



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

CARRERA DE AGRONOMÍA

TEMA:

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispánica L*) A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR”

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

AUTORA:

ABIGAIL MARIUXI VERDEZOTO ARMIJO

DIRECTOR:

Dr. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PhD

GUARANDA- ECUADOR

2023

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispánica L*) A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR”

REVISADO Y APROBADO POR:



Dr. OLMEDO ZAPATA-ILLANES. PhD

DIRECTOR



ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.

BIOMETRISTA



ING. SONIA DEL CARMEN FIERRO BORJA Mg.

REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Yo Abigail Mariuxi Verdezoto Armijo con CI: 0603697012 declaró que el trabajo y los resultados presentados en este informe no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

ABIGAIL MARIUXI VERDEZOTO ARMIJO
AUTORA
CI: 0603697012

DR. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PhD
DIRECTOR
CI: 0200574515

ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.
BIOMETRÍSTA
CI: 0201600327

ING. SONIA DEL CARMEN FIERRO BORJA Mg
REDACCIÓN TÉCNICA
CI: 0201084712



20230201002P00019 DECLARACION JURAMENTADA
OTORGA: ABIGAIL MARIUXI VERDEZOTO ARMIJO
CUANTIA: INDETERMINADA
DI 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día viernes seis de enero de dos mil veintitrés, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparece la señorita Abigail Mariuxi Verdezoto Armijo, por sus propios derechos. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil soltera, domiciliada en el Barrio Centenario, cantón San Miguel, provincia Bolívar, y de tránsito por este lugar, con celular número: cero nueve ocho dos ocho ocho tres dos tres cero, correo electrónico: abigail.verdezoto1998@gmail.com, a quien de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía en base a la que procedo a obtener su certificado electrónico de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agregó a esta escritura como documento habilitante; bien instruida por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla procede, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fue en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, declara lo siguiente: "Que previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma, de la carrera de Ingeniería Agronómica, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de Investigación Titulado: "EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispánica L*) A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR", es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, además autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tengo que decir en honor a la verdad". Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que la compareciente acepta en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario, se ratifica y firma conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.


Abigail Mariuxi Verdezoto Armijo
C.C. 0603697012


DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA

Se otorgó ante mí y en fe de ello
confiero ésta ...Segunda... copia
certificada, firmada y sellada en 2 fs
Guaranda, Ob. de E. del 20.23


Dr. Hernán Criollo Arcos
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA



Inicio x D154904518 - VERDEZOTO_ABIGAIL x +

Documentos x

VerdeZOTO_ABIGAIL_BORRADOR_55.doc (D154904518)

Presentado 2022-01-04 11:32 (-05:00)

Presentado por nmonar@ueb.edu.ec

Recibido nmonar_ueb@analysis.orkund.com

Mensaje Mostrar el mensaje completo

6% de estas 54 páginas, se componen de texto presente en 22 fuentes

Lista de fuentes Bloques

| Categoría | Enlace/nombre de archivo |
|-----------|---|
| | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / 0141952327 |
| | https://repositorio.uniba.edu.ec/bitstream/buaudio/10956_201910-21396.pdf?... |
| | https://biblioteca.unba.edu.ec/bitstream/buaudio/49900/23223_X_U1B_FACIAG-ING-BOBAGRONH-00004 |
| | UNIVERSIDAD TECNICA DE BAHIAHOYO / 019663653 |
| | Universidad Nacional de Ucayali / 08111929 |

1 Advertencias Retificar Comparar

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA TEMA " EVALUACION AGRONOMICA DEL CULTIVO DE CHIA (Salvia hispanica L) A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS TIPOS DE ABONOS ORGANICOS EN LA LOCALIDAD LAGUACOTO III, CANTON GUARANDA, PROVINCIA DE BOLIVAR" Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Carrera de Agronomía. AUTORA: ABIGAIL MARIUIM VERDEZOTO ARMIJO DIRECTOR DR. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PND GUARANDA- ECUADOR 2022 II "EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE CHIA (Salvia hispanica L) A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA Y DOS TIPOS DE ABONOS ORGANICOS EN LA LOCALIDAD LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLIVAR" REVISADO Y APROBADO POR

Dr. OLMEDO ZAPATA ILLANES PAD. DIRECTOR

Ing. SONI AFIERRO BORJA Mg. AREA REDACCION TECNICA

Escribe aquí para buscar

11:42 04/10/2023

DEDICATORIA

Llena de regocijo, amor y esperanza dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, que estuvieron conmigo formando un pilar fundamental para seguir adelante. Es para mí una gran satisfacción poder dedicarlos a ellos este triunfo, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo constante me lo he ganado.

A mis madres Sara Pala y Mónica Armijo, mi padre Jesús Armijo, porque ellos son la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que seré, quienes con su amor, paciencia, esfuerzo y bondad me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más de los que hace mucho tiempo atrás me había planteado. Siempre me inculcaron el esfuerzo de superación y constancia, depositaron toda su confianza en mí y pese a las circunstancias nunca dejaron de apoyarme.

A una persona muy especial que durante esta trayectoria formó parte de mi vida, con sus palabras de aliento y su presencia me dio fortaleza y ánimos para seguir adelante gracias por su apoyo incondicional en todo momento y por haber confiado en mí.

“Este triunfo va con todo mi amor y agradecimiento a todos ustedes gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo”

Abigail Verdezoto Armijo

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento profundo a Dios y quienes han hecho posible este trabajo; sin embargo, mi madre y mi padre merecen un crédito especial, quienes con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a completar mi carrera universitaria me apoyaron por completo, cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual manera a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía, por abrir sus puertas y dejarme formar parte de tan honorable institución y a todos los docentes que forman parte de ella, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional.

Dejo en constancia mi gratitud al Dr. Olmedo Zapata Illanes, por haber aceptado la dirección de este proyecto y orientarme en todo momento, al Ing. David Silva García quien me colaboró como Biométrista y a lo largo del presente estudio no escatimó esfuerzos para lograr una mejor respuesta del mismo, y la Ing. Sonia Fierro Borja en la parte de Redacción Técnica por haber formado parte del tribunal de esta investigación gracias por sus valiosos aportes, ayudas, tiempo y enseñanzas.

Asimismo, estoy sumamente agradecida con mis hermanos, tíos(as), y todas aquellas personas que estuvieron al pendiente de mí en toda esta trayectoria, cuyas palabras de aliento me han enorgullecido de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Espero que algún día me convierta en un motor para que sigan su camino.

A todos mis amigos, compañeros y futuros colegas Brayan, Yadira, Rocío, Wendi, Paul, Pamela, Eduardo, con quienes hemos compartido momentos buenos y malos dentro y fuera de las aulas formando así una parte de mi vida, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad los recordaré siempre.

Abigail Verdezoto Armijo

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. PROBLEMA | 3 |
| CAPÍTULO II | 4 |
| 2.1. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 2.2. Origen de la chía | 4 |
| 2.3. Clasificación taxonómica de la chía..... | 4 |
| 2.4. Características fisiológicas de la chía | 5 |
| 2.5. Descripción botánica de la planta de chía | 6 |
| 2.5.1. Raíz | 6 |
| 2.5.2. Tallo | 6 |
| 2.5.3. Hoja..... | 6 |
| 2.5.4. Flores..... | 6 |
| 2.5.5. Fruto | 7 |
| 2.5.6. Semilla | 7 |
| 2.6. Producción de chía | 7 |
| 2.7. Productividad de la chía | 8 |
| 2.8. Rentabilidad de la chía..... | 8 |
| 2.9. Importancia nutricional de la chía..... | 9 |
| 2.10. Usos culinarios de la chía..... | 10 |
| 2.11. Requerimientos edafoclimáticos | 10 |
| 2.11.1. Suelos | 10 |
| 2.11.2. Pluviosidad..... | 10 |
| 2.11.3. Heliofania..... | 10 |
| 2.11.4. Temperatura | 11 |
| 2.11.5. Humedad relativa | 11 |
| 2.11.6. pH..... | 11 |
| 2.12. Ciclo vegetal de la chía | 11 |

| | |
|--|----|
| 2.12.1. Germinación | 11 |
| 2.12.2. Ramificación | 11 |
| 2.12.3. Espigado y floración | 11 |
| 2.12.4. Maduración | 12 |
| 2.13. Manejo agronómico del cultivo de chía | 12 |
| 2.13.1. Preparación del terreno | 12 |
| 2.13.2. Desinfección de semillas..... | 12 |
| 2.13.3. Siembra a chorro continuo o mecanizado | 12 |
| 2.13.4. Profundidad de siembra | 13 |
| 2.13.5. Época de siembra | 13 |
| 2.13.6. Densidad de siembra | 13 |
| 2.13.7. Raleo y aporque..... | 14 |
| 2.13.8. Riego | 15 |
| 2.13.9. Control de malezas | 15 |
| 2.13.10. Fertilización..... | 15 |
| 2.14. Abonos orgánicos..... | 16 |
| 2.14.1. Los beneficios de los abonos orgánicos en la agricultura | 16 |
| 2.14.2. Valor nutrimental de los abonos orgánicos..... | 17 |
| 2.14.3. Ventajas de aplicar materia orgánica compostada al suelo | 17 |
| 2.14.4. Tipos de abonos orgánicos | 18 |
| • Compost | 18 |
| • Gallinaza | 18 |
| • Humus de lombriz..... | 18 |
| • Cenizas de madera..... | 18 |
| • Estiércol..... | 19 |
| • Bokashi o bocashi | 19 |

| | |
|--|----|
| 2.15. Abonos orgánicos en estudio | 19 |
| 2.15.1. Gallinaza | 19 |
| 2.15.2. Cantidad y calidad de la gallinaza..... | 20 |
| 2.15.3. Aporte nutrimental de la gallinaza | 20 |
| 2.15.4. Manejo de la gallinaza | 21 |
| 2.15.5. Formas de presentación de la gallinaza..... | 21 |
| 2.15.6. Dosis de gallinaza recomendada para el cultivo | 22 |
| 2.15.7. Humus | 22 |
| 2.15.8. Características del humus..... | 23 |
| 2.15.9. Beneficios del humus de lombriz..... | 24 |
| 2.15.10. Composición química del humus | 24 |
| 2.15.11. Dosis del humus en los cultivos | 25 |
| 2.16. Plagas y enfermedades | 27 |
| 2.16.1. Plagas | 27 |
| • Gallina ciega (<i>Phyllophaga sp</i>) | 27 |
| • Gusano peludo (<i>Estigmene acrea</i>)..... | 27 |
| • Langosta (<i>Spodoptera frugiperda</i>) | 28 |
| 2.16.2. Enfermedades principales | 28 |
| • Hongos | 28 |
| • Bacterias..... | 29 |
| 2.17. Cosecha | 29 |
| 2.18. Trilla..... | 29 |
| 2.19. Secado y almacenamiento | 30 |
| CAPÍTULO III | 31 |
| 3.1. MARCO METODOLÓGICO | 31 |
| 3.2. Materiales..... | 31 |
| 3.2.1. Localización de la investigación | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2. Situación geográfica y climática | 31 |
| 3.2.3. Zona de vida..... | 32 |
| 3.2.4. Material experimental | 32 |
| 3.2.5. Materiales de campo | 32 |
| 3.2.6. Materiales de oficina..... | 32 |
| 3.3. Métodos..... | 32 |
| 3.3.1. Factores en estudio..... | 32 |
| 3.3.2. Tratamientos..... | 33 |
| 3.3.3. Tipo de diseño experimental o estadístico. | 33 |
| 3.3.5. Tipo de Análisis: | 34 |
| 3.4. Métodos de evaluación y datos tomados..... | 35 |
| 3.4.1. Días a la emergencia en el campo (DEC) | 35 |
| 3.4.2. Altura de la planta (AP) | 35 |
| 3.4.3. Número de ramas por planta (NRP)..... | 35 |
| 3.4.4. Longitud de ramas (LR)..... | 35 |
| 3.4.5. Días a la floración (DF)..... | 36 |
| 3.4.6. Longitud de inflorescencia (LI) | 36 |
| 3.4.7. Número de plantas por metro lineal (NPM)..... | 36 |
| 3.4.8. Días a la cosecha (DC)..... | 36 |
| 3.4.9. Peso de semillas por planta (PSP)..... | 36 |
| 3.4.10. Peso de semillas por parcela (PSPP)..... | 36 |
| 3.4.11. Contenido de humedad del grano. (CHG)..... | 37 |
| 3.4.12. Producción en kg por hectárea (PPH) | 37 |
| 3.5. Manejo del experimento..... | 37 |
| 3.5.1. Preparación del suelo | 37 |
| 3.5.2. Distribución de las unidades experimentales | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5.3. Surcado..... | 37 |
| 3.5.4. Siembra | 38 |
| 3.5.5. Tape..... | 38 |
| 3.5.6. Raleo | 38 |
| 3.5.7. Aporque..... | 38 |
| 3.5.8. Abonadura..... | 38 |
| 3.5.9. Control de malezas | 39 |
| 3.5.10. Riego | 39 |
| 3.5.11. Cosecha | 39 |
| 3.5.12. Trilla..... | 39 |
| 3.5.13. Almacenamiento | 39 |
| CAPÍTULO IV | 40 |
| 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 53 |
| 4.1.1. Días a la emergencia (DE), días a la floración (DF), días a la cosecha (DC)..... | 53 |
| 4.1.2. Altura de planta (AP) a los 45 y 90 días..... | 59 |
| 4.1.3. Número de ramas por planta (NRP); longitud de la rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI)..... | 65 |
| 4.1.4. Número de plantas por metro lineal (NPML), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP)..... | 71 |
| 4.1.5. Contenido de humedad del grano (CHG) y producción en kg por hectárea (PPH)..... | 71 |
| 4.1.6 Coeficiente de variación..... | 83 |
| 4.2. Análisis de correlación y regresión lineal..... | 83 |
| 4.2.1. Coeficiente de correlación..... | 84 |
| 4.2.2. Coeficiente de Regresión..... | 84 |
| 4.2.3. Coeficiente de determinación (R^2)..... | 84 |
| 4.3. Análisis relación benéfico costo..... | 85 |
| 4.4. Comprobación de hipótesis..... | 87 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 77 |

