

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



COMPARATIVO DE RENDIMIENTO CON 4 SUSTRATOS DIFERENTES
EN PRODUCCIÓN DE FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EN
HUYRO –HUAYOPATA – PROVINCIA LA CONVENCION – CUSCO

Tesis presentada por el Bachiller en
Ciencias Agrarias, **EBERTH LIMA
ESTRADA** para optar al Título Profesional
de Ingeniero Agrónomo.

Asesora: Mgt. Catalina Jiménez Aguilar

Cusco – Perú
2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Comparativo de rendimiento con 4 sustratos diferentes en producción de flor de Jamaica (Hibiscus subdariffala) en Huayro Huaybata - Provincia La Convención - Cusco.
presentado por: Eberth Lima Estrada con DNI Nro.: 76534476

presentado por: _____ con DNI Nro.: _____

para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Agrónomo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 06 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un Informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 18 de Julio de 2023

Jiménez

Firma

Post firma Catalina Jiménez Aguilar

Nro. de DNI 23936715

ORCID del Asesor 0000-0002-1813-7756

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: 27259;158806250

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS EBERT LIMA.docx

RECUENTO DE PALABRAS

20171 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

96 Pages

FECHA DE ENTREGA

Jul 20, 2022 3:15 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

105418 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

12.4MB

FECHA DEL INFORME

Jul 20, 2022 3:21 PM GMT-5**● 6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Material citado
- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Por haberme dado esta vida tan maravillosa y las fuerzas de salir adelante como un profesional exitoso.

A mi madre Carmen Estrada Cardoso por ser una gran mujer y que ha tenido paciencia, cariño, comprensión, a sus hijos, ya que siempre está pendiente de que sus hijos sean unas personas exitosas, gracias mamá por tenerme paciencia y aguantar un hijo como yo.

A mi padre Cirilo Antonio Lima Charahuayta por ser un gran hombre y un buen amigo por ayudarme y acompañarme en momentos difíciles, por aconsejarme, siempre para salir adelante en la vida y ser un gran hombre de hechos y no de palabras.

A MIS HERMANOS:

Flor de María, Rina, Lizbeth, Jhon, Cirilo Wilton, Victor que siempre estuvieron conmigo en las buenas y las malas apoyándome para seguir adelante y ser una persona respetuosa y con valores, los quiero mucho siempre los tendré presente.

Eberth Lima Estrada

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A dios y a mis padres por darme la vida, y por brindarme todo su apoyo quienes me han inculcado valores y respeto, que en la vida con esfuerzo dedicación y perseverancia se logra todo los objetivos y metas trazadas.
- ✓ A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, por brindarme la oportunidad de desarrollarme y adquirir conocimientos durante mi formación profesional.
- ✓ Mi más sincero agradecimiento a todos los docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia y en especial a los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía quienes contribuyeron a que el aprendizaje sea más dinámico y empeñoso un ideal que posteriormente será reflejado en el desempeño profesional
- ✓ A la Ing. Mgt. **Catalina Jiménez Aguilar** asesor de tesis, a quien agradezco de manera especial por el tiempo y paciencia en la transmisión de sus conocimientos y experiencias durante el proceso de realización de tesis.
- ✓ A mi novia Yeny Fer Condori Morillo por su apoyo durante toda la etapa de instalación, desarrollo de tesis, también a mis amigos y compañeros de estudio a las cuales pasamos momentos de alegría y experiencia

ÍNDICE

DEDICATORIAS	II
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	12
1.2. Planteamiento del problema	12
1.2.1. Problema general.....	12
1.2.2. Problemas específicos.	12
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	13
2.1. Objetivo general	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
2.3. Justificación	13
III. HIPÓTESIS.	15
3.1. Hipótesis general.....	15
3.2. Hipótesis específicas.....	15
IV. MARCO TEÓRICO.....	16
4.1. Flor de Jamaica	16
4.1.1. Importancia del cultivo	16
4.1.2. Origen y distribución	17
4.1.3. Posición taxonómica	18
4.1.4. Nombres comunes.....	18
4.1.5. Variedades.....	19
4.1.6. Descripción morfológica.....	20
4.1.7. Fases fenológicas	22
4.1.8. Requerimientos de clima y suelo	22
4.1.9. Obtención de semilla.....	23
4.1.10. Manejo agronómico.....	24
4.1.11. Nutrición mineral	28
4.1.12. Plagas.....	30
4.1.13. Enfermedades.....	31
4.1.14. Cosecha.....	33
4.1.15. Postcosecha	33

4.2.	Sustrato	34
4.2.1.	Concepto de sustrato	34
4.2.2.	Concepto de sustrato orgánico	34
4.2.3.	Aspectos favorables del uso de sustratos orgánicos	34
4.3.	Humus de lombriz.....	35
4.3.1.	Características del humus.....	35
4.3.2.	Producción de humus de lombriz	36
4.3.3.	Composición	39
4.4.	Guano de isla	40
4.4.1.	Concepto y extracción.....	40
4.4.2.	Procesamiento	41
4.4.3.	Efectos positivos	41
4.4.4.	Composición	42
4.5.	Gallinaza.....	42
4.5.1.	Concepto.....	42
4.5.2.	Producción de gallinaza	43
4.5.3.	Usos de la gallinaza	43
4.5.4.	Composición	44
4.6.	Antecedentes de la investigación	45
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	49
5.1.	Tipo de investigación	49
5.2.	Ubicación temporal	49
5.3.	Ubicación de la parcela experimental	49
5.3.1.	Ubicación política	49
5.3.2.	Ubicación geográfica.....	49
5.3.3.	Ubicación hidrográfica.....	49
5.3.4.	Ubicación ecológica	49
5.4.	Métodos.....	51
5.4.1.	Diseño experimental	51
5.4.2.	Variables e indicadores	52
5.4.3.	Tratamientos.	52
5.4.4.	Características del campo experimental	52
5.4.5.	Conducción del cultivo	54
5.4.6.	Evaluaciones.....	70

VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
6.1.	Efecto de los sustratos sobre el rendimiento en calices	71
6.1.1.	Número de cálices por planta	71
6.1.2.	Peso de cálices por planta	73
6.1.3.	Peso de cálices por hectárea	74
6.1.4.	Número de flores por planta.....	76
6.2.	Efecto de los sustratos sobre altura de planta de la flor de Jamaica.....	77
VII.	CONCLUSIONES	80
VIII.	SUGERENCIAS.....	82
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	82
X.	ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Extracción total de elementos minerales en gramos por planta	28
Tabla 2: Contenido de elementos minerales	39
Tabla 3: Contenido de elementos minerales	39
Tabla 4: Contenido de elementos minerales	40
Tabla 5: Guano de isla – contenido de elementos minerales	42
Tabla 6: Contenido de elementos minerales en estiércoles en %.....	44
Tabla 7: Contenido de elementos minerales de gallinaza	44
Tabla 8: Contenido de elementos minerales de gallinaza	44
Tabla 9: Variables climáticas – Estación Meteorológica Huayopata	51
Tabla 10: Variables e indicadores	52
Tabla 11: Tratamientos evaluados	52
Tabla12: Interpretación del análisis de suelo	59
Tabla13: Extracción de nutrientes en gramos por planta	64
Tabla14: Extracción de nutrientes en kilogramos por planta.....	65
Tabla15: Extracción de elementos disponibles en kg/ha para una densidad de siembra de 20,000 plantas/ha	65
Tabla16: Aporte de nutrientes del suelo en kg/ha	65
Tabla17: Nivel de fertilización en kg/ha.....	65
Tabla18: Cantidad de fertilizante por hectárea y planta	66
Tabla19: Malezas identificadas	67
Tabla20: Número de cálices por planta.....	71
Tabla21: Estadísticos descriptivos para número de cálices por planta	71
Tabla22: Análisis de varianza para número de cálices por planta.....	71
Tabla23: Peso de cálices por planta en kg.....	73
Tabla24: Estadísticos descriptivos para peso de cálices por planta.....	73
Tabla25: Análisis de varianza para peso de cálices por planta.....	73
Tabla26: Peso de cálices por hectárea	74
Tabla27: Estadísticos descriptivos para peso de cálices por hectárea	75
Tabla28: Análisis de varianza para peso de cálices por hectárea.....	75
Tabla29: Número de flores por planta.....	76
Tabla30: Estadísticos descriptivos para número de flores por planta	76
Tabla31: Análisis de varianza para número de flores por planta.....	77

Tabla32: Altura planta	77
Tabla33: Estadísticos descriptivos para altura planta	77
Tabla34: Análisis de varianza para altura planta.....	78
Tabla 35:Número de flores por planta – Bloque I.....	88
Tabla 36:Número de flores por planta – Bloque II.....	88
Tabla 37:Número de flores por planta – Bloque III.....	88
Tabla 38:Número de flores por planta – Bloque IV.....	88
Tabla 39:Número de flores por planta – Bloque V.....	89
Tabla 40:Número de cálices por planta – Bloque I.....	89
Tabla 41:Número de cálices por planta – Bloque II.....	89
Tabla 42:Número de cálices por planta – Bloque III.....	89
Tabla 43:Número de cálices por planta – Bloque IV	90
Tabla 44:Número de cálices por planta – Bloque V	90
Tabla 45:Peso de cálices por planta – Bloque I	90
Tabla 46:Peso de cálices por planta – Bloque II	90
Tabla 47:Peso de cálices por planta – Bloque III	91
Tabla 48:Peso de cálices por planta – Bloque IV	91
Tabla 49:Peso de cálices por planta – Bloque V.....	91
Tabla 50:Peso de cálices por hectárea – Bloque I	91
Tabla 51:Peso de cálices por hectárea – Bloque II	92
Tabla 52:Peso de cálices por hectárea – Bloque III	92
Tabla 53:Peso de cálices por hectárea – Bloque IV.....	92
Tabla 54:Peso de cálices por hectárea – Bloque V.....	92
Tabla 55:Altura de planta – Bloque I	93
Tabla 56:Altura de planta – Bloque II	93
Tabla 57:Altura de planta – Bloque III	93
Tabla 58:Altura de planta – Bloque IV.....	93
Tabla 59:Altura de planta – Bloque V.....	94
Tabla 58: Valores estimados de densidad aparente según textura del suelo	98
Tabla 59: Eficiencia de los fertilizantes	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:Partes del cáliz de la flor de Jamaica- parte comercial	21
Figura 2:Imagen satelital – campo experimental	50
Figura 3:Croquis de la unidad experimental	53
Figura 4:Croquis del campo experimental	54
Figura 5: Número de cálices por planta.....	72
Figura 6: Peso de cálices por planta en kg	74
Figura 7: Peso de cálices por hectárea	75
Figura 8: Número de flores por planta.....	77
Figura 9: Altura planta	78
Figura 3:Análisis de suelo	95

RESUMEN

La presente investigación intitulada “Comparativo de rendimiento con 4 sustratos diferentes en producción de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) En Huyro – Huayopata – provincia La Convención – Cusco” fue realizada del 26 de noviembre del 2020 al 17 de mayo del 2021.

El objetivo general planteado fue: evaluar el efecto de cuatro sustratos diferentes en la producción de flor de Jamaica sembrado en condiciones de Huyro, Huayopata, La Convención - Cusco.

Los sustratos evaluados fueron guano de isla, gallinaza y humus de lombriz, fueron incluidos un fertilizante inorgánico y un testigo sin aplicación. El diseño estadístico asumido fue Diseño Bloques Completamente al azar, con cinco tratamientos, cinco repeticiones y veinticinco unidades experimentales.

Las conclusiones fueron las siguientes: El rendimiento promedio de peso de cálices por hectárea fue de 1,289.6 Kg/ha, el peso de cálices por planta promedio fue de 580 g, el número de cálices por planta promedio fue de 86.91 y el número de flores por planta promedio fue 67.85. Los sustratos orgánicos evaluados no influyeron en: peso de cálices por hectárea, peso de cálices por planta, número de flores por planta y número de cálices por planta, puesto que, al 95 y 99% de probabilidad los tratamientos no presentaron diferencias significativas. La altura de planta promedio fue de 1.95 m, no hubo influencia de los sustratos sobre altura de planta de la flor de Jamaica, ya que, no existieron diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los tratamientos evaluados.

INTRODUCCIÓN

La flor de Jamaica (*Hibiscussabdariffa* L.) es un cultivo de gran interés por sus características medicinales, se ha reportado grandes beneficios en la salud, como son la reducción del colesterol y disminución de la presión arterial; se ha demostrado que puede reducir el malestar alcohólico al estimular la acción del hígado y los riñones; se le atribuye múltiples acciones: diurético, antiséptico, analgésico, antiinflamatoria, antimicrobiana, astringente, cicatrizante, digestiva, depurativa, emoliente, sedativa, laxante suave, reductora de peso, antioxidante y tonificante.

A nivel mundial el principal productor es China e India y en el continente americano México, en el Perú, su cultivo se limita a pequeñas parcelas, razón por la cual, los volúmenes producidos son escasos, su consumo está poco difundido, en la localidad de Huyro se introdujo como una planta ornamental por la pupa y su posterior trabajo de investigación demostrado en la tesis razón por la cual, es prioritario mejorar los rendimientos y a la vez incentivar el consumo para incrementar la rentabilidad del cultivo, lo cual consecuentemente incrementará la superficie cultivada con flor de Jamaica.

Debido a que la flor de Jamaica es consumida por sus propiedades medicinales, en bebidas e infusiones, es necesario asegurar la inocuidad de su producción, lo cual implica, realizar prácticas amigables con la naturaleza y utilizar insumos orgánicos en la producción; dentro de este grupo se encuentran los sustratos orgánicos como guano de isla, gallinaza y humus de lombriz, los cuales son utilizados como fuente de nutrientes esenciales, luego de un proceso de mineralización, sin embargo, la mayor ventaja del uso de sustratos orgánicos es la formación de humus en el suelo, este material mejora las condiciones físicas del suelo como son: la estructura, la porosidad, drenaje y retención de humedad, mejora también las características químicas con la capacidad de intercambio catiónico, la disponibilidad de nutrientes minerales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y micro elementos.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

En la región Cusco el rendimiento de la flor de Jamaica es bajo, según información secundaria de productores locales, a pesar de que existen las condiciones climáticas y edáficas adecuadas para su cultivo, las razones de este bajo rendimiento son varias: las variedades cultivadas no son adaptadas a las condiciones regionales, no se utilizan sustratos orgánicos para mejorar la nutrición mineral del cultivo y las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, existe deficiente control de problemas fitosanitarios, deficiente control de malezas, entre otros factores.

El uso de sustratos orgánicos como guano de isla, humus de lombriz y gallinaza, con la finalidad de suministrar nutrientes minerales y mejorar las condiciones del suelo, es una alternativa viable para mejorar el rendimiento, sin embargo, es necesario investigar el efecto de estos sustratos sobre el rendimiento en cálices, así como en la altura de planta del cultivo de flor de Jamaica, razón por la cual, se realiza las siguientes preguntas de investigación:

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál será el efecto de cuatro sustratos diferentes en la producción de flor de Jamaica sembrado en condiciones de Huyro, Huayopata, La Convención - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos.

1. ¿Qué efecto tiene los sustratos sobre el rendimiento en cálices de la flor de Jamaica sembrado en condiciones de Huyro, Huayopata, La Convención - Cusco?
2. ¿Cómo afecta los sustratos sobre altura de planta de flor de Jamaica cultivada en condiciones de Huyro, Huayopata, La Convención -Cusco?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro sustratos diferentes en la producción de flor de Jamaica sembrado en condiciones de Huyro, Huayopata, La Convención - Cusco.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Determinar cómo influye los sustratos sobre el rendimiento en cálices de la flor de Jamaica sembrado en condiciones de Huyro, Huayopata, La Convención -Cusco.

2.2.2. Evaluar cómo influye los sustratos sobre altura de planta de flor de Jamaica cultivada en condiciones de Huyro, Huayopata, La Convención - Cusco.

2.3. Justificación

Mejorar el rendimiento de la flor de Jamaica en la región, desde el punto de vista económico, es importante, ya que, al convertirse en una actividad rentable puede mejorar las condiciones económicas de la población, especialmente de los pequeños productores que siempre están buscando nichos de mercado dentro del cual pueden insertarse. Desde el punto de vista social reduciría la creciente migración del campo a la ciudad permitiendo que muchos productores jóvenes se dediquen a esta actividad y de esa manera mantenerse en sus lugares de origen. Desde el punto de vista ambiental el uso de sustratos orgánicos como el guano de isla, humus de lombriz y gallinaza para mejorar el rendimiento del cultivo es importante ya que, reduciría el uso de fertilizantes inorgánicos como la urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio, productos altamente contaminantes de las fuentes hídricas y de los suelos.

El crecimiento vegetativo forma la estructura vegetal de la planta, a su vez, esta estructura permite acumular sustancias nutritivas en los diferentes órganos de reserva, tales como: tubérculos, raíces reservantes, cormos, tallos , y en el caso

de la flor de Jamaica en el cáliz de la flor, por tanto, una buen crecimiento vegetativo mayormente asegura buen rendimiento de los órganos de interés, motivo por el cual, es importante investigar el efecto que tiene los sustratos orgánicos como humus de lombriz, compost y gallinaza en el crecimiento vegetativo de la flor de Jamaica.

III. HIPÓTESIS.

3.1. Hipótesis general

El guano de isla, humus de lombriz y la gallinaza mejoran la producción del cultivo de flor de Jamaica, cultivado en condiciones del sector de Huyro, distrito de Huayopata, La Convención, Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

- 3.2.1.** Los sustratos orgánicos guano de isla, humus de lombriz y gallinaza mejoran el rendimiento de cálices de la flor de Jamaica comparado con el testigo sin aplicación.
- 3.2.2.** Los sustratos orgánicos guano de isla, humus de lombriz y gallinaza permiten obtener plantas más altas de flor de Jamaica sembradas bajo condiciones del sector de Huyro, Huayopata, La Convención.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Flor de Jamaica

4.1.1. Importancia del cultivo

Urbina (2009) menciona tres usos principales de la flor de Jamaica: Uso medicinal, elaboración de alimentos como: jugos, refrescos, gelatinas, vinos, pasteles, entre otros y uso textil en cordelería, la fibra de la planta es fuerte y sedosa y se conoce como cáñamo de Roselli, es considerada de la misma calidad del yute.

Según Ariza, y otros (2017) mencionando varios autores sostienen, que el cáliz de la flor de Jamaica presenta varias propiedades medicinales: al comportarse como diurético reduce el colesterol, controla la presión arterial, se comporta también como antibacterial, regenera tejidos afectados por enfermedades degenerativas, reduce la obesidad, tiene efecto antiviral, disminuye la litiasis o cálculos.

Un efecto importante de la flor de Jamaica, que varios autores mencionan, es el efecto antioxidante; según Sumaya, y otros (2014) mencionan que las propiedades antipiréticas; antibacterianas y diuréticas, están asociadas a la presencia de sustancias con actividad antioxidante tales como polifenoles, quercetina, ácido L-ascórbico y antocianinas. Los extractos de Jamaica exhiben efectos anticancerígenos promoviendo la apoptosis de células cancerígenas en próstata y seno.

Barral (2018) realiza una revisión de las propiedades terapéuticas de la flor de Jamaica:

- *Propiedad antioxidante:* Los compuestos fenólicos de la flor de Jamaica como el ácido protocatéquico posee fuertes propiedades antioxidantes al disminuir la peroxidación de los lípidos, el cual, es un mecanismo potencial de daño celular.
- *Efecto antiinflamatorio, inmunomodulador y antipirético:* El extracto etanólico de flor de Jamaica ha demostrado inhibir la xantina oxidasa in vitro e inhibe sustancias inductoras de fiebre como las citocinas. Los

polifenoles de la flor de Jamaica mejoran el estado oxidativo lo cual influye en las inflamaciones.

- *Efecto antimicrobiano: antibacteriano, antifúngico y antivírico:* está comprobando que el extracto de flor de Jamaica es activo frente a ciertos tipos de bacterias como Salmonella, Shigella, Enterobacter, *E. coli* y *S. aureus*. Es eficaz frente al virus del herpes simple (HSV-2) al inhibir su replicación.

Castañeda y Caceres, (2014) mencionan los principales componentes del cáliz de la flor de Jamaica, antocianinas 1.5%, ácidos orgánicos 15 a 30%, entre ellos ácido cítrico, málico, protocatéquico, tartárico y ascórbico; 50% de polisacáridos mucilaginosos, el resto esta formado por flavonoides, saponinas, fitosteroles, pectina y fibra. Según estos autores las antocianinas, principal componente del caliz de la flor de Jamaica, han demostrado, en estudios epidemiológicos reducir el riesgo de enfermedades cardíacas coronarias y enfermedades crónicas.

Según Ariza, y otros (2017) además de la importancia teperapeútica, la flor de jamaica presenta tambien otros usos importantes: los cálices en alimentación de pollos, la semillas en alimentacion de ovinos y pollos de engorde, debido a que son una fuente rica en proteínas (30%) y aceites (22%), incluso de utiliza como alimento cocido y fermentado en países africanos.

4.1.2. Origen y distribución

León (1987) menciona que la flor de Jamaica o rosella es una especie tetraploide, $2n:72$, de origen africano, posiblemente fue domesticado por la semillas, los cuales se consumen tostadas o por los cálices suculentos, incluso se consumen los hojas y tallos suculentos. Los esclavos africanos intrudujeron su cultivo en el continente americano.

Cardenas (2015)cita a Morton(1987)quien menciona que la flor de Jamaica, es posiblemente originario del continente asiático ya sea de la India o Malasia y que a partir de estos países fue introducido al continente africano, la razón de tal afirmacion, es el hecho de que existe indicios razonables de su cultivo desde hace trescientos años en el continente asiático. El cultivo esta distribuido en el

continente africano entre Egipto y Senegal, mientras que, en el continente americano se cultiva en centro américa, especialmente en México y El Caribe, y en el continente asiático en China e India.

