultivo.

Cuadro 4. Principales plagas de la flor de Jamaica.

Plagas en el cultivo de Jamaica		
Plagas	Daño	Control
<i>Gusano trozador</i>	Ataca principalmente cuando las plantas se encuentran en estado joven. Durante el día, las larvas permanecen enterradas en el suelo, mientras que por las noches emergen a la superficie para alimentarse. (Hernandez, 2010).	Como medida de control, se recomienda la aplicación de preparados elaborados con chile picante, asperjados sobre el follaje durante las horas de la mañana, tomando precauciones con respecto a la dirección del viento (Meza, 2012).
<i>Pulgonas</i>	Esta plaga daña el follaje de la planta y, durante la etapa inicial de floración, se enfoca principalmente en las partes más jóvenes y tiernas (Reynoso, 2016).	Para su control, se sugiere la aplicación de preparados elaborados con chile picante, los cuales deben asperjarse sobre el follaje en las horas matutinas. (Meza, 2012).
<i>Mosca blanca</i>	Estos insectos se alimentan y oviponen en el envés de las hojas jóvenes, seleccionándolas por atracción al color. Generalmente, es responsable de la transmisión de virosis en grandes plantaciones (Cardona, Rodríguez, Bueno, & Tapia, 2005).	Para controlar la mosca blanca, se puede rotar cultivos, usar enemigos naturales como avispas y hongos, aplicar insecticidas específicos, y poner trampas cromáticas y mallas de exclusión. (Cardona, Rodríguez, Bueno, & Tapia, 2005).
<i>Barrenador de tallo</i>	Las larvas de esta plaga se introducen en las nervaduras de las hojas y posteriormente descienden por el pecíolo hasta alcanzar el tallo, donde forman una protuberancia o agalla (Hernandez, 2010).	Para controlar el barrenador del tallo, puedes rotar cultivos, destruir residuos, sembrar en fechas adecuadas, usar enemigos naturales, aplicar insecticidas específicos, poner trampas de feromonas y barreras físicas (Hernandez, 2010).

2.12. Enfermedades que se encuentran en la flor de Jamaica

Las principales enfermedades que afectan el cultivo de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) son *Rhizoctonia*, *Corynespora cassiicola*, *Phytophthora* parasítica y bacterias *Xanthomonas*. Se describen los daños específicos que cada enfermedad causa a la planta y las medidas de control recomendadas. Estas medidas incluyen prácticas culturales, manejo del suelo y control biológico. El conocimiento de estas enfermedades y sus métodos de control es esencial para mantener la salud del cultivo y optimizar su producción.

Cuadro 5. Principales enfermedades de la flor de Jamaica.

Enfermedades en la flor de Jamaica		
Enfermedades	Daño	Control
<i>Rhizoctonia</i>	A Al tener un amplio rango de hospederos, este hongo puede causar diversas enfermedades como pudriciones en tallos y raíces, ahogamiento de plántulas y desarrollo de royas o manchas en las hojas (Lawson, 2020).	Para controlar la Rhizoctonia, es importante rotar los cultivos, asegurarse de que el suelo esté bien drenado y eliminar cualquier planta infectada. Además, se pueden usar amigos de la naturaleza, como bacterias y hongos, y agregar materiales orgánicos al suelo. (Lawson, 2020).
<i>Corynespora cassiicola</i>	Las lesiones que causa en las hojas son redondeadas o irregulares, de color marrón rojizo, variando desde pequeños puntos hasta manchas necróticas de hasta 1,5 cm de diámetro. (Aguirre, 2022).	Para controlar a <i>Corynespora cassiicola</i> , hay que tomar varias medidas importantes. Esto incluye cambiar los cultivos, deshacerse de los restos de plantas (Aguirre, 2022).
<i>Phytophthora parasítica</i>	Esta enfermedad se manifiesta inicialmente con manchas húmedas de color amarillo en el tallo de la planta. Posteriormente, estas manchas adquieren una tonalidad negruzca. (Hernandez, 2010).	Para controlar a <i>Phytophthora parasítica</i> , necesitamos tomar varias medidas importantes. Esto incluye mejorar el drenaje del suelo para evitar el encharcamiento, cambiar los cultivos (Hernandez, 2010).
<i>Bacterias Xanthomona sp</i>	Los síntomas de esta enfermedad son diversos, pero se caracterizan por la muerte del tejido vegetal que comienza en los bordes de las hojas y se extiende hacia el interior de las mismas (Hidalgo, 2013).	Para controlar a <i>Xanthomonas sp.</i> , necesitamos tomar varias medidas importantes. Esto incluye cambiar los cultivos, quitar las plantas infectadas, usar microorganismos buenos (Lawson, 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y caracterización del área de estudio

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja Experimental Santa Inés, ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Situada en el km 5,5 de la carretera que conecta Machala con Pasaje, dentro de los límites de la parroquia El Cambio, perteneciente al cantón Machala en la provincia de El Oro. El área de estudio está ubicada en las siguientes coordenadas: Longitud a $79^{\circ} 54' 45''$ W y Latitud a $03^{\circ} 17' 17.8''$ S, a una altitud de 6 msnm.

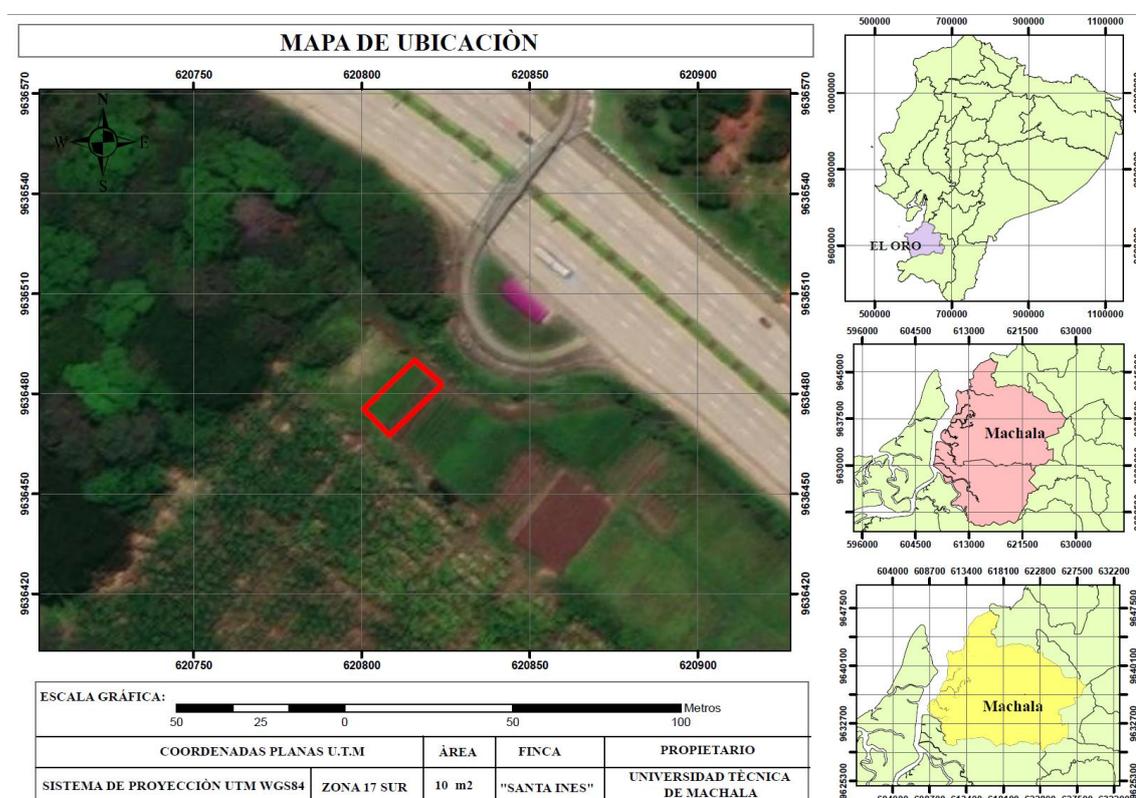


Figura 2. Ubicación del área donde se realizó el trabajo de investigación el cual tiene 10m², situado en la granja Santa Inés de la facultad de ciencias agropecuarias en la universidad técnica de Machala.