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1. Conclusiones | 77 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 78 |
| BIBLIOGRAFÍA | 79 |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Detalle | Página |
|---------------|---|---------------|
| N° 1 | Contenido nutrimental del estiércol comparado con la gallinaza | 21 |
| N° 2 | Composición de la Eco Abonaza | 22 |
| N° 3 | Composición del humus de lombriz | 25 |
| N° 4 | Dosificaciones del humus | 25 |
| N° 5 | Dosis recomendada para algunos cultivos | 26 |
| N° 6 | Resultados del análisis en las variables días a la emergencia (DE); días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC); en el factor A (Densidades de siembra) | 40 |
| N° 7 | Prueba de Tukey al 5% en las variables días a la emergencia (DE), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC); en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos) | 42 |
| N° 8 | Resultados promedios para tratamientos (AxB) de chíá, en las variables días a la emergencia en campo (DEC), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC) | 44 |
| N° 9 | Resultados del análisis en las variables, altura de planta (AP) a los (45 y 90 días); en el factor A (densidades de siembra) | 46 |
| N° 10 | Prueba de Tukey al 5% en la variable altura de planta (AP) a los 45 y 90 días en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos) | 48 |
| N° 11 | Resultados promedios de los tratamientos (AxB) de chíá, en la variable altura de la planta (AP) a los 45 y 90 días | 50 |
| N° 12 | Resultados del análisis en las variables número de ramas por planta (NRP), longitud de rama (LR), longitud de la inflorescencia (LI) en el factor A (Densidades de siembra) | 52 |
| N° 13 | Resultado promedio en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI) en el factor B: (Tipos de abono) | 54 |

| | | |
|-------|--|----|
| N° 14 | Resultados promedios del tratamiento (AxB) de chía, en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI) | 56 |
| N° 15 | Resultados del análisis en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP) en el factor A (Densidades de siembra) | 58 |
| N° 16 | Resultados promedios para tratamientos en las variables número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP), en el factor B: (Tipos de abono) | 60 |
| N° 17 | Resultados promedios para los tratamientos (AxB) de chía, en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP) | 62 |
| N° 18 | Resultados del análisis en las variables, contenido de humedad del grano (CHG) y producción en kg por hectárea (PPH) | 64 |
| N° 19 | Resultados promedios para tratamientos en las variables, contenido de humedad del grano (CHG), producción en kg por hectárea (PPH) en el factor B: (Tipos de abonos) | 66 |
| N° 20 | Resultados para tratamientos (AxB) en chía, en las variables, contenido de humedad del grano (CHG), producción en kg por hectárea (PPH) | 69 |
| N° 21 | Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que tuvieron significancia estadística positiva con el rendimiento de chía | 72 |
| N° 22 | Costo de producción del cultivo de chía en Lagucoto III. Año 2022 | 74 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| Gráfico | Detalle | Página |
|----------------|--|---------------|
| N° 1 | Resultados promedios para las variables días a la emergencia en campo (DEC); días a la floración (DF); y días a la cosecha (DC); en el factor A (Densidades de siembra) | 41 |
| N° 2 | Resultados promedios en las variables días a la emergencia en campo (DEC), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC); en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos) | 42 |
| N° 3 | Promedios de tratamientos en la variable días a la emergencia en campo (DEC), días a la floración (DF), días a la cosecha (DC) | 45 |
| N° 4 | Resultados promedios en las variables, altura de planta (AP) a los (45 y 90 días); en el factor A (densidades de siembra) | 47 |
| N° 5 | Resultados promedios para la variable altura de planta (AP) a los 45 y 90 días en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos) | 48 |
| N° 6 | Resultados promedios de tratamientos, (AxB) en la variable altura de la planta (AP) a los 45 y 90 días | 51 |
| N° 7 | Resultados promedios en las variables número de ramas por planta (NRP), longitud de rama (LR), longitud de la inflorescencia (LI) en el factor A (Densidades de siembra) | 53 |
| N° 8 | Resultado promedio en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI) en el factor B: (Tipos de abono) | 54 |
| N° 9 | Resultados promedios del tratamiento (AxB) de chíá, en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI) | 57 |
| N° 10 | Resultados en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de | 59 |

| | | |
|-------|--|----|
| | semillas por parcela (PSPP) en el factor A (Densidades de siembra) | |
| N° 11 | Resultados promedios para tratamientos en las variables número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP), en el factor B: (Tipos de abono) | 60 |
| N° 12 | Resultados promedios para los tratamientos (AxB) de chíá, en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP) | 63 |
| N° 13 | Resultados promedios para tratamientos en la variable contenido de humedad del grano (CHG) factor A: (densidades de siembra) | 65 |
| N° 14 | Resultados promedios para tratamientos en la variable producción en kg por hectárea (PPH) factor A: (densidades de siembra) | 65 |
| N° 15 | Resultados promedios para tratamientos en las variables, contenido de humedad del grano (CHG) factor B: (tipos de abonos) | 67 |
| N° 16 | Resultados promedios para tratamientos en la variable producción en kg por hectárea (PPH) factor B: (tipos de abonos) | 67 |
| N° 17 | Resultados para tratamientos (AxB) en la variable, contenido de humedad del grano (CHG) | 70 |
| N° 18 | Resultados para tratamientos (AxB) en la variable, producción en kg por hectárea (PPH) | 70 |

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos Detalle

N° 1 Mapa de ubicación de la investigación

N° 2 Base de datos

N° 3 Análisis químico del suelo

N° 4 Fotografías

N° 5 Glosario de términos

RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Laguacoto III, perteneciente al cantón Guaranda, provincia de Bolívar-Ecuador. Los objetivos planteados en esta investigación fueron: Evaluar agrónomica y productivamente el cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) a tres densidades de siembra y dos tipos de abonos orgánicos en la localidad Laguacoto III. i) Determinar la eficiencia agrónomica en el cultivo de chía con tres densidades de siembra y dos tipos de fertilizantes orgánicos. ii) Valorar las densidades de siembra que generen un mayor incremento en la productividad en esta zona agroecológica. iii) Determinar el tipo de abonadura con mayor respuesta para el cultivo de la chía. ix) Realizar un análisis económico de la relación beneficio costo B/C. El sitio está ubicado a 2608 msnm, presenta un tipo de suelo franco arcilloso, temperatura promedio de 14,4°C y una precipitación media de 710 ml. Se aplicó, un diseño de "Bloques Completos al Azar" (DBCA), en arreglo factorial 3x3x3. El factor A: correspondió a tres densidades de siembra, Factor B: dos tipos de abonos orgánicos. Los resultados más relevantes obtenidos en esta investigación son: La respuesta agrónomica de los tratamientos evaluados fueron diferentes en esta zona agroecológica. El rendimiento promedio más alto presento en el tratamiento T1 (0,40 m + gallinaza) con 615, 8 kg/ha, sin embargo, el tratamiento T6 (0,60 m + sin abonadura) tuvo el menor rendimiento 327,5 kg/ha. Dentro de las densidades de siembra la distancia de 0,40 m entre surcos fue la que generó mayor incremento en la productividad dentro de esta zona agroecológica. En cuanto a los tipos de abonos orgánicos aplicados en esta investigación la gallinaza tuvo mayor efecto en el rendimiento de la chía en comparación con el humus. Económicamente la mejor alternativa para el agricultor dentro del contexto presente para la investigación en el cultivo de chía fue T9 (0,80 m + sin abonadura), con una relación beneficio costos de RB/C de \$ 1 y un ingreso neto de 1128,5 \$/ha. En conclusión esta investigación demostró que el cultivo de chía es una alternativa favorable para los agricultores que deseen diversificar sus cultivos y generar ingresos económicos en corto tiempo, además de orientarse en una producción orgánica de mayor competitividad en el mercado, por lo tanto se recomienda focalizar los estudios en otros tipos de abonos orgánicos, investigar plagas y enfermedades de mayor importancia por ende es importante abrir un mercado local para la venta y compra de estas semillas.

Palabras claves: Chía (*Salvia hispánica L*), densidad de siembra, abonos orgánicos, productividad, rentabilidad

SUMMARY

This research work was carried out in the town of Laguacoto III, belonging to the Guaranda canton, Bolívar-Ecuador province. The objectives set out in this research were: Evaluate agronomically and productively the cultivation of chia (*Salvia hispánica L*) at three planting densities and two types of organic fertilizers in the Laguacoto III locality. i) Determine the agronomic efficiency in chia cultivation with three planting densities and two types of organic fertilizers. ii) Assess the planting densities that generate a greater increase in productivity in this agroecological zone. iii) Determine the type of fertilization with the greatest response for the cultivation of chia. ix) Carry out an economic analysis of the benefit-cost ratio B/C. The site is located at 2,608 meters above sea level, has a type of clay loam soil, an average temperature of 14.4°C, and an average rainfall of 710 ml. A design of "Complete Random Blocks" (DBCA) was applied, in a 3x3x3 factorial arrangement. Factor A: corresponded to three planting densities, Factor B: two types of organic fertilizers. The most relevant results obtained in this research are: The agronomic response of the evaluated treatments were different in this agroecological zone. The highest average yield was presented in the T1 treatment (0.40 m + chicken manure) with 615.8 kg/ha, however the T6 treatment (0.60 m + without fertilization) acquired the lowest yield 327.5 kg/ha. Within the planting densities, the distance of 0.40 m between rows was the one that generated the greatest increase in productivity within this agroecological zone. Regarding the types of organic fertilizers applied in this research, chicken manure had a greater effect on the yield of chia compared to humus. Economically, the best alternative for the farmer within the present context for research in chia cultivation was T9 (0.80 m + without fertilization), with a benefit-cost ratio of RB/C of \$1 and a net income of 1128, 5 \$/ha. In conclusion, this research showed that the cultivation of chia is a favorable alternative for farmers who wish to diversify their crops and generate economic income in a short time, in addition to focusing on organic production that is more competitive in the market, therefore it is recommended to focus studies on other types of organic fertilizers, investigate pests and diseases of greater importance, therefore it is important to open a local market for the sale and purchase of these seeds.