4.1.3. Posición taxonómica

La posición taxonómica de la flor de Jamaica según el sistema de clasificación de Cronquist (1981) y citado por Ramirez y Nicholls, (2014) es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Género:	Hibiscus
Especie:	<i>Hibiscus sabdariffa L.</i>

4.1.4. Nombres comunes

Según Urbina (2009) la flor de Jamaica toma otros nombres comunes, según el lugar donde lo cultivan, así tenemos: rosa de jamaica, flor de dardo, rosa de Jericó, té rojo, rosella, flor de jamaica y flor roja.

Teran y Soto, (2004) agrega otros nombres de la flor de Jamaica: serení, sorrel, quetmia ácida, Florida cramberry, arándano agrio, quimbombó chino, aleluyaraja de Guinea, karkade, viña, viñuela, hibiscus.

Castañeda y Caceres, (2014) menciona otros nombres, además de los anteriores: hibisco, té de Jamaica (México), quimbombó (Panamá, Cuba), chiriguata (Venezuela), abutilón (Colombia), agra (Costa Rica); en portugués como vinagreira pampola, pampulha, papoula; en inglés roselle (Estados Unidos, Inglaterra); en Senegal como bissap; en italiano como carcadéobisco; en alemán como Malven tee; en India como mesta.

4.1.5. Variedades

Cid y Guerrero (2012) citando a Dominguez y otros (2007) mencionan que la flor de jamaica presenta dos subtipos: *Hibiscus sabdariffa* L. variedad Altissima, ampliamente cultivada por sus cálices e *Hibiscus sabdariffa* L. variedad Sabdariffa; este ultimo subtipo presenta plantas altas, vigorosas, poco ramificadas y muy fibrosas, razón por la cual, son cultivadas para obtener fibra vegetal antes que cálices.

Meza (2012) menciona a nivel internacional seis variedades: Sudan, China o Morada, Roja (larga y corta), Negra Gigante (Nigeriana), Morada Gigante (Tailandesa) y No Ácida (Vietnam).

Urbina (2009) menciona cinco variedades importantes:

- *Rica*: Planta de poca altura, altamente productiva, los cálices son grandes y rojos.
- *Víctor*: Tallos vigorosos y rojizos, buena productora de cálices y frutos.
- *Archer*: Posee tallos y hojas de color verde, vigorosa y muy productiva.
- *Altísima*: se utiliza para la extracción de fibra, debido a que la planta alcanza gran altura y produce fibra larga de buena calidad.
- *Temprano*: Es una de las variedades más precoces y presentan rendimientos de cálices y frutos aceptables.

Ariza y otros, (2014) mencionan algunas variedades mexicanas entre ellas la variedad criolla, ampliamente cultivada y caracterizado por ser de fotoperiodo corto y de bajo rendimiento. La variedad Alma Blanca, obtenido como mutación natural de la variedad criolla, se caracteriza por presentar plantas y hojas de color verde y con cálices de color amarillo claro hasta la madurez fisiologica, al secarse toma coloración marrón, tiene un rendimiento superior a los 500 kg/ha de cálices secos. La variedad Rosaliz presenta coloración moteado de cáliz, entre crema y rosado, es de fotoperiodo intermedio, tiene un rendimiento menor que Alma Blanca. Variedad Cotzaltzin, tallos de color rojo claro, hojas verdes de borde aserrado, el cáliz es de color rojo oscuro, igual que la variedad criolla. Variedad

Tecoanapa, presenta plantas de tallo rojo oscuro, cáliz de color rojo oscuro y tolerante a *Phytophthora parasítica*.

4.1.6. Descripción morfológica

4.1.6.1. Sistema radicular

Castañeda y Caceres, (2014) señala que la raíz de la flor de Jamaica es herbáceo y poco profundo, puede llegar a medir hasta 1.5 m cuando crece en suelos franco arenosos. Teran y Soto, (2004) señalan que la raíz principal de la flor de jamaica es del tipo pivotante, puesto que, provienen de semilla sexual, las raíces secundarias se distribuyen en los 20 a 30 cm de profundidad del suelo.

4.1.6.2. Tallo

Según Castañeda y Caceres (2014) la planta es de crecimiento anual, de tipo herbáceo y de porte erecto, la base del tallo es leñosa, la altura del tallo principal varia de uno a dos metros y depende de la variedad, de la fertilidad del suelo y del manejo del cultivo, presenta forma cilíndrica, ramificada, de 1.5 a 2 cm de diámetro, mayormente de color rojizo, sin embargo, existen variedades de color verde, algunas variedades pueden presentar tallos con alto contenido de fibra, razón por la cual son utilizados en textilería.

4.1.6.3. Hojas

Toral (2006) citando a Yoldi (1999) y Hernandez (1988) señala que las hojas de flor de Jamaica son alternas, de tres a cinco hojas simples en la parte superior, mientras que, las hojas en la parte inferior de la planta presentan siete lóbulos. La forma es lanceolada, presentan glándulas en la vena central, su margen es aserrado. Castañeda y Caceres (2014) agregan que los pecioloos pueden ser largos o cortos y lisos, en algunas variedades las hojas superiores son elípticas finamente dentados, mientras que, las hojas inferiores normalmente enteras y ovaladas.

4.1.6.4. Flores

Castañeda y Caceres (2014) mencionan que las flores son solitarias y estan ubicadas en las axilas de las hojas, el cáliz presenta en la base un epicáliz de 8 a 12 bracteolas delgadas, agudas y pubescentes, con un canal longitudinal en el lado interno del ápice. El cáliz es cónico en la base y se divide en la parte superior

en cinco a siete sépalos ovadolanceolados con una pequeña glándula central, es carnoso de color ojo brillante y de sabor ácido.

Hidalgo (2005) menciona que la corola es acampanada, amarillo pálido o rosada, presenta cinco pétalos, provisto de una mancha oscura de coloración púrpura en la parte interna. Luego de un día de apertura, la corola se marchita y cae al día siguiente, quedando sólo los cálices, los cuales se alargan y se tornan carnosos.

Figura 1: Partes del cáliz de la flor de Jamaica- parte comercial



Fuente: Propia

4.1.6.5. Frutos y semillas

León (1987) señala que los frutos son cápsulas ovoides, recubiertas por el cáliz, contiene numerosas semillas reniformes y pubescentes con el hilo rojizo. Según Vivas (2014) la cápsula o fruto es seco, densamente vellosa, con 1.25 a 2.0 cm de largo, color verde en estado inmaduro, presenta cinco lóbulos y puede contener de 20 a 40 semillas

4.1.6.6. Semillas

Según Vivas (2014) el color de semillas varía de marrón claro a negro de 3 a 5 mm de largo. Larios (1999) citado por Toral (2006) señala que un kilogramo de semillas de flor de Jamaica puede contener de 24,000 a 28,000 semillas, el valor exacto depende de la variedad. Hidalgo (2005) menciona que la semilla es reniforme y de color negro.

4.1.7. Fases fenológicas

Boareto (1997) y Coque (2000) citados por Cardenas (2015) mencionan las siguientes fases fenológicas:

- *Fase inicial*: Se manifiesta con el rápido incremento de la materia seca, debido a que se genera nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis, ocurre alrededor de los 5 a 8 días después de la siembra.
- *Fase vegetativa*: En esta fase el incremento de materia seca es más lenta que en la primera fase y concluye con la floración, dura de 25 a 30 días.
- *Fase reproductiva*: comienza al iniciarse la fructificación y dura de 20 a 30 días, en esta fase los frutos extraen y acumulan los nutrientes elementales necesarios para la maduración.

4.1.8. Requerimientos de clima y suelo

4.1.8.1. Suelo

Ramirez y Nicholls, (2014) citando a Morton (1986) mencionan que es preferible cultivar la flor de Jamaica en suelos areno-arcillosos y arcillo-arenosos, ricos en materia orgánica y potasio, profundos, bien drenados y sueltos, sin embargo, no es exigente y se adapta a diferentes tipos de suelo cuyo pH oscila entre 4.5 y 8.0, siempre y cuando, no estén expuestos a inundaciones ni presenten encharcamiento.

Cardenas, (2015) confirma que la flor de Jamaica crece bien en distintos tipos de suelos, incluso con bajo contenido de nutrientes, con pendiente no mayor a 50% sin embargo, los idóneos son suelos franco arenoso y franco arcilloso, con fertilidad moderada especialmente en nitrógeno, para evitar crecimiento excesivo del follaje y mayor producción de cálices.

4.1.8.2. Temperatura

Urbina (2009) menciona que la flor de Jamaica se cultiva en zonas tropicales y subtropicales, con temperaturas promedio anual de 22 a 25°C, puesto que, germina mejor a 25°C. Vivas (2014) agrega que puede soportar temperaturas mínimas de 7 a 10°C con temperaturas nocturnas de 20°C. Ramirez y Nicholls,

(2014) confirman que el rango de temperaturas adecuado para el cultivo es de 22 a 27°C y agrega que no soporta heladas. Meza (2012) amplía aún más el rango de temperaturas, afirma que la flor de Jamaica se cultiva de 15 a 36°C y que puede soportar temperaturas de 12 a 46°C.

4.1.8.3. Fotoperiodo

Ramirez y Nicholls, (2014) citando a Morton (1986) menciona que la flor de Jamaica está catalogada como planta de días cortos toda vez que florece cuando los días se acortan sobrepasando un período crítico de menos de 14 horas luz, en estudios realizados en Alemania, al exponer el cultivo a diferentes períodos de luz, se logró determinar que cuando las horas luz disminuyen de trece a diez, se induce la floración y se detiene el crecimiento. En otra investigación realizada las plantas estuvieron expuestas por cuatro meses a una iluminación diaria de 13.5 horas, obtuvieron una altura de 100 a 112 cm y no mostraron tendencia a florecer, sin embargo, cuando éstas fueron puestas bajo condiciones artificiales de día corto, sí florecieron y fructificaron.

4.1.9. Obtención de semilla

Según Hidalgo (2005) la propagación de la flor de Jamaica se realiza por medio de semillas obtenidas de las cápsulas, indica que la viabilidad de la semilla se reduce rápidamente durante el almacenamiento, normalmente luego de seis meses puede perder hasta el 50% de su capacidad de germinación, razón por la cual, las semillas no deben guardarse y de preferencia se deben utilizar las semillas de la campaña anterior.

El mismo autor explica el proceso de obtención de semilla: las ramas cortadas que contienen las cápsulas se secan al sol durante una semana, colocando por debajo de las ramas un manta para poder recoger las semillas, puesto que, las cápsulas al secarse se abren solas y sueltan las semillas, concluida el secado se golpea con palo las ramas para que las cápsulas sueltan todas las semillas. Concluida la extracción de la semilla se debe limpiar todos los restos de ramas, hojas y cápsulas. Las semillas vanas se separan por flotación en recipientes con agua, luego se secan hasta lograr una humedad cercana al 10%, finalmente son embasadas en recipientes de papel para mejor conservación.

4.1.10. Manejo agronómico

4.1.10.1. Preparación del suelo

Según Manqui, Allende y Villablanca, (2012) el objetivo de la preparación del suelo es brindar una cama de suelo mullido, aireado y enriquecido con la incorporación de la materia orgánica, de tal forma que la germinación de la semilla es uniforme y rápida, el crecimiento de la planta adecuada, además mejora la retención de agua y la actividad microbiológica, reduce la población de malezas y se exponen estadios larvales, pupas y adultos en diapausa a los enemigos naturales, como aves.

Urbina (2009) señala que es necesario un paso de arado y rastra, dependiendo de la consistencia del suelo, para facilitarle a la planta un buen desarrollo de su sistema radicular. En áreas onduladas y/o con pendiente pronunciada deberá hacerse una buena limpieza antes de sembrar.

Manqui, Allende y Villablanca, (2012) mencionan que la preparación primaria del suelo se realiza con arados, que pueden ser de diferentes tipos. El arado de rejas y vertedera, este apero rotura y voltea el suelo en forma uniforme, pero entierra las semillas de las malezas. Arado de discos, el más utilizado, se caracteriza por cortar y voltear el terreno en forma desuniforme. Arado cincel, solamente rotura el suelo y no lo voltea, se usa para remover suelos sueltos. Arado rotativo o rotavator, se caracteriza por roturar el suelo, mullir y mezclar, su desventaja es el hecho de desmenuzar demasiado el suelo. Arado subsolador, provisto de grandes cinceles, recomendado para roturar suelos compactados por el pase constante de maquinaria.

El mismo autor se refiere también a la labranza secundaria, el cual consiste en mullir el suelo en una capa no mayor a 10 cm, cuyo objetivo es disgregar los terrones y nivelar el suelo después de la aradura, para formar una cama uniforme y mullida, adecuar surcos de riego y controlar malezas. Los aperos (azadón, kituchi), los sustratos utilizados en el almacigado fueron la mezcla de gallinaza (es

un material de buen aporte de N ,P,Ca, Mg y micronutrientes) y materia orgánica (turba)

4.1.10.2. Producción de plántulas

Vallecillo y Gomez, (2004) recomiendan sembrar las semillas en cajas o camas a distancias de 8 a 10 cm en cuadrado, enterrar las semillas de 1 a 2 cm de profundidad, cuando las plantas alcanzan de 10 a 15 cm deben ser llevados a campo definitivo.

Ramirez y Nicholls (2014) recomiendan utilizar bandejas plásticas y tubetes de 50, 72, 128, 172 y 200 alveolos, en las cuales se siembran las semillas en forma individual, se puede utilizar sustrato adecuados para garantizar la germinación adecuada, esto sustratos son a base de turba u otros materiales.

León y Reinaldo (2005) menciona las siguientes recomendaciones para producir plántulas en semilleros:

- El semillero debe estar de preferencia cerca al campo definitivo, debe ser de fácil acceso y estar protegido por cerco perimétrico.
- El semillero debe contar con riego permanente y agua de buena calidad.
- La zona debe tener buen drenaje, no debe existir anegamientos por nivel freático alto.
- Los semilleros no deben instalarse en lugares en los cuales se ha cultivado la especie en propagación, en todo caso deben pasar como mínimo tres años, y si fue afectado por alguna enfermedad debería pasar por lo menos 9 años.
- Cuando el semillero utiliza suelo este debe ser de buena calidad nutricional, excelentes cualidades físicas, buen drenaje interno, libres de piedras y raíces.
- Las áreas vecinas al semillero deben mantenerse totalmente limpia de malezas, para evitar ataque de plagas y enfermedades.

Meza (2012) señala que el almácigo es el método más seguro para obtener una población uniforme de plantas, el trasplante se realiza como máximo a los 25

días de la siembra, la ventaja de este método es que al campo definitivo se lleva solamente plantas bien conformadas, sanas y en las mejores condiciones.

4.1.10.3. Siembra

- *Métodos de siembra:* Toral (2006) menciona dos métodos de siembra: la siembra directa, el cual consiste en colocar las semillas directamente en el campo definitivo a una densidad mayor y luego de la emergencia se ejecuta el raleo de plántulas en exceso. La siembra en almácigos, consiste en sembrar las semillas en camas de almaciguera a densidad elevada, luego del crecimiento se extraen las plántulas y se instalan en campo definitivo.
- *Densidad de siembra:* Meza (2012) recomienda distancia entre plantas de 50 cm y 1.0 m entre surcos, con una densidad de siembra de 5,000 plantas/ha, se utiliza normalmente 1.0 kg de semilla por hectárea cuando se realiza la siembra directa. Ramirez y Nicholls (2014) aconsejan colocar de tres a cinco semillas por golpe o postura con una distancia de 90 cm entre plantas y 1.3 m entre surcos cuando se siembra en forma directa. Toral (2006) citando a Morales (2001) menciona que la densidad óptima depende de las condiciones ecológicas particulares, características edáficas, geográficas y la variedad.
- *Época de siembra:* en el hemisferio norte, según Urbina (2009) se debe sembrar en los meses de mayo a junio para cosechar en octubre o noviembre, debido a que las lluvias comienzan en mayo y concluyen en noviembre. En sudamérica la siembra debe realizarse de octubre a noviembre, principalmente debido a que esta especie necesita días cortos para la floración.

4.1.10.4. Valor cultural de semillas

FAO; AfricaSeeds (2019) mencionan que el valor cultural de la semilla se calcula multiplicando el porcentaje de pureza física de la semilla y el porcentaje de germinación, dividiendo este producto entre 100. El porcentaje de pureza y el porcentaje de germinación se obtiene en laboratorio de control de calidad de semillas.

4.1.10.5. Control de malezas

Borges (1998) citado por Pech (2014) recomienda dos métodos de control de maleza: el método manual consiste en eliminar mecánicamente las malezas arrancando con las manos y con la ayuda de herramientas adecuadas para este labor. Recomiendan también el control combinado, el cual, consiste en eliminar las malezas en forma manual de las cercanías de la planta, y eliminar las malezas con la aplicación de herbicidas postemergentes en las calles, sin que la solución afecte el cultivo, el herbicida recomendado por estos autores es el Paraquat, puesto que este producto es de contacto.

Contreras(2009), citado por Cardenas (2015) menciona que si las condiciones lo ameritan, se pueden realizar de dos a más controles durante el ciclo vegetativo. Se recomienda sacar las malezas de raíz o solamente la parte aérea el mismo que será acondicionado en forma de cobertura para incorporarlo al suelo y que se convierta en materia orgánica.

Hidalgo, (2005) recomienda antes de la siembra controlar las malezas con herbicidas sistémicos tipo Glifosato o bien con herbicidas post emergentes desecantes como el Paraquat una dosis de 125 ml/15 litros de agua. Cuando se utiliza herbicidas en post emergencia, se debe cuidar de dirigir la aspersion únicamente a las malezas, para no dañar las hojas inferiores de la planta.

4.1.10.6. Riegos

Meza (2012) menciona que la flor de Jamaica es una planta exigente de agua durante el desarrollo vegetativo, pero no tolera encharcamiento, ni mal drenaje; en ausencia de lluvias o en regiones donde no se presenta las precipitaciones es necesario aplicar riegos ligeros cada 8 días, en zonas en las cuales el cultivo se instala al inicio de la temporada lluviosa, el riego es necesario en los primeros estados de crecimiento, puesto que, después las lluvias suministran el agua necesario para el crecimiento de la planta.

4.1.10.7. Tutorado

Serrano (1973) define tutorado o enrame como la colocación de guías de cañas, cuerdas, mallas, palos, entre otros materiales, en posición vertical, plantadas en el

suelo con la finalidad de apoyar en ellas los tallos de las plantas mediante amarres con diversos materiales.

Árevalo y Ortega (2003) señalan algunos tipos de tutorado de plantas que pueden ser utilizados según la especie:

- *Enramados*: en este sistema se utilizan ramas secas cuyas puntas se agudizan con machetes y se clavan en el suelo, el tallo de las plantas se amarra al tutor con rafia o hilos.
- *Espalderas con hilos horizontales*: consiste en clavar en el suelo cada cierta distancia estacas de madera y luego se tienden los hilos, pitas rafias, alambres u otro material entre las estacas principales, cuando los tallos son muy débiles deben sujetarse con hilos.
- *En caballete*: los tutores se colocan en forma cruzada en la punta y se atan con pitas para inmovilizarlos luego entre los tutores se tienden hilos o pitas para acomodar el tallo de las plantas.
- *Espalderas de alambre tejido*: consiste en colocar alambre en sentido vertical y horizontal a manera de una malla metálica, se elabora en cultivos de alta rentabilidad.

4.1.11. Nutrición mineral

4.1.11.1. Extracción de nutrientes

La extracción de nutrientes minerales de la flor de Jamaica se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1: Extracción total de elementos minerales en gramos por planta

Parte de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Raíz	0.30	0.01	0.07	0.14	0.06
Hoja	2.20	0.16	1.55	2.82	0.29
Tallo	1.42	0.43	3.08	0.70	0.38
Fruto + cáliz	5.31	1.00	4.31	1.86	1.00
Total	9.24	1.62	9.03	5.52	1.75

Fuente: Sanchez, y otros (2018)

4.1.11.2. Función biológica de los elementos esenciales

- *Nitrógeno*: Garcia, Lucena, Ruano, y Nogales, (2010) mencionan que este elemento es un factor de crecimiento y desarrollo, es uno de los constituyentes de los compuestos orgánicos de los vegetales, interviene en la multiplicación celular; es necesario para la formación de aminoácidos, proteínas, enzimas, entre otras sustancias esenciales. De modo que, el aporte del nitrógeno en cantidades óptimas conduce a la obtención de forrajes y granos con mayor contenido proteico.
- *Fósforo*: según Meléndez y Molina, (2003) este elemento se encuentra vinculado a la recepción, conservación y transferencia de energía, debido al establecimiento de enlaces altamente energizados, el más importante de estos enlaces es el que genera el grupo de poli fosfatos. Los compuestos de mayor importancia energética son el adenosin-trifosfato (ATP) y el adenosin-disfosfato (ADP). La hidrólisis de dichos enlaces conlleva el alto valor de energía libre que, es transferida en las reacciones bioquímicas.
- *Potasio*: según Mengel y Kirkby(2000)el potasio cumple múltiples funciones en la planta, entre ellos favorece la tolerancia de la planta a las enfermedades, ya que, favorece la formación de una cutícula más resistente a la penetración de esporas de hongos patógenos. Favorece la tolerancia a la sequía, ya que interviene en el proceso de regulación de la humedad, participando activamente en la apertura y cierre de las estomas. Produce vasos conductores densos con diámetro menor, que le permite a la planta ahorrar agua. Incrementa la resistencia de los frutos contra golpes y caídas y contra las heladas. Estimula el desarrollo radicular. Participa en la síntesis de hidratos de carbono y albúminas. El potasio influye sobre el pH del jugo celular. Mejora también el contenido de materia seca.
- *Calcio*: Garcia, Lucena, Ruano, y Nogales, (2010) mencionan algunas funciones del calcio: participa en la división y crecimiento celular, forma parte como elemento estructural de paredes y membranas celulares, y es esencial en la absorción de elementos nutritivos. Participa junto con el magnesio en la activación de las enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas.
- *Magnesio*: Mengel y Kirkby, (2000) mencionan las funciones del magnesio: participa en la biosíntesis del almidón y otros glúcidos, participa

activamente en la fotosíntesis al ser parte conformante de los pigmentos clorofilianos y participa en la formación de carotinoides y otros pigmentos.