Esta zona se caracteriza por tener un clima tropical de altas temperaturas, que oscila entre condiciones secas y moderadamente húmedas. La precipitación anual en esta región fluctúa entre 500 y 1.000 milímetros, concentrándose principalmente en el período de diciembre a mayo. Una de las características más notables de este clima es la presencia de una estación seca muy pronunciada. En cuanto a la temperatura, se registran promedios

considerablemente altos, que superan los 24 grados Celsius, lo que contribuye a su clasificación como clima megatérmico (Chabla et al, 2016).

3.2. Diseño Experimental

La investigación empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para evaluar 4 tratamientos distintos y 4 bloques. El estudio constó de 16 unidades experimentales (UE), cada una compuesta por 4 plantas, resultando en un total de 64 especímenes. La investigación se estructuró utilizando cuatro tratamientos distintos, cada uno contiene 4 repeticiones. Esta configuración resultó en un total de 16 Unidades Experimentales (UE). Cada UE estaba compuesta por 4 plantas, lo que suma un conjunto de 64 plantas en el experimento completo.

Los tratamientos objeto de estudio se conformaron de 4 niveles de fertilización, empezando por un control en el cual no se realizó ninguna fertilización. Para los otros 3 tratamientos se conformaron a partir de la dosis recomendada de N, P, K, Ca y Mg para el cultivo de Jamaica en las tres etapas fenológicas del cultivo, adicionándose el nivel de fertilización al 100% (F.100%) para el segundo tratamiento, el 150% (F.150%) para el tercero y el 200% (F.200%) de dicha dosis para el cuarto y último tratamiento. Se realizaron 10 aplicaciones divididas en las etapas fenológicas del cultivo.

Las dimensiones de la parcela donde estaba ubicada el área de estudio eran de 10 x 10 metros, en la cual estaban ubicadas las 16 UE, estas eran diferenciadas ya que se utilizó bases de madera de 2 x 1,5 metros, cada base representaba una UE.

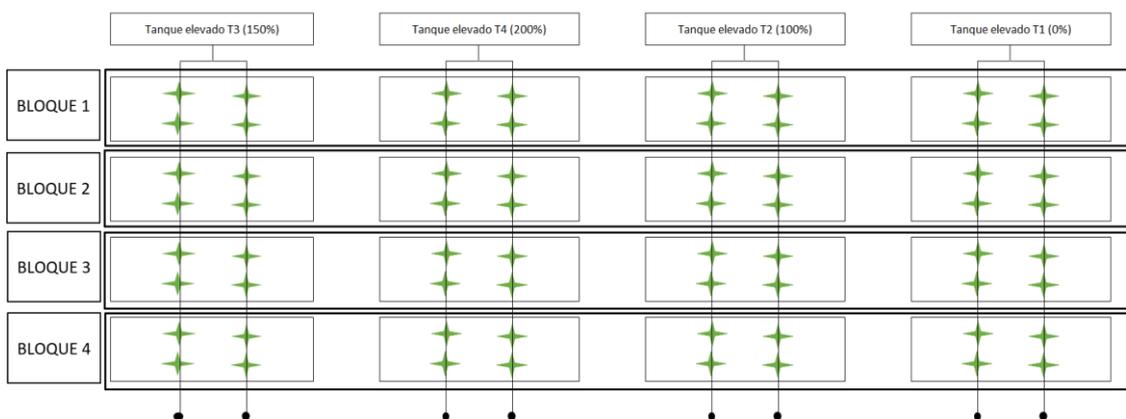


Figura 3. Diseño experimental del área de estudio

3.3. Material Vegetal

Para el trabajo de investigación se utilizaron semillas procedentes de la provincia de Napo, estas semillas eran de la variedad “africana” y el proceso de preparación consistió en remojarlas en agua de coco durante 1 hora antes de colocarlas en el almácigo, esto ya que según Quinto et al (2009) el agua de coco contiene citoquinina, una fitohormona con diversas funciones en el desarrollo vegetal. Esta sustancia juega un papel crucial en la ruptura de la dormancia de las semillas. La citoquinina promueve la germinación al estimular la elongación de las células en los cotiledones. Este proceso de crecimiento celular se activa en respuesta a la exposición a la luz. La acción de la citoquinina facilita así la transición de la semilla a la plántula en desarrollo.

3.4. Preparación y diseño de parcela experimental

Para la preparación de la parcela experimental se delimitó un área de 10 m x 10 m en la cual se colocaron 16 bases de madera de 2 m x 1,50 m cada una, 4 columnas y 4 filas, a una distancia de 1 m la una de la otra. Cada columna de bases representaba 1 tratamiento y cada base era 1 repetición. Además, todas las bases fueron cubiertas de plástico negro para proteger la madera de la lluvia y evitar que esta se pudra.



Figura 4. Diseño de parcela experimental

Encima de cada base se ubicaron 4 fundas plásticas llenadas con arena como sustrato inerte, desinfectada con formol (medio litro de formol en 20 lt de agua). En cada funda estaba ubicada 1 planta, dándonos así un total de 64 plantas: 16 plantas en cada tratamiento y 4 plantas en cada repetición. Las bases de madera fueron colocadas con la finalidad de que, si en algún momento la raíz de la planta llegara a atravesar la funda, esta no tuviera ningún tipo de contacto con el suelo.

3.5. Manejo de la fertilización

Los fertilizantes que se usaron para los 4 tratamientos del experimento fueron los siguientes: Urea, Fosfato Diamónico (DAP), Muriato de Potasio (MOP), Sulfato de magnesio (S. Mg), Cal agrícola (S. Cal). En el cuadro 7 se puede apreciar las dosis aplicadas en cada tratamiento en las distintas etapas.

Cuadro 6. Tratamientos evaluados con su respectiva dosis en las diferentes etapas

Tratamientos	Fertilizante	Cantidad por planta	Etapa		
			1	2	3
T1	Control sin aplicación de fertilizantes = 0 en las 3 etapas.				
T2	Urea	35,4	283,33	170,00	113,33
	DAP	10,9	86,95	52,17	34,78
	MOP	14,6	116,67	70,00	46,67
	S. Cal	17,6	140,69	84,42	56,28
	S. Mg	10,8	86,67	52,00	34,67
T3	Urea	53,125	425,00	255,00	170,00
	DAP	16,30375	130,43	78,26	52,17
	MOP	21,875	175,00	105,00	70,00
	S. Cal	26,38	211,04	126,62	84,42
	S. Mg	16,25	130,00	78,00	52,00
T4	Urea	70,83	0,00	340,00	226,67
	DAP	21,74	173,91	104,34	69,56
	MOP	29,17	233,33	140,00	93,33
	S. Cal	35,17	281,39	168,83	112,55
	S. Mg	21,67	173,33	104,00	69,33

El método de aplicación de los fertilizantes fue por medio del fertirriego, se diluyeron los fertilizantes en los tanques de agua de cada tratamiento basándose en la dosis necesaria para cada etapa.