Keywords: Chía (*Salvia hispánica L*), planting density, organic fertilizers, productivity, profitability

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Los *pseudocereales* hacen referencia a semillas, granos o aquenios de plantas de las familias: *Amaranthaceae* (amarantos), *Chenopodiaceae* (cañihua), *Polygoniaceae* (alforfón) y *Lamiaceae* en la cual está incluida la chía (*Salvia hispánica L.*). El género *Salvia* es diverso con cerca de 1000 especies distribuidas en todo el mundo. México es considerado el lugar con mayor diversidad con 500 especies, que lo ubican como el segundo género más diverso. (Xingú, A. et al 2017)

Paraguay ha logrado destacarse en la producción de chía, por encima de México, Argentina, Ecuador, Nicaragua y Bolivia, siendo actualmente el mayor productor y exportador a nivel mundial, la chía paraguaya está llegando a casi 50 países en todo el mundo el año 2019 ingreso \$47887,656 por la exportación de unas 21523 toneladas. (Revista ABC Paraguay, 2020)

En el Ecuador se cultiva chía (*Salvia hispánica L*) como producto de exportación desde el 2005. Los principales cultivos se encuentran en Santa Elena, Los Ríos, Imbabura, Guayllabamba perteneciente a Pichincha. (López, R. & Aguinaga, R. 2018) El boom de la chía comenzó en 2013, cuando arrancó la demanda de Canadá y Estados Unidos. En el país están sembradas unas 2000 hectáreas con chía el promedio de exportación es de 679 toneladas por año y los principales destinos son Estados Unidos, Dinamarca, Australia y Canadá. (Redacción Primicias, 2021)

Según datos de los productores, la tonelada de chía orgánica, cultivada sin químicos, puede costar entre USD 6000 y USD 7000 en el mercado internacional. (Redacción Primicias, 2021). “La planta tolera muy bien la sequía y suelos con baja o mediana fertilidad y precipitaciones superiores a los 450 mm, sembrando 4 kilogramos de semilla por hectárea y dosis de fertilización de 70 kilogramos de nitrógeno y 46 de fósforo, se logran rendimientos de 1,2 ton/ha de semilla de chía”. (ConnectAmericas, 2012)

En la provincia de Bolívar de acuerdo a estudios realizados la producción de chía ha obtenido buenos rendimientos de 1888,27 kg/ha a un distanciamiento de 0,80 m

y se recomienda realizar una abonadura orgánica con gallinaza en relación de 10 tm/ha. (Flores, C. 2017)

El uso de abonos orgánicos contribuye a la cosecha de alimentos más sanos. Al ser rico en micronutrientes, mejora las propiedades del suelo, la capacidad de absorción de humedad del agua y atenúa los impactos ambientales de situaciones climáticas como lluvias intensas, sequías y la erosión. (Crezcamos Compañía de Financiamiento, 2020)

Un factor que influye en el desarrollo de los cultivos es la densidad de siembra ya que mantiene una estrecha relación con las actividades que realiza la planta durante su ciclo de desarrollo. Un distanciamiento adecuado en un cultivo hace que pueda evitarse muchos factores perjudiciales en la planta, tales como contagio de enfermedades y plagas de una forma rápida, desde luego también se pueden mencionar factores beneficiosos como facilitar los cuidados de mantenimiento, mejora la productividad y a aprovechar de mejor manera la energía luminosa. (Almendáriz, P. 2012)

En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la eficiencia agronómica en el cultivo de chía con tres densidades de siembra y dos tipos de fertilizantes orgánicos.
- Valorar la densidad de siembra que genere un mayor incremento en la productividad en esta zona agroecológica.
- Determinar el tipo de abonadura con mayor respuesta para el cultivo de la chía.
- Realizar un análisis económico de la relación beneficio costo B/C.

1.2. PROBLEMA

De acuerdo a sondeos realizados en diferentes zonas del país, se ha observado que no existen estudios que hagan referencia al manejo de un paquete tecnológico relacionado a la densidad de siembra y manejo de los abonos orgánicos, siendo necesario validar estas prácticas tomando en cuenta a la chía en esta zona agroecológica. (Flores, C. 2017). Los productores de la provincia Bolívar poseen un conocimiento limitado sobre el cultivo de chía, su siembra es casi nula, la mayor parte de los agricultores se dedica al monocultivo de otras especies, este acompañado de los abonos químicos ha traído graves consecuencias con el paso de los años, entre ellas podemos mencionar la erosión del suelo por desnitrificación y bajos rendimientos productivos, lo que conlleva a una baja rentabilidad.

La fertilización es uno de los procesos más importantes en el desarrollo agronómico de los cultivos, y para el caso particular de la chía no existen estudios suficientes que corroboren los niveles adecuados y su respuesta a la diversidad de fertilizantes y abonos disponibles para su manejo. A esto se suma que generalmente no se realizan análisis físicos, químicos y biológicos del suelo para conocer los niveles adecuados de fertilización en relación a los contenidos de macro y micro nutrientes y su relación con la demanda del cultivo. La productividad del cultivo de chía se encuentra condicionada en gran medida por las prácticas agrícolas que se desarrollan en su manejo, siendo su densidad uno de los aspectos que podrían incidir negativamente sobre el nivel de rendimiento, al no maximizar el potencial de respuesta por unidad de superficie, con el empleo de volúmenes de semilla muy bajos para su siembra.

El enfoque principal del trabajo de investigación es dar alternativas de cultivo a los agricultores para diversificar sus ingresos económicos, la chía tiene gran importancia a nivel mundial su producción es una opción para el sector agropecuario por la adaptabilidad que posee en diferentes zonas climáticas. Su ciclo vegetativo es precoz de 90 días, lo que permite adecuarse a las actuales condiciones del cambio climático que acompañado de los abonos orgánicos los mismos que tiene nutrientes necesarios para cualquier tipo de cultivo, se puede obtener tener plantas sanas y vigorosas.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.2. Origen de la chía

La chía denominada científicamente (*Salvia hispánica L*), es nativa de México y Guatemala y ha sido cultivada desde tiempos precolombinos por los aztecas, aunque desgraciadamente cayó en el olvido durante siglos. Antes de la conquista de América, la chía era un alimento básico para las civilizaciones de México; su cultivo era probablemente el tercero en importancia económica, superado sólo por el maíz y el frijol. (Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2017)

La chía es nativa del sur de México y norte de Guatemala y si bien ahora resulta una verdadera novedad en el mercado, el uso de la semilla y sus subproductos se remontan a 3500 a.C. Después del descubrimiento de América, el cultivo de esta planta casi llegó a desaparecer debido a que fue prohibida por su uso en rituales religiosos; además los españoles importaron cereales que terminaron por desplazar su siembra. (Carrillo, C. et al 2017)

Su cultivo sólo sobrevivió en las áreas montañosas de México y Guatemala, actualmente los principales países productores de chía son México, Guatemala, Bolivia, Colombia y Argentina, gracias a que a finales del siglo pasado el interés por la chía resurgió adquiriendo particular importancia por la composición química de su semilla, pero sobre todo por ser rica en ácidos grasos (AG) omega 3-6. (Carrillo, C. et al 2017)

2.3. Clasificación taxonómica de la chía

(*Salvia hispánica*) fue descrita por Carlos Linneo, publicado en *Species Plantarum* 1: 25–26. 1753 y se detalla en la siguiente tabla.

| TAXONOMÍA | |
|-------------------|---------------------------|
| Reino | Plantae |
| Sub reino: | Tracheobionta |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Sub clase | Asteridae |
| Orden | Lamiales |
| Familia | Lamiaceae |
| Sub familia | Nepetoideae |
| Tribu | Mentheae |
| Género | Salvia |
| Especie | hispánica |
| Nombre científico | <i>Salvia hispánica L</i> |

Fuente: (Huarhuachi, H. & Mayo, M. 2017)

2.4. Características fisiológicas de la chía

Son características generales de la especie hispánica poseer plantas anuales, con altura de un metro, tallos cuadrangulares, acanalados y vellosos; presenta hojas opuestas, de 4 a 8 cm de largo y 3 a 5 de ancho, pecioladas y aserradas que tienen un alto contenido de aceites esenciales, los cuales actúan como un repelente de insectos en extremo potente. (Burbano, D. 2017)

Las flores son hermafroditas, purpúreas azuladas a blancas, y aparecen en ramilletes terminales; Al cabo del verano, las flores dan lugar a un fruto en forma de aquenio indehisciente. Cada fruto lleva cuatro semillas muy pequeñas en forma oval. La semilla es rica en mucílago, fécula y aceite; tiene unos 2 mm de largo por 1,5 de ancho, es plana, ovalada y lustrosa, de color blancas, pardo grisáceas a gris oscuro y presentan manchas irregulares en su superficie. (Burbano, D. 2017)

Se define como una planta autógama, con más altos niveles de polinización cruzada en chía cultivada, que en chía silvestre, los insectos son los responsables de la polinización cruzada, obteniendo mayores rendimientos cuando existe la presencia de abejas en la zona de cultivo. La propagación más usada en la chía es por medio de semilla. (Xingú, A. et al 2017)

2.5. Descripción botánica de la planta de chía

2.5.1. Raíz

Fusiforme, robusta y fibrosa. (Burbano, D. 2017) El sistema radical es bien desarrollado y fibroso. Está formado por una raíz principal, muy ramificada. (Vega, C. & Erreyes, A. 2021)

2.5.2. Tallo

Sus tallos son ramificados de sección cuadrangular con pubescencias cortas y blancas. (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas, 2017) Cubiertos de pelos largos y enredados, o bien de pelillos recortados sobre la superficie y dirigidos hacia abajo, o sin pelos. (Vega, C. & Erreyes, A. 2021)

2.5.3. Hoja

Las características morfológicas de las hojas de chía son: simples, opuestas, enteras; lámina oval-elíptica, discolora, base cuneada a subcordada, ápice agudo, margen dentado-aserrado, pinnadas, nervaduras prominentes en el envés, pubescentes, de 8 a 12 cm de largo y 4 a 7 cm de ancho; pecíolo corto, pubescente, mide 1 a 3 cm en la parte superior de la planta y 5 a 7 cm en las ramificaciones inferiores. (Zúñiga, H. 2014)

2.5.4. Flores

La flor posee pedúnculo; cáliz persistente, pubescente y bilabiado; corola monopétala, bilabiada, de color morado o azul; labio inferior se expande hacia fuera y abajo, el superior es ascendente y se arquea en forma de gálea; 2 estambres que están unidos por un conectivo que se articula a filamentos cortos que se insertan en la corola; ovario súpero, bicarpelar y tetralocular, en la base se encuentra un disco nectanífero; estilo glabro, glanduloso en la base y su estigma tiene dos ramificaciones; las anteras y el estigma están cubiertos y protegidos por la gálea. (Zúñiga, H. 2014) Es una planta con flores bisexuadas purpureas a blancas que crece en una forma de rama en el alto del tallo produciendo un capullo en forma de akene produciendo de 20 a 30 flores por planta. (Santana, E. 2013)

2.5.5. Fruto

El fruto de la planta es un aquenio indehisciente, que en el interior reserva sus semillas. (Botanical, 2019) El fruto, al igual que otras especies de la familia *Lamiaceae*, es típicamente un esquizocarpo consistente en lóculos indehiscentes que se separan para formar 4 mericarpios parciales denominados núculas, comúnmente conocidos como semillas. (Guiotto, E. 2014)

2.5.6. Semilla

La semilla de la chía tiene forma ovalada y son muy pequeñas. Aproximadamente miden 1,5mm de ancho por 2 mm de largo. Su color es variable según la variedad, y puede ser liso: blanco, pardo o negro; o moteado; de diferentes colores que varían de castaño oscuro a pardo, crema, gris, negro y blanco (Botanical, 2019).