- *Azufre*: Moron, Martino y Sawchik, (1999) menciona que el azufre es un elemento esencial para el desarrollo vegetal. El azufre es un constituyente de los aminoácidos cisteína y metionina y como tal de las proteínas. Es constituyente de cofactores como la biotina, tiamina (vitamina B1), coenzima Aferrodoxina, los cuales son esenciales para distintos procesos metabólicos.

4.1.11.3. *Síntomas de deficiencia de elementos esenciales*

García, Lucena, Ruano, y Nogales, (2010) mencionan los siguientes síntomas generales de deficiencia de elementos minerales:

- *Nitrógeno*: Afecta seriamente el desarrollo de la planta. Los primeros síntomas se presentan en hojas viejas, se vuelven cloróticas desde la punta y se extienden a toda la hoja a través de la nervadura central. Las hojas adquieren color verde amarillento y en los casos más graves la planta se marchita y muere.
- *Fósforo*: Hay desarrollo débil de la planta, escaso desarrollo de la parte aérea y del sistema radicular. Las hojas se vuelven más delgadas, erectas, con nervaduras menos pronunciadas, presentan color azul verdoso oscuro, pudiendo incluso llegar a caer de forma prematura.
- *Potasio*: Provoca retraso general en el crecimiento y se incrementa la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de plagas y enfermedades. En deficiencias se ven se presentan manchas cloróticas en hojas que pueden llegar a curvarse hacia arriba.

4.1.12. **Plagas**

4.1.12.1. *Hormigas coquí (Atta sp. Acromyrmex sp)*

Según Hidalgo (2005) esta plaga es de importancia en la primera etapa de crecimiento de las plantas. Las hojas son cortadas y trasladadas al nido para cultivar los hongos, que son la base de su alimentación, el ataque severo puede causar defoliación completa de los tallos tiernos, afectando seriamente el crecimiento. El control de las hormigas se realiza a nivel de nidos, la mejor época es al inicio de la temporada de lluvias, para evitar que las reinas realicen el vuelo

nupcial, evitando así la proliferación de nuevos nidos. Una vez ubicado los nidos se deben excavar, para dejar al descubierto las cámaras de cultivo del hongo alimenticio y eliminar con agua y jabón, se debe tratar de eliminar la reina madre y las reinas vírgenes.

4.1.12.2. *Pulgones (Aphis gossypii)*

Vilca (1990) menciona que el pulgón vive formando colonias densas de adultos y ninfas, mayormente en hojas tiernas, en el país, debido a que las estaciones no son muy marcadas la reproducción es por ovoviviparidad y partenogénesis.

Según Vargas, (1994) los pulgones adultos y ninfas se ubican en los brotes tiernos de hojas y botones florales, y succionan la savia elaborada, debilitan la planta y pueden llegar a transmitir enfermedades virósicas, las hojas afectadas pueden encrespase y deformarse, es frecuente la presencia de fumagina.

Beingolea (1984) recomienda las siguientes medidas de control cultural:

- Evitar excesiva fertilización nitrogenada, ya que, favorece la producción de plantas muy suculentas y atractivas para los pulgones.
- Regar en forma oportuna y en volumen adecuado.
- Eliminar hospederos del campo, bordes y acequias de riego.
- Sembrar a densidad óptima y probada en la zona, evitar alta densidad, ya que, provoca etiolación de tallos.
- Destruir residuos de cosecha al final de la campaña, con la finalidad de eliminar las fuentes de infestación.

Según Meza (2012) esta plaga es frecuente en periodos secos y cuando la planta padece estrés hídrico produciendo daño colateral a las plantas. Se debe controlar con productos orgánicos ya que son fáciles de controlar, generalmente están ubicados en la parte más tierna de la hoja donde succionan la savia, dejando a la planta de color amarillento, deshidratada o produciendo la muerte del ápice, no se han reportado virosis.

4.1.13. **Enfermedades**

4.1.13.1. Pata negra (*Phytophthora parasítica*)

Según Meza, (2012) esta enfermedad es frecuente en campos cuyo cultivo anterior fue el ajonjolí. Se presenta en suelos con mal drenaje, el mayor daño ocurre en la época lluviosa, es una enfermedad de importancia económica, los síntomas principales son caída de hojas y estado de tristeza general de la planta. En las raíces puede observarse presencia de micelio y estructuras reproductivas del hongo. Se recomienda drenar los terrenos, aplicar fungicida preventivo y cal o ceniza al suelo, además se debe eliminar las plantas afectadas.

Según Agrios (1996) en las plantas afectadas mueren muchas raicillas y con frecuencia se presentan lesiones café necróticas en raíces. En plantas jóvenes o adultas suculentas, todo el sistema radicular sufre pudrición, dando como resultado la muerte más o menos rápida de la planta. El hongo inverna en forma de oosporas, clamidosporas o micelio en el suelo o en raíces infectadas. En la primavera, las oosporas y clamidosporas germinan en forma de zoosporas, y el micelio continuo su desarrollo, produce zoosporangios que liberan zoosporas, las mismas nadan en el agua e infectan las raíces de plantas. El hongo forma más micelio y zoosporas en climas húmedos y moderadamente fríos y se disemina a otras plantas. En climas secos, cálidos o incluso demasiado fríos, el hongo sobrevive en forma de oosporas, clamidosporas o micelio y se vuelven infectivas cuando el suelo se encuentra húmedo y la temperatura es favorable.

Hidalgo (2005) menciona que es la principal enfermedad de la flor de Jamaica especialmente cuando se cultiva en terrenos con alto contenido de materia orgánica y alta humedad del suelo, principalmente durante los meses de precipitaciones pluviales. Las plantas pueden ser afectadas en todas las etapas de su crecimiento, las altas densidades de siembra y la poca penetración de los rayos solares al pie de la planta favorecen la enfermedad. El hongo ataca primero la base de la planta, dando apariencia de tristeza por deshidratación, hasta causarle la muerte. Como medida de control se recomienda la eliminación de plantas enfermas, se recomienda hacer rotación de cultivos y utilizar semilla certificada o tratada con productos químicos.

4.1.13.2. Bacteriosis (*Xanthomona sp*)

Hidalgo (2005) menciona que los síntomas son variados, generalmente presentan muerte de tejidos, inicialmente al borde de las hojas y en estado avanzado en toda la hoja. En la bellota se observan puntos concéntricos, presentando aspecto deshidratado, quedando adherida o momificada a la rama. El control es preventivo utilizando variedades tolerantes o semilla certificada.

Según Agrios (1996) las bacterias se diseminan de planta a planta a través de la lluvia y el viento, por contacto directo con el hospedero, por acción de insectos, moscas, abejas y hormigas, por medio de la manipulación de plantas y herramientas. Las bacterias cuando llegan al tejido de la planta por infectar penetran a través de aberturas naturales y heridas y la invasión casi siempre es intercelular a través de tejidos parenquimatosos. El agua que humedece a las plantas durante lluvias torrenciales favorece considerablemente la penetración e invasión de las bacterias. Las células del hospedante son invadidas luego de que se degrada parte de su pared celular.

4.1.14. Cosecha

Martinez (1992) citado por Ramirez y Nicholls, (2014) menciona que la recolección de cálices se realiza de quince a veinte días después de la floración, cuando estos alcanzan la madurez fisiológica. El índice de cosecha es cuando los cálices se encuentran quebradizos y con la base roja ya frágil.

Según Meza, (2012) la recolección en áreas pequeñas se realiza cortando los cálices con tijeras, en parcelas más grandes es más fácil cortar toda la planta desde el cuello y extraer los cálices en los lugares de secado, puesto que, pueden ser trasladado por tractor agrícola.

4.1.15. Post cosecha

- *Secado y procesamiento*: IICA (2004) citado por Ramirez y Nicholls, (2014) menciona que las condiciones de secado son importantes, ya que influyen en la obtención de un producto de buena calidad, los factores ambientales como polvo, luz solar directa y humedad favorecen el deterioro y alteran las propiedades de los cálices. Los cálices deben ser secados a través de

una exposición mínima al sol. Los cálices se deshidratan dispuestos en capas sobre rejillas o esteras mediante energía solar.

- *Limpieza y empaçado*: Ramirez y Nicholls, (2014) señalan que en esta etapa se eliminan los residuos de semillas y hojas que permanecieron luego de la extracción de cálices de la planta, una vez seca se quitarán los restos extraños antes de desmenuzar o empaçar.
- *Almacenamiento*: Cano (2009) citado por Ramirez y Nicholls, (2014) el almacenamiento de los cálices limpiados debe realizarse en lugares frescos con el fin de evitar la pérdida de aroma y el cambio de color.

4.2. Sustrato

4.2.1. Concepto de sustrato

Osuna, Osuna y Fierro (2016) definen el término sustrato en el contexto de plantas confinadas a un recipiente de la siguiente manera: es todo material poroso, utilizado sólo o combinado con otros materiales, que, colocado en un contenedor, proporciona anclaje y niveles agua y oxígeno para un óptimo desarrollo de las plantas que crecen en él.

4.2.2. Concepto de sustrato orgánico

Garcia, Lucena, Ruano, y Nogales, (2010) definen abono orgánico como el producto cuya función principal es aportar a las plantas nutrientes procedentes de materiales carbonados de origen animal o vegetal. Los mismos autores definen el concepto de enmienda orgánica como aquel producto procedente de materiales carbonados de origen vegetal o animal, utilizado fundamentalmente para conservar o incrementar el contenido en materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y mejorar su actividad química o biológica.

4.2.3. Aspectos favorables del uso de sustratos orgánicos

El uso de sustratos orgánicos en el abonamiento de los cultivos presenta varias ventajas: Según Ramos y Terry, (2014) los sustratos orgánicos presentan múltiples beneficios, entre ellos tenemos: mejoran la infiltración del agua como consecuencia de la mejora de la estructura del suelo al permitir una mayor grado de agregación de las partículas arena, arcilla y limo. Mejoran las características

hidráulicas del suelo como la permeabilidad, debido a que influyen directamente en la aireación, mejoran también la retención de humedad del suelo.

Félix, Sañude, Rojo, Martínez, y Olalde, (2008) menciona que los sustratos orgánicos humificados aportan nutrientes minerales y son la base para la formación de múltiples compuestos que favorecen la actividad microbiana, tales como: los ácidos húmicos, fúlvicos y huminas. Los autores mencionados citan a Bollo (1999) quien afirma que los sustratos orgánicos elevan la capacidad tampón del suelo, su acción quelatante contribuyen a reducir los riesgos de carencia y favorecen la disponibilidad de algunos microelementos, hierro, cobre y zinc, aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una fuente importante de carbono para los microorganismos del suelo.

Trade corp (2001), Landeros (1993) y Guerrero (1996) citados por Félix, Sañude, Rojo, Martínez, y Olalde, (2008) mencionan que los ácidos húmicos y fúlvicos, principales componentes de los sustratos orgánicos son los responsables de muchos beneficios tales como: elevar la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al formar complejos arcillo-húmicos, mantiene el fósforo en estado disponible para la planta ya que forman complejos fosfo-húmicos, favorece el desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo. Según estos autores un beneficio adicional es su potencial para controlar poblaciones de patógenos en el suelo, entre los hongos y bacterias que tienen propiedades antagónicas sobre patógenos del suelo están los géneros: *Bacillus spp*, *Enterobacter spp*, *Pseudomonas spp*, *Streptomyces spp*. entre las bacterias y entre los hongos destacan *Trichoderma spp* y *Penicillium spp*.

4.3. Humus de lombriz

4.3.1. Características del humus

Según Mosquera, (2010) el humus es un producto granulado, de color oscuro casi negro, liviano y no presenta olores desagradables; tiene alto contenido de enzimas y sustancias hormonales; presenta alto contenido de microorganismos, que lo convierte en uno de los mejores sustratos. El humus incorporado al suelo cumple un papel importante, corrige y mejora las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo.

Guanche (2015) menciona algunas propiedades del humus de lombriz:

- Es un abono orgánico, biorregulador y corrector de características del suelo
- Presenta alto contenido de ácidos húmicos y fúlvico y hormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo de la planta.
- Es un producto estable, es decir no continúa descomponiéndose o transformándose debido a la estructura fisicoquímica de las moléculas húmicas.
- Presenta buena solubilidad.
- Tiene alta carga de microorganismos.
- Sirve para recuperar suelos degradados.
- Mejora la estructura del suelo, ya que favorece la formación de gránulos, al comportarse como cementante o ligante.
- Tiene elevada capacidad de intercambio catiónico, razón por la cual presenta alta capacidad de retención de cationes, convirtiéndolo en un extraordinario fertilizante natural.
- Elevada capacidad de retención de agua, mejora la eficiencia del riego.

Mosquera, (2010) agrega que el humus, sirve para ser incorporado en surcos o camas de crecimiento, puede ser utilizado en hoyos de plantación de cultivos anuales y perennes y en las siembras de hortalizas. La aplicación no requiere mayor cuidado, puede utilizarse junto con la semilla en la siembra, debido a que el abono está totalmente descompuesto y de ninguna manera afecta las semillas.

4.3.2. Producción de humus de lombriz

Lombriz roja de California (*Eisenia foetida*)

ADEX (2002) menciona las razones por las cuales se prefiere la especie *Eisenia foetida* en la producción comercial del humus de lombriz: tiene corto ciclo reproductivo, puede reproducirse hasta cuatro veces por año. Alta frecuencia de apareamiento, puede producir un cocón cada 7 a 10 días. Presenta alta longevidad, puede vivir de 15 a 16 años. Es muy docil para ser criado en ambientes reducidos. Es altamente voraz, pueden alimentarse inmediatamente después de nacer. Presenta alta velocidad y volumen de producción de humus.

Brechelt, (2012) menciona las principales características de la lombriz roja:

- Su vida media es de 16 años.
- Tiene un gramo de peso y puede medir de 6 a 10 cm de largo.
- Presenta cinco corazones y seis pares de riñones y 182 conductos excretores.
- Su respiración es cutánea.
- Puede alimentarse de todo tipo de residuos orgánicos con la única condición de que estén compostados.
- El proceso de humificación ocurre en el aparato digestivo y es extremadamente rápido comparado con la naturaleza.
- El 40% de la materia orgánica consumida se convierte en humus.
- Alta densidad poblacional, 50,000 lombrices por m² está densidad producen dos kilogramos de humus en forma diaria.
- Es hermafrodita insuficiente.
- Madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida.
- Se aparea y deposita cada 7 a 14 días una cápsula conteniendo de 2 a 20 huevos que a su vez eclosionan pasados los 21 días, una lombriz adulta puede tener 1,500 crías por año.

4.3.2.1. *Sustrato alimenticio*

Según Zarela y Salas (1993) el proceso de elaboración de sustrato alimenticio para las lombrices es el siguiente:

- *Acopio y selección de residuos de origen animal y vegetal.* En esta etapa se consiguen los materiales.
- *Preparación de restos vegetales:* Los rastrojos, coronta de maíz y paja de arroz y otros materiales, deben ser picados o triturados para acelerar el proceso de compostación.
- *Preparación de las camas de fermentación:* El largo y ancho de las camas está en función de la disponibilidad de sustratos.
- *Formulación de mezclas:* para obtener humus de buena calidad, la mezcla de fermentación debe contener residuos de origen animal y vegetal.

- *Preparación de mezclas*: los materiales se acomodan en estratos 10 cm para estiércol y de 5 cm para restos vegetales, hasta lograr una altura de 50 cm, es preferible que la última capa sea de restos vegetales.
- *Riegos*: se debe mojar completamente la mezcla, se realiza luego de controlar la humedad.
- *Fermentación*: el tiempo de fermentación de la mezcla depende de las condiciones climáticas y el manejo, a nivel de trópico puede durar de 25 a 30 días.

4.3.2.2. Instalación y conducción del criadero de lombrices

Según Mosquera (2010) el procedimiento de instalación comienza cubriendo con paja los primeros cinco centímetros de la cama, sobre ella se depositan el sustrato alimenticio en una capa de 7 a 10 cm, sobre ella se colocan las lombrices en una densidad de 2500 lombrices/m². Guanche (2015) recomienda añadir en forma gradual capas delgadas de cinco centímetros de alimento como máximo, conforme con sumen las lombrices. La alimentación debe ser una o dos veces por semana dependiendo de la densidad poblacional, se debe regar hasta que el compost o sustrato esté totalmente humedecido pero que no drene.

4.3.2.3. Recolección de humus

Según Zarela y Salas (1993) la recolección de humus se inicia a los tres meses, el primer paso es recuperar las lombrices utilizando trampas con forma de lomo de pescado de seis centímetros de espesor y 35 cm de ancho, las trampas se ubican en tres oportunidades cada siete días, se retira el 95% de lombrices de las camas antes de la recolección del humus. El proceso de humificación concluye cuando el material resultante presenta estructura granular, color café oscuro, la cama es esponjosa y suave, permite introducir con facilidad la mano hasta el fondo del lecho. El humus antes de ser tamizado debe ser secado hasta el 45% de humedad.

4.3.3. Composición

Tabla 2: Contenido de elementos minerales

Elemento	Símbolo	Unidad	Contenido
pH	No corresponde	No corresponde	7.00
Sustancias orgánicas	No corresponde	%	44-46
Nitrógeno	N	%	1.7-2.0
Fósforo	P ₂ O ₅	%	1.4-2.0
Potasio	K ₂ O	%	1.4-2.0
Humedad media	No corresponde	%	56-60
Calcio	Ca	%	2-3.5
Cenizas	No corresponde	%	27.79
Magnesio	Mg	%	0.40
Fierro	Fe	ppm	210.90
Manganeso	Mn	ppm	77.30
Cobre	Cu	ppm	12.40
Boro	B	ppm	3.10
Ácido húmico	No corresponde	%	2.70
Ácido fúlvico	No corresponde	%	4.10
Bacterias	No corresponde	UFC/g	2x10

Fuente: Vitorino (1993) citado por Tupayachi (2021)

Tabla 3: Contenido de elementos minerales

Elemento	Símbolo	Unidad	Contenido
pH	No corresponde	No corresponde	6.5 -7.2
Materia orgánica	No corresponde	%	3.0 – 6.0
Nitrógeno	N	%	1.5 - 3.0
Fósforo	P ₂ O ₅	%	0.5 - 1.5
Potasio	K ₂ O	%	0.5 - 1.5
Humedad media	No corresponde	%	30 - 40
Calcio	Ca	%	2.5 - 8.5
Carbonato de calcio	CaCO ₃	%	8 a 14
Cenizas	No corresponde	%	28 - 68
Magnesio	Mg	%	0.2 - 0.5
Cobalto	Co	ppm	10 - 20
Manganeso	Mn	ppm	260 - 580
Cobre	Cu	ppm	85 - 100
Zinc	Zn	ppm	85 - 400
Boro	B	ppm	3 a 10
Ácido húmico	No corresponde	%	5 a 7
Ácido fúlvico	No corresponde	%	2 a 3
Capacidad de Intercambio Catiónico	CIC	meq/100 g	75 - 80
Conductividad eléctrica	C.E.	Milimhos/cm	hasta 3.0
Retención de humedad	No corresponde	cc/kg seco	1500 - 2000
Superficie específica	No corresponde	m ² /g	700 - 800
Carga bacteriana (+)	2000 millones de colonias de bacterias vivas/ g.		

Fuente: ADEX (2002).

Tabla 4: Contenido de elementos minerales

Elemento	Símbolo	Unidad	Contenido
pH	No corresponde	No corresponde	7.30
Materia orgánica	No corresponde	%	53.60
Nitrógeno	N	%	2.80
Fósforo	P ₂ O ₅	%	1.20
Potasio	K ₂ O	%	1.00
Humedad media	No corresponde	%	36.80
Calcio	Ca	%	5.69
Carbonato de calcio	CaCO ₃	%	10.0
Cenizas	No corresponde	%	54.00
Magnesio	Mg	%	0.48
Cobalto	Co	ppm	
Manganeso	Mn	ppm	
Cobre	Cu	ppm	92.30
Zinc	Zn	ppm	350.00
Boro	B	ppm	
Ácido húmico	No corresponde	%	5.60
Ácido fúlvico	No corresponde	%	2.80
Capacidad de Intercambio Catiónico	CIC	meq/100 g	77.20
Conductividad eléctrica	C.E.	Milimhos/cm	3.50
Retención de humedad	No corresponde	cc/kg seco	1800 - 2000
Superficie específica	No corresponde	m ² /g	700 - 800
Carga microbiana	No corresponde	u.f.c	95 x10 ¹²

Fuente: Ruesta (2013)

4.4. Guano de isla

4.4.1. Concepto y extracción

AGRORURAL (2018) explica que el guano de isla se genera por la acumulación de deyecciones de aves guaneras habitantes comunes de islas y puntas del litoral peruano, estas aves pertenecen a tres especies: Guanay (*Phalacrocorax Bouganin villii*Lesson), Piquero (*Sula variegata shudii*) y Pelícano (*Pelecanus thagus*); su población se estima en más de 5 millones de aves guaneras. En el país existen un conjunto de 22 islas, islotes y grupos de islas y 11 puntas a lo largo de la costa, que van en forma discontinua desde las costas frente a Piura hasta llegar a la frontera con Tacna. Estas puntas e islas cubren 140,833.47 ha.

AGRORURAL (2018) menciona también que el guano se acumula de 5 a 6 años, en esta etapa las deyecciones se compostan. La recolección del guano de las islas se realiza en base a un plan anual de recolección preparado por la Dirección de Abonos DAB y aprobado por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado SERNANP.