3.6. Siembra

La siembra se inició a principios de abril, aprovechando las condiciones meteorológicas ideales para el crecimiento de la planta, que prospera en ambientes cálidos. Se dejó un espacio de 0,50 m entre cada planta. En cada estructura de madera se colocaron 4 bolsas llenas de arena, con una planta por bolsa.

Para la siembra se emplearon fundas con arena, un medio de cultivo neutro que impide que la planta absorba más nutrientes del suelo que los proporcionados mediante

fertilización. Este sustrato también asegura un drenaje adecuado, previniendo el exceso de humedad en las raíces, aspecto crucial para el desarrollo inicial de las plantas de Jamaica. Las semillas se sembraron directamente en el semillero a 2 cm de profundidad. Transcurridos 15 días, las plántulas se trasladaron a las fundas con arena.

3.7. Manejo del cultivo

Para satisfacer las necesidades de riego del cultivo se instaló un sistema de riego localizado por goteo, suministrando agua a áreas específicas del suelo con caudales de 3.75 l h^{-1} a baja presión. Se adoptó un método por gravedad, empleando tanques elevados a 1.90 metros de altura para la distribución del agua. Teniendo en cuenta la naturaleza arenosa del suelo y la tasa de evapotranspiración, se estableció un programa de riego trisemanal. Cada planta recibía una dosis de 400 ml por sesión, lo que resultaba en un total de 6.4 litros por tratamiento. Este esquema de irrigación fue diseñado considerando cuidadosamente el punto de saturación del suelo arenoso, asegurando un suministro de agua eficiente y adecuado para las plantas.

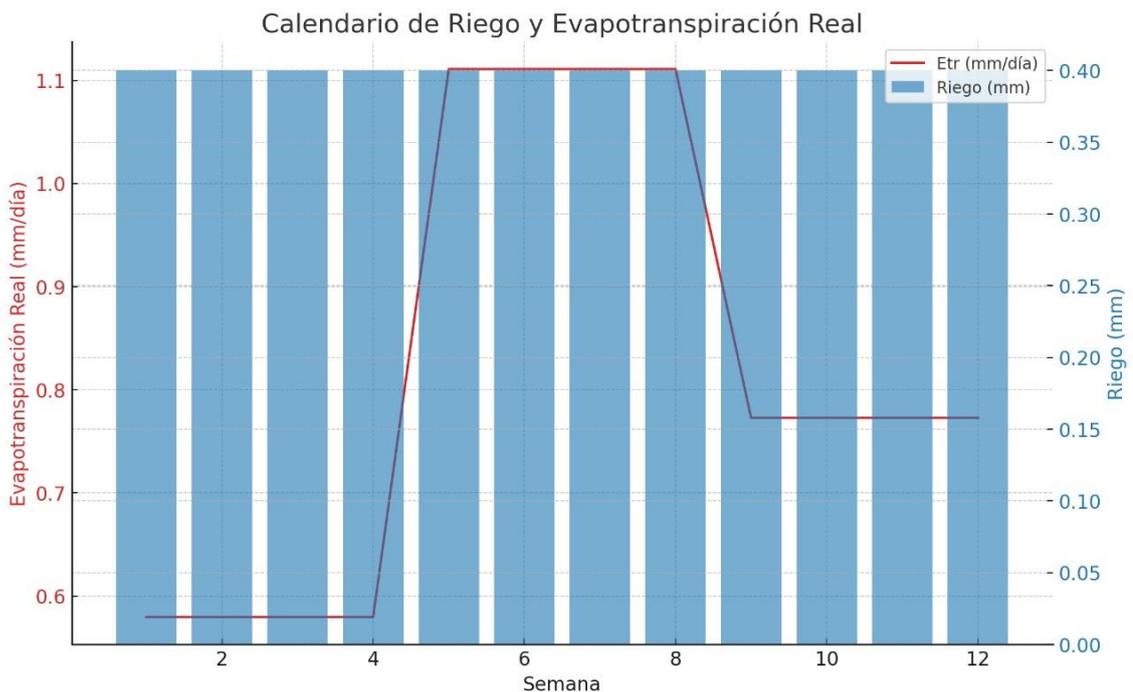


Figura 5. Calendario de Riego y Evapotranspiración real del cultivo de Jamaica

Se implementaron medidas preventivas contra plagas y enfermedades, aplicando *Beauveria Bassiana* y *Metarhizium*. Las prácticas culturales incluyeron control de malezas y riego adecuado. Debido al crecimiento indeterminado de la variedad, se instaló un sistema de tutorado de 1 metro de altura en cada planta. Este manejo permitió un

crecimiento controlado y vertical del cultivo. Además, se realizaron labores de poda a las plantas lo cual ayudó al crecimiento controlado y a que las plantas concentren sus energías en mejorar su floración y desarrollo.

3.8. Recolección de datos

El muestreo se realizó en las 3 fases fenológicas, la primera toma de muestras en los primeros 30 días del cultivo, muestreo en el cual se evaluó: altura de planta, para esto se utilizó una cinta métrica y se midió desde la base de la planta hasta su meristema apical; número de hojas; grosor del tallo, el cual era medido con un pie de rey; clorofila, para medir esta variable se utilizó el equipo MC-100 que se encarga de medir la intensidad de clorofila en las hojas. A los 60 días del cultivo se evaluaron las mismas variables.

Por último, a los 90 días del cultivo se tomaron todas las variables anteriores añadiéndole: número de botones florales; el peso de materia seca de los órganos de la planta, para medir esta variable se extrajeron todos los órganos de cada planta para luego pesarlos en fresco, una vez obtenido sus pesos en fresco se los colocaba en la estufa a 70 grados durante 72 horas una vez pasado el tiempo se los pesó individualmente en seco para luego multiplicar ambos pesos y dividirlos para 100 obteniendo así el porcentaje de materia seca; contenido nutricional de la flor, una vez pesadas las flores en fresco y antes de colocarlas en la estufa se procedió a extraer su líquido para así con ayuda del equipo de medición multiparámetro (Imacimus 10) se evaluó el contenido nutricional de cada repetición en cada tratamiento. Luego con el valor del porcentaje de materia seca de la flor se lo multiplicó al contenido nutricional de la flor obteniendo así la extracción total.