La semilla es horizontal, albuminosa, sólo una por clusa y ocupa todo el volumen del fruto. Su contorno es oblongo-elíptico, forma levemente navicular, con el extremo radicular angosto y el extremo cotiledonal ancho; superficie opaca, reticulada, de color amarillo-ocráceo (Weibel, L. 2014)

2.6. Producción de chía

La producción es la actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en productos. Por lo tanto, la producción es cualquier actividad que aprovecha los recursos y las materias primas para poder elaborar o fabricar bienes y servicios, que serán utilizados para satisfacer una necesidad. (Quiroa, M. 2020)

Es el resultado de la explotación de la tierra para obtener bienes, principalmente, alimentos como cereales y diversos tipos de vegetales. Es decir, la producción agrícola es el fruto de la siembra y cosecha en el campo. (Westreicher, G. 2020)

La producción de la chía en el Ecuador se reinicia a partir del año 2005 pero lamentablemente no existe ningún tipo de información exacta con respecto a la cantidad de hectáreas de chía que existen actualmente en el Ecuador. Su introducción fue impulsada por la empresa Corporación Internacional Chía S.A

llevando a cabo la explotación de la zona norte del país y la región costa central. Su producción es exportada a varios países del mundo. La mayor parte de la agricultura ecuatoriana comprende de pequeños agricultores de 0,5 a 1 ha. (Aguilar, E. 2015)

Por otra parte el mercado de origen posee limitaciones de producción agraria limitándose al cultivo de (*Salvia hispánica L*) en Santa Elena, Los Ríos e Imbabura, en la cual se producen (aproximadamente se exporta 579,1 tm), y la superficie de cultivo en el territorio ecuatoriano es de 500 hectáreas que se encuentran registradas presentando así 800-1000 kg/ha lo que ha impedido establecer la exportación de la semilla a gran escala. (Lizano, M. 2020)

2.7. Productividad de la chía

Es la relación entre los niveles de producción y los factores necesarios para ésta. En general, los productores agrícolas tienden a medir la productividad según la relación entre el rendimiento de un cultivo, expresado en toneladas u otra medida de peso, y el uso del suelo, generalmente medido en hectáreas. La productividad también puede ser medida en términos de rentabilidad, de modo que un cultivo más eficiente es aquel que logra una mayor diferencia entre inversión (cuantificable en términos de insumos, mano de obra, etcétera) e ingresos producto de la venta de la producción final. (Lospinos.et al., 2018) La productividad de la chía y varios cultivos dentro del Ecuador se ve afectada principalmente porque no cuentan con sistemas de riego y tecnificación, el rendimiento promedio de la chía en plantaciones comerciales es de 500 a 600 kg/ha. (Aguilar, E. 2015)

2.8. Rentabilidad de la chía

Es un elemento que se aplica a toda acción económica en la que se movilizan medios materiales, humanos y financieros con el fin de obtener determinados resultados. En general, la rentabilidad financiera es la medida de rendimiento que en un explícito periodo indica una posición de riesgo. Resulta conveniente, que los agricultores conozcan y dominen con mayor amplitud, las expectativas de sus cultivos a sembrar, en términos de rentabilidad y el riesgo que conlleva hacerlos. (Meraz, R. 2013)

A esta producción estimada la multiplicamos por el precio y le restamos, a ese total, los costos de producción. Para poder determinar si existe rentabilidad agrícola, se deben conocer todos los costos por lote, por hectárea y por cultivo. No todos los lotes cuentan con las mismas características y mucho menos los cultivos. Partiendo del cultivo que se quiera producir y determinando el lote, comenzaremos calculando los costos de producción. (AgroSpray, 2020)

Una vez obtenido esto, debemos estimar el rendimiento del cultivo y multiplicarlo por el precio de venta. Al tener los costos totales y un ingreso estimado por la venta del producto cosechado, podremos determinar la ganancia. Este ingreso, nos servirá para determinar la rentabilidad final del establecimiento. Para determinar la rentabilidad final, debemos calcular en porcentaje: cuánto se ha ganado en base a la inversión que se realizó. Este porcentaje nos dará una idea de la rentabilidad y si es conveniente o no realizar un cultivo. (AgroSpray, 2020)

Para el año 2015, las exportaciones ecuatorianas de producto con la partida 1207,99 que incluye a las semillas de chía, fueron de \$ 5255 millones de dólares, con los mismos tres países destino, calificados como mayores compradores/importadores, Perú, Estados Unidos y Dinamarca. Perú importó \$ 1221,5 millones de dólares, Estados Unidos importó \$ 892,08 millones de dólares y Dinamarca importó un valor de \$ 4086,42 millones. (Villota, A. 2016)

2.9.Importancia nutricional de la chía

La chía es una semilla oleaginosa que además de su alto contenido de Omega-3 presenta en su composición otros componentes de gran interés para la nutrición humana, como la fibra, las proteínas, los antioxidantes, las vitaminas y algunos minerales. (Marcania, M. 2020) La grasa omega 3 juega un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares, mejorando la función cardíaca normal. Mantenimiento de nuestro sistema nervioso, en la regulación de los procesos inflamatorios, artritis y dolor de las articulaciones. Prevención de ciertos tipos de cánceres, menor riesgo de sufrir muerte súbita, en la disminución en el progreso de la degeneración macular, en bajada de los niveles de colesterol, alergias, depresión, problemas gastrointestinales, anemia, psoriasis,

falta de memoria, y ayudan al sano desarrollo durante el embarazo y al crecimiento infantil. (Burgos, M. 2022)

2.10. Usos culinarios de la chía

Los usos autorizados de las semillas de chía incluyen las siguientes categorías de alimentos: productos de panadería, productos horneados, cereales para el desayuno, mezclas de frutas, frutos secos, semillas, zumos de frutas y bebidas de mezcla de frutas y verduras, semillas de chía pre envasadas como tales, pastas de frutas para untar, yogur, comidas esterilizadas listas para el consumo a base de granos de cereales, pseudocereales y/o legumbres también varían desde las semillas enteras hasta la harina de semillas, el mucílago de semillas y el aceite de semillas (Guaita, I. 2021)

2.11. Requerimientos edafoclimáticos

2.11.1. Suelos

La chía se desarrolla mejor en suelos areno-limosos, aunque puede crecer en los arcillo-limosos y que tengan buen drenaje. Las observaciones de campo indican que la chía crece en suelos que contienen una amplia variedad de niveles de nutrientes. (López, H. 2015)

2.11.2. Pluviosidad

Por lo regular la planta de chía requiere suelo húmedo para germinar, pero una vez que se han establecido las plántulas, se comportan bien con cantidades limitadas de agua, aunque pueden crecer con un amplio rango de precipitaciones, puede cultivarse en seco con sólo 400 mm de lluvia, o con lluvias de hasta 1100 mm. (Vega, C. & Erreyes, A. 2021)

2.11.3. Heliofania

Las plantas de chía crecen mejor a pleno sol, son muy tolerantes al calor, incluso en los días más calurosos del verano. (Jardín mágico, 2019) Es una planta de día corto y sensible al fotoperiodo, presenta respuesta favorable a floración en días

cortos el periodo de crecimiento se ve afectado por la latitud en la que se desarrolle, por lo cual el ciclo de cultivo varia de 90 a 150 días. (Xingú, A., González, A., Cruz, E. D., Orozco, G., & Arriaga, M. R. 2017)

2.11.4. Temperatura

Requiere abundante sol y no fructifica en la sombra. Las temperaturas ideales están entre los 20 a 30 °C con climas tropicales o sub tropicales. Las bajas temperaturas pueden afectar su crecimiento y desarrollo de las flores (Sánchez, F. & Vega, A. 2015)

2.11.5. Humedad relativa

Requiere una humedad relativa entre 40 y 70%. (Pizarro, L. 2014)

2.11.6. pH

Como la mayoría de las salvias, es tolerante respecto a la acidez y a la sequía, teniendo un pH optimo entre 6,5 a 7,5. (Flores, C. 2017)

2.12. Ciclo vegetal de la chía

2.12.1. Germinación

La facultad germinativa de la chía se mantiene durante un periodo de cinco años, aunque prácticamente de la utilización no debe pasar los dos años, ya que, a medida que pasa el tiempo, disminuye la capacidad de germinación. (Huarhuachi, H. & Mayo, M. 2017)

2.12.2. Ramificación

La ramificación en el cultivo de la chía empieza a los 25 o 30 días, dependiendo de la altura en que se encuentre sembrada. (Huarhuachi, H. & Mayo, M. 2017)

2.12.3. Espigado y floración

Las primeras espigas se hacen a los 60 días y junto a ellas las primeras inflorescencias. (Sánchez, F. & Vega, A. 2015)

Aparecen las primeras espigas alrededor de los 60 días, junto a estas espigas brotan las inflorescencias. (Albrecht, A. 2019)

2.12.4. Maduración

La maduración se hace presente a los 106 días, lo cual demuestra su color característico café en las espigas. (Huarhuachi, H. & Mayo, M. 2017) Cuando la inflorescencia presenta un 80% de color amarillento. Si se dejan madurar demasiado las semillas se caen y disminuye el rendimiento del cultivo. (Sánchez, F. & Vega, A. 2015)

2.13. Manejo agronómico del cultivo de chía

2.13.1. Preparación del terreno

Se aplica herbicida post emergente (glifosato), antes de la siembra. Se recomienda aplicar 4 litros de glifosato por manzana entre las 8 am a 1 pm, regulando el pH del agua con ácido cítricos o reguladores comerciales. Si la cobertura vegetal o rastrojo es mayor del 80% en el suelo es recomendable hacer labores de limpieza del terreno con ayuda de azadillas. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural , 2013) Debido a los requerimientos edáficos por el cultivo, en suelos duros se requiere el paso de arado profundo un mes antes de la siembra (para eliminar malezas y romper el pie de arado), para posteriormente pasar una rastra y dejar uniforme la superficie del suelo (asegurar una buena germinación) y en caso de quedar terrones mullir el suelo y dejarlo suelto con una buena infiltración, para evitar encharcamientos. (Pizarro, L. 2014)

2.13.2. Desinfección de semillas

Se realiza con una aplicación de malathion en polvo usando 100 gr/10kg de semilla de chía. (Pizarro, L. 2014)

2.13.3. Siembra a chorro continuo o mecanizado

Se hace con semilla en banda a una distancia de 50 a 60 m. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural , 2013) La siembra se lo realiza con máquinas de

chorro fino es decir chorro continuo en hilera, a distancia de 0,60 m a una profundidad de 3 cm. (Gutiérrez, N. 2014)

2.13.4. Profundidad de siembra

La profundidad de siembra no debe superar los 5 mm, pues las semillas tienen un tamaño de 2 a 3 milímetros. (Cultivos Alternativos, 2013)

2.13.5. Época de siembra

Si la siembra se adelanta a los meses de diciembre y enero, el crecimiento de las plantas puede llegar a 1 m – 1,70 m de altura. En cambio, si se siembra en los meses de febrero, marzo, la altura llegar a 0,70 m a 0,90 m. En base a sus características genéticas (origen de las semillas), la altura promedio de la planta varía entre 0,80 m a 1,90 m. (Almedariz, P. 2012)

En Ecuador en los valles de la provincia de Imbabura se siembra en marzo y abril, y en el Cantón Montalvo de la provincia de los Ríos en junio/julio la siembra se realiza al voleo, calculando una densidad de 40 plantas por 1 m², esta actividad se realiza después de una lluvia o después de humedecer el suelo, con el fin de ayudar a la germinación. Para lograr una buena distribución de semillas se recomienda la utilización de un material de relleno, como ceniza, cal o semillas sin despolver. (Vega, C. & Erreyes, A. 2021)

Si la siembra se adelanta a los meses de diciembre y enero, el crecimiento de las plantas puede llegar a 1,70 o 2,00 m de altura. En cambio, si se siembra en los meses de febrero, marzo o abril, la altura llega a 1,00 m. (Carrera, C. 2017)

2.13.6. Densidad de siembra

La densidad en ecología se refiere al número de individuos de una especie que existe por unidad de área, En el caso de la agricultura nos referimos al número de individuos que fueron sembrados por unidad de área este número se diferencia de la población de plantas por hectáreas la cual se refiere al número de plantas que existe de determinado cultivo en un momento dado. (Hernández, F. 2022)

El distanciamiento al momento de la siembra en los cultivos se da en función a la estatura del biotipo de cada especie de plantas, se toma en consideración la altitud de la zona donde se maneja el cultivo, los factores de clima son determinantes y la competencia de nutrientes, competencia de espacio, etc., con las malezas, de esta forma el cultivo pueda desarrollarse en óptimas condiciones, por ende el distanciamiento es el principal componente de la técnica de siembra en el cultivo de chíá. (Inciso, J. 2019)