4.4.2. Procesamiento

AGRORURAL (2018) menciona el siguiente procedimiento de extracción y procesamiento:

- *Picado y ensacado*: El picado y ensacado se realiza en la isla o punta de recolección, es una actividad artesanal. Debido a que el guano está compactado es necesario remover con pico y pala, luego se llena en sacos de polipropileno negro de aproximada 50 kg.
- *Tamizado*: Tiene por finalidad separar el Guano de las impurezas (plumas, piedras, etc.) haciendo pasar el producto por una malla galvanizada de 3/8 ubicada en plano inclinado.
- *Embolsado, pesado, cosido y acondicionado*: El material que pasa por el tamiz es embolsado en sacos de polipropileno laminado de color crema, saco oficial de comercialización. Los sacos son pesados a 50 kg, cosidos y acondicionados.
- *Carguío*: Consiste en realizar el embarque del guano procesado para trasladarlo desde el lugar de recolección y procesamiento, hacia el almacén central, utilizando embarcaciones marinas de Agro Rural.

4.4.3. Efectos positivos

Ramírez(1999) citado por Gonzales (2011) menciona los efectos positivos del guano de isla:

- Incrementa la formación de agregados, ya que, el humus aportado se comporta como ligante.
- Las condiciones hidráulicas del suelo como son la retención, disponibilidad y la absorción del agua mejoran.
- Incrementa la porosidad del suelo, corrige suelos arcillosos compactados y mejora el intercambio gaseoso
- Libera con lentitud los nutrientes minerales mediante el proceso de mineralización.
- Mejora la adsorción de cationes y aniones e incrementa la capacidad de intercambio catiónico, incrementa también el poder tampón del suelo.

- Mejora la formación de quelatos en el suelo y en la planta favorece la producción de fitohormonas como el ácido indol acético y el ácido indol butírico.
- Incrementa la actividad microbiana del suelo

4.4.4. Composición

Tabla 5: Guano de isla – contenido de elementos minerales

Elemento	Símbolo	Unidad	Contenido
Nitrógeno	N	%	10 a 14
Fósforo	P ₂ O ₅	%	10 a 12
Potasio	K ₂ O	%	2 a 3
Calcio	CaO	%	8
Magnesio	MgO	%	5
Azufre	S	%	16
Hierro	Fe	ppm	320
Zinc	Zn	ppm	20
Cobre	Cu	ppm	240
Manganeso	Mn	ppm	200
Boro	B	ppm	160

Fuente: AGRORURAL (2018)

4.5. Gallinaza

4.5.1. Concepto

Estrada (2005) define la gallinaza como una mezcla de deyecciones de aves y material absorbente utilizado como cama: viruta de madera, pasto seco, cascarilla de arroz, cuando la producción de aves se realiza en el suelo y es una mezcla de deyecciones de aves y plumas, residuos de alimentos y huevos rotos cuando la producción avícola es en jaulas. Menciona también, que las deyecciones de aves resultantes de la producción avícola intensiva genera problemas ambientales, puesto que, son residuos que emiten olores desagradables, altas concentraciones de gases y propician la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; especialmente cuando no son tratados adecuadamente.

4.5.2. Producción de gallinaza

Mullo (2012) citando a Pazmiño (1981) indica que en promedio una ave de postura puede excretar de 35.8 a 40.8 gramos de heces en forma diaria con una concentración de 75% de agua.

Según Estrada (2005) menciona que la cantidad producida de gallinaza depende de la edad de las aves, por ejemplo, las aves jóvenes producen menos excretas, debido al menor consumo de alimentos en su etapa inicial. Depende también del material de la cama cuando la producción es en el suelo.

4.5.3. Usos de la gallinaza

Carhuacho (2012) menciona que la gallinaza se utiliza como abono orgánico debido a que suministra elementos minerales disponibles luego de su mineralización. Debido a que el uso directo en el suelo genera problemas de contaminación es preferible compostar el material, este proceso anaerobio permite incrementar la disponibilidad de nutrientes minerales.

Estrada (2005) menciona que la gallinaza para ser utilizada en la agricultura debe ser compostada, ya que este proceso logra transformar un producto maloliente, fitotóxicas, de difícil manejo y aspecto desagradable, en un producto inodoro, de fácil manejo, aspecto atractivo, libre de sustancias fitotóxicas y apto para el uso agrícola.

Según Brechelt (2012) el contenido de nutrientes minerales varía según la especie animal, el estiércol de ovino es el de mayor concentración, le sigue la gallinaza, el estiércol equino, bovino y, por último, el estiércol porcino.

Murillo (1999) citado por Carhuacho (2012) menciona que la gallinaza debido a su alto contenido calórico es utilizada como combustible de uso directo, con la construcción de plantas de generación de energía eléctrica.

García y otros (2007) citado por Carhuacho (2012) indica que numerosas investigaciones avalan las ventajas de la gallinaza como complemento en dietas de rumiantes: incrementa el consumo de heno, aumenta la digestibilidad de la

materia seca del rastrojo, incrementa la concentración de nitrógeno amoniacal en el líquido rumial y mejora la eficiencia de la reproducción de ganado vacuno.

4.5.4. Composición

Tabla 6: Contenido de elementos minerales en estiércoles en %

Estiércoles	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Vaca	1.67	1.08	0.56
Caballo	1.50	1.15	1.30
Gallinaza	2 a 4	3.00	3.20
Oveja	1.60	2.50	1.80
Cerdo	1.81	1.10	1.25

Fuente: AGRORURAL (2021)

Tabla 7: Contenido de elementos minerales de gallinaza

Parámetros	Símbolo	Unidad	Contenido
pH			6.21
Conductividad eléctrica		dS/m	16.40
Humedad		%	40.30
Sólidos totales		%	59.41
Materia orgánica		%	61.23
Carbono orgánico	C	%	35.52
Nitrógeno	N	%	3.23
Relación C/N			11.00
Potasio	K ₂ O	%	2.58
Fósforo	P ₂ O ₅	%	4.85

Fuente: Carhuancho, Guerrero y Ramirez (2012)

Tabla 8: Contenido de elementos minerales de gallinaza

Elemento	Símbolo	Unidad	Contenido
Ph			8.00
Conductividad eléctrica	C.E.	mS/cm	1.60
Humedad		%	34.80
Cenizas		%	14.00
Potasio	K	K ₂ O	0.89
Carbono orgánico	C	%	24.40
Materia orgánica	M.O	%	42.10
Nitrógeno	N	%	2.02
Relación C/N			12.10
Fósforo	P ₂ O ₅	%	3.60
Microorganismos		u.f.c./g	18x106
Capacidad de Intercambio Catiónico	CIC	meq/100 g	77.00
Retención de agua		ml/g	0.86
Densidad aparente	d.a	g/cc	0.27

Fuente: Ruesta (2013)

4.6. Antecedentes de la investigación

Babalola et al., (2018) en el trabajo de investigación "Growth and calyx yield response of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) to fertilizer in southwest Nigeria" realizada en la Universidad de Maiduguri de Nigeria fueron evaluados cuatro niveles de fertilizante orgánico (0, 2.5, 5 y 7.5 t/ha), tres niveles de NPK de la fórmula 15-15-15 en los niveles 200, 300 y 400 kg/ha; y dos variedades: blanca y roja, en dos localidades. El nivel de 7.5 t/ha de abono orgánico fue el mejor para número de hojas y peso seco de cáliz por hectárea, ambos para la variedad blanca. El nivel 7.5 t/ha de abono orgánico presentó el mayor promedio de altura de planta con 109.28 cm, ligeramente inferior al nivel de 400 kg/ha del fertilizante compuesto 15-15-15 que presentó una altura de 110.78 cm, para la localidad Abeokuta. El número de cáliz promedio por planta más alto se presentó en el nivel 7.5 t/ha de abono orgánico con 97.25 cálices/planta, incluso más alto que el correspondiente al nivel de 400 kg/ha de fertilizante 15-15-15 con 92.37 cálices/planta, el peso de cáliz seco por hectárea promedio más alto se presentó en el nivel de 7.5 t/ha de abono orgánico 407.83 kg de cáliz/ha, superior también al nivel de 400 kg/ha de fertilizante 15-15-15 con 362.36 kg de cáliz/ha.

Hassan et al.,(2020) en la investigación "Evaluation of quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by bio-fertilizers" realizado en la Universidad AL-Azhar, Assiut, Egipto, evaluaron un biofertilizante resultante de la mezcla de *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum basiliense*, considerados fijadores de nitrógeno no simbióticos. Antes de la siembra las semillas fueron lavadas, se trataron con goma arábica y se mezclaron con el biofertilizante. Como conclusión final mencionaron que el uso del biofertilizante mejoró la calidad y el rendimiento del cultivo. Entre los resultados destacan: no hubo diferencias significativas para altura de planta, 122.15 cm para biofertilizante y 119.05 cm para testigo, hubo diferencias significativas para número de sépalos/planta con 34.10 sépalos/planta para biofertilizante.

Ibrahim et al.,(2020) en la investigación "Effect of chemical and organic fertilizers on growth and yield of two roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) cultivars" realizado en la Universidad Islámica de Omdurman de Sudan, el objetivo fue investigar el efecto de los fertilizantes químicos y orgánicos sobre el crecimiento y

rendimiento de Jamaica (*Hibiscussabdariffa L.*); fueron evaluados: tres niveles de fertilizante, 40 kg/Fed.De N, 80 kg/Fed.De N y 40 kg/Fed. de N + 40 kg/Fed. P₂O₅, y dos niveles de abono orgánico: compost elaborado a partir de estiércol de pollo y vaca a un nivel de 3 t/fed y estiércol de pollo a un nivel de 2 t/fed; (un fed en Sudan equivale a 4,200 m² de área), esta evaluación fue en dos campañas y en dos variedades. Los resultados mostraron que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para: altura de planta, número de nodos por planta, área foliar, número de ramas por planta, peso seco de la planta y peso seco de cáliz por fed. El único indicador que presentó diferencias significativas fue número de hojas por planta. Los promedios para altura de planta fluctuaron de 89.8 a 104.1 cm para la campaña 2011, mientras que, el peso seco de cáliz fluctuó de 208.38 a 160.75 kg/fed.

Coraizaca (2020) en el trabajo de investigación “Aplicación de abonos orgánicos en la producción del cultivo flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*), recinto Higuerón Santa Lucia” realizado en la Universidad Agraria del Ecuador, con el objetivo de evaluar la aplicación de abonos orgánicos en la producción del cultivo de flor de Jamaica variedad Criolla (*Hibiscussabdariffa L.*), en el recinto Higuerón Santa Lucia, evaluando los abonos orgánicos: bocashi a 100 g/planta, biol a 500 ml/planta, lixiviado de lombriz a 500 ml/planta y humus de lombriz a 100 g/planta, obtuvo los siguientes resultados: hubo diferencias significativas para: altura de planta a los 150 días de crecimiento, número de cáliz por planta y peso de cáliz por planta, el abono bocashi presentó el promedio más alto con 210 cm de altura de planta, 2.53 cálices por planta, 26.56 g de peso de cáliz por planta.

Herrera (2021) en la investigación “Respuesta del cultivo de Jamaica (*Hibiscussabdariffa L.*) Utilizando diferentes dosis de bio abonos en dos sistemas de labranza cantón Palenque”, realizado en la Universidad Agraria del Ecuador con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*). Utilizando diferentes dosis de bio abonos bajo dos sistemas de labranza, cantón Palenque, evaluando los abonos orgánicos: bocashi, biol y humus de lombriz, en dos sistemas de labranza, obtuvo los siguientes resultados: se presentaron diferencias significativas para altura de planta y número de cálices por planta, no hubo diferencias significativas para peso de cálices por planta, el

abono biol presento el promedio mayor para altura de planta con 130.75 cm evaluado a los 120 días de crecimiento, fue también el mejor para número de cálices por planta con un promedio de 101.95 cálices/planta. El peso de cálices por planta fue similar en los tratamientos, biol 15.95 g/planta, humus 15.78 g/planta y bocashi 15.56 g/planta.

Toral (2006) en la investigación “Fuente de fertilización orgánica para el establecimiento del cultivo de la Jamaica *Hibiscussabdariffa L.*” realizada en la Universidad de Guadalajara, con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo sustentable del cultivo de la Jamaica en diferentes condiciones de fertilización orgánica, fue evaluado humus de lombriz en cuatro niveles, 0, 33, 66 y 99 g de vermi compost/planta, los resultados fueron: se presentaron diferencias significativas para: altura de planta, número de cálices por planta y peso de cálices secos por hectárea. El mejor nivel de humus fue para 99 g/planta con 180.8 cm de altura de planta, el mismo nivel fue el mejor para número de cálices por planta con 59.5 cálices/planta y para peso de cálices secos por hectárea con 1,668.5 kg/ha.

Aguirre y Muñiz, (2003) en el trabajo de investigación “Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes en el rendimiento del cultivo de Jamaica (*Hibiscussabdariffa L.*)”, realizado en la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua, con el objetivo de generar información sobre el manejo agronómico del cultivo de Jamaica (*Hibiscussabdariffa L.*), fueron evaluados los fertilizantes y abonos: fertilizante inorgánico, de fórmula 12-30-10 y Urea, 4.528 t/ha de humus de lombriz, 3.415 t/ha de gallinaza, 13.197 t/ha de estiércol de bovino. Entre los resultados obtenidos se tiene: se presentaron diferencias estadísticas para altura de planta y peso seco de cálices por hectárea, el mejor fertilizante fue el inorgánico con 116.0 cm de altura de planta seguido de cerca por gallinaza con 114 cm de altura, la misma tendencia se registró para peso de cálices secos por hectárea con 494.09 kg/ha para fertilizante inorgánico y 408.86 kg/ha para gallinaza.

Hernández (2017) en la investigación “Evaluación del desarrollo de Jamaica (*Hibiscussabdariffa L.*) En dos tipos de suelo con interacción de cepas bacterianas y vermi composta”, realizado en la Escuela de Post graduados en Montecillos,

México, con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de cepas bacterianas y vermi compost en el crecimiento de dos variedades de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) cultivadas con dos suelos. Fueron evaluados cuatro niveles de humus de lombriz, 0, 25, 50 y 75 t/ha. Entre los resultados se tiene: se presentaron diferencias significativas para altura de planta, no hubo diferencias significativas para número de cálices por planta y peso fresco y seco de cálices por planta. Los mejores niveles fueron 50 y 75 t/ha de humus de lombriz para altura de planta evaluada a los 120 días con 82.3 cm para ambos niveles. El número de cálices por planta tuvo resultados similares, de 12.94 a 15.44 cálices por planta para la variedad criolla. El peso fresco de cálices por planta fluctuó de 17.84 a 27.81 g/planta para niveles de humus de lombriz.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y tipo experimental.

5.2. Ubicación temporal

En la etapa de campo, la presente investigación fue ejecutada del 26 de noviembre del 2020 al 17 de mayo del 2021.

5.3. Ubicación de la parcela experimental

5.3.1. Ubicación política.

Región:	Cusco
Provincia:	La Convención
Distrito:	Huayopata
Lugar:	Huyro

5.3.2. Ubicación geográfica.

Longitud:	72° 33' 31.2" Oeste
Latitud:	13° 00' 22,50" sur
Altitud:	1,535 m

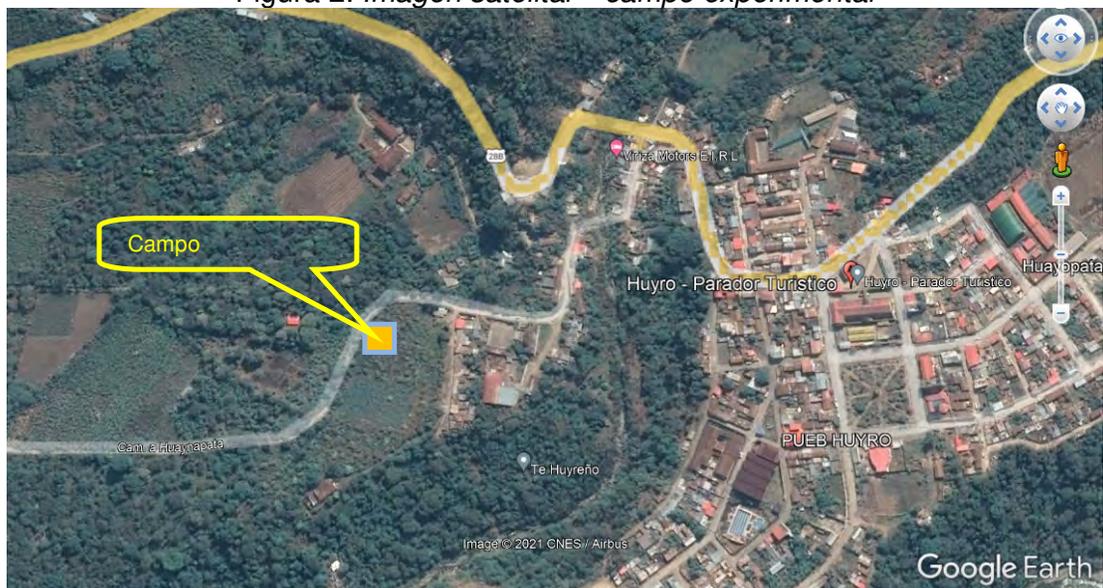
5.3.3. Ubicación hidrográfica.

Cuenca :	Vilcanota - Urubamba
Cuenca:	Huyro
Cuenca:	Lucumayo

5.3.4. Ubicación ecológica

Según el diagrama bioclimático de Holdridge (1967) y citado por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2017), con precipitación promedio anual de 1660 mm, temperatura promedio anual 24.0 °C y altitud de 1,535 msnm, Huyro se ubica en la zona de vida conocida como Bosque húmedo – Subtropical - Pre montano.

Figura 2: Imagen satelital – campo experimental



5.3.5. Materiales de campo.

- Etiquetas y carteles de identificación
- Estacas de madera
- Rafia, calaminas, tablas
- Arpillera y atadores
- Guano de isla
- Gallinaza
- Humus de lombriz
- Fosfato diamónico
- Regent (Fipronil)
- Cebo para cuqui (azúcar rubia, maíz chancado, cáscara raspada de naranja y Fipronil)

5.3.6. Herramientas.

- Machete, hacha y kituchi
- Pico, pala y rastrillo
- Cordel
- Cinta métrica
- Wincha metálica
- Pulverizador manual tipo mochila de 20 litros

- Tijera de podar una mano

5.3.7. Equipos.

- Retroexcavadora
- Tractor agrícola provisto de arado
- Celular (registro fotográfico)
- Laptop
- Balanza de precisión
- Impresora y memoria USB

5.3.8. Material biológico.

Se utilizó semilla de flor de Jamaica adquirida de proveedor local, libre de impurezas y con buen porcentaje de germinación. Según información recabada del productor la semilla adquirida contiene de 25 a 30 semillas por gramo, se utiliza de 800 a 900 g de semilla por hectárea, con un rendimiento promedio de 900 kg de cálices por hectárea y fue sembrado en una zona con precipitación acumulada anual de 1660 mm y temperatura promedio anual 24.0 °C. el poder germinativo mencionado por el vendedor de la semilla fue de 95%. No existe en el Perú semilla certificada de flor de Jamaica.

5.3.9. Variables climáticas

Tabla 9: Variables climáticas – Estación Meteorológica Huayopata

Mes y año	Temperatura media (°C)	Precipitación acumulada (mm)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)
Dic-20	22.67	86.80	78.05	0.62
Ene-21	21.75	75.80	82.56	0.51
Feb-21	22.16	S/D	83.83	0.48
Mar-21	22.17	51.60	84.88	0.44
Abr-21	22.13	2.80	81.87	0.49
May-21	21.43	S/D	78.28	0.41

Fuente. Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (2022)

5.4. Métodos

5.4.1. Diseño experimental

Fue asumido el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar, con cinco tratamientos, cinco repeticiones y 25 unidades experimentales. Los cinco bloques

fueron instalados en filas, los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales, en forma aleatoria, utilizando el método del balotario. Los datos fueron procesados utilizando el programa Excel. Se elaboró el Análisis de varianza al 95 y 99% de probabilidad.