3.9. Análisis Estadístico

Previamente al análisis estadístico, los datos obtenidos fueron verificados para evaluar los supuestos estadísticos y decidir si utilizar una estadística paramétrica y/o no paramétrica. En este contexto se utilizó un análisis de varianza con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos y variables medidas. Una vez detectadas las diferencias significativas entre los tratamientos estudiados se utilizó el método de comparación de medias con el test de Tukey, de tal forma que se compare las medias individualmente provenientes del análisis de varianza de los diferentes tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera etapa fenológica los datos de los resultados que obtuvimos fueron que la fertilización a niveles de F.100%, F.150% y F.200% tiene un impacto significativo durante el primer mes de cultivo. Los tratamientos con fertilización presentaron mejoras estadísticamente significativas en comparación con el control en todos los parámetros evaluados: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas e intensidad de clorofila. Estas diferencias son altamente significativas ($p < 0,01$) y los coeficientes de variación relativamente bajos indican buena precisión en los datos. Sin embargo, es notable que en esta primera etapa fenológica no se observaron diferencias significativas entre los distintos niveles de fertilización, lo que sugiere que puede no ser necesario aplicar dosis superiores al 100% de lo recomendado, ya que no se observan beneficios adicionales significativos con dosis más altas en las condiciones de este estudio. En los resultados reflejados en el Cuadro 8 se observan los datos más detallados

Cuadro 7. Datos biométricos de la primera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias.

Nivel Fertilización	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de Hojas	Intensidad Clorofila
Control	14,25 b	1,07 b	8,75 b	14,44 b
F.100%	28,50 a	2,20 a	35,00 a	46,73 a
F.150%	27,75 a	1,86 a	32,00 a	41,55 a
F.200%	29,00 a	1,81 a	35,50 a	39,78 a
Prueba F	11,62**	10,07**	66,62**	16,48**
CV %	16,75%	17,17%	11,27%	19,95%

NS, *, ** = (NS) no significancia, (*) significancia al 95%, (**) significancia al 99%.

Estos resultados son consistentes con investigaciones previas sobre la nutrición y el crecimiento del cultivo. Owen (2019) reportó que las plantas de flor de Jamaica mostraron un crecimiento óptimo con concentraciones de fertilizante entre 100-300

mg×L⁻¹ de nitrógeno. Por otro lado, Dahmardeh (2012) observó que tanto los fertilizantes minerales como los orgánicos incrementaron el rendimiento de los cálices de flor de Jamaica, aunque las dosis más altas no siempre resultaron en un aumento proporcional. Este estudio reveló que la aplicación de 120 kg ha⁻¹ de NPK produjo el mayor rendimiento de cálices, mientras que dosis más altas no mostraron beneficios adicionales significativos. Además, Dahmardeh (2012), encontró que la fertilización orgánica con estiércol de vaca resultó en rendimientos comparables a los obtenidos con fertilización mineral. Sin embargo, Estos resultados contrastantes subrayan la complejidad de la nutrición del cultivo y la necesidad de considerar factores como las condiciones del suelo local y las variedades específicas.

En la segunda etapa fenológica los datos de los resultados que obtuvimos fueron que la fertilización a niveles de F.100%, F.150% y F.200% mejora significativamente todos los parámetros evaluados. Los tratamientos con fertilización mostraron mejoras sustanciales y estadísticamente significativas en comparación con el control: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas e intensidad de clorofila. Estas diferencias son altamente significativas ($p < 0.01$) y los bajos coeficientes de variación indican una clara mejora en el crecimiento y desarrollo. Sin embargo, en esta segunda etapa fenológica es notable que no se observaron diferencias significativas entre los distintos niveles de fertilización, lo que sugiere que puede no ser necesario aplicar dosis superiores al 100% de lo recomendado, ya que no se observan beneficios adicionales significativos con dosis más altas en las condiciones de este estudio.

Cuadro 8. Datos biométricos de la segunda etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias.

Nivel Fertilización	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de Hojas	Intensidad Clorofila
Control	40,10 b	1,90 b	8,50 b	29,00 b
F.100%	76,40 a	3,60 a	48,00 a	103,00 a
F.150%	76,92 a	3,32 a	47,00 a	85,50 a
F.200%	77,32 a	3,82 a	58,00 a	83,75 a
Prueba F	22,02**	19,68**	75,11**	33,55**
CV %	11,5%	12,34%	12,47%	14,70%

NS, *, ** = (NS) no significancia, (*) significancia al 95%, (**) significancia al 99%.

La altura máxima se alcanzó con la dosis del 200%, resultado coherente con los hallazgos de Verma et al (2023) en rosa de China (*Hibiscus rosa-sinensis*, L.) con NPK (100:105:105 kg ha⁻¹), quienes obtuvieron una altura máxima de 113.62 cm. El diámetro del tallo alcanzó su máximo con la dosis del 200%, coincidiendo con Ibrahim et al. (2020), quienes reportaron mejoras significativas en el crecimiento y rendimiento del cultivo flor de Jamaica con una combinación de fertilizantes químicos y orgánicos. El número de hojas aumentó significativamente con la dosis del 200%, respaldando los hallazgos de Al-Sayed et al. (2020) sobre los beneficios de la bio-fertilización en el cultivo. Estos autores observaron que la bio-fertilización no solo incrementó el crecimiento, sino también mejoró la absorción de nutrientes y la producción de biomasa. La intensidad de clorofila mostró su pico con la dosis del 100%, en línea con Jin et al. (2023), quienes observaron mejoras significativas en la calidad y crecimiento de flor de Siria (*Hibiscus Syriacus*, L.) con fertilización óptima, incluyendo un aumento del 27.5% en el contenido de clorofila comparado con el control.

En la tercera etapa fenológica los datos de los resultados que obtuvimos fueron que la fertilización a niveles de F.100%, F.150% y F.200% mejora significativamente el

crecimiento de las plantas en todos los parámetros evaluados. El tratamiento F.200% consistentemente produjo los valores más altos en altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, intensidad de clorofila y número de botones florales, superando significativamente al control y, en la mayoría de los casos, a los tratamientos F.100% y F.150%. Estos últimos mostraron valores intermedios, generalmente similares entre sí y superiores al control. Las diferencias son altamente significativas ($p < 0.01$) y los bajos coeficientes de variación indican una clara tendencia de mejora con el aumento de la fertilización. En esta última etapa fenológica se puede observar que la Jamaica responde favorablemente a niveles de fertilización superiores a lo considerado estándar, mostrando un patrón de crecimiento que se intensifica con dosis nutricionales crecientes.

Cuadro 9. Datos biométricos de la tercera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias.

Nivel Fertilización	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de Hojas	Intensidad Clorofila	Número Botones florales
Control	60,45 b	2,22 b	9,15 c	15,77 c	3,47 c
F.100%	82,95 ab	3,65 a	42,62 b	43,75 b	21,52 b
F.150%	89,75 a	3,50 ab	63,350 b	47,97 ab	24,55 b
F.200%	92,50 a	4,67 a	105,50 a	54,07 a	45,82 a
Prueba F	5,50**	10,21**	48,20**	146,49**	62,68**
CV %	15,22%	17,89%	21,04%	6,93%	18,39%

NS, *, ** = (NS) no significancia, (*) significancia al 95%, (**) significancia al 99%.

En los resultados de la tercera etapa fenológica podemos observar que la altura de la planta alcanzó su máximo con la dosis del 200% (92.50 cm), lo cual es consistente con los hallazgos de Batool et al. (2020), quienes encontraron que las dosis elevadas de fertilización mejoraron significativamente el crecimiento en altura de las plantas en condiciones de estrés hídrico. El número de hojas también aumentó significativamente con la fertilización, siendo más alto con la dosis del 200% (105.50 hojas). Este hallazgo se alinea con el estudio de Zakaria et al. (2021), quienes reportaron que las aplicaciones de fertilizantes mejoraron el número de hojas y la calidad de las plantas de Hibiscus

sabdariffa. La intensidad de clorofila mostró un incremento significativo con la fertilización, alcanzando su máximo con la dosis del 200% (54.07 unidades SPAD), lo que respalda los resultados de Berza et al. (2022), quienes encontraron que una adecuada fertilización aumentaba la producción de clorofila en hojas de Hibiscus sabdariffa. Finalmente, el número de botones florales aumentó significativamente con la dosis del 200% (45.82 botones), coincidiendo con el estudio de Das et al. (2020), quienes observaron que el uso de fertilizantes de liberación controlada incrementaba significativamente el número de flores en Hibiscus sabdariffa.