En Chile, según antecedentes relevantes del cultivo de otros países, consideran para su establecimiento dosis de siembra de 3 a 8 kg/ha (promedio de 6 kg/ha) y siembra directa en hileras a 0,7- 0,8 m de distancia (ideal 0,6 m), a chorro continuo una densidad de siembra promedio de 400000 a 600000 plantas/ha, a un distanciamiento entre hileras de 60 a 80 cm con 25 a 30 semillas por metro lineal. (Almendáriz, P. 2012) En Ecuador la densidad de siembra en pequeñas zonas de cultivo pertenecientes a pequeños agricultores de las regiones de la sierra, está entre 600000 a 650000 plantas de chíá por hectárea sembradas de forma agroecológica en cambio para grandes productores, la densidad es mayor con 750000 a 800000 plantas por hectárea. Las distancias de siembra son de 0,50 cm entre hileras en suelos de media a baja fertilidad para pequeñas zonas de cultivo, y de 0,45 cm entre hileras para grandes extensiones de cultivo. (Villota, J. 2016)

La cantidad de semilla por ha varía sobre todo en función de la naturaleza del terreno, utilizando entre 8 a 10 kg/ha. (Gutiérrez, N. 2014) La siembra se debe hacer "a chorrillo". En un metro lineal deben distribuirse de 20 a 25 semillas; y entre hileras, hay que dejar una distancia de 40 m para una hectárea serían suficientes 2,5 kg de semillas. Pero como se está en una etapa de conocimiento y experimentación de la especie y por sobretodo no existen semillas certificadas, hoy día, se emplean 3 a 3,5 kg de semillas por ha. (Cultivos Alternativos, 2013)

2.13.7. Raleo y aporque

Bajo el sistema al chorro, donde se recomienda colocar de 20 a 25 semillas en un metro lineal, el primer deshierbe mecánico debe hacerse a las 2 o 3 semanas después de la germinación, inmediatamente después se realiza el raleo, cuando las plantitas

tienen de 5 a 10 cm de altura, se dejan una o dos plantas por sitio, cada 25 a 35 cm. De esta manera se asegura una densidad de 130000 plantas por hectárea, una semana después de efectuado el raleo, se hace el segundo deshierbe, utilizando un implemento con escardillos y surcadores que también realizan el aporque, esto evita que el viento tumbe las plantas. (Perez, G. 2018)

2.13.8. Riego

Las plantas de chíá son muy tolerantes a la sequía, se benefician de un riego regular hasta que se establecen, pero después pueden necesitar poco o ningún riesgo adicional, ya que tienden a adaptarse a todo tipo de condiciones (Jardín májico, 2019)

2.13.9. Control de malezas

Control de malezas en etapa de pre siembra: se aplica herbicida post emergente (glifosato), antes de la siembra. Para que la semilla tenga contacto con la humedad del suelo y evitar hospederos o plagas del suelo como: babosas (*Créate a website*), gusano alambre (*Agriotes sp*) gallina ciega (*Phyllophaga sp*) y hormigas. (Miranda, F. 2015)

Es importante mantener el cultivo limpio sobre todo en el período crítico que son los primeros 30 días, ya que su crecimiento es lento, el rendimiento puede ser afectado hasta un 50%. Los métodos para el control de malezas en chíá son: manual 15 días de nacido a través de una herramienta como machete o azadón. Realizar una segunda limpieza a los 40 días después de siembra. Químico a través de herbicidas como última opción un día después de la siembra aplicar un herbicida. Se recomienda el uso de productos con banda verde que son de menor riesgo para el medio ambiente y la salud humana. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Intanicaraguense, 2018)

2.13.10. Fertilización

Es importante que los productores conozcan la fertilidad de sus suelos para realizar un buen plan de fertilización en sus cultivos. La fertilización para 0,70 ha se realiza

de la siguiente manera al momento de la siembra aplicar 2 quintales de 10-30-10. A los 30 días después de la siembra aplicar dos quintales de urea fraccionado a los 30 y 60 días después de la siembra. Se recomiendan dos aplicaciones de fertilizantes foliares a base de boro y zinc a los 45 y 60 días después de la siembra. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Intanicaraguense. 2018)

Actualmente no son conocidos los requerimientos de macro y micronutrientes que la planta de chía demanda a lo largo de su ciclo de vida. A pesar de lo anterior, productores del noroeste de Argentina aplican 15 a 45 kg de nitrógeno y 37 kg de fósforo. Productores de México utilizan principalmente nitrógeno, en dosis de 68 kg por hectárea. En estudios realizados en Asunción la necesidad nutricional se detalla de la siguiente manera: materia orgánica 1,5% pH 6,5-7,0 fosforo 21 ppm, potasio 0,12-0,3 kg calcio de 2,51 a 6 kg magnesio 0,4 a 0,8 kg sodio 0,12-0,3 kg aluminio 0,4-0,9 kg. (Flores, C. 2017)

2.14. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. (Información Técnica Agrícola, Infoagro. 2022)

El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, debido a que ayudan al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. Además, promueven el crecimiento de microorganismos que ayudan a mejorar la fertilidad del suelo, disminuyen el uso de los fertilizantes químicos y disminuyen el impacto ambiental negativo. (Aguñaga, A. et al 2020)

2.14.1. Los beneficios de los abonos orgánicos en la agricultura

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch,

mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica. (Ramos, D. & Terry, E. 2014)

Mejora de las características del suelo: tanto los nutrientes que contiene, como su acidez y capacidad de retención de agua. El abono orgánico ayuda a recuperar suelos muy explotados, e incluso a largo plazo sus efectos son más que notorios. Resistencia a enfermedades y plagas: al fortalecerse los organismos microscópicos del suelo con el aporte de nutrientes, hacemos el suelo, y por tanto también las plantas, más resistentes al ataque de muchas plagas. (Acosta, B. 2019)

2.14.2. Valor nutrimental de los abonos orgánicos

El contenido nutrimental de los abonos orgánicos, así como de su contenido de materia orgánica, es muy variable, ya que depende de diversos factores, por ejemplo un estiércol de bovino depende de la especie que lo produce, edad de los animales, su eficiencia digestiva, tipo de alimentación que recibe y el manejo al que ha sido sometido el estiércol desde su recolección, maduración y almacenamiento, de igual manera el contenido nutrimental de un residuo de cultivo dependerá del potencial de rendimiento que se alcanzó con el cultivo, calidad de nutrición que recibió, eficiencia en su uso e incorporación, etc. (Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura, Intagri S.C. 2016)

2.14.3. Ventajas de aplicar materia orgánica compostada al suelo

Los criterios que se utilizan para definir la calidad de un producto orgánico están determinados por el uso que se le dé y el objetivo que se busque con el mismo. Es fuente importante de micronutrientes, ayuda a la estabilización de la acidez del suelo, actúa como quelatante de micronutrientes previniendo su lixiviación y evita la toxicidad de los mismos, regula los fenómenos de absorción especialmente la inactivación de plaguicidas, mejora la capacidad de intercambio del suelo disminuye la densidad aparente aumenta la capacidad del suelo para retener agua. (González, O. 2017)

Los fertilizantes orgánicos disminuyen la posibilidad de contaminar corrientes de agua subterráneas con compuestos azufrados o nitrogenados. Con los fertilizantes orgánicos favorecemos la actividad de los organismos beneficiosos para nuestros cultivos, microorganismos descomponedores (hongos y bacterias). Tanto hongos como bacterias permitirán la liberación lenta de los nutrientes presentes en el fertilizante y su absorción por las plantas. (Suministros agrícolas, 2018)

2.14.4. Tipos de abonos orgánicos

- **Compost**

El compost es el más básico de los abonos orgánicos y también uno de los más utilizados por lo fácil que resulta obtenerlo. Para preparar compost sólo se necesitan residuos vegetales y un lugar en que fermentarlos durante de 3 a 5 meses. (Acosta, B. 2019)

- **Gallinaza**

Excremento fermentado de gallina, con un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. (Contexto ganadero, 2019)

- **Humus de lombriz**

También conocido como vermicompost, se obtiene de un proceso denominado vermicompostaje, en el cual las lombrices digieren material orgánico, descomponiéndolo gracias a la acción de sus enzimas digestivas y de la microflora presente en su organismo. (Vermiduro, 2021)

- **Cenizas de madera**

Esta ceniza es una fuente de minerales importantes como el potasio, el calcio o el carbonato u óxido de magnesio. Dichos nutrientes naturales se han utilizado en la agricultura para neutralizar los ácidos del suelo y proteger los cultivos. (Echeverri, D. 2020)

- **Estiércol**

El estiércol es un fertilizante orgánico excelente debido a su alto contenido en nitrógeno y materia orgánica y que desde la antigüedad se ha utilizado para aprovechar los residuos del ganado y, también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas. (El mundo, 2020)

- **Bokashi o bocashi**

El bocashi, es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición de residuos vegetales y animales en presencia de aire, donde se emplean ciertos materiales que permiten acelerar el proceso. (Portal Frutícola. 2020)

2.15. Abonos orgánicos en estudio

2.15.1. Gallinaza

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo. (Lozada, J. 2013)

Abono orgánico formado naturalmente por la mezcla de los desechos generados por las aves como estiércol, orina con la viruta de madera y la cascarilla de arroz, el cual cambia sus características. No se la puede aplicar en estado fresco, por el contenido de amoníaco debido a la descomposición, el cual es nocivo y puede producir la muerte de las plantas. La gallinaza forma un abono económico compuesto por nutrientes como P, N y K. utilizado como fertilizante. (Tipan, T. 2017)

La gallinaza y la pollinaza, son productos distintos, la gallinaza son excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. (Zucami Poultry Equipment, 2021)

2.15.2. Cantidad y calidad de la gallinaza

La calidad de la gallinaza se la puede determinar según el tipo de alimento, edad de las aves, alimento desperdiciado, plumas, temperatura ambiente y la ventilación del galpón, así mismo el tiempo de permanencia en el galpón es importante. La gallinaza es una fuente de N, P y K. (Tipan, T. 217)

La cantidad de gallinaza producida por un grupo de gallinas depende de varias cosas. Entre ellas, la modalidad de cría, el manejo del estiércol, la edad del ave, el tipo de alimento y de cama. El tipo de alimento y la forma de alimentar también tiene su influencia. Si se produce mucho desperdicio de alimento, es decir, que el sistema de alimentación permite que las gallinas derrochen el alimento por el suelo, este pasará a formar parte de la gallinaza, enriqueciéndola en nitrógeno, normalmente. (Mundo Huerto, 2016)

Como referencia, se ha demostrado según distintos estudios que en promedio, las aves producen de 120-140g de heces diarias, que contienen el 75 % de agua. (Zucami Poultry Equipment, 2021)

2.15.3. Aporte nutrimental de la gallinaza

La gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo. (Intagri S.C. 2015)

La gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor aporte nutrimental, esto la hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues tan solo en tres semanas el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75 % aproximadamente, en el siguiente cuadro puede observarse un ejemplo. (Intagri S.C. 2015)

Cuadro N° 1. Contenido nutrimental del estiércol comparado con la gallinaza

| Contenido nutrimental del estiércol comparado con la gallinaza | | |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Nutrientes | Estiércol kg/ton | Gallinaza kg/ton |
| Nitrógeno | 14,2 | 34,7 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 14,6 | 30,8 |
| Potasio (K ₂ O) | 34,1 | 20,9 |
| Calcio | 36,8 | 61,2 |
| Magnesio | 7,1 | 8,3 |
| Sodio | 5,1 | 6,6 |
| Sales solubles | 50 | 56 |
| Materia orgánica | 510 | 700 |

Fuente: Castellanos, 1980

2.15.4. Manejo de la gallinaza

El manejo de la gallinaza varía de acuerdo a las posibilidades de las granjas y su ubicación, entonces el deshidratado es uno de esos procedimientos, que se puede llevar a cabo en zonas secas y cálidas, pero si no es zona desértica, debe deshidratarse bajo techo y eso lleva mucho tiempo, o bien utilizando fuentes calóricas para el fin, pero elevamos los costos. (El sitio Avícola, 2016)