5.4.2. Variables e indicadores

La variable independiente considerada fue tipo de sustrato, mientras que, las variables dependientes fueron: rendimiento y altura de planta. A continuación, se indican las variables dependientes y sus indicadores evaluados:

Tabla 10: Variables e indicadores

Variables dependientes	Indicadores
1. Rendimiento	Número de flores por hectárea
	Número de cálices por planta
	Peso de cálices por planta
	Peso de cálices por hectárea
2. Altura de planta	Altura de planta

5.4.3. Tratamientos.

Tabla 11: Tratamientos evaluados

Código	Tratamiento	Peso por hectárea (kg/ha)
A	Gallinaza	220.0
B	Guano de isla	733.3
C	Humus de lombriz	1,571.4
D	Fertilizante inorgánico	47.8
E	Testigo	0.0

5.4.4. Características del campo experimental

5.4.4.1. Campo experimental.

— Largo:	29.0 m
— Ancho:	16.5 m.
— Área total:	478.5 m ²

5.4.4.2. Calles internas.

— N° de calles:	8.0
— Largo de calle del 1 al 4:	16.5 m
— Largo de calles del 5 al 8	29.0 m

— Ancho:	1.0 m.
— Área total:	182.0 m ²

5.4.4.3. Bloques.

— N° de bloques:	5.0
— Largo sin considerar calle:	12.5 m
— Ancho:	5.0 m.
— Área total:	62.5 m ²

5.4.4.4. Unidad experimental.

— Total de unidades experimentales:	25.0
— Largo:	5.0 m
— Ancho:	2.5m
— Área:	12.5 m ²
— Plantas por Und. Exp.:	25 unidades

5.4.4.5. Densidad de siembra.

— Distancia entre hileras:	1.00 m
— Distancia entre plantas:	0.50 m
— Cantidad de semilla por hectárea:	1.0 kg/ha

Figura 3: *Croquis de la unidad experimental*

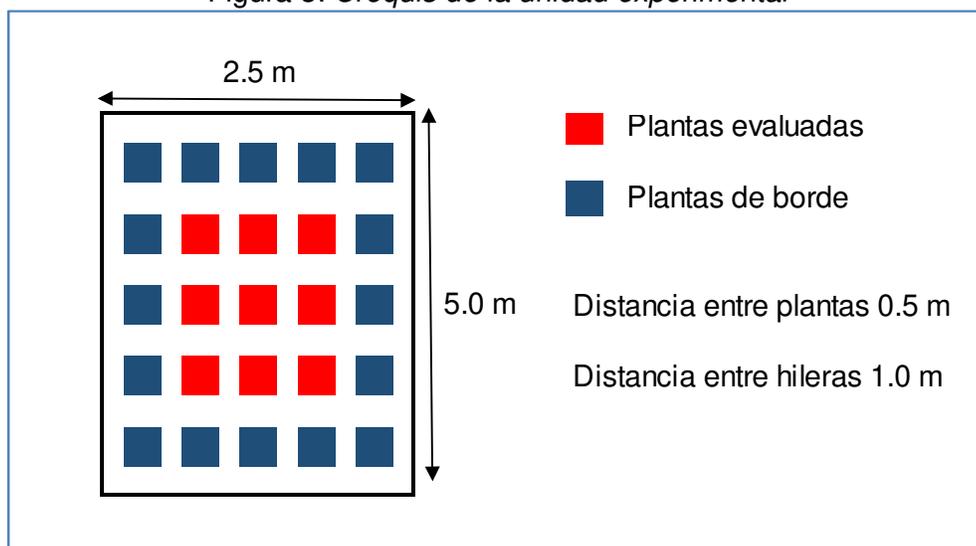
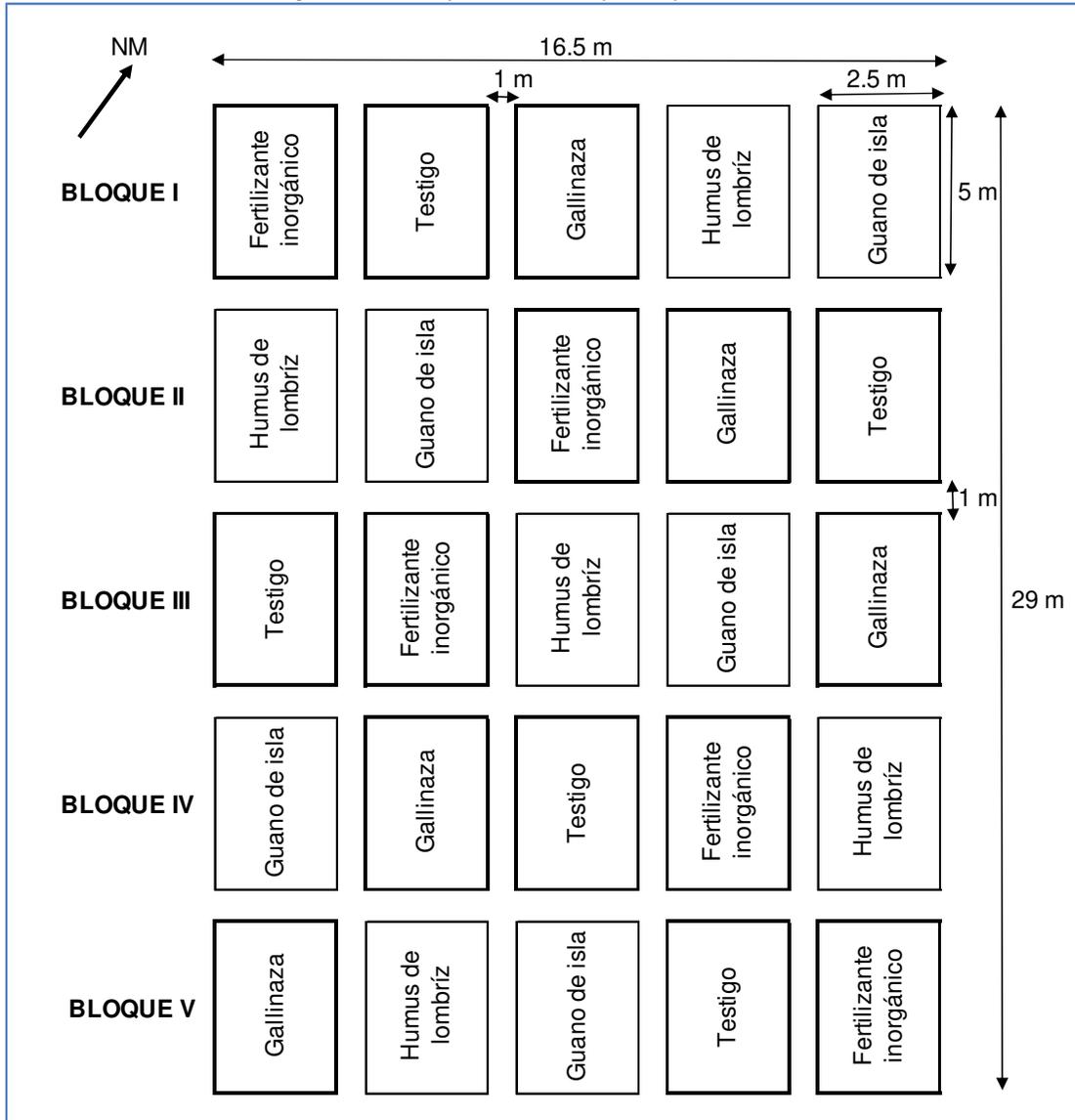


Figura 4: Croquis del campo experimental



5.4.5. Conducción del cultivo

5.4.5.1. Roce y limpieza del terreno

El campo experimental fue instalado en una parcela con gran cantidad de árboles de sombra para café y matas de plátano, razón por la cual, fue necesario realizar el roce de las malezas y arbustos con machetes y el corte de árboles con hacha, los cuales fueron cortados en trozos más pequeños y fueron trasladados al borde de la parcela. Esta labor fue realizada del 26 al 29 de noviembre del 2020.

Fotografía 1: Limpieza del campo experimental



5.4.5.2. Habilitación de campo experimental

Debido a la existencia de gran cantidad de tocones de árboles de sombra y matas de plátano, fue necesario contratar los servicios de una retroexcavadora, la maquina se encargó de extraer los tocones de raíz, eliminar las matas de plátano y trasladar al borde de la parcela para su descomposición natural, el objetivo de esta labor fue dejar el campo experimental totalmente despejado y limpio. Esta labor se realizó el 30 de noviembre del 2020.

Fotografía 2: Extracción de raíces de árboles y matas de plátano



Fotografía 3: Extracción de raíces de árboles y matas de plátano



5.4.5.3. Producción de plántulas

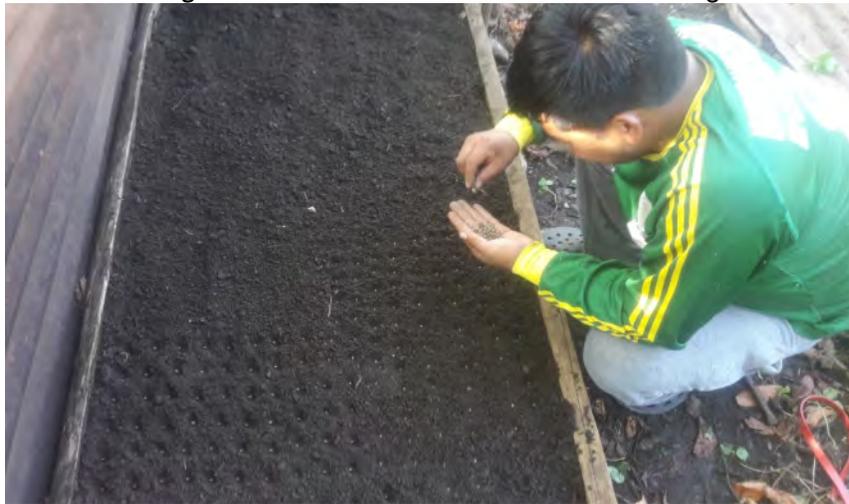
La producción de plántulas tuvo una duración de treinta días, comenzó el 29 de noviembre y culminó el 29 de diciembre del 2020, las labores realizadas fueron:

- *Preparación de camas de almaciguera*: en el sitio designado fue necesario remover el suelo con pico, cortando el prisma de suelo a una profundidad promedio de 20 cm, luego con ayuda del kituchi fue necesario mullir el terreno hasta partículas finas, durante el proceso fueron eliminados las piedras y restos de raíces.
- *Formación de cama elevada*: para evitar encharcamiento de agua y consecuente pudrición de raíces, se elaboró una cama elevada, con madera al borde y la tierra mullida previamente preparada. El ancho de la cama fue de 0.8 m y una altura de 20 cm.
- *Siembra de semillas*: las semillas fueron sembrados en terreno húmedo en hileras, para ello fue necesario introducir la semilla en el suelo practicando pequeños hoyos correctamente distribuidos, la distancia entre hileras fue de cinco centímetros y entre semillas de tres centímetros aproximadamente. Las semillas fueron remojadas durante un día.

Repique: Es una actividad intermedia entre la siembra y el trasplante, consiste en extraer las plantas del semillero cuando tienen entre 2 a 4 hojas y a continuación se trasplantan a una maceta o a un recipiente pequeño, ya posterior a su trasplante al lugar definitivo.

- *Cobertura y protección de la cama almaciguera*: para evitar daños de aves sobre las plántulas y efecto negativo del sol, fue necesario en forma temporal cubrir la almaciguera con restos vegetales y encerrar con calaminas usadas a manera de cerco provisional.
- *Riegos*: fue necesario regar con frecuencia durante la etapa de crecimiento de las plántulas.
- *Control de malezas*: fue necesario eliminar las malezas para evitar competencia con las plántulas de flor de Jamaica.

Fotografía 4: Siembra de semillas en almácigo



Fotografía 5: Plántulas con hojas cotiledonales



Fotografía 6: Control de malezas en almácigo



Fotografía 7: Plántulas al estado de trasplante (28 días después de la siembra)



El sustrato utilizado para la almaciguera fue gallinaza, tierra agrícola mullida, libre de raíces y piedras, no fue necesario incorporar otros materiales.

5.4.5.4. Toma de muestra para análisis de suelo

El objetivo fue obtener una muestra compuesta de la parcela experimental y enviar al laboratorio de análisis de suelo. El procedimiento de muestreo fue el siguiente:

- Ingresando en Zig-zag a la parcela se obtuvo cinco submuestras en forma totalmente aleatoria.
- En el lugar elegido se excavo con pala en forma de V y se eliminó el suelo.

- Se cortó con la pala una lámina vertical de suelo de cinco centímetros aproximadamente, se eliminó los bordes y fue depositado en un atador. El procedimiento fue repetido en los cuatro sitios restantes, elegidos al azar.
- Al borde del campo fue necesario mullir y eliminar las piedras y raíces de las muestras parciales obtenidas.
- Formando un montón el suelo muestra fue separado en cuatro partes iguales, las dos partes opuestas fueron eliminadas, el procedimiento fue repetido hasta lograr una muestra de suelo con un kilogramo de peso.
- Se elaboró una etiqueta de identificación con información básica.
- La muestra fue envasada en dos bolsas plásticas en la parte intermedia se colocó la etiqueta de identificación.

Esta labor fue ejecutada el 01 de diciembre del 2020, esta labor se realizó 28 días antes del trasplante. La muestra obtenida fue enviada a la institución Valle Grande, en Cañete, Lima. El análisis fue a nivel de caracterización + micro elementos. La hoja de resultado del análisis se presenta en anexos.

Fotografía 8: Toma de muestra de suelo



Tabla12: Interpretación del análisis de suelo

Tipo de análisis	Resultado	Interpretación
pH	5.81	Ácido
Materia orgánica	7.38%	Alto
P₂O₅	20.0 ppm	Bajo
K₂O	131.80 ppm	Alto
C.E.	0.69 dS/m	Normal
Arena	55.06%	
Limo	29.92%	Franco arenoso
Arcilla	15.02%	

5.4.5.5. Preparación de terreno y surcado

La preparación del terreno fue con tractor agrícola provisto de arado de discos, el objetivo fue roturar y mullir el suelo y preparar para el trasplante, el corte del terreno se hizo a 30 cm de profundidad. La labor fue facilitada por el trabajo realizado por la retroexcavadora durante la habilitación del campo experimental.

Concluida la preparación del suelo fue necesario formar los camellones distanciados a un metro, esta labor se ejecutó con rastrillo, el objetivo fue alejar las plantas en su etapa inicial del crecimiento del exceso de agua de lluvias mejorando el drenaje del campo experimental. La labor fue ejecutada del 26 al 28 de diciembre del 2020.

Fotografía 9: Aradura del campo experimental



Fotografía 10: Suroado manual con rastrillo



5.4.5.6. Trazo y replanteo del campo experimental

El trazo y replanteo se realizó con el objetivo de replantear las dimensiones establecidas en el proyecto de tesis, de la parcela experimental, bloques y unidades experimentales. Esta labor fue realizada luego del surcado, se utilizó estacas, wincha y rafia. Esta labor se realizó el 28 de diciembre del 2020.

Fotografía 11: Campo experimental replanteado



5.4.5.7. Trasplante.

El trasplante se realizó en terreno húmedo. Con la ayuda de repicador se practicó pequeños hoyos a distancias exactas de 50 cm, para mayor precisión fue necesario tensar rafia en sentido de la hilera. Las plántulas fueron instaladas en los hoyos, compactado ligeramente el terreno. Las plántulas antes de ser instaladas en campo definitivo fueron seleccionadas en la almaciguera, prefiriendo plantas sanas, libres de daños de hormigas coquí, bien formadas con raíces rectas sin deformaciones y hojas bien abiertas. La densidad de plantación fue de 20,000 plantas/ha, ya que la distancia entre hileras fue de 1.0 m y la distancia entre plantas fue de 0.5 m. Esta labor fue realizada el 29 de diciembre del 2020. El trasplante se realizó con un repicador el cual es una estaca de madera aguzada en la punta con machete y que facilita la apertura de hoyos.

Fotografía 12: Selección de plántulas en almaciguera



Fotografía 13: Instalación de plántulas



5.4.5.8. Control de plagas y enfermedades.

El principal problema del cultivo fue la hormiga coquí, (*Acromyrmex sp* y *Atta. sp.*) puesto que, esta plaga está muy extendida en la zona, debido a que afecta a un gran número de cultivos, el ataque fue en la etapa inicial de crecimiento, cortando las hojas y trasladando a su nido. El control fue realizado con Regent (Fipronil) el cual fue aplicado en forma foliar a una dosis de 30 ml/20 l de agua, sin embargo, fue también necesario elaborar cebos caseros con Fipronil, azúcar rubia, maíz chancado y cascara raspada de naranja, este sebo fue colocado cerca al nido de las hormigas. Esta labor fue realizada el 26 de enero del 2021.

Fotografía 14: Aplicación del insecticida Regent.



Fotografía 15: Daño de hormiga coquí.



5.4.5.9. Aporque.

Para evitar que las plantas se tiendan en los surcos como efecto de los vientos, se realizó el aporque, mejorando los camellones con lampa, acumulando tierra al pie de la planta. Esta labor se realizó el 25 de marzo del 2021.

Fotografía 16: Campo experimental aporcado



5.4.5.10. Fertilización.

El resultado del análisis de suelo fue utilizado para calcular el nivel de fertilización por el método de restitución, cuyo procedimiento se explica a continuación:

Se utilizó la siguiente expresión:

$$N = (En - As) * f$$

Donde:

- N = Nivel de abonamiento en kg/ha.
- Ex = Cantidad de nutriente extraído por el cultivo para un rendimiento determinado (Información bibliográfica) en kg/ha.
- As = Aporte del suelo según análisis de laboratorio en kg/ha.
- f = Factor de eficiencia del fertilizante el valor es mayor a 1, se obtiene de tablas especializadas.

El procedimiento de cálculo fue el siguiente:

- *Extracción de nutrientes del cultivo:* los valores referenciales de extracción de nutrientes para flor de Jamaica, se obtuvieron de la tabla siguiente.

Tabla13: *Extracción de nutrientes en gramos por planta*

N	P	K	Ca	Mg
9.24	1.62	9.03	5.52	1.75

Fuente: Sanchezy otros, (2018)

Los valores de la tabla anterior fueron convertidos a kilogramos por planta.

Tabla14: *Extracción de nutrientes en kilogramos por planta*

N	P	K	Ca	Mg
0.00924	0.00162	0.00903	0.00552	0.00175

Los valores de la tabla anterior fueron convertidos a elementos minerales disponibles, en kg/ha y para una densidad de siembra de 20,000 plantas/ha el procedimiento detallado se presenta en anexos. La extracción de nutrientes para elementos minerales disponibles se calculó multiplicando el factor de conversión con las extracciones de los elementos minerales registrados en la tabla 4. El resultado se presenta en la tabla siguiente:

Tabla15: *Extracción de elementos disponibles en kg/ha para una densidad de siembra de 20,000 plantas/ha*

N° de plantas	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO
20,000.0	46.2	18.6	54.4	38.6	14.5

— *Aporte del suelo*: el procedimiento de cálculo se presenta en anexos. El resultado obtenido fue el siguiente:

Tabla16: *Aporte de nutrientes del suelo en kg/ha (Análisis de suelo)*

N	P₂O₅	K₂O
188.19	12.00	79.08

— *Nivel de abonamiento*: el procedimiento se encuentra detallado en anexos. El resultado se muestra en la tabla siguiente:

Tabla17: *Nivel de fertilización en kg/ha*

N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO
0	22	0	39	15

Con la información anterior se procedió a calcular la cantidad de sustrato a utilizar para cada unidad experimental y para cada planta. La concentración de nutrientes de los sustratos utilizados, así como el procedimiento de cálculo se presenta en anexos. A continuación, se indica las cantidades de sustrato por hectárea y planta.

Tabla18: Cantidad de fertilizante inorgánico por hectárea y planta

Kg/ha	g/planta	1° dosis	2° dosis
220.0	44.0	22.0	22.0
733.3	146.7	73.3	73.3
1,571.4	314.3	157.1	157.1
47.8	9.6	9.6	0.0

Los sustratos fueron aplicados al costado de la planta, practicando un anillo con kituchi y enterrando el sustrato en el suelo. La primera fertilización, con el 50% de la dosis de los sustratos guano de isla, gallinaza y humus de lombriz, y todo el fertilizante inorgánico (fosfato diamónico) fue ejecutado el 22 de febrero del 2021; el segundo abonamiento fue realizado el 30 de marzo del 2021.

Fotografía 17: Abonamiento con humus de lombriz



Fotografía 18: Abonamiento con guano de isla



5.4.5.11. Control de malezas.

Las malezas fueron eliminadas en forma manual con la ayuda de un kituchi, la finalidad fue reducir la competencia por nutrientes y agua. Fue necesario realizar el control de malezas de bordes del campo experimental con machete. El primer control fue el 20 de enero del 2021. El segundo control se realizó el 25 de marzo del 2021.

Fotografía 19: Control manual de malezas



Fotografía 20: Control de malezas de bordes



Tabla19: Malezas identificadas

Nombre común	Nombre científico	Familia
P'irca	<i>Bidens pilosa L.</i>	Asteráceas
Hierba mora	<i>Solanum nigrum</i>	Solanáceas
Pasto gordura	<i>Melinis minutiflora</i>	Poáceas
Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i>	Poáceas
Higuerilla	<i>Ricinus comunis</i>	Euphorbiaceae

5.4.5.12. Tutorado de plantas.

Fue necesario mejorar la estabilidad de las plantas con líneas de rafia, tensadas con estacas de madera, esto sucedió en plena floración y poco antes de la cosecha, para evitar el tumbado de las plantas por efecto de los vientos y el peso de las flores.

Fotografía 21: Tutorado con líneas de rafia



5.4.5.13. Cosecha.

La cosecha se realizó en forma manual el 17 de mayo del 2021. Las actividades fueron las siguientes:

- Corte manual con tijera de poda de toda la planta por encima del suelo.
- Corte de cálices de las plantas cosechadas.
- Limpieza y extracción del cáliz
- Secado de cálices cosechadas.

Fotografía 22: Corte manual de tallos



Fotografía 23: Tallos de flor de Jamaica recién cortados



Fotografía 24: Corte de cálices



Fotografía 25: Limpieza de cálices



Fotografía 26: Secado de cálices



5.4.6. Evaluaciones

Fueron evaluados las nueve plantas centrales por unidad experimental, no se consideraron las plantas de borde.

5.4.6.1. Número de flores por planta.

Este indicador fue determinado contando en forma manual el número de flores por planta, considerando las nueve plantas centrales.

5.4.6.2. Número de cálices por planta.

El número de calices por planta fue determinado al momento de la cosecha, luego de concluir con el corte y limpieza de los mismos. Se registraron los datos de las nueve plantas de los surcos centrales sin considerar plantas de borde.

5.4.6.3. Peso de cálices por planta.

Luego de concluir con la extracción y limpieza de los cálices de las plantas centrales fueron pesados en una balanza de precisión registrando los datos en gramos y luego fue convertido a kilogramos por planta.