En la tercera etapa fenológica los datos de los resultados que obtuvimos fueron que la fertilización a niveles de F.100%, F.150%, y F.200% los patrones de extracción de nutrientes muestran resultados más complejos. Mientras que la extracción de NO_3^- aumentó progresivamente con dosis mayores de fertilización, alcanzando su máximo en F.200%, para NH_4^+ , K^{++} y Ca^{++} , la dosis F.100% resultó óptima, superando significativamente a los demás tratamientos. Curiosamente, dosis más altas (F.150% y F.200%) no mejoraron la extracción de estos nutrientes, e incluso la redujeron en algunos casos, sugiriendo una posible saturación o inhibición en la absorción. El control mostró consistentemente los valores más bajos de extracción para todos los nutrientes. Estas diferencias altamente significativas y los bajos coeficientes de variación indican que la dosis de fertilización óptima para la Jamaica podría ser cercana al 100% de lo requerido, ya que dosis superiores no necesariamente resultan en mayor extracción de nutrientes en todos los casos

Cuadro 10. Datos de extracción total de nutrientes en el fruto realizada en la tercera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias en la universidad técnica de Machala.

Nivel de fertilización	ET NO ₃ ⁻	ET NH ₄ ⁺	ET K ⁺⁺	ET Ca ⁺⁺
Control	24,78 d	0,51 c	16,85 c	0,38 c
F.100%	39,75 c	4,48 a	73,14 a	5,59 a
F.150%	61,01 b	2,79 b	39,68 b	1,34 b
F.200%	72,15 a	2,79 b	41,43 b	0,82 bc
Prueba F	176,99**	45,47**	31,87**	224,59**
CV %	6,45%	18,27%	19,16%	15,76%

NS, *, ** = (NS) no significancia, (*) significancia al 95%, (**) significancia al 99%, (ET) extracción total.

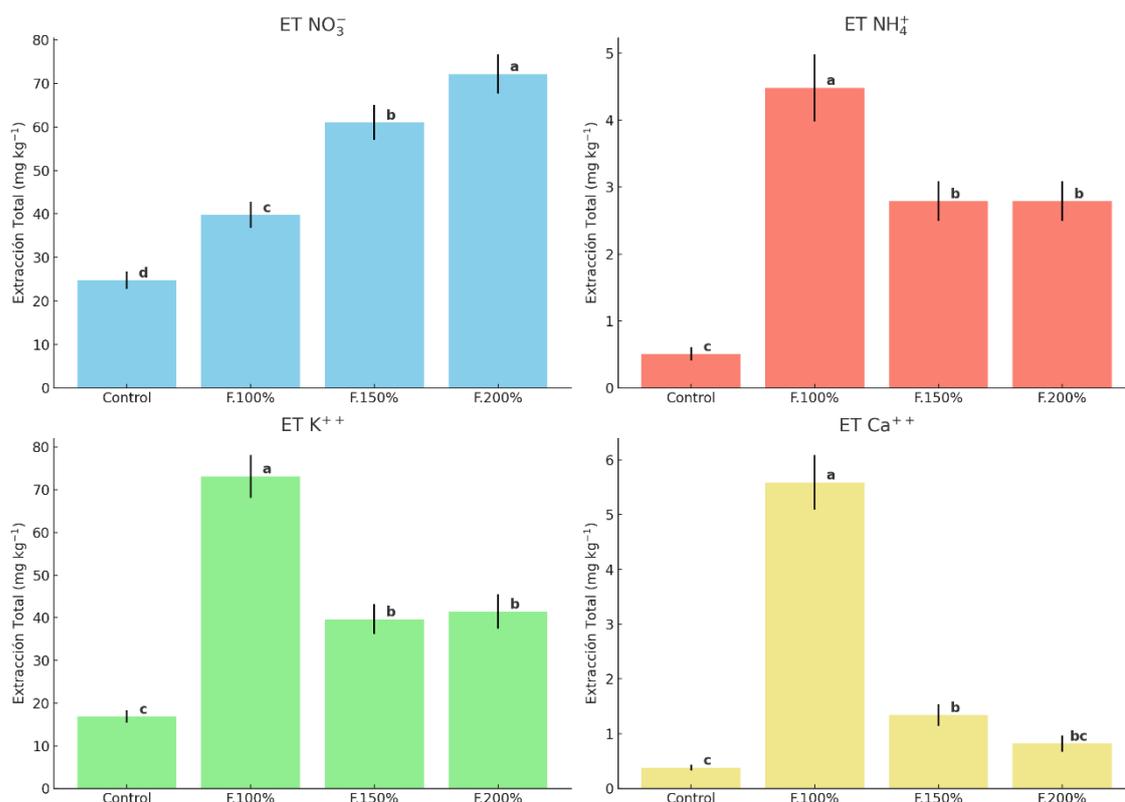


Figura 6. Gráfico de barras de la extracción total de NO₃⁻, NH₄⁺, K⁺⁺, Ca⁺⁺ en los 4 niveles de fertilización aplicados en el cultivo de flor de Jamaica, ubicado en la granja Santa Inés ubicada en la facultad de ciencias agropecuarias.

En los resultados de la extracción total de los macronutrientes podemos observar que la concentración de nitrato (NO_3^-) fue significativamente mayor en las plantas con la dosis del 200% de fertilización ($72,15 \text{ mg L}^{-1}$), en comparación con el control ($24,78 \text{ mg L}^{-1}$), lo que coincide con los hallazgos de Han-Na Shin et al. (2023). Este estudio reportó que el uso de riego por goteo junto con fertilización incrementa notablemente la absorción de nitratos en flor de Siria (*Hibiscus syriacus*; L.), mejorando el crecimiento y la fotosíntesis de las plantas. La concentración de amonio (NH_4^+) fue más alta en las plantas con la dosis del 100% de fertilización ($4,48 \text{ mg L}^{-1}$), similar a los resultados de Le Van Dang et al. (2022). En su investigación sobre la fertilización foliar en pomelos, se observó un aumento significativo en la absorción de NH_4 cuando se aplicaron soluciones de P, K y Mg, lo que mejoró la eficiencia en el uso de nutrientes bajo condiciones de fertilidad limitada del suelo. La absorción de potasio (K^{++}) fue significativamente mayor en las plantas sometidas a la dosis del 100% de fertilización, en comparación con el control. Este patrón es consistente con los resultados obtenidos por Deng et al. (2023), quienes observaron que diferentes tipos de fertilizantes de potasio mejoran significativamente la absorción de nutrientes en cultivos de Uva, lo que sugiere una aplicación efectiva de potasio en *Hibiscus sabdariffa* podría resultar en una absorción similar. En cuanto al calcio (Ca^{++}), la concentración fue mayor con la dosis del 100% de fertilización, pero disminuyó con la dosis del 200%. Esto podría indicar un efecto antagonista a dosis muy elevadas, como documenta Li et al. (2018). En su estudio sobre *Dalbergia odorifera*, se encontró que una fertilización excesiva puede causar desequilibrios nutricionales y reducir la absorción de ciertos minerales, como el calcio (Li et al., 2018). En contraste, el estudio de Khalofah et al. (2024) sugiere que un exceso de fertilización, especialmente con nitrógeno, puede reducir la calidad de las flores debido a un desequilibrio nutricional y estrés fisiológico en las plantas de *Hibiscus*. Este desequilibrio puede afectar la absorción de nutrientes esenciales y la productividad general de las plantas.