2.15.5. Formas de presentación de la gallinaza

La gallinaza se presenta en forma de Eco Abonaza es un abono compostado, obtenido de la mineralización de diferentes residuos vegetales y animales de granjas certificadas, el cual se convierte en un producto libre de patógenos, con alto contenido de materia orgánica y nutrientes. Para la aplicación del Eco Abonaza se recomienda su aplicación en la preparación del suelo antes de pasar la última rastra con la finalidad de incorporarlo en el suelo. Se recomienda aplicar al inicio y final del invierno, si cuenta con riego se puede aplicar Eco Abonaza durante todo el año viene en sacos de 23 kg y 46 kg distribuido principalmente por PRONACA. (MegagroStore, 2020)

Cuadro N° 2. Composición de la Eco Abonaza

| Elementos | Porcentaje |
|--|---------------|
| Materia Orgánica (M.O) | 70 - 73% |
| Nitrógeno (N) | 2.9 – 3,5% |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 1,46 – 1,86% |
| Potasio (K ₂ O) | 2,83 – 3,47% |
| Calcio (CaO) | 2,70 – 2,78% |
| Magnesio (MgO) | 0,62 – 0,71% |
| Azufre (S) | 0,47 – 0,69% |
| Boro (B) | 250 - 340 ppm |
| Zinc (Zn) | 433 - 553 ppm |
| Cobre (Cu) | 405 - 530 ppm |
| Manganeso (Mn) | 532 - 639 ppm |

Fuente: Obtenido de (León, O. 2019)

2.15.6. Dosis de gallinaza recomendada para el cultivo

La cantidad que debe aplicarse es de 7,50 a 25 tm/ha. Sin quedar en contacto directo con las plantas hortícola, porque son sensibles. (Mamani, Y. 2017)

Regularmente, sólo se necesitan 600 g o 700 g de gallinaza por metro cuadrado para conseguir óptimos resultados. Sin embargo, el suelo muestra signos de empobrecimiento, es posible que se necesite aplicar hasta 1 kg de gallinaza por cada metro cuadrado. (Para que sirve, 2021)

2.15.7. Humus

Dentro de los fertilizantes naturales más potentes y efectivos, el humus de lombriz figura entre los mejores por sus grandes beneficios, tanto a nivel de los cultivos y el suelo como del ecosistema en general. Se trata de un fertilizante 100 % orgánico, ecológico, cuyas principales ventajas de incorporarlo se revisan en esta ocasión, así como algunas recomendaciones de integración. (Software Agrícola Mexicano, Agroware, 2016)

El humus de lombriz, se conoce también con el nombre de vermicompost y el mismo se obtiene de un procedimiento llamado vermicompostaje, es un proceso en el cual las lombrices asimilan material orgánico y lo descomponen gracias a la acción de sus enzimas digestivas y gracias a la microflora que se encuentra presente en su organismo, este se convierte en un abono natural. (Saavedra, I. 2021)

Se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos. En consecuencia, se encuentra químicamente estabilizada como coloide, es decir el que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Esto puede ocurrir en forma natural a través de los años o en horas, tiempo que demora la lombriz en "digerir" lo que come. El humus de lombriz, además de ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físico-químicas del suelo, es de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro. (Boletín agrario.com. 2022)

2.15.8. Características del humus

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). (Infoagro, 2017)

Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas) debido a su capacidad de absorción. El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas. La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro. (Estrucpan, 2019)

2.15.9. Beneficios del humus de lombriz

El humus de lombriz es uno de los mejores sustratos indicados para el cultivo de hortalizas, aromáticas y frutales que podemos utilizar. Algunos de sus innumerables beneficios son los siguientes: facilita el desarrollo de la planta y la absorción de potasio, magnesio, fósforo, calcio y demás, a causa de su alta carga microbiana, muy recomendado para trasplantar, pues previene enfermedades y evita heridas y facilita el enraizamiento, también evita la deshidratación, potencia la actividad biológica beneficiosa del suelo, aumenta la fertilidad y la materia orgánica del suelo, se puede utilizar en semillero como sustrato, contribuye para la regulación del pH del suelo, no produce toxicidad. (Gosálbez, C. 2021)

El vermicompostaje tiene beneficios significativos para sus usuarios ya que contribuye a reciclar restos de frutas, verduras y materias orgánicas que se producen. (Valpo Interviene, 2016)

Entre los beneficios del humus de lombriz encontramos una mejora la porosidad (mejorando la aireación y drenaje), mejor cohesión de suelos arenosos dando soltura a los arcillosos, y aumento de la capacidad de retención de agua y reducción de la erosión, además biológicamente estimula la bioactividad de los microorganismos benéficos y mejora la solubilización de compuestos minerales por la liberación de CO₂ y aporta reguladores de crecimiento vegetal. (Agroautentico.com, 2016)

2.15.10. Composición química del humus

El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%). (Infoagro, 2017)

Cuadro N° 3. Composición del humus de lombriz

| Nutrientes | Porcentaje | Nutrientes | Porcentaje |
|------------------|------------|------------------|------------|
| Humedad | 30-60% | Carbono orgánico | 14-30% |
| pH | 6,8-7,2 | Ácidos fúlvicos | 14-30% |
| Nitrógeno | 1-2,6% | Ácidos húmicos | 2,8-5,8% |
| Fósforo | 2-8% | Sodio | 0,02% |
| Potasio | 1-2,5% | Cobre | 0,05% |
| Calcio | 2-8% | Hierro | 0,02% |
| Magnesio | 1-2,5% | Manganeso | 0,006% |
| Materia orgánica | 30-70% | Relación C/N | 10-11% |

Fuente. (Infoagro, 2017)

2.15.11. Dosis del humus en los cultivos

A continuación le presentamos un listado con las dosificaciones mínimas recomendadas para los diferentes usos. Es importante mencionar que no existe el exceso de dosis en el humus, como ocurre con otro tipo de fertilizantes (estiércoles, mantillos, químicos, etc). (Lombrimadrid, 2021)

Cuadro N° 4. Dosificaciones del humus

| Tipo de planta | Cantidad | Frecuencia |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Praderas | 800g/m ² | 1 vez durante la temporada |
| Césped | 500 g - 1kg/m ² | 1 vez durante la temporada |
| Hortícolas | 1kg/m ² | 1 vez durante la temporada |
| Semilleros | 20% del sustrato | 1 vez durante la temporada |
| Abonado de fondo | 8-10kg/m ² | 1 vez durante la temporada |
| Trasplante | 0,5kg - 2kg/árbol | 1 vez durante la temporada |
| Ornamentales | 150 g/planta | 1 vez durante la temporada |
| Rosales y leñosas | 0,5 g – 1 kg/m ² | 1 vez durante la temporada |
| Recuperación de terrenos | 4000 kg/ha | 1 vez durante la temporada |
| Árboles frutales | 2 kg/árbol | 1 vez durante la temporada |

Fuente. (Lombrimadrid, 2021)

El uso y la dosis del humus de lombriz dentro de la agricultura van a definir los resultados. Además, el humus no está contraindicado en ningún cultivo y no existe una sobredosificación que cause males o consecuencias negativas. (Humus de lombriz.net. 2021)

Cuadro N° 5. Dosis recomendada para algunos cultivos

| Cultivos | Dosis |
|--------------------------|---|
| Hortícolas | Es recomendable aumentar la dosis en hortícolas solanáceas. A toda tierra 1 kg/m ² En hileras 1 a 3 kg/m lineal Abonado de superficie 1000 a 3000 kg/ha |
| Cereales | Abonado de superficie 1000 a 1500 kg/ha |
| Frutales | Adultos de 3 a 6 kg/cada árbol Plantaciones nuevas 1 a 2 kg/cada árbol Trasplantes 1 a 2 kg/árbol Abonado de superficie 2000 a 4000 kg /ha |
| Recuperación de terrenos | 1500 a 2500 kg/ha |
| Plantaciones forestales | Trasplantes 150 a 1000 g/árbol |
| Césped | Siembra 400 a 600 g/m ² con mantenimiento de 100 a 200 g por año, en repartición cada 6 meses. Tepes 150 a 250 g/m ² |
| Praderas | Abonado de superficie: 1000 a 3000 kg / ha |
| Ornamentales | Árboles ornamentales 2 a 3 kg/árbol y año Setos, arbustos y matorrales 1 a 2 kg/planta y año repartidas en 2 aplicaciones (primavera y otoño) |
| Flores | Rosales, claveles, geranios y flores 400 a 500 g/m ² con mantenimiento de 100 a 200 g/m ² |
| Jardineras o macetas | Flores y plantas 50 a 150 g/planta y mes |

Fuente. (Humusdelombriz.net. 2021)

2.16. Plagas y enfermedades

2.16.1. Plagas

- **Gallina ciega (*Phyllophaga sp*)**

La gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), también conocida como “mayate de mayo”, es una plaga que ocasiona daños considerables a diversos cultivos y en muchos casos pérdida total de la producción. Las larvas bien desarrolladas destruyen todo el sistema de raíces de la planta en el transcurso de unos cuantos días, por lo que su control depende generalmente de productos químicos. Ante el problema del uso excesivo de productos químicos para el control de gallina ciega, resulta necesario llevar a cabo un manejo integrado, donde se logre eliminar o mantener el daño causado por debajo del umbral económico. (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura, Intagri.S.C. 2016)

El control convencional se hace con insecticidas organofosforados (se derivan del fósforo y tienen alto efecto tóxico en humanos, animales e insectos benéficos, como las abejas) e insecticidas piretroides (pesticidas sintéticos que en altas cantidades o por exposiciones prolongadas afectan el sistema nervioso y el cerebro de los humanos y reducen la fertilidad de los animales). (Gallardo, A. 2019)

En el control biológico se puede emplear hongos entomopatógenos y bacterias para controlar las larvas de gallina ciega. Estos son *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus popilliae* y *Heterorhabditis bacteriophora*, respectivamente. Dentro del control cultural se puede realizar un rastreo de suelo o barbecho para exponer las larvas de gallina ciega a los rayos solares. También estarán expuestas al ataque de aves. (Portillo, G. 2018)

- **Gusano peludo (*Estigmene acrea*)**

No es una plaga muy peligrosa, sin embargo, puede dejar daños parciales en las hojas. Se recomienda aplicar un insecticida por todo el terreno antes de empezar con la siembra, y hacer revisiones periódicas a la plantación. (Paredes, A. 2019) Algunos de los ingredientes activos en el mercado que controlan esta plaga son la

azadiractina, cipermetrina, esfenvalerato, metomilo, metamidofos, el escarabajo de la especie *Collops femoratus* se alimenta de los huevecillos de este lepidóptero. El coccinélido de nombre *Coleomegilla maculata* también se alimenta de los huevecillos de *Estigmene acraea* siendo un buen agente de control biológico. (Agroproductores, 2019)

- **Langosta (*Spodoptera frugiperda*)**

El gusano cogollero selecciona hojas y brotes tiernos, especialmente de los cogollos para alimentarse, convirtiéndose en un masticador del tejido vegetal. En estado de plántulas puede causar la defoliación completa y además dañar el meristemo apical en desarrollo. (Agricultura sostenible en América Latina, CropLife. 2020)

Control: entre las sustancias químicas más utilizadas están los compuestos fosforados, carbamatos y piretroides, y en la solución se recomienda la adición de un coadyuvante de tipo surfactante, por ejemplo los siliconados, que son de mucha utilidad para lograr que la gota escurra hacia el cogollo. También, en el momento de la aplicación se debe hacer un muestreo representativo y revisar si la aspersion llega al objetivo, ya que la calidad de la aplicación se encuentra íntimamente relacionada con el control de la plaga. (Intagri.S.C. 2015)

2.16.2. Enfermedades principales

- **Hongos**

En zonas mayores a los 1000 msnm se han observado manchas foliares en las primeras hojas aparentando chamuscados en los bordes de las hojas y manchas oscuras en los vértices causado por el hongo (*Cercospora sp*), para su control se recomienda el uso de fungicidas de acción preventiva. (Caceres, F. 2017)

Control químico el tratamiento químico podría presentarse como una alternativa viable y económica, existen en el mercado varios fungicidas con diferentes presentaciones y formulaciones destinados al tratamiento de semillas tales como los ditiocarbamatos, triazoles y carboxamidas, cuya eficiencia en el control de estos patógenos ya fue ampliamente estudiada en otros cultivos, en cuanto a la chía

debido a la sustancia mucilaginosa secretada por las semillas en contacto con el agua, los fungicidas en la presentación de polvo seco son los más recomendados. (ABC Rural, 2019)