5.4.6.4. Peso de cálices por hectárea.

El área efectiva considerada para determinar este valor fue de 4.5 m², se cosecharon todos los cálices de las nueve plantas centrales y fueron pesados en conjunto, la información fue convertida a kg/ha por regla de tres.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Efecto de los sustratos sobre el rendimiento en cálices

6.1.1. Número de cálices por planta

Tabla20: *Número de cálices por planta*

Tratamiento	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
Gallinaza	97.56	114.22	62.00	88.56	89.67
Guano de isla	77.11	83.56	103.22	89.67	98.00
Humus de lombriz	73.67	95.00	98.78	79.00	80.67
Fertilizante inorgánico	86.78	104.67	92.44	96.44	68.89
Testigo	93.89	85.44	65.78	109.44	38.33

Tabla21: *Estadísticos descriptivos para número de cálices por planta*

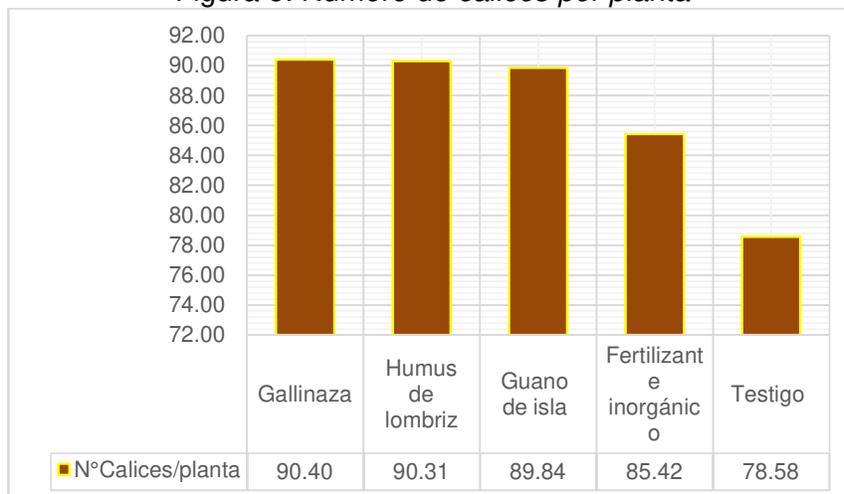
Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Gallinaza	90.40	114.22	62.00	18.90
Guano de isla	90.31	103.22	77.11	10.56
Humus de lombriz	85.42	98.78	73.67	10.86
Fertilizante inorgánico	89.84	104.67	68.89	13.40
Testigo	78.58	109.44	38.33	27.47
	86.91	114.22	38.33	16.24

De la tabla 21 se desprende que el valor máximo registrado fue de 114 cálices por planta y correspondió al sustrato orgánico gallinaza, el mínimo valor observado fue 38 cálices por planta y correspondió al tratamiento testigo, es decir sin la aplicación de sustratos. La desviación estándar de los datos registrados fue de 16.24. El número de cálices encontrados en la presente investigación fue inferior al encontrado por Babalola et al., (2018) con 97.25 cálices/planta y Herrera (2021) con 101.95 cálices/planta pero superior al encontrado por Toral (2006) con 59.5 cálices/planta y Hernández (2017) de 12.94 a 15.44 cálices/planta.

Tabla22: *Análisis de varianza para número de cálices por planta*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	4	1363.10123457	340.775309	1.15	3.01	4.77	NS	NS
Tratamientos	4	519.99012346	129.997531	0.44	3.01	4.77	NS	NS
Error	16	4720.71111111	295.044444					
Total	24	6603.80246914					CV	19.76

Figura 5: Número de cálices por planta



El análisis de varianza indica que al 95 y 99% de confianza no existen diferencias estadísticas entre los sustratos evaluados, por tanto, no existe efecto de sustratos sobre el número de cálices por planta. Este resultado es diferente al encontrado por Babalola et al., (2018) quienes encontraron diferencias significativas para este indicador, al comparar cuatro niveles de abono orgánico, estableciendo que el nivel de 7.5 t/ha de abono orgánico permitió obtener el mejor resultado con 97.25 cálices/planta. Hassan et al.,(2020) corroboraron los resultados encontrados por Babalola et al., (2018) al determinar diferencias estadísticas para número de sépalos por planta, al evaluar el efecto de los biofertilizantes elaborados con *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum brasiliense*, especificando el mejor resultado con 34.10 sépalos/planta. Herrera (2021) corroboró también la investigación de Babalola et al., (2018) al encontrar diferencias estadísticas para este indicador, estableció que el bioabono biol presentó el mejor resultado con 101.95 cálices/planta, igualmente Toral (2006) también encontró diferencias estadísticas para este indicador estableciendo que el nivel de 99 g de humus de lombriz/planta presentó el mejor resultado con 59.5 cálices/planta. Finalmente la investigación realizada por Hernández (2017) corrobora los resultados de la presente investigación, puesto que, no encontró diferencias significativas para este indicador, al comparar diferentes niveles de humus de lombriz, señalando además que el número de cálices fluctuó de 12.94 a 15.44 cálices por planta para la variedad criolla.

6.1.2. Peso de cálices por planta

Tabla23: *Peso de cálices por planta en kg*

Tratamiento	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
Gallinaza	0.60	0.66	0.66	0.62	0.58
Guano de isla	0.30	0.62	0.83	0.65	0.60
Humus de lombriz	0.74	0.56	0.60	0.65	0.51
Fertilizante inorgánico	0.40	0.69	0.52	0.63	0.45
Testigo	0.49	0.69	0.48	0.54	0.43

Tabla24: *Estadísticos descriptivos para peso de cálices por planta*

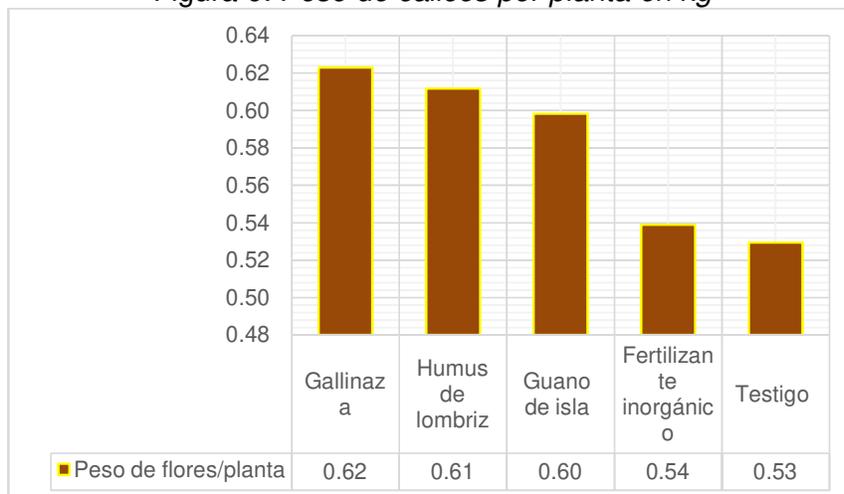
Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Gallinaza	0.62	0.66	0.58	0.04
Guano de isla	0.60	0.83	0.30	0.19
Humus de lombriz	0.61	0.74	0.51	0.09
Fertilizante inorgánico	0.54	0.69	0.40	0.12
Testigo	0.53	0.69	0.43	0.10
Promedio	0.58	0.83	0.30	0.11

El peso de cálices promedio fue de 0.58 kg por planta, el registro máximo observado fue de 0.83 kg por planta y correspondió al tratamiento guano de isla, mientras que, el valor mínimo registrado fue 0.3 kg de cálices por planta y correspondió al tratamiento guano de isla. El peso de cálices por planta determinada en la presente investigación fue superior al encontrado por Coraizaca (2020) con 26.56 g de peso de cáliz/planta, Herrera (2021) con valores que fluctuaron de 15.95 a 15.78 g/planta y Hernández (2017) con valores que fluctuaron de 17.84 a 27.81 g/planta para niveles de humus de lombriz.

Tabla25: *Análisis de varianza para peso de cálices por planta*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	4	0.08653944	0.021635	1.76	3.01	4.77	NS	NS
Tratamientos	4	0.03715260	0.009288	0.75	3.01	4.77	NS	NS
Error	16	0.19701722	0.012314					
Total	24	0.32070927					CV	19.12

Figura 6: *Peso de cálices por planta en kg*



El análisis de varianza señala que al 95 y 99% de probabilidad no existen diferencias significativas entre los sustratos evaluados, es decir no existe efecto de los sustratos sobre el peso de cálices por planta. Este resultado difiere al resultado reportado por Coraizaca (2020) quien comparando los abonos orgánicos: bocashi, biol, lixiviado de lombriz y humus de lombriz, encontró diferencias significativas para este indicador, estableciendo además que el abono bocashi presentó el mejor resultado con 26.56 g de peso de cáliz/planta. Herrera (2021) evaluando los abonos orgánicos: bocashi, biol y humus de lombriz, corroboró el resultado de la presente investigación, ya que, no encontró diferencias significativas para este indicador. Hernández (2017) confirmó el resultado de la presente investigación al no encontrar diferencias significativas para este indicador al comparar diferentes niveles de humus de lombriz.

6.1.3. Peso de cálices por hectárea

Tabla26: *Peso de cálices por hectárea*

Tratamiento	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
Gallinaza	1,328.89	1,473.58	1,459.75	1,378.52	1,282.22
Guano de isla	661.98	1,371.60	1,849.38	1,433.83	1,330.62
Humus de lombriz	1,640.99	1,252.10	1,325.93	1,445.19	1,133.33
Fertilizante inorgánico	886.17	1,538.02	1,157.78	1,405.68	1,001.48
Testigo	1,088.89	1,543.95	1,075.80	1,207.90	966.42

Tabla27: Estadísticos descriptivos para peso de cálices por hectárea

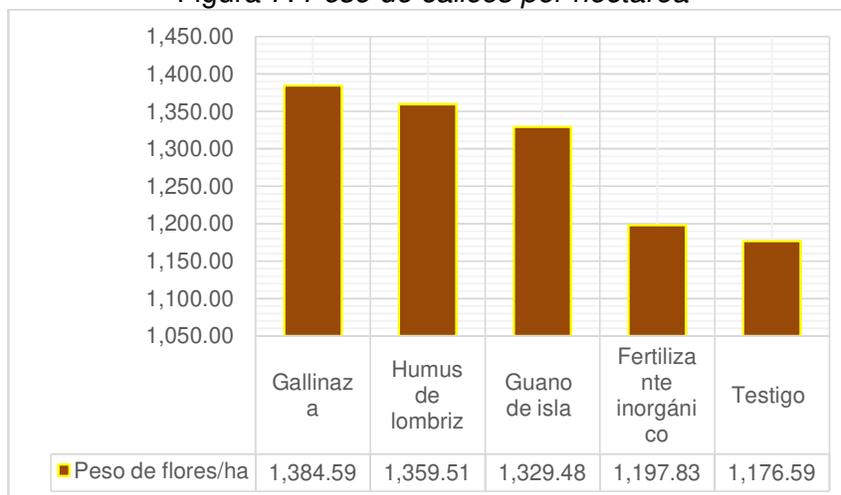
Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Gallinaza	1,384.59	1,473.58	1,282.22	82.44
Guano de isla	1,329.48	1,849.38	661.98	426.77
Humus de lombriz	1,359.51	1,640.99	1,133.33	193.90
Fertilizante inorgánico	1,197.83	1,538.02	886.17	272.13
Testigo	1,176.59	1,543.95	966.42	222.46
Promedio	1,289.60	1,849.38	661.98	239.54

El peso de cálices por hectárea promedio fue de 1,289.60 kg, el promedio máximo obtenido fue de 1,849.38 kg/ha y correspondió al tratamiento guano de isla, el promedio mínimo obtenido fue de 661.98 kg/ha y correspondió al tratamiento guano de isla.

Tabla28: Análisis de varianza para peso de cálices por hectárea

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	4	427355.28364579	106838.820911	1.76	3.01	4.77	NS	NS
Tratamientos	4	183469.63206828	45867.408017	0.75	3.01	4.77	NS	NS
Error	16	972924.55174516	60807.784484					
Total	24	1583749.46745923					CV	19.12

Figura 7: Peso de cálices por hectárea



El análisis de varianza indicó que no existen diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los tratamientos evaluados es decir no existe efecto de sustratos sobre el peso de cálices por hectárea. Este resultado es diferente al encontrado por Babalola et al., (2018) quienes encontraron diferencias estadísticas para este indicador al comparar cuatro niveles de fertilizante orgánico, estableciendo además que el nivel de 7.5 t/ha de abono orgánico

presentó el mejor resultado con 407.83 kg de cáliz seco/ha. El resultado reportado por Toral (2006) fue también diferente al encontrado en la presente investigación, ya que estableció diferencias significativas para este indicador, al comparar diferentes niveles de humus de lombriz, indicando además, que el nivel de 99 g/planta de humus de lombriz presentó el mejor resultado con 1,668.5 kg/ha. Aguirre y Muñiz, (2003) encontraron también diferencias significativas para este indicador al comparar fertilizante inorgánico, humus de lombriz, gallinaza y estiércol de bovino, establecieron que el fertilizante inorgánico con 494.09 kg de cáliz seco/ha y gallinaza con 408.86 kg/ha fueron los mejores. Sin embargo, Ibrahim et al.,(2020) corroboraron los resultados encontrados en la presente investigación al reportar que no se presentaron diferencias significativas para este indicador, mencionando además que los valores encontrados para los tratamientos evaluados fue similar y los valores fluctuaron de 208.38 a 160.75 kg/fed.

6.1.4. Número de flores por planta

Tabla29: *Número de flores por planta*

Tratamiento	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
Gallinaza	77.89	84.22	75.56	74.56	57.44
Guano de isla	51.44	73.11	85.22	56.67	76.56
Humus de lombriz	96.56	61.00	65.67	72.22	62.56
Fertilizante inorgánico	54.00	85.33	53.00	76.89	48.89
Testigo	55.44	82.78	56.22	62.56	50.44

Tabla30: *Estadísticos descriptivos para número de flores por planta*

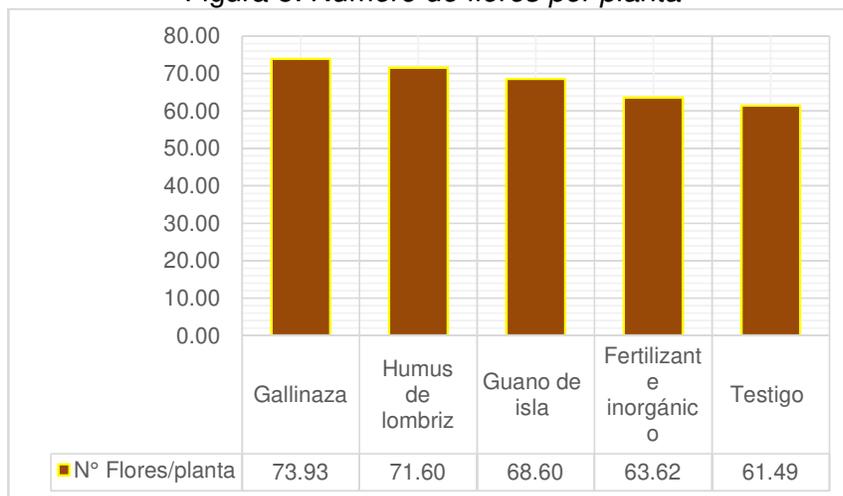
Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Gallinaza	73.93	84.22	57.44	9.96
Guano de isla	68.60	85.22	51.44	14.11
Humus de lombriz	71.60	96.56	61.00	14.60
Fertilizante inorgánico	63.62	85.33	48.89	16.35
Testigo	61.49	82.78	50.44	12.66
Promedio	67.85	96.56	48.89	13.54

El número de flores por planta promedio fue de 67.85, el máximo valor registrado fue 96.56 flores por planta y correspondió al tratamiento humus de lombriz, mientras que el mínimo valor fue de 48.89 flores por planta y correspondió al tratamiento fertilizante inorgánico, la desviación estándar de la información registrada fue de 13.54.

Tabla31: *Análisis de varianza para número de flores por planta*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	4	829.78469136	207.446173	1.13	3.01	4.77	NS	NS
Tratamientos	4	549.84888889	137.462222	0.75	3.01	4.77	NS	NS
Error	16	2926.28938272	182.893086					
Total	24	4305.92296296					CV	19.93

Figura 8: *Número de flores por planta*



El análisis de varianza indica que al 95 y 99% de probabilidad no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por tanto, no existe efecto de sustratos sobre el número de flores por planta. No se encontró referencias de otros investigadores sobre este indicador.

6.2. Efecto de los sustratos sobre altura de planta de la flor de Jamaica

Tabla32: *Altura planta en metros*

Tratamiento	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
Gallinaza	1.92	2.28	1.87	1.99	1.76
Guano de isla	1.55	1.85	2.22	1.98	1.88
Humus de lombriz	2.03	2.09	2.08	1.65	1.98
Fertilizante inorgánico	2.01	1.93	2.06	2.01	1.65
Testigo	2.15	2.01	2.04	2.17	1.62

Tabla33: *Estadísticos descriptivos para altura planta (m)*

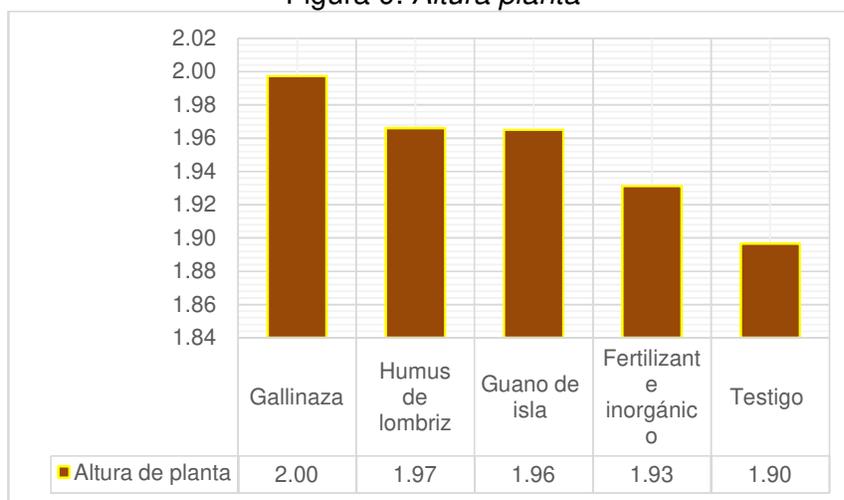
Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Gallinaza	1.96	2.28	1.76	0.20
Guano de isla	1.90	2.22	1.55	0.24
Humus de lombriz	1.97	2.09	1.65	0.18
Fertilizante inorgánico	1.93	2.06	1.65	0.16
Testigo	2.00	2.17	1.62	0.22
Promedio	1.95	2.28	1.55	0.20

La altura de planta promedio general de los tratamientos fue de 1.95 m, el valor más elevado fue registrado para el tratamiento gallinaza con un promedio de 2.28 m, mientras que, el mínimo valor registrado fue de 1.55 m y correspondió al tratamiento guano de isla.

Tabla34: *Análisis de varianza para altura planta*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	4	0.23742943	0.059357	1.63	3.01	4.77	NS	NS
Tratamientos	4	0.02956079	0.007390	0.20	3.01	4.77	NS	NS
Error	16	0.58436760	0.036523					
Total	24	0.85135783					CV	9.79

Figura 9: *Altura planta*



Al 95 y 99% de probabilidad no existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, tal como indica el análisis de varianza, por tanto, no existe efecto de sustratos sobre altura de planta. Este resultado fue confirmado por Hassan et al.,(2020) quienes no encontraron diferencias significativas para esta variable, al comparar biofertilizantes, ya que, el promedio para biofertilizante y testigo fueron similares con 122.15 y 119.05 cm respectivamente. Igualmente, Ibrahim et al.,(2020) tampoco encontraron diferencias significativas para esta variable, al comparar fertilizante inorgánico, compost y estiércol de pollo, mencionaron además que los valores de altura de planta fueron similares y fluctuaron de 89.8 a 104.1 cm. A pesar de lo anteriormente mencionado existen varios investigadores que reportaron diferencias significativas para esta variable, así tenemos: Babalola et al., (2018) reportaron diferencias estadísticas y

establecieron que el nivel 7.5 t/ha de abono orgánico y el nivel de 400 kg/ha del fertilizante compuesto 15-15-15 presentaron los mejores resultados con 109.28 y 110.78 cm de altura de planta. Coraizaca (2020) encontró diferencias significativas y estableció que a los 150 días de evaluación el abono orgánico bocashi presentó el promedio más alto con 210 cm de altura de planta. Herrera (2021) encontró también diferencias estadísticas y reportó que el abono biol presentó el promedio mayor para altura de planta con 130.75 cm evaluado a los 120 días de crecimiento. Toral (2006) encontró también diferencias estadísticas para esta variable reportando que el mejor nivel de humus fue para 99 g/planta con 180.8 cm de altura de planta. Aguirre y Muñiz, (2003) encontraron diferencias estadísticas y establecieron que el mejor fertilizante fue el inorgánico con 116.0 cm de altura de planta seguido de cerca por gallinaza con 114 cm de altura. Finalmente Hernández (2017) reportó diferencias significativas para esta variable mencionando además, los mejores niveles fueron 50 y 75 t/ha de humus de lombriz para altura de planta evaluada a los 120 días con 82.3 cm para ambos niveles. La altura de planta promedio reportado en la presente investigación es superior a los valores reportados por los investigadores anteriormente mencionados.

VII. CONCLUSIONES

1. Las conclusiones fueron las siguientes: El rendimiento promedio de peso de cálices por hectárea fue de 1,289.6 Kg/ha, el peso de cálices por planta promedio fue de 580 g, el número de cálices por planta promedio fue de 86.91 y el número de flores por planta promedio fue 67.85. Los sustratos orgánicos evaluados no influyeron en: peso de cálices por hectárea, peso de cálices por planta, número de flores por planta y número de cálices por planta, puesto que, al 95 y 99% de probabilidad los tratamientos no presentaron diferencias significativas.
2. La altura de planta promedio fue de 1.95 m, no hubo influencia de los sustratos sobre altura de planta de la flor de Jamaica, ya que, no existieron diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los tratamientos evaluados.