En la tercera etapa fenológica los datos de los resultados que obtuvimos fueron que la fertilización a niveles de F.100%, F.150%, y F.200% influye significativamente en la acumulación de materia seca en diferentes partes de la planta. La dosis de fertilización completa (F.100%) resultó más eficiente para la acumulación de materia seca en hojas, alcanzando un 26,75%, mientras que dosis más altas no mejoraron este parámetro. El control sin fertilización mostró los valores más bajos de materia seca en hojas (5,50%) y frutos, pero los más altos en peciolos (17,75%). La materia seca en el tallo no muestra

diferencias significativas entre los tratamientos, sugiriendo que la fertilización no afecta esta parte de la planta. En cuanto a los frutos, aunque no se observan diferencias significativas, muestran una tendencia numérica a aumentar con mayores dosis de fertilización. La evidencia sugiere que la dosis nutricional óptima para el crecimiento de Jamaica podría ser cercana al 100% de lo requerido, ya que dosis superiores no parecen ofrecer beneficios adicionales significativos en términos de acumulación de materia seca en la mayoría de las partes de la planta.

Cuadro 11. Datos del porcentaje de materia seca en los distintos órganos de la planta en la tercera etapa fenológica del cultivo flor de Jamaica, cultivado bajo 3 niveles de fertilización creciente al 100%, 150% y 200%. Ubicado en la granja Santa Inés en la facultad de ciencias agropecuarias en la universidad técnica de Machala.

Nivel de fertilización	Hoja	Tallo	Peciolo	Fruto
Control	5,50 c	23,50 a	17,75 a	5,25 a
F.100%	26,75 a	18,25 a	11,75 b	7,00 a
F.150%	11,00 b	18,00 a	12,75 b	7,75 a
F.200%	12,25 b	16,00 a	12,50 b	9,50 a
Prueba F	71,80**	0,74NS	6,28*	3,31NS
CV %	15,42%	39,28%	15,98%	26,25%

NS, *, ** = (NS) no significancia, (*) significancia al 95%, (**) significancia al 99%.

En los resultados observamos que el porcentaje de materia seca en las hojas fue significativamente mayor en las plantas con la dosis del 100% de fertilización (26,75), en comparación con el control (5,50), lo que es consistente con los hallazgos de Han-Na Shin et al. (2023) sobre el incremento de materia seca en *Hibiscus syriacus* con fertilización adecuada. No se observó una diferencia significativa en el porcentaje de materia seca en los tallos entre las diferentes dosis de fertilización, con valores que variaron poco entre el control y las dosis de fertilización, lo cual sugiere una capacidad limitada para acumular materia seca adicional en los tallos, similar a las observaciones de Deng et al. (2023). El porcentaje de materia seca en los peciolos fue mayor en el control (17,75), pero disminuyó con las dosis de fertilización del 100% (11,75), 150% (12,75) y 200% (12,50), lo que podría indicar un efecto antagonista a dosis más altas, como se ha documentado en estudios previos sobre desequilibrios nutricionales debido a la fertilización excesiva (Li

et al., 2018). En las flores, el porcentaje de materia seca fue mayor con la dosis del 200% de fertilización (9,50), en comparación con el control (5,25), lo que sugiere una mayor acumulación de materia seca con dosis más altas de fertilización, similar a lo observado en estudios sobre la fertilización foliar en pomelos.

V. CONCLUSIONES

- La dosis de fertilización óptima para el crecimiento de Jamaica parece ser cercana al 100% de lo requerido, ya que dosis superiores no necesariamente resultan en una mayor extracción de nutrientes o acumulación de materia seca en la mayoría de las partes de la planta. La fertilización excesiva puede causar desequilibrios nutricionales y reducir la eficiencia de absorción de ciertos nutrientes, afectando la calidad y productividad general de las plantas.
- La extracción total de nutrientes como NO_3^- , NH_4^+ , K^{++} y Ca^{++} no mostró una mejora proporcional con niveles de fertilización superiores al 100%, sugiriendo un posible punto de saturación o inhibición en la absorción de estos nutrientes a dosis más altas.
- En la tercera etapa fenológica, se observó que el nivel de fertilización al 200% obtuvo un mayor número de botones florales sugiriendo así que mayores niveles de fertilización se obtiene una mejor producción del cultivo.
- La acumulación de materia seca en hojas fue significativamente mayor con la dosis del 100% de fertilización, mientras que dosis más altas no mejoraron este parámetro. No se observaron diferencias significativas en la acumulación de materia seca en los tallos entre los tratamientos, sugiriendo que la fertilización no afecta esta parte de la planta. En cuanto a los frutos, aunque no se observan diferencias significativas, hay una tendencia a aumentar con mayores dosis de fertilización.

VI. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, E., Samuel, M., & James, I. (2023). CULTIVAR AND WEED CONTROL STRATEGY INFLUENCING THE PRODUCTIVITY OF ROSELLE (HIBISCUS SABDARIFFA L.) IN A SEMI-ARID ENVIRONMENT OF NIGERIA. *Journal of plant development*. doi:<https://doi.org/10.47743/jpd.2023.30.1.934>
- Aguirre, M. S. (2022). Usos de la flor de Jamaica (Hibiscus Sabdariffa), en la industria alimentaria . *Tesis*. Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Recuperado el 15 de Abril de 2024, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19070/1/27T00612.pdf>
- Alves, A., Lopes, J., Figueiredo, M., Di Piero, R., & Rodrigues, W. (2011). Crescimento e producao de sementes de quiabo adubado com niveis de zinco. *Bragantia* , 481-489. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/brag/a/6xvSXtDwXtfrfzpvZnvdQQJ/?lang=pt>
- Angelotti, F., Sa, M., Maia, E., Chauca, F., & Mizobutsi, G. (2009). Doses e épocas de aplicao de fósforo na produtividade da cultura do hibisco. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 1121-1128. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/4y6yRHqjBQNCgxB8nqjDVzP/?lang=pt>
- Anyinkeng, N., & Mih, A. M. (2011). Soil nutrient supplementation on growth and biomass production of Roselle under tropical conditions. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 603-609. doi:<http://dx.doi.org/10.5251/abjna.2011.2.4.603.609>
- Avendaño-Arrazate, C., Cadena, I. J., Arenas, O. M., Ortiz, V. O., & Cruz, O. (2012). Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de cáliz de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.). *Educación Agrícola y Calidad*, 290-296. Obtenido de <https://www.revistas.unciencia.iu.edu.cu/index.php/edacuan/article/view/442>
- Berza, B., Sekar, J., Vaiyapuri, P., Pagano, M. C., & Assefa, F. (2022). Evaluation of inorganic phosphate solubilizing efficiency and multiple plant growth promoting

properties of endophytic bacteria isolated from root nodules *Erythrina brucei*. *BMC Microbiology*, 276. doi:<https://doi.org/10.1186/s12866-022-02688-7>