- **Bacterias**

En zonas menores a los 1000 msnm los productores han reportado manchas foliares en forma de concéntricas en las primeras y últimas hojas causando afectación en el área foliar porque las manchas se tornan café oscuras causando necrosis y caída de las hojas. Se recomienda realizar aplicaciones de bactericidas cúpricos de forma preventiva asperjada en toda la planta. (Caceres, F. 2017)

2.17. Cosecha

Desde la siembra hasta la cosecha son de 120 a 130 días el indicador de cosecha del cultivo de chíá, es cuando del 80% del follaje de cada planta presenta pérdida de color ornándose color oscuro dando la apariencia de sequedad o muerte, en este momento se debe cortar a ras del suelo la planta formando pequeños moños sobre los surcos para terminar su secado. (Gutiérrez, N. 2014)

El corte de plantas se inicia alrededor de los cuatro meses de la siembra, de acuerdo al estado de madurez de las mismas. No conviene excederse mucho de este tiempo, porque si se dejan más tiempo, las semillas maduras se caen al suelo. Como la cosecha es intensiva y en pequeñas superficies, se realiza en forma manual con machete. Conviene hacer el corte de mañana hasta las 9:00 horas, porque con el golpe se caen las semillas, lo cual disminuye el rendimiento del cultivo. En cada ramillete hay varias cápsulas, cada una de las cuales contiene de tres a cuatro semillas, lo que equivaldría a un peso de 3 g a 4 g por cápsula. (Carrera, C. 2017)

2.18. Trilla

Para evitar pérdidas de pos cosecha se recomienda utilizar plástico negro para proteger de las lluvias los moños de plantas de chíá, una vez secada la planta se realiza el aporreo con ayuda de palos cortos se golpea cada uno sobre una carpa de

plástico, se recomienda realizar el despolvado con ayuda de abanicos y cedazo fino de 2x2 m². (Gutiérrez, N. 2014)

2.19. Secado y almacenamiento

Durante el día el plástico se abre para que las espigas sequen con el sol y durante la noche se tapa con el plástico para protegerlas de la humedad. Se necesitan al menos cuatro horas de sol durante el día y cuatro días de secado para que la espiga de chía esté lista para su apogeo o desgrane. El almacenamiento de la semilla es otro aspecto importante en la cosecha de la chía puesto es muy susceptible a la humedad por sus propiedades solubles, debe almacenarse en lugares secos y ventilados separados de la pared y el piso. (Montalvo, M. 2016)

CAPÍTULO III

3.1. MARCO METODOLÓGICO

3.2. Materiales

3.2.1. Localización de la investigación

La presente investigación se desarrolló en:

| | |
|-----------|---------------|
| País | Ecuador |
| Provincia | Bolívar |
| Cantón | Guaranda |
| Parroquia | Veintimilla |
| Sector | Laguacoto III |

3.2.2. Situación geográfica y climática

| | |
|----------------------------------|-------------------|
| Altitud: | 2608 msnm |
| Latitud: | 01°36'51,63''S |
| Longitud: | 78°59'54,49''W |
| Temperatura máxima: | 21°C |
| Temperatura mínima: | 7°C |
| Temperatura media: | 14,4°C |
| Heliofania: | 900 horas/luz/año |
| Pluviometría promedio anual: | 710 ml |
| Humedad relativa promedio anual: | 70% |
| Dirección del viento: | Norte Este |
| Velocidad promedio del viento: | 6 m/s |
| Textura del suelo: | Franco arcilloso |

Fuente: (Aguiar, F., & Chavez, J. 2020)

3.2.3. Zona de vida

El ensayo se desarrolló en la zona de vida montano bajo o templado, (Holdridge, 1979).

3.2.4. Material experimental

- Semillas de chía (*Salvia hispánica L*)
- Abonos orgánicos

3.2.5. Materiales de campo

- Piola
- Flexómetro
- Palas
- Azadones
- Rastrillo
- Saquillos
- Equipo de bioseguridad
- Estacas
- Cinta métrica
- Bomba de mochila
- Libreta de campo
- Letreros
- Balanza
- Determinador de humedad
- Pala
- Semillas
- Baldes
- Cal
- Manguera
- Lote de terreno

3.2.6. Materiales de oficina

- Regla
- Calculadora
- Esferos
- Computadora
- Carpeta
- Papel boom
- Internet
- Software informático
- Impresora
- Lápiz
- Libro de campo
- Borrador
- Cámara digital
- Flash memory

3.3. Métodos

3.3.1. Factores en estudio

Factor A: Distancias de siembra según el siguiente detalle

- A1: 0,40 m entre surco y a chorro continuo (10kg/ha)

- A2: 0,60 m entre surco y a chorro continuo (8kg/ha)
- A3: 0,80 m entre surco y a chorro continuo (6kg/ha)

Factor B: Abono orgánico, con dos tipos

- B1: Gallinaza 10 tm/ha.
- B2: Humus 10 tm/ha.
- B3: Sin abonadura

3.3.2. Tratamientos

Para la presente investigación se consideró un tratamiento a cada una de la combinación entre los factores AxB (3x3).

| Tratamiento | Código | Detalle |
|--------------------|---------------|------------------------|
| T1 | A1B1 | 0,40 m + gallinaza |
| T2 | A1B2 | 0,40 m + humus |
| T3 | A1B3 | 0,40 m + sin abonadura |
| T4 | A2B1 | 0,60 m + gallinaza |
| T5 | A2B2 | 0,60 m + humus |
| T6 | A2B3 | 0,60 m + sin abonadura |
| T7 | A3B1 | 0,80 m + gallinaza |
| T8 | A3B2 | 0,80 m + humus |
| T9 | A3B3 | 0,80 m + sin abonadura |

3.3.3. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se aplicó, un diseño de "Bloques completos al azar" (DBCA), en arreglo factorial 3x3x3.

3.3.4. Procedimiento

| | |
|---|---|
| Número de localidades | 1 |
| Número de tratamientos | 9 |
| Número de repeticiones | 3 |
| Número de unidades experimentales | 27 |
| Número de surcos por parcela distancia 0,40 m | 11 |
| Número de surcos por parcela distancia 0,60 m | 7 |
| Número de surcos por parcela distancia 0,80 m | 6 |
| Distancia entre surcos | 0,40 m; 0,60 m; 0,80m |
| Ancho de la parcela | 4 m |
| Largo de la parcela | 4 m |
| Separación entre parcelas | 0,5 m |
| Área total de la parcela | 4 m x 4 m = 16 m ² |
| Área neta de la parcela | 3 m x 3,20 m = 9,6 m ² 3 m x 2,80 m = 8,4 m ² 3 m x 2,40 m = 7,2 m ² |
| Área total de la parcela neta | 226,8 m ² |
| Área total del ensayo con caminos | 615m ² |

3.3.5. Tipo de Análisis

- Análisis de varianza (ADEVA) sencillo al 5% según el siguiente detalle:

| Fuentes de variación | Grados de libertad | CME* |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Bloques (r-1) | 2 | $f^2 + 3f^2$ bloques |
| Factor A (a -1) | 2 | $f^2 + 9f^2$ A |
| Factor B (b – 1) | 2 | $f^2 + 9\theta^2$ B |
| Factor A x B (a-1) (b-1) | 4 | $f^2 + 3\theta^2$ AxB |
| Error Experimental ((t-1) (r-1) | 16 | f^2 e |
| Total (txr)-1 | 26 | |

- Cuadrados medios esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador
- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios entre tratamientos, FA, FB, y AxB.
- Análisis de correlación y regresión.
- Análisis económico de la relación beneficio/costo.

3.4. Métodos de evaluación y datos tomados

3.4.1. Días a la emergencia en el campo (DEC)

Esta variable se registró contando los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando se visualizó que un 50% de las plántulas de cada unidad experimental se encontraron emergidas.

3.4.2. Altura de la planta (AP)

Con la ayuda de un flexómetro en centímetros se tomó la altura de la planta a los 45 y 90 días después de la siembra, en 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento, desde la base de la planta hasta el ápice terminal de la misma.

3.4.3. Número de ramas por planta (NRP)

Se evaluó por conteo directo, el número de ramas presentes en 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental, a los 60 y 90 días después de la siembra, sus resultados fueron expresados en números enteros.

3.4.4. Longitud de ramas (LR)

Variable que fue evaluada con la ayuda de un flexómetro en cm, desde la base de inserción con el tallo hasta el ápice terminal a los 60 y 90 días después de la siembra, en 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

3.4.5. Días a la floración (DF)

Fue evaluada por conteo directo, registrando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de cada tratamiento presentaron inflorescencias claramente formadas.

3.4.6. Longitud de inflorescencia (LI)

A los 60 y 90 días después de la siembra con la ayuda de un flexómetro en cm, se procedió a medir la distancia existente desde el punto de unión del pedúnculo de la inflorescencia hasta la parte terminal de la misma, en 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental.

3.4.7. Número de plantas por metro lineal (NPM)

De manera directa, con la ayuda de una regleta se contó el número las plantas presentes en tres metros lineales, antes de la cosecha dentro de cada unidad experimental; sus datos se expresaron con el promedio de plantas por metro lineal.

3.4.8. Días a la cosecha (DC)

Correspondió al número de días transcurridos desde la siembra, hasta que el cultivo se encontró en madurez fisiológica.

3.4.9. Peso de semillas por planta (PSP)

Una vez cosechada, y trillada se tomó el total de semillas de 10 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental y se registró su peso individual con la ayuda de una balanza de precisión, su promedio fue expresado en gramos.

3.4.10. Peso de semillas por parcela (PSPP)

Una vez trillada se registró el peso total del grano posterior a una limpieza de impurezas de cada tratamiento este dato se registró en kg/parcela.

3.4.11. Contenido de humedad del grano. (CHG)

Con la ayuda de un determinador de humedad portátil, se registró la humedad de cosecha en una muestra tomada de cada unidad experimental, inmediatamente luego de la toma de peso de cada parcela.

3.4.12. Producción en kg por hectárea (PPH)

Del peso que se obtuvo de cada unidad experimental se calculó y se proyectó al peso por hectárea y fue expresado en kg/ha.

$$\text{RH: } \text{PCP} * (10000/\text{ANC}) * (100-\text{HC} / 100-\text{HE})$$

PCP: Peso de campo por parcela

ANC: Área neta cosechada

HC: Humedad de cosecha

HC 13%: Humedad estándar

3.5. Manejo del experimento

3.5.1. Preparación del suelo

Se realizó un día antes de la siembra en forma manual con la ayuda de azadillas, eliminando toda la maleza que estuvo presente en el área donde se implementó el proyecto, luego se procedió a cuadrar el área utilizando una cinta métrica, piola y estacas.

3.5.2. Distribución de las unidades experimentales

La distribución se realizó en relación al tipo de diseño experimental utilizado, lo cual constó de 27 parcelas las mismas que tuvieron un área de 16 m² cada una.

Surcado

Actividad que se ejecutó en forma manual con la ayuda del azadón, las medidas se realizaron con una cinta métrica y piola para trazar los surcos, se marcaron con cal para luego proceder al surcado en forma lineal.

3.5.3. Siembra

Labor que se realizó en surcos y a chorro continuo en cada unidad experimental, a una profundidad de 3 cm aproximadamente, con sus respectivas distancias para lo cual se obtuvo:

- Distancia 0,40 m 16 g de semillas por parcela, con 11 surcos
- Distancia 0,60 m 13 g de semilla por parcela, con 6 surcos
- Distancia 0,80 m 10 g de semilla por parcela, con 5 surcos

3.5.4. Tape

En forma manual se efectuó el tape, tratando que la cobertura de las semillas sea homogénea y sin terrones para evitar ahogamiento y/o pudrición.

3.5.5. Raleo

Se lo efectuó en forma manual a los 30 días después de la siembra, dejando un aproximado de 80 a 100 plantas por cada surco.

3.5.6. Aporque

Se desarrolló en forma manual con la ayuda de un azadón a los 45 días después de la siembra.