VIII. SUGERENCIAS

1. Se sugiere continuar con las investigaciones en este cultivo, especialmente en distanciamientos de siembra.
2. Se sugiere realizar un comparativo de variedades para establecer cuál de ellas se adapta mejor a las condiciones de la región.
3. Se sugiere elaborar un estudio de mercado para determinar cuál es la demanda potencial de este cultivo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ADEX . (2002). *Guía de lombricultura* . La Rioja, España: Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior.
2. Agrios, N. (1996). *Fitopatología*. México: Editorial Limusa S.A.
3. AGRORURAL . (2018). *Manual de Abonamiento con Guano de las Islas* . Lima, Perú : Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - AGRO RURAL.
4. AGRORURAL . (6 de 12 de 2021). *MIDAGRI.GOB.PE*. Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/novedades/presentacion-agrorural.pdf>
5. Aguirre, S., & Muñiz, G. (2003). *Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes en el rendimiento del cultivo de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.)*. Tesis de maestría , Universida Nacional Agraria , Managua, Nicaragua.
6. Árevalo, C., & Ortega, V. (2003). *Uso de tutores en el cultivo de arveja* . Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria.
7. Ariza, R., Serrano, V., Casimiro, A., Barrios, A., Otero, M., Avendaño, C., & Noriega, D. (2017). Características bioquímicas y calidad nutracéutica de cinco variedades de Jamaica cultivadas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2).
8. Ariza, R., Serrano, V., Navarro, S., Ovando, M., Vázquez, E., Barrios, A., . . . Otero, M. (2014). Variedades mexicanas de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) "Alma Blanca y "Rosaliz" de color claro, y Cotzaltzin y Tecoaapa de color rojo. *Revista de Fitotecnia Mexicana* , 37(12).
9. Babalola, S., Lawal, O., Oyedokun, O., & Osipitan, A. (2018). Growth and calyx yield response of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) to fertilizer in southwest Nigeria. *Acta Hortic. 1225. ISHS 2018 Proc. III All Africa Horticultural Congress -Scopus*. doi:10.17660/ActaHortic.2018.1225.13
10. Barral, M. (2018). *Hibiscus sabdariffa: propiedades terapéuticas*. Informe de pregrado , Universidad Complutense , Madrid, España.
11. Beingolea, O. (1984). *Protección vegetal*. Lima, Perú: Imprenta Máximo Atoche.
12. Brechelt, A. (2012). *Manual práctico para la lombricultura* . República Dominicana: Fundación para la Agricultura y Medio Ambiente.
13. Cardenas, I. (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. Tesis de pregrado , Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador .*
14. Carhuacho, F. (2012). *Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo Batch como propuesta al manejo de residuo avícola.* Tesis de pregrado , Universidad Nacional Agraria La Molina , Lima, Perú.
 15. Carhuacho, F., Guerrero, J., & Ramirez, J. (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo Batch como propuesta al manejo de residuo avícola. *XIX Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XIX- SPES), Puno.* Puno, Perú. Obtenido de <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/01/16.pdf>
 16. Castañeda, R., & Caceres, A. (2014). Compuestos bioactivos y propiedades terapéuticas de los cálices de rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Científica, Universidad de San Carlos de Guatemala, 24(1).*
 17. Cid, S., & Guerrero, J. (2012). Propiedades funcionales de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Temas Selectos de Ingenieria de Alimentos - , 6(2).*
 18. Coraizaca, R. (2020). *Aplicación de abonos orgánicos en la producción del cultivo flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.), recinto Higuerón Santa Lucía.* Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador, Guayas, Ecuador.
 19. Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista La Sallista de Investigación, 2(1).*
 20. FAO; AfricaSeeds. (2019). *Materiales para capacitación en semillas - Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas.* Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO.
 21. Félix, A., Sañude, R., Rojo, G., Martínez, R., & Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai, 4(1).*
 22. García, P., Lucena, J., Ruano, S., & Nogales, M. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España.* Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
 23. Gonzales, W. (2011). *Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (Inga edulis c. martius) y pino chuncho, (Schizolobium parahyba (velloso) blake var. amazonicum (huber ex oucke) barneby} asociados con especies del género heliconia.* Tesis de pregrado ,

Universidad Nacional Agraria de la Selva , Tingo María, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/432/T.CSA-49.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

24. Guanche, A. (2015). *Las lombrices y la agricultura* . Tenerife, España : Agro Cabildo.
25. Hassan, M., Al-Sayed, S. A., Hegab, M. A., Youssef, M. Y., Khalafalla, Y. A., Almaroai, Z., & E., M. A. (2020). Evaluation of quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as affected by bio-fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 43(7). doi:0.1080/01904167.2020.1711938
26. Hernández, O. (2017). *Evaluación del desarrollo de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) en dos tipos de suelo con interacción de cepas bacterianas y vermicomposta*. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados - Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas , Montecillo, Texoco, México.
27. Herrera, T. (2021). *Respuesta del cultivo de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) utilizando diferentes dosis de bio abonos en dos sistemas de labranza cantón Palenque*. Tesis de pregrado , Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
28. Hidalgo, S. (2005). *Manual técnico del cultivo de rosa de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) Rosicla*. México: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas .
29. Ibrahim, E., AbdElbagi, A., & Ahamed, E. (2020). Effect of chemical and organic fertilizers on growth and yield Effect of chemical and organic fertilizers on growth and yield. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* -Scopus(486 012109). doi:10.1088/1755-1315/486/1/012109
30. León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales* . San José, Costa Rica : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
31. León, P., & Reinaldo, R. (2005). *Fitotecnia general aplicada a las condiciones tropicales* . Habana, Cuba: Universidad Agraria de la Habana.
32. Manqui, F., Allende, M., & Villablanca, A. (2012). *Preparación de suelos* . Ururi, Chile : Instituto de Investigaciones Agropecuarias .
33. Melendez, G., & Molina, E. (2003). *Fertilizantes: características y manejo*. San José, Costa Rica : Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica .

34. Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal* . Basilea, Suiza: Instituto Internacional de la Potasa .
35. Mengo, O. (2022). *Flor de Jamaica: beneficios, propiedades y desventajas* . Obtenido de Agrotendencia.tv: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/cultivo-de-flor-de-jamaica/>
36. Meza, P. (2012). *Guía: (Hibiscus sabdariffa L.) y (Hibiscus cruentus Bertol)*. Somotillo, Nicaragua : Asociacion para el Desarrollo Eco-sostenible ADEES.
37. Moron, A., Martino, D., & Sawchik, J. (1999). *Manejo y fertilidad de suelos* . Montevideo, Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agraria.
38. Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana, Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. Quito, Ecuador.
39. Mullo, I. (2012). *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador.
40. Osuna, H., Osuna, A., & Fierro, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores* . México: Universidad Autonoma Metropolitana.
41. Pech, A. (2014). *Evaluación de fechas de siembra y densidades de población en Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) en el estado de Quintana Roo*. Tesis de pregrado , Instituto Tecnológico de la Zona Maya, México .
42. Ramirez, J., & Nicholls, J. (2014). *Uso y aplicaciones medicinales e industriales de la flor de Jamaica*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional Abierta y a Distancia , Medellin, Colombia .
43. Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4).
44. Ruesta, N. (2013). *Manual técnico: lombricultura "techo a dos aguas"*. Lambayeque, Perú: Instituto de Innovación Agraria .
45. Sanchez, J., Bugarín, R., Alejo, G., Juaréz, C., Aburto, C., & Caro, F. (2018). Incremento del rendimiento y extracción nutrimental en jamaica mediante soluciones nutritivas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(16). Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v6n16/2007-901X-era-6-16-1.pdf>

46. SENAMHI. (2017). *Atlas de zonas de vida del Perú, guía explicativa*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
47. Serrano, Z. (1973). *Poda y entutorado de tomate*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura.
48. Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología . (2022). *Datos Hidrometeorológicos a Nivel Nacional*. Obtenido de [senamhi.gob.pe](https://www.senamhi.gob.pe): <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones>
49. Stewart, W. (2007). *Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes* . Quito, Ecuador : Informaciones Agronómicas, International Plant Nutrition Institute.
50. Sumaya, M., Medina, R. E., Machuca, M. L., Jiménez, E., Balois, R., & Sánchez, L. (2014). Potencial de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en la elaboración de alimentos funcionales con actividad antioxidante. *Revista Mexicana de Agronegocios* .
51. Teran, Z., & Soto, F. (2004). Evaluación de densidades de plantación en el cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Cultivos tropicales -Instituto Nacional de Ciencia Agrícolas*, 25(1).
52. Toral, J. (2006). *Fuente de fertilización orgánica para el establecimiento del cultivo de la Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.)*. Tesis de maestría , Universidad de Guadalajara , Guadalajara,México .
53. Tupayachi, G. (2021). *Efecto de cuatro dosis de humus de lombriz y dos dosis de soluciones nutritivas en producción de col de bruselas (Brassica oleracea L. var. Gemmifera) en Centro Agrómico K'ayra - Cusco*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco , Cusco, Perú.
54. Urbina, F. (2009). *Cultivo de for de Jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) y (Hibiscus cruentus Bertol)*. Managua, Nicaragua : Chemonics .
55. Vallecillo, M., & Gomez, E. (2004). *Perfil del proyecto: cultivo de rosa de Jamaica Hibiscus sabdariffa L.* . Managua, Nicaragua: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA.
56. Vargas, W. (1994). *Entomología agrícola*. . Cusco, Perú: Universidad Nacional san Antonio Abad del Cusco.
57. Vilca, J. D. (1990). *Entomología general*. Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

58. Vivas, L. (2014). *Control de calidad de Hibiscus sabdariffa L. (Malvaceae): estudio farmacobotánico, análisis de polifenoles y actividad antioxidante aplicables en un laboratorio de baja complejidad*. Buenos Aires, Argentina: Unversidad de Buenos Aires .
59. Zarela, O., & Salas, S. (1993). *Manual de lombricultura en trópico húmedo*. Iquitos, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

X. ANEXOS

Tabla 35: *Número de flores por planta – Bloque I*

Bloque I		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	55.0	95.0	129.0	74.0	73.0	72.0	55.0	75.0	73.0	77.9	
Guano de isla	33.0	30.0	85.0	42.0	60.0	69.0	55.0	35.0	54.0	51.4	
Humus de lombriz	74.0	69.0	95.0	98.0	98.0	111.0	97.0	95.0	132.0	96.6	
Fertilizante inorgánico	69.0	45.0	90.0	53.0	42.0	48.0	30.0	63.0	46.0	54.0	
Testigo	69.0	77.0	33.0	37.0	58.0	65.0	38.0	39.0	83.0	55.4	

Tabla 36: *Número de flores por planta – Bloque II*

Bloque II		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	65.0	92.0	75.0	78.0	75.0	73.0	105.0	70.0	125.0	84.2	
Guano de isla	59.0	76.0	51.0	57.0	89.0	90.0	62.0	96.0	78.0	73.1	
Humus de lombriz	51.0	41.0	48.0	56.0	79.0	71.0	63.0	49.0	91.0	61.0	
Fertilizante inorgánico	75.0	99.0	47.0	120.0	113.0	68.0	80.0	94.0	72.0	85.3	
Testigo	61.0	88.0	68.0	67.0	91.0	72.0	99.0	98.0	101.0	82.8	

Tabla 37: *Número de flores por planta – Bloque III*

Bloque III		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	75.0	60.0	59.0	90.0	93.0	63.0	93.0	76.0	71.0	75.6	
Guano de isla	83.0	78.0	69.0	67.0	87.0	55.0	94.0	92.0	142.0	85.2	
Humus de lombriz	58.0	68.0	54.0	70.0	47.0	72.0	51.0	98.0	73.0	65.7	
Fertilizante inorgánico	38.0	40.0	57.0	31.0	49.0	69.0	60.0	56.0	77.0	53.0	
Testigo	58.0	31.0	67.0	72.0	60.0	50.0	63.0	46.0	59.0	56.2	

Tabla 38: *Número de flores por planta – Bloque IV*

Bloque IV		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	66.0	81.0	87.0	71.0	67.0	85.0	77.0	59.0	78.0	74.6	
Guano de isla	36.0	28.0	65.0	64.0	99.0	57.0	53.0	56.0	52.0	56.7	
Humus de lombriz	54.0	74.0	125.0	65.0	57.0	80.0	62.0	58.0	75.0	72.2	
Fertilizante inorgánico	28.0	63.0	97.0	62.0	160.0	62.0	55.0	90.0	75.0	76.9	
Testigo	74.0	38.0	43.0	47.0	79.0	45.0	53.0	70.0	114.0	62.6	

Tabla 39: *Número de flores por planta – Bloque V*

Bloque V		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	60.0	50.0	60.0	40.0	40.0	57.0	53.0	79.0	78.0	57.4	
Guano de isla	65.0	53.0	80.0	93.0	68.0	68.0	77.0	75.0	110.0	76.6	
Humus de lombriz	51.0	64.0	54.0	62.0	58.0	50.0	94.0	68.0	62.0	62.6	
Fertilizante inorgánico	55.0	65.0	88.0	30.0	31.0	42.0	28.0	46.0	55.0	48.9	
Testigo	32.0	75.0	54.0	66.0	52.0	65.0	45.0	34.0	31.0	50.4	

Tabla 40: *Número de cálices por planta – Bloque I*

Bloque I		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	112.0	106.0	94.0	105.0	116.0	84.0	95.0	77.0	89.0	97.6	
Guano de isla	65.0	54.0	63.0	79.0	84.0	89.0	101.0	83.0	76.0	77.1	
Humus de lombriz	104.0	94.0	78.0	65.0	71.0	64.0	59.0	56.0	72.0	73.7	
Fertilizante inorgánico	63.0	77.0	89.0	104.0	97.0	84.0	78.0	83.0	106.0	86.8	
Testigo	107.0	112.0	98.0	104.0	84.0	78.0	69.0	86.0	107.0	93.9	

Tabla 41: *Número de cálices por planta – Bloque II*

Bloque II		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	110.0	125.0	114.0	123.0	117.0	101.0	108.0	117.0	113.0	114.2	
Guano de isla	50.0	45.0	79.0	98.0	104.0	110.0	93.0	87.0	86.0	83.6	
Humus de lombriz	88.0	111.0	93.0	85.0	95.0	103.0	100.0	96.0	84.0	95.0	
Fertilizante inorgánico	112.0	114.0	104.0	94.0	96.0	122.0	100.0	104.0	96.0	104.7	
Testigo	67.0	79.0	103.0	68.0	94.0	84.0	77.0	105.0	92.0	85.4	

Tabla 42: *Número de cálices por planta – Bloque III*

Bloque III		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	49.0	54.0	63.0	78.0	69.0	74.0	82.0	42.0	47.0	62.0	
Guano de isla	104.0	125.0	114.0	96.0	112.0	103.0	99.0	78.0	98.0	103.2	
Humus de lombriz	114.0	105.0	112.0	98.0	104.0	106.0	87.0	78.0	85.0	98.8	
Fertilizante inorgánico	84.0	97.0	103.0	112.0	77.0	88.0	103.0	76.0	92.0	92.4	
Testigo	84.0	73.0	67.0	48.0	51.0	62.0	64.0	66.0	77.0	65.8	

Tabla 43: Número de cálices por planta – Bloque IV

Bloque IV		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	102.0	87.0	94.0	76.0	71.0	91.0	89.0	74.0	113.0	88.6	
Guano de isla	86.0	94.0	73.0	69.0	84.0	94.0	103.0	94.0	110.0	89.7	
Humus de lombriz	76.0	116.0	84.0	73.0	69.0	74.0	61.0	77.0	81.0	79.0	
Fertilizante inorgánico	118.0	99.0	113.0	78.0	94.0	73.0	102.0	94.0	97.0	96.4	
Testigo	117.0	124.0	127.0	114.0	109.0	97.0	112.0	94.0	91.0	109.4	

Tabla 44: Número de cálices por planta – Bloque V

Bloque V		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	106.0	94.0	84.0	102.0	93.0	88.0	79.0	61.0	100.0	89.7	
Guano de isla	113.0	101.0	96.0	84.0	108.0	99.0	83.0	81.0	117.0	98.0	
Humus de lombriz	93.0	74.0	68.0	100.0	71.0	89.0	84.0	70.0	77.0	80.7	
Fertilizante inorgánico	94.0	83.0	74.0	53.0	63.0	58.0	54.0	74.0	67.0	68.9	
Testigo	25.0	67.0	35.0	43.0	27.0	32.0	39.0	41.0	36.0	38.3	

Tabla 45: Peso de cálices por planta – Bloque I

Bloque I		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	0.61	0.35	0.71	0.54	0.50	0.45	0.72	0.47	1.03	0.60	
Guano de isla	0.42	0.17	0.17	0.28	0.39	0.32	0.28	0.22	0.43	0.30	
Humus de lombriz	0.51	0.59	0.66	0.82	0.83	0.72	1.05	0.75	0.72	0.74	
Fertilizante inorgánico	0.61	0.32	0.25	0.75	0.34	0.31	0.34	0.20	0.48	0.40	
Testigo	0.57	0.53	0.63	0.25	0.53	0.27	0.45	0.31	0.89	0.49	

Tabla 46: Peso de cálices por planta – Bloque II

Bloque II		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	0.57	0.64	0.64	0.48	0.98	0.64	0.74	0.57	0.70	0.66	
Guano de isla	0.53	0.62	0.43	0.48	0.50	0.84	0.47	0.92	0.77	0.62	
Humus de lombriz	0.36	0.48	0.67	0.76	0.56	0.42	0.58	0.44	0.79	0.56	
Fertilizante inorgánico	0.69	0.80	0.33	0.99	0.95	0.55	0.65	0.74	0.53	0.69	
Testigo	0.53	0.81	0.61	0.76	0.79	0.68	0.79	0.75	0.54	0.69	

Tabla 47: *Peso de cálices por planta – Bloque III*

Bloque III		N° Planta								Promedio
Tratamiento	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	
Gallinaza	0.49	0.74	0.53	0.54	0.63	0.85	0.53	0.87	0.74	0.66
Guano de isla	0.65	0.76	0.91	0.54	0.69	1.27	0.99	0.76	0.91	0.83
Humus de lombriz	0.72	0.37	0.50	0.65	0.40	0.48	0.69	0.63	0.93	0.60
Fertilizante inorgánico	0.55	0.35	0.63	0.64	0.53	0.49	0.52	0.44	0.54	0.52
Testigo	0.30	0.46	0.42	0.29	0.64	0.47	0.43	0.54	0.79	0.48

Tabla 48: *Peso de cálices por planta – Bloque IV*

Bloque IV		N° Planta								Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	0.65	0.57	0.71	0.72	0.63	0.57	0.46	0.69	0.59	0.62
Guano de isla	1.04	0.43	0.45	0.55	0.96	0.82	0.49	0.50	0.56	0.65
Humus de lombriz	0.62	0.33	0.72	0.65	0.47	0.75	1.15	0.48	0.69	0.65
Fertilizante inorgánico	0.25	0.60	0.81	0.60	0.27	0.59	1.01	0.92	0.63	0.63
Testigo	0.29	0.62	0.37	0.49	0.40	0.42	0.60	0.64	1.07	0.54

Tabla 49: *Peso de cálices por planta – Bloque V*

Bloque V		N° Planta								Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	0.76	0.57	0.60	0.55	0.37	0.48	0.70	0.49	0.67	0.58
Guano de isla	0.59	0.64	0.80	0.40	0.68	0.73	0.56	0.69	0.31	0.60
Humus de lombriz	0.50	0.51	0.47	0.54	0.47	0.48	0.78	0.41	0.45	0.51
Fertilizante inorgánico	0.51	0.60	0.91	0.27	0.22	0.22	0.40	0.46	0.48	0.45
Testigo	0.27	0.48	0.57	0.49	0.41	0.51	0.62	0.30	0.28	0.43

Tabla 50: *Peso de cálices por hectárea – Bloque I*

Bloque I		N° Planta								Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	1,364.4	775.6	1,577.8	1,200.0	1,113.3	1,004.4	1,588.9	1,040.0	2,295.6	1,328.9
Guano de isla	924.4	384.4	382.2	613.3	866.7	706.7	626.7	497.8	955.6	662.0
Humus de lombriz	1,140.0	1,315.6	1,460.0	1,813.3	1,844.4	1,600.0	2,326.7	1,673.3	1,595.6	1,641.0
Fertilizante inorgánico	1,353.3	700.0	551.1	1,657.8	746.7	693.3	762.2	444.4	1,066.7	886.2
Testigo	1,257.8	1,180.0	1,388.9	544.4	1,186.7	588.9	1,006.7	680.0	1,966.7	1,088.9

Tabla 51: *Peso de cálices por hectárea – Bloque II*

Tratamiento	Bloque II									Promedio
	N° Planta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	1,264.4	1,424.4	1,417.8	1,075.6	2,186.7	1,431.1	1,642.2	1,275.6	1,544.4	1,473.6
Guano de isla	1,180.0	1,366.7	964.4	1,064.4	1,111.1	1,871.1	1,040.0	2,035.6	1,711.1	1,371.6
Humus de lombriz	800.0	1,062.2	1,497.8	1,691.1	1,242.2	942.2	1,288.9	980.0	1,764.4	1,252.1
Fertilizante inorgánico	1,533.3	1,766.7	722.2	2,191.1	2,120.0	1,222.2	1,453.3	1,648.9	1,184.4	1,538.0
Testigo	1,182.2	1,788.9	1,360.0	1,680.0	1,753.3	1,508.9	1,764.4	1,657.8	1,200.0	1,544.0

Tabla 52: *Peso de cálices por hectárea – Bloque III*

Tratamiento	Bloque III									Promedio
	N° Planta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	1,086.7	1,635.6	1,186.7	1,188.9	1,406.7	1,877.8	1,175.6	1,940.0	1,640.0	1,459.8
Guano de isla	1,442.2	1,697.8	2,026.7	1,202.2	1,542.2	2,820.0	2,204.4	1,677.8	2,031.1	1,849.4
Humus de lombriz	1,597.8	817.8	1,113.3	1,453.3	888.9	1,062.2	1,535.6	1,408.9	2,055.6	1,325.9
Fertilizante inorgánico	1,231.1	768.9	1,408.9	1,411.1	1,184.4	1,097.8	1,153.3	973.3	1,191.1	1,157.8
Testigo	666.7	1,031.1	931.1	653.3	1,424.4	1,042.2	962.2	1,208.9	1,762.2	1,075.8

Tabla 53: *Peso de cálices por hectárea – Bloque IV*

Tratamiento	Bloque IV									Promedio
	N° Planta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	1,437.8	1,262.2	1,577.8	1,588.9	1,402.2	1,268.9	1,026.7	1,526.7	1,315.6	1,378.5
Guano de isla	2,308.9	962.2	991.1	1,231.1	2,137.8	1,828.9	1,095.6	1,102.2	1,246.7	1,433.8
Humus de lombriz	1,380.0	728.9	1,608.9	1,437.8	1,042.2	1,660.0	2,553.3	1,066.7	1,528.9	1,445.2
Fertilizante inorgánico	564.4	1,337.8	1,797.8	1,333.3	608.9	1,311.1	2,246.7	2,051.1	1,400.0	1,405.7
Testigo	648.9	1,373.3	815.6	1,082.2	880.0	926.7	1,342.2	1,422.2	2,380.0	1,207.9