Bravo, E. S. (Marzo de 2021). *Efecto de la adición de flor de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) fresca y deshidratada sobre el color CIE *a*b* y las propiedades sensoriales de una bebida alcohólica*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Obtenido de SciELO: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3c8a7a61-1569-44bd-8210-c826618d0748/content>

Cárdenas, J., Haro, P., Molina, E., Suárez, J., Valencia, J., & Solís, A. (2015). Caracterización morfológica y evaluación de la calidad comercial de nuevos genotipos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuarias (REIA)*, 1-12. Obtenido de <https://revistarepecuatoriana.iniap.gob.ec/index.php/revista-iniap/article/view/128>

Cardenas, M. L. (2015). *Respuesta del cultivo de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes a tres dosis en la Parroquia Teniente Hugo Ortiz*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de DSpace UCE: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/83fc3022-f5c9-4949-8f0f-96fd433eb734>

Cardona, C., Rodríguez, I., Bueno, J., & Tapia, X. (2005). *Biología y Manejo de la Mosca Blanca Trialeurodes vaporariorum en Habichuela y Frijol*. Centro Internacional de Agricultura Trópica. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf

Carrascal, O. R. (2013). Evaluación de cuatro distancias de siembras de la Flor de jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. en la vereda kilómetro tres del municipio de Yondó, Antioquia. 54-73. Obtenido de <https://revistas.unipaz.edu.co/index.php/revcitecsa/article/view/35>

Cauich, I. C., Rodríguez, J. F., Fernández, V. G., & Ambrosio, V. L. (2020). Análisis de la rentabilidad de la producción de Flor de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*).

- Panorama Económico*, 28(2), 94-101. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8101961>
- Dahmardeh, M. (2012). Effect of mineral and organic fertilizers on the growth. *African Journals Online*, 10899-10902. Obtenido de <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/128648/118204>
- Dang, L. V., Ngoc, N. P., & Hung, N. N. (2022). Effects of Foliar Fertilization on Nutrient Uptake, Yield, and Fruit Quality of Pomelo (*Citrus grandis* Osbeck) Grown in the Mekong Delta Soils. *International Journal of Agronomy*. doi:<https://doi.org/10.1155/2022/7903796>
- Das, P., Nutan, K. K., Singla-Pareek, S. L., & Pareek, A. (2015). Understanding salinity responses and adopting 'omics-based' approaches to generate salinity tolerant cultivars of rice. *PubMed*. doi:10.3389/fpls.2015.00712
- Di Liu, Z. D. (2021). Biochar and compost enhance soil quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under saline conditions. *Scientific reports*, 8739. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-021-88293-6>
- Flórez, V., Fernández, K., Flórez, L., & González, O. (2009). Uso del quelante Mn-Eddha en el cultivo de la rosa Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) . *Acta Agronómica*, 17-26. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/10346
- Fosado, Q. R., Castro, R. J., & Gómez, A. C. (2022). Producción, composición y usos de la jamaica. *Universitarios Potosinos*, 20-253. Obtenido de <https://leka.uaslp.mx/index.php/universitarios-potosinos/article/view/153#title-0>
- Gomez, E., Ramos, H., Gomes, W., & Oliveira, J. (2007). Doses e épocas de aplicacao de magnesio na producao de sementes de hibisco. *Bragantia* , 363-371. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/brag/a/vpCwCZGD8zRWzHVDBMtjXdP/?lang=pt>
- Hassanein, Y. Z., Abdel-Rahman, S. S., Soliman, W. S., & Salaheldin, S. (2021). Growth, yield, and quality of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as affected by nano zinc and bio-stimulant treatments. *ReserachGate*, 1-12. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s13580-021-00371-w>

- Hernandez, M. H. (2010). PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE FLOR DE JAMAICA EN EL ESTADO DE GUERRERO. *Monografía*. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila, Mexico . Obtenido de [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3771/T18334%20%20MAYO%20HERNANDEZ%2c%20HARLEY%20%20MONO G..pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3771/T18334%20%20MAYO%20HERNANDEZ%2c%20HARLEY%20%20MONO%20G..pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hidalgo, V. S. (2013). Manual Técnico del cultivo de rosa jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Manual*. Instituto de Ciencias y Tecnologías Agrícolas, Guatemala. Obtenido de <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Miscelaneos/Manual%20tecnico%20del%20cultivo%20de%20rosa%20de%20jamaica%20ROSICTA%2C%202013.pdf>
- Hinojosa-Gómez, J., San Martín-Hernández, C., Osuna-Enciso, T., Heredia, J., León-Félix, J., & Muy-Rangel, M. (2022). Agronomic Behavior of Mexican Roselle Cultivars Produced under Protected Agricultural Conditions. *Plants*, 11. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/20/2767>
- Hu, W., Wang, J., Deng, Q., Liang, D., Xia, H., Lin, L., & Lv, X. (2023). Effects of Different Types of Potassium Fertilizers on Nutrient Uptake by Grapevine. *horticulture*, 470. doi:<https://doi.org/10.3390/horticulturae9040470>
- Ibrahim, E. I. (2020). Effect of chemical and organic fertilizers on growth and yield of two roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) cultivars. *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*. Obtenido de doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012109
- Jin, E.-J., Yoon, J.-H., Lee, H., Kwon, H.-Y., Shin, H.-N., Yong, S.-H., & Choi, M.-S. (2023). Effects of Drip Irrigation-Fertilization on Growth, Flowering, Photosynthesis and Nutrient Absorption of Containerized Seedlings of *Hibiscus syriacus* L. (*Haeoreum*). *plants*, 2293. doi:<https://doi.org/10.3390/plants12122293>
- Khalili, A., Khalofah, A., Ramesh, A., & Sharma, M. P. (2024). Temporal Synchronization of Nitrogen and Sulfur Fertilization: Impacts on Nutrient Uptake, Use Efficiency, Productivity, and Relationships with Other Micronutrients in Soybean. *agronomy*, 570. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy14030570>

- Lawson, L. (13 de Mayo de 2020). *PRO MIX*. Recuperado el 15 de Abril de 2024, de PRO MIX: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/pudricion-de-la-raiz-por-rhizoctonia-los-sintomas-y-como-controlarlos/>
- Li, X.-W., Chen, Q.-X., Lei, H.-Q., Wang, J.-W., Yang, S., & Wei, H.-X. (2018). Nutrient Uptake and Utilization by Fragrant Rosewood (*Dalbergia odorifera*) Seedlings Cultured with Oligosaccharide Addition under Different Lighting Spectra. *forests*, 29. doi:<https://doi.org/10.3390/f9010029>
- M, A.-S. H., A, H. S., Youssef, M. A., Khalafalla, M. Y., Almaroai, Y. A., Ding, Z., & Eissa, M. A. (2020). Evaluation of quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by bio-fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 1025–1035. doi:<https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1711938>
- M. Farag, D. M. (2015). Volatiles and primary metabolites profiling in two *Hibiscus sabdariffa* (roselle) cultivars via headspace SPME-GC-MS and chemometrics. *ScienceDirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.024>
- M. L. Richardson, C. A. (2021). Differential yield and nutrients of *Hibiscus sabdariffa* L. genotypes when grown in urban production systems. *ScienceDirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110349>
- Mansour, T., Atefeh, N., & Andrea, M. (2022). Effect of Light, Temperature, Salinity, and Halopriming on Seed Germination and Seedling Growth of *Hibiscus sabdariffa* under Salinity Stress. *agronomy*, 2491. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy12102491>
- Martínez, J., Severiano, J., Velázquez, M., & Venegas, V. (2014). Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio sobre el desarrollo y producción de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Acta Agronómica*, 137-143. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/46642
- Meza, C. P. (2012). Guía: Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) e (*Hibiscus cruentus* Bertol). *Guía*. Adeesnic, Nicaragua . Obtenido de <http://adeesnic.org/wp-content/uploads/2022/10/Gui%CC%81a-Flor-de-Jamaica.pdf>
- Montaño Arango, O., Corona Armenta, J. R., Rivera Gómez, H., Martínez Muñoz, E., & y Anaya Fuentes, G. E. (2023). Evaluación del nivel competitivo de un

desinfectante de alimentos desarrollado a partir de cálices de flor de Jamaica. *CEA*, e2315. Obtenido de <https://doi.org/10.22430/24223182.2315>

Muñoz Flores, H. J., Rocío, S. R., Trinidad, J., Ruíz Rivas, M., Zavala Rangel, J., & Barrera Ramírez, R. (2022). Densidad de siembra de cuatro variedades de jamaica para el trópico seco del estado de Michoacán. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 57-67. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3178>

Obediente-Talavera, V. E., Polanco-Bravo, I. M., & Díaz-Bustillo, H. G. (2023). Diseño de un plan de comercialización de la Flor de Jamaica. *SciELO*, 60-74. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-02902023000200060

Owen, W. G. (2019). Hibiscus Leaf Tissue Nutrient Sufficiency Ranges by Chronological Age. *HortScience horts*, 463-469. doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI13482-18>

Ozkan, T. G., Appiah, K. S., Akalin, E., & Fujii, Y. (2023). Plant Growth Inhibitory Activity of Hibiscus sabdariffa Calyx and the Phytotoxicity of Hydroxycitric Acid Lactone. *agronomy*. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy13071746>

Pérez, H. C. (2018). Crecimiento y producción de jamaica (hibiscus sabdariffa L.) bajo diferentes concentraciones de solución nutritiva en invernadero. *TESIS*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón. Obtenido de <https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/45257/CAROLINA%20P%20c3%89REZ%20FERRERA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez-Vázquez, A., & Bravo-Luna, L. (2010). El molibdeno en la nutrición del frijol y jamaica en el municipio de Apatzingán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 195-203. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61916201009>

Quinto, L., Martínez-Hernández, P. A., Pimentel-Bribiesca, L., & Rodríguez-Trejo, D. A. (2009). Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 15(1), 23-28. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182009000100003&lng=es&tlng=es.

- Ramirez García, J. A., & Nicholls Posada, J. E. (2014). Usos y aplicaciones medicinales e industriales de la flor de jamaica. *Monografía*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Medellín. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2727>
- Ramirez-Serrano, J., Andrade-Rodríguez, M., Espinosa-Palomeque, B., & González.Hernández, H. (2016). Efecto del azufre sobre producción y calidad de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1623-1633. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/939/93953122008/html/>
- Reynoso, V. (21 de Octubre de 2016). *Asociación de consumidores orgánicos* . Obtenido de Asociación de consumidores orgánicos : <https://consumidoresorganicos.org/2016/10/21/las-10-plagas-mas-comunes-en-tu-huerto/>
- Rosero, M. J. (2022). “*Manejo agronómico del cultivo de Hibiscus sabdariffa L. (Jamaica)*”. Universidad Técnica de babahoyo, Babahoyo. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11352/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000192.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosey O. Ruiz-González, L. V.-R. (Mayo de 2015). Respuesta del policultivo jamaica-frijol-maíz a tratamientos de fertilización en Villaflores, Chiapas, México. *Agrociencia* 49(5), 546. Obtenido de SciELO: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952015000300004&script=sci_arttext
- Sánchez-Prado, J. d. (2018). Incremento del rendimiento y extracción nutrimental en jamaica mediante soluciones nutritivas. *Repositorio institucional UJAT*, 6(16). Obtenido de <http://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3145>
- Santos, J. S., Efe-Soares, N. F., Veloso, I. d., & Lima, V. B. (2021). Rendimiento y calidad de cálices de Jamaica fertilizados con nitrógeno y potasio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25(1), 26-32. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/dw4xH3x3j5NyYg7xrMXZStK/?lang=pt>
- Sáyago, A. S., & Goñi, I. (2010). *Hibiscus sabdariffa* L: Fuente de fibra antioxidante. *SciELO*, 79-84. Obtenido de

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222010000100012&lng=es&tlng=es

- Silva, A., Andrade, A., Oliveira, J., & Santos, E. (2013). Crescimento e produtividade do guandu adubado com nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 801-810. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/bWqYWHGqvCJfmzFWRjXRwhM/?lang=pt>
- Tahira Batool, S. A., Seleiman, M. F., Naveed, N. H., Ali, A., Ahmed, K., Abid, M., . . . Mubushar, M. (2020). Plant growth promoting rhizobacteria alleviates drought stress in potato in response to suppressive oxidative stress and antioxidant enzymes activities. *scientific reports*, 16975. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-020-73489-z>
- Taura, M., Martínez, G., & Huerta, G. (2008). Efecto de la nutrición orgánica y mineral en el rendimiento y calidad de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 97-102. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61011206.pdf>
- Trujillo-González, J. M., Martínez-Beltrán, J., Kohashi-Shibata, J., & Yáñez-Muñoz, R. E. (2021). Fertilización orgánica en el rendimiento de cálices frescos y secos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Idesia (Arica)*, 39(4), 73-84. Obtenido de <https://www.revistaidesia.cl/ojs/index.php/rev-idesia/article/view/1185>
- Urbina, T. (2009). Cultivo de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y *Hibiscus cruentus* Bertol. Chemonics International. Cuenta Reto del Milenio, Managua, Nicaragua. Nicaragua: Chemonics International. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01U73.pdf>
- Verma, A., & Prasad, V. M. (2023). Effect of NPK on Growth and Flower Yield of *Hibiscus* (*Hibiscus rosa-sinensis*). *International Journal of Environment and Climate Change*. doi:<https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i113631>
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2016). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *Cumbres*, 1(2), 28-34. doi:<https://doi.org/10.48190/cumbres.v1n2a5>

Zuñiga-Estrada, L., Martínez-Hernández, J., Silván, Ojeda-Barrios, D., Ortiz-Sánchez, A., & Sánchez-Chávez, E. (2015). Efecto del hierro en el rendimiento y calidad de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) bajo condiciones de riego por goteo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2837-2847. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61942418008>

ANEXOS



Anexo 1. Plántulas de Jamaica en el almácigo.



Anexo 2. Desinfección del sustrato arena.



Anexo 3. Llenado y posicionamiento de fundas llenas con sustrato en el área experimental.



Anexo 4. Instalación de sistema de riego



Anexo 5. Instalación de sistema de riego.



Anexo 6. Primera etapa del cultivo de Jamaica.



Anexo 7. Medición de variables.



Anexo 8. Aplicación de bioestimulantes como labor cultural al cultivo de Jamaica.