Tabla 54: *Peso de cálices por hectárea – Bloque V*

Tratamiento	Bloque V									Promedio
	N° Planta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	1,677.8	1,262.2	1,340.0	1,226.7	824.4	1,066.7	1,557.8	1,088.9	1,495.6	1,282.2
Guano de isla	1,300.0	1,413.3	1,773.3	893.3	1,515.6	1,611.1	1,244.4	1,526.7	697.8	1,330.6
Humus de lombriz	1,100.0	1,128.9	1,048.9	1,191.1	1,037.8	1,060.0	1,735.6	908.9	988.9	1,133.3
Fertilizante inorgánico	1,128.9	1,340.0	2,028.9	588.9	482.2	482.2	882.2	1,022.2	1,057.8	1,001.5
Testigo	593.3	1,055.6	1,268.9	1,088.9	902.2	1,128.9	1,380.0	657.8	622.2	966.4

Tabla 55: *Altura de planta – Bloque I*

Bloque I		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	2.09	1.79	1.91	1.92	2.04	1.89	1.99	1.78	1.89	1.92	
Guano de isla	1.77	1.49	1.69	2.01	1.51	1.73	1.38	1.15	1.26	1.55	
Humus de lombriz	2.01	1.69	1.68	2.04	2.25	1.94	2.01	2.21	2.43	2.03	
Fertilizante inorgánico	1.82	1.63	1.85	2.22	2.14	2.11	2.20	2.01	2.08	2.01	
Testigo	2.19	2.20	2.18	2.41	1.93	1.89	2.12	2.21	2.22	2.15	

Tabla 56: *Altura de planta – Bloque II*

Bloque II		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	2.25	2.32	2.35	2.27	2.23	2.42	2.34	2.20	2.17	2.28	
Guano de isla	1.75	1.83	1.89	2.03	1.69	1.84	1.78	1.83	2.04	1.85	
Humus de lombriz	2.03	2.35	2.24	2.15	1.87	2.27	2.24	1.87	1.79	2.09	
Fertilizante inorgánico	1.94	1.95	1.85	1.79	1.84	2.01	2.12	1.94	1.89	1.93	
Testigo	2.09	2.05	1.99	2.01	1.84	2.02	1.98	1.87	2.25	2.01	

Tabla 57: *Altura de planta – Bloque III*

Bloque III		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	1.95	1.98	2.01	1.79	1.82	1.69	1.79	1.84	1.92	1.87	
Guano de isla	2.50	2.57	2.42	2.12	2.17	2.20	1.97	1.93	2.10	2.22	
Humus de lombriz	2.32	2.23	2.13	2.38	1.95	1.87	1.82	1.87	2.14	2.08	
Fertilizante inorgánico	1.85	2.21	1.93	1.89	2.14	2.26	1.84	2.27	2.17	2.06	
Testigo	2.19	1.78	1.84	1.76	2.05	2.35	2.28	2.13	1.96	2.04	

Tabla 58: *Altura de planta – Bloque IV*

Bloque IV		N° Planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Gallinaza	2.27	1.89	2.14	1.94	1.83	1.74	1.87	2.04	2.23	1.99	
Guano de isla	2.02	1.93	1.98	2.04	2.15	2.07	1.99	1.87	1.75	1.98	
Humus de lombriz	1.65	1.63	1.74	1.84	1.66	1.72	1.69	1.43	1.51	1.65	
Fertilizante inorgánico	1.97	2.04	1.98	1.97	1.99	2.04	2.07	1.94	2.06	2.01	
Testigo	2.30	2.25	2.07	2.13	2.16	2.07	2.19	2.22	2.14	2.17	

Tabla 59: *Altura de planta – Bloque V*

Bloque V Tratamiento	N° Planta									Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gallinaza	1.65	1.73	1.85	1.65	1.83	1.78	1.74	1.66	1.94	1.76
Guano de isla	1.82	1.74	1.84	1.80	1.93	2.03	1.89	2.07	1.78	1.88
Humus de lombriz	2.17	2.20	2.07	1.84	1.74	2.24	1.69	1.84	2.03	1.98
Fertilizante inorgánico	1.65	1.63	1.75	1.67	1.64	1.39	1.67	1.65	1.84	1.65
Testigo	1.65	1.49	1.78	1.65	1.49	1.75	1.67	1.43	1.65	1.62

Tabla 60: *Plagas y enfermedades más importantes*

Nombre común	Nombre científico	Daños
Hormigas coquí	<i>Atta sp. Acromyrmex sp</i>	Hojas son cortadas y trasladadas al nido para cultivar los hongos Succionan la savia elaborada, debilitan la planta y pueden llegar a transmitir enfermedades virósicas, las hojas afectadas pueden encresparse y deformarse, es frecuente la presencia de fumagina
Pulgones	<i>Aphis gossypii</i>	Caída de hojas y estado de tristeza general de la planta. En las raíces puede observarse presencia de micelio y estructuras reproductivas del hongo
Pata negra	<i>Phytophthora parasítica</i>	Muerte de tejidos, inicialmente al borde de las hojas y en estado avanzado en toda la hoja
Bacteriosis	<i>Xanthomona sp</i>	

Figura 10: Análisis de suelo



SOLICITANTE : EBERTH LIMA ESTRADA
 PREDIO : EBERTH LIMA ESTRADA
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 1246-01S -2020
 LUGAR : HUYRO
 FECHA DE RECEP. : 21/12/2020

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN
 MUESTRA : MUESTRA N° 01

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	55.06	%		
Limo	29.92	%		
Arcilla	15.02	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Carbonato de Calcio Total	< 0.01	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	0.69	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 23.4 °C	5.81		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	20.00	ppm.	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	7.38	%	MES - 007	Walkley y Black
Potasio Disponible	131.80	ppm.	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	9.67	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.62	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.23	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.34	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Aluminio + Hidrógeno	< 0.01	mEq / 100 g	MES - 014	KCl / Volumétrico
P.A.I	< 0.08	%	MES - 016	Cálculo Matemático
C.I.C.E	11.85	meq/100 g	MES - 017	Acetato de Amonio
Micronutrientes Disponibles				Extractante: DTPA
Cobre (Cu)	6.80	ppm.	MES - 018	FAAS
Zinc (Zn)	2.57	ppm.	MES - 019	FAAS
Manganeso (Mn)	13.05	ppm.	MES - 020	FAAS
Hierro (Fe)	94.20	ppm.	MES - 021	FAAS
Boro (B)	0.35	ppm.	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

E.S : Extracto de Saturación. % : Masa / Masa.
 (1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua. ppm : mg / Kg.
 P.A.I : Porcentaje de Acidez Intercambiable. MES : Método Propio del Laboratorio.
 C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo. FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR FACTOR DE CONVERSIÓN DE ELEMENTOS TOTALES A ELEMENTOS DISPONIBLES

Las expresiones utilizadas fueron las siguientes:

Para fósforo:

$$Fp = ((WaP * 2) + (WaO * 5)) / (WaP * 2)$$

Donde:

Fp = factor de conversion para Fósforo

WaP = Peso atómico del Fósforo (31)

WaO = Peso atómico de oxigeno (16)

Reemplazando los datos:

$$Fp = ((31 * 2) + (16 * 5)) / (31 * 2)$$

$$Fp = 2.29$$

Para Potasio:

$$Fk = ((WaK * 2) + (WaO)) / (WaK * 2)$$

Donde:

Fk = factor de conversion para Potasio

WaK = Peso atómico del Potasio (39.1)

WaO = Peso atómico de oxigeno (16)

Reemplazando:

$$Fk = 1.20$$

Para Calcio:

$$FCa = ((WaC) + (WaO)) / (WaC)$$

Donde:

Fk = factor de conversion para Calcio

WaC = Peso atómico del Calcio (40.07)

WaO = Peso atómico de oxigeno (16)

Reemplazando:

$$FCa = 1.40$$

Para Magnesio:

$$FMg = ((WaMg) + (WaO))/(WaMg)$$

Donde:

Fk = factor de conversion para Magnesio

WaC = Peso atómico del Magnesio (24.32)

WaO = Peso atómico de oxígeno (16)

Reemplazando:

$$FMg = 1.66$$

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR APORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO

Considerando los datos consignados en el análisis de caracterización + microelemento presentado en la figura anterior, análisis elaborado en el laboratorio de química de la Institución Valle Grande, Cañete, Lima, para el año 2020 con suelo proveniente del sector de Huyro, distrito de Huayopata, se realizó el siguiente procedimiento:

— *Cálculo del peso del suelo en kg/ha:* la expresión utilizada fue la siguiente:

$$Ws = Car * da * Aha * 1000$$

Donde:

Ws = Peso del suelo en kg/ha

Car = Capa arable asumida (valor entre 0.2 y 0.4 m según cultivo y tipo de suelo)

da = densidad aparente (asumida según la textura del suelo debido a que no ha sido determinado en laboratorio) en toneladas/m³

Aha = Área de la hectárea (10,000 m²)

La capa arable se refiere a la zona superficial del suelo en el cual ocurre un crecimiento activo del sistema radicular, esto ocurre normalmente en los primeros 20 cm, en la mayor parte de las especies vegetales, sin embargo, este valor está íntimamente relacionado con el

tipo de suelo, puesto que, en ceja de selva, especialmente en suelos con pendiente pronunciada, la capa arable debe asumirse de 20 a 30 cm, en la presenta investigación se asumió 20 cm como capa arable.

La densidad aparente debió calcularse con exactitud en el laboratorio, pero generalmente, esto no ocurre por cuanto, muchas veces no se incluye a la muestra de suelo los parámetros adicionales que debe determinar el laboratorio. Para el caso no está determinado la densidad aparente, razón por la cual se utilizó la información de la tabla siguiente. El valor asumido fue de 1.5, ya que, según el análisis de suelo la textura es franco arenoso.

Tabla 61: Valores estimados de densidad aparente según textura del suelo

Textura del suelo – estimado en laboratorio	Densidad aparente	
	Valor	Unidad
Arenoso	1.65	g/cm ³ (t/m ³)
Franco Arenoso	1.50	g/cm ³ (t/m ³)
Franco	1.35	g/cm ³ (t/m ³)
Franco Limoso	1.30	g/cm ³ (t/m ³)
Franco Arcilloso	1.20	g/cm ³ (t/m ³)
Arcilloso	1.10	g/cm ³ (t/m ³)
Terrenos Húmedos	0.90	g/cm ³ (t/m ³)

Con los datos del análisis de ejemplo se sustituyó los valores en la expresión y se obtuvo el resultado:

$$W_s = 0.2 \text{ m} * 1.5 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} * 10,000 \text{ m}^2 * 1000$$

$$W_s = 3'000,000 \text{ kg/ha}$$

— *Calcular el aporte del suelo en Nitrógeno:*

El procedimiento detallado es el siguiente:

- o *Calcular la proporción del nitrógeno total en la materia orgánico:* esta información puede ser facilitado por el laboratorio de análisis de suelo, si esto no ocurre, entonces se debe considerar los resultados obtenidos por los investigadores en ciencias del suelo, este valor asumido es 5% de la materia orgánica, por tanto, la proporción de nitrógeno en la materia orgánica del suelo analizado se calcula con la siguiente expresión:

$$\%N = 5\% * \%MO$$

Donde:

$\%N$ = Proporción de nitrógeno total en la materia orgánica del suelo

$\% MO$ = Proporción de materia orgánica existente en el suelo analizado. En el análisis, la proporción de la materia orgánica es de 7.38%

Remplazando los datos del análisis de suelo en la expresión:

$$\%N = 5\% * 7.38\%$$

$$\%N = 5/100 * 7.38\%$$

$$\%N = 0.369\%$$

- o *Calcular la cantidad de nitrógeno en la materia orgánica según análisis del suelo:*

Se utiliza la expresión siguiente:

$$Nt = Ws + \% N$$

Donde:

Nt = Contenido de nitrógeno total en kg/ha

Ws = Peso de suelo en kg/ha

$\% N$ = Proporción de nitrógeno en la materia orgánica. Para el ejemplo el valor calculado es 0.369%

Reemplazando los valores se tiene:

$$Nt = 3'000,000 \text{ kg/ha} * 0.369/100$$

$$Nt = 11,070 \text{ kg/ha}$$

- o *Calcular la cantidad de nitrógeno mineral aportado por el suelo:* La expresión utilizada es la siguiente:

$$Nd = CNt * \%M$$

Donde:

Nd = Cantidad de nitrógeno aportado por el suelo en kg/ha.

$\% M$ = Porcentaje de mineralización. Este valor se asume según las condiciones climáticas y características del suelo, normalmente la mineralización en ceja de selva puede tomar valores cercanos al 2%, el porcentaje es menor cuando son suelos ácidos. Para

el plan de negocio fue asumido el valor de 1.7% básicamente debido a la acidez de la mayoría de los suelos.

Reemplazando valores en expresión se tiene:

$$Nd = 11,070 \text{ kg/ha} * 1.7/100$$

$$Nd = 188.19 \text{ kg/ha}$$

El aporte del nitrógeno para el suelo analizado es de 188.19 kg/ha

— *Calcular el aporte del suelo en Fósforo:*

El procedimiento detallado es el siguiente:

- *Calcular la cantidad Fósforo total:* se calcula con la siguiente expresión:

$$Pt = Ws * Cp/1000000$$

Donde:

Pt = Cantidad de Fósforo total en el suelo analizado

Ws = Peso de suelo en kg/ha. 3'000,000 kg/ha.

Cp = Concentración de Fósforo (P₂O₅) según análisis de suelo en ppm (partes por millón). 20.0 ppm según análisis de suelo.

Reemplazando los valores se tiene:

$$Pt = 3'000,000 * 20.0/1000000$$

$$Pt = 60.0 \text{ kg/ha de Fósforo total}$$

- *Calcular el aporte de Fósforo disponible:* el aporte final de Fósforo se calcula con la siguiente expresión:

$$Pd = Pt * CRU$$

Donde:

Pd = Cantidad de Fósforo disponible en el suelo en kg/ha

Pt = Cantidad de Fósforo total en el suelo según análisis en kg/ha. 60.0 kg/ha.

CRU: Coeficiente de rendimiento útil de elemento mineral en el suelo analizado. Solamente una proporción del

Fósforo total calculado según el análisis de suelo es disponible para la planta. Según las investigaciones realizadas a nivel nacional, se considera que solamente el 20% del Fósforo total calculado corresponde a Fosforo realmente disponible para las plantas.

Reemplazando la información se tiene:

$$Pd = 60.0 \text{ kg/ha} \times 20/100$$

$$Pd = 12.0 \text{ kg/ha}$$

Por tanto, el aporte del suelo es de 12.0 kg/ha de Fósforo disponible (P_2O_5).

— *Calcular el aporte del suelo en Potasio:*

El procedimiento detallado es el siguiente:

- o *Calcular la cantidad Potasio total:* se calcula con la siguiente expresión:

$$Kt = Ws * Ck/1000000$$

Donde:

Kt = Cantidad de Potasio total en el suelo analizado

Ws = Peso de suelo en kg/ha. 3'000,000 kg/ha.

Ck = Concentración de Potasio (K_2O) según análisis de suelo en ppm (partes por millón). En el ejemplo 131.8 ppm según análisis de suelo.

Reemplazando los valores se tiene:

$$Pt = 3'000,000 * 131.8/1000000$$

$$Pt = 395.40 \text{ kg/ha de Fósforo total}$$

- o *Calcular el aporte de Fósforo disponible:* el aporte final de Fósforo se calcula con la siguiente expresión:

$$Kd = Kt \times CRU$$

Donde:

Kd = Cantidad de Potasio disponible en el suelo en kg/ha

Kt = Cantidad de Potasio total en el suelo según análisis en kg/ha.
395.4 kg/ha.

CRU: Coeficiente de rendimiento útil de elemento mineral en el suelo analizado. Solamente una proporción del

Potasio total calculado según el análisis de suelo es disponible para la planta. Según las investigaciones realizadas a nivel nacional, se considera que solamente el 20% del Potasio total calculado corresponde a Potasio realmente disponible para las plantas.

Reemplazando la información se tiene:

$$Pd = 395.4 \text{ kg/ha} \times 20/100$$

$$Pd = 79.08 \text{ kg/ha}$$

Por tanto, el aporte del suelo es de 79.08 kg/ha de Potasio disponible (K₂O).

CÁLCULO DEL NIVEL DE FERTILIZACIÓN

El procedimiento de cálculo se describe a continuación:

— *Calcular el nivel de abonamiento del Nitrógeno:* se utiliza la expresión siguiente:

$$N = (\text{Extracción de N} - \text{Aporte del suelo}) * f$$

Donde:

N = Nivel de nitrógeno en kg/ha

Extracción de Nitrógeno para 5,000 plantas/ha de flor de Jamaica: calculado anteriormente como 46.2 kg/ha.

Aporte del suelo en Nitrógeno: determinado anteriormente como 188.19 kg/ha.

f = Es la inversa de la eficiencia del fertilizante aplicado. La eficiencia del fertilizante depende básicamente de las condiciones climáticas, se asume 60%. En la siguiente tabla se presenta tales valores.

Tabla 62: Eficiencia de los fertilizantes

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
50 a 70%	10 - 25%	50 - 60%

Fuente: Isherwood (1990) citado por Stewart (2007).

Reemplazando los valores se tiene:

$$N = (46.20 - 188.19) * 100/60$$

$$N = 0.0 \text{ kg/ha de Nitrógeno}$$

No es necesario abonar con nitrógeno puesto que el nivel es 0 al ser mayor el aporte del suelo a la extracción del nutriente.

— *Calcular el nivel de abonamiento del Fósforo:* se utiliza la expresión siguiente:

$$N = (\text{Extracción de P} - \text{Aporte del suelo}) * f$$

Donde:

N = Nivel de Fósforo en kg/ha

Extracción de Fósforo para 5,000 plantas/ha de flor de Jamaica: calculado anteriormente como 18.55 kg/ha.

Aporte del suelo en Fósforo: determinado anteriormente como 12.0 kg/ha.

f = Es la inversa de la eficiencia del fertilizante aplicado. La eficiencia del fertilizante depende básicamente de las condiciones climáticas, se asume 30%.

Reemplazando los valores se tiene:

$$N = (18.55 - 12.0) * 100/30$$

$$N = 21.8 \text{ kg/ha}$$

El nivel de abonamiento para Fósforo para las condiciones del suelo analizado es 22 P₂O₅.

— *Cálculo del nivel de abonamiento del Potasio:* se utilizó la expresión siguiente:

$$N = (\text{Extracción de K} - \text{Aporte del suelo}) * f$$

Donde:

N = Nivel de Potasio en kg/ha

Extracción de Potasio para 5,000 plantas/ha de flor de Jamaica: calculado anteriormente como 54.39 kg/ha.

Aporte del suelo en Potasio: determinado anteriormente como 79.08 kg/ha.

f = Es la inversa de la eficiencia del fertilizante aplicado. La eficiencia del fertilizante depende básicamente de las condiciones climáticas, se asume 70%.

Reemplazando los valores se tiene:

$$N = (54.39 - 79.08) * 100/70$$

$$N = 0.0 \text{ kg/ha}$$

No es necesario abonar con potasio, puesto que el aporte del suelo es mayor a la extracción del cultivo, razón por lo cual, el nivel es 0 de potasio.

Por tanto, el nivel de abonamiento para las condiciones del suelo analizado en el sector de Huyro, Distrito de Huayopata, para la campaña 2020, fue el siguiente: **0 - 22 - 0.**

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA CANTIDAD DE FERTILIZANTE POR HECTÁREA Y PLANTA

El procedimiento para calcular la fuente de abonamiento por hectárea es el siguiente:

— *Especificar las fuentes o sustratos de abonamiento y su concentración de elementos:* se consideró los sustratos: guano de isla, humus de lombriz y gallinaza, y el fertilizante inorgánico fosfato diamónico, la concentración de elementos minerales se presenta en marco teórico.

— *Calcular cantidad de guano de isla por hectárea:* el cálculo se realiza para el nivel de 22 kg/ha de fósforo. Se utiliza la expresión siguiente:

$$GI = \frac{100 \times \text{Nivel de P}}{\%P \text{ en Guano de isla}}$$

Reemplazando se tiene:

$$GI = \frac{100 \times 22}{10} = 220$$

Por tanto, se requiere 220 kg/ha de guano de isla

— *Calcular la cantidad de gallinaza por hectárea:* el cálculo se realiza para el nivel de 22 kg/ha de fósforo. Se utiliza la expresión siguiente:

$$G = \frac{100 \times \text{Nivel de P}}{\%P \text{ en Gallinaza}}$$

Reemplazando se tiene:

$$GI = \frac{100 \times 22}{3} = 733.3$$

Por tanto, se requiere 733.3 kg/ha de gallinaza

- *Calcular la cantidad de humus de lombriz por hectárea:* el cálculo se realiza para el nivel de 22 kg/ha de fósforo. Se utiliza la expresión siguiente:

$$H = \frac{100 \times \text{Nivel de P}}{\%P \text{ en Humus de lombriz}}$$

Reemplazando se tiene:

$$GI = \frac{100 \times 22}{1.4} = 1,571.4$$

Por tanto, se requiere 1,571.40kg/ha de humus de lombriz

- *Calcular la cantidad de fosfato diamónico por hectárea:* el cálculo se realiza para el nivel de 22 kg/ha de fósforo. Se utiliza la expresión siguiente:

$$H = \frac{100 \times \text{Nivel de P}}{\%P \text{ en Fosfato diamónico}}$$

Reemplazando se tiene:

$$GI = \frac{100 \times 22}{46} = 47.83$$

Por tanto, se requiere 47.83 kg/ha de fosfato diamónico