3.5.7. Abonadura

La abonadura orgánica se realizó a los 45 días después de la siembra misma que fue aplicada en la base de las plantas a chorro continuo, según el tratamiento que

correspondiente a cada uno de las parcelas, para lo cual se aplicó una cantidad de 16 kg/parcela y una dosis de 10 tm/ha.

3.5.8. Control de malezas

Se realizó controles constantes después de la siembra hasta llegar a la cosecha ya sea con la ayuda de una azadilla o a mano según se presentaron aparición de maleza.

3.5.9. Riego

En el cultivo se aplicó un riego por sitio específico con regadera, este sistema da uniformidad en su distribución, de acuerdo a la necesidad del cultivo y las condiciones climatológicas que presentó en la zona.

3.5.10. Cosecha

Esta actividad se realizó en forma manual, con la ayuda de una hoz cortando las inflorescencias cuando el cultivo llegó a su madurez, esta labor se llevó a cabo en horas de la mañana para evitar pérdidas por dehiscencia de los aquenios.

3.5.11. Trilla

Se lo realizó en forma manual, utilizando una lona sobre el suelo en la que se ubicaron los aquenios, luego con la mano se frotaron hasta extraer las semillas, posteriormente se procedió aventarlas y limpiarlas.

Secado

El secado, se efectuó directamente con el uso de la luz solar sobre una lona, hasta cuando el grano presentó un aproximado del 13% de humedad.

3.5.12. Almacenamiento

Una vez seco el grano, se colocó en envases adecuados con sus respectivas etiquetas y se guardó en un cuarto seco y con ventilación.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Días a la emergencia (DE), días a la floración (DF), días a la cosecha (DC)

Cuadro N° 6. Resultados del análisis en las variables días a la emergencia (DE); días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC); en el factor A (Densidades de siembra)

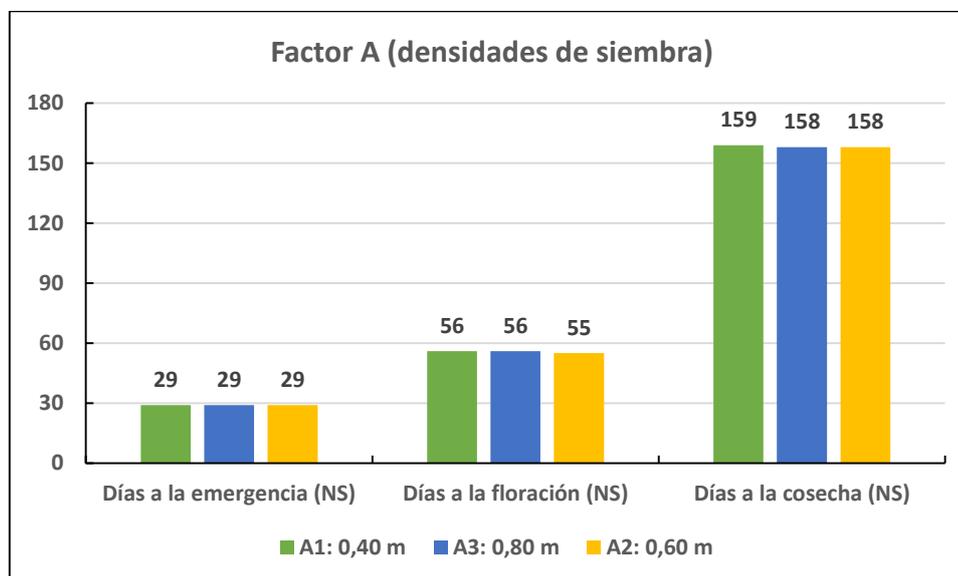
| Días a la emergencia (NS) | Promedio | Rango |
|----------------------------------|-----------------|--------------|
| A1: 0,40 m | 29 | A |
| A2: 0,60 m | 29 | A |
| A3: 0,80 m | 29 | A |
| Días a la floración (NS) | Promedio | Rango |
| A3: 0,80 m | 55 | A |
| A2: 0,60 m | 56 | A |
| A1: 0,40 m | 56 | A |
| Días a la cosecha (NS) | Promedio | Rango |
| A1: 0,40 m | 159 | A |
| A3: 0,80 m | 158 | A |
| A2: 0,60 m | 158 | A |

Fuente: Investigación de campo 2022

(NS) = No Significativo

Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Gráfico N° 1. Resultados promedios para las variables días a la emergencia en campo (DEC); días a la floración (DF); y días a la cosecha (DC); en el factor A (Densidades de siembra)



Densidades de siembra: Factor A

La respuesta de las densidades de siembra en cuanto a las variables días a la emergencia en campo DEC; días a la floración DF y días a la cosecha DC, fue similar (NS).

En términos generales para la variable DEC las tres distancias 0,40 m; 0,60 m y 0,80 m presentaron un promedio de 29 días. La variable DF la distancia de 0,80 m entre surco tuvo un promedio de 55 días en comparación a otras distancias con 56 días. Para la variable DC las distancias de 0,40 m y 0,60 m entre surcos presentaron promedios similares 158 días, en referencia a distanciamiento de 0, 80 m (Cuadro N° 6) (Gráfico N° 1).

Estos resultados infirieron que estas variables son características varietales y dependió de su interacción genotipo-ambiente. Los resultados de DEC y DC, fueron más tardías que los reportados por (Sánchez, F., & Vega, A. 2015). Debido al periodo de sequía que se presentó después de la siembra lo que tardo su germinación, emergencia y por ende cada una de sus fases fisiológicas en base al día de siembra.

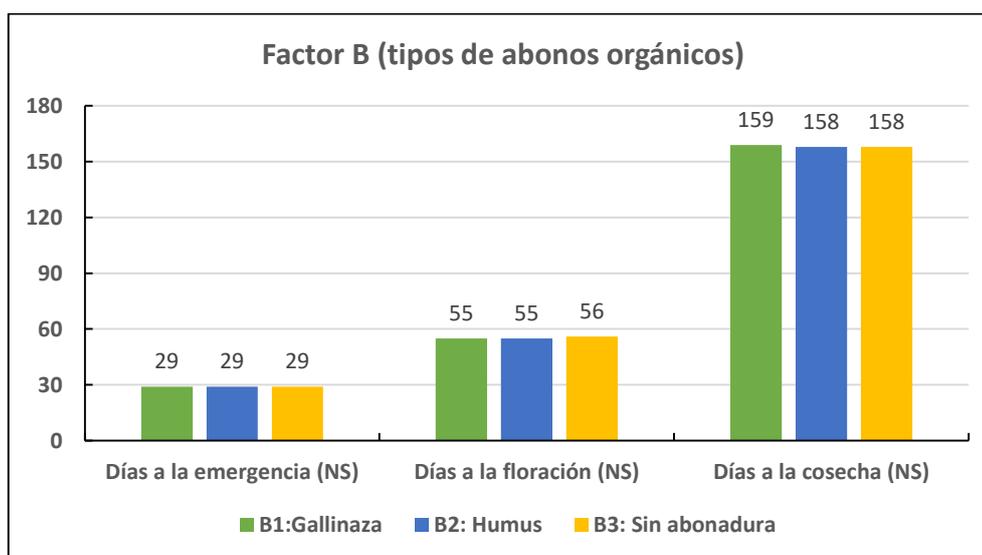
Cuadro N° 7. Prueba de Tukey al 5% en las variables días a la emergencia (DE), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC); en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos)

| Días a la emergencia (NS) | Promedio | Rango |
|----------------------------------|-----------------|--------------|
| B1: Gallinaza | 29 | A |
| B2: Humus | 29 | A |
| B3: Sin abonadura | 29 | A |
| Días a la floración (NS) | Promedio | Rango |
| B3: Sin abonadura | 56 | A |
| B1: Gallinaza | 55 | A |
| B2: Humus | 55 | A |
| Días a la cosecha (NS) | Promedio | Rango |
| B1: Gallinaza | 159 | A |
| B2: Humus | 158 | A |
| B3: Sin abonadura | 158 | A |

Fuente: Investigación de campo 2022

(NS) = No Significativo

Gráfico N° 2. Resultados promedios en las variables días a la emergencia en campo (DEC), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC); en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos)



Tipos de fertilización: Factor B

Los tipos de fertilización tuvieron un efecto similar (NS) sobre las variables días a la emergencia en campo DEC; días a la floración DF y días a la cosecha DC, esto quiere decir que los tipos de abonos no incidieron significativamente en estas variables (Cuadro N° 7) (Gráfico N° 2).

Numéricamente, la variable DEC presentó un promedio 29 días en sus tres factores, dentro de la variable DF; el factor B1 gallinaza y B2 humus con un promedio de 55 días en comparación al B3 sin abonadura. Para la variable DC; el factor B2 humus, B3 sin abonadura obtuvieron un promedio de 158 días, mientras que, B1 gallinaza tuvo un promedio de 159 días a la cosecha (Cuadro N° 7) (Gráfico N° 2).

La respuesta surge porque, se presentó un periodo de sequía después de la siembra lo que influyo en este caso, además los fertilizantes orgánicos se aplicaron 45 días después de la siembra, mismos que tardaron en completar su proceso de mineralización dando una respuesta similar entre todos los tratamientos, lo que nos permite anotar que en la variable DEC no actuó los abonos ya que aún no fueron aplicados, y la respuesta únicamente sería de la planta y su interacción con el ambiente.

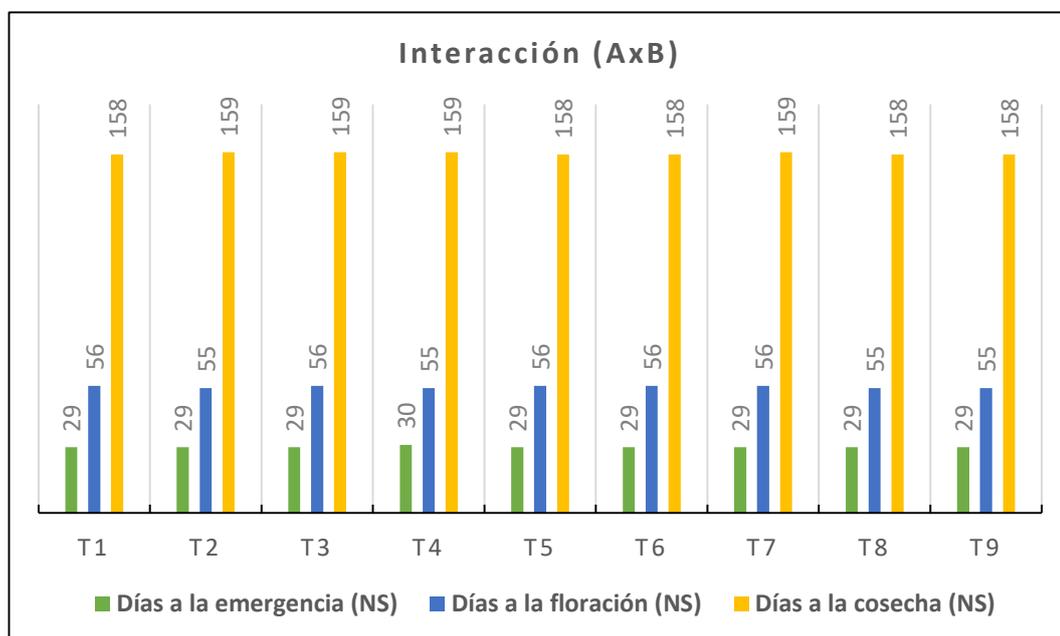
Cuadro N° 8. Resultados promedios para tratamientos (AxB) de chíá, en las variables días a la emergencia en campo (DEC), días a la floración (DF) y días a la cosecha (DC)

| Días a la emergencia | | | Días a la floración | | | Días a la cosecha | | |
|--------------------------------------|----------|-------|--------------------------------------|----------|-------|---------------------------------------|----------|-------|
| Tratamiento | Promedio | Rango | Tratamiento | Promedio | Rango | Tratamiento | Promedio | Rango |
| T4: A2B1 | 30 | A | T1 | 56 | A | T2 | 159 | A |
| T5: A2B2 | 29 | A | T3 | 56 | A | T3 | 159 | A |
| T6: A2B3 | 29 | A | T5 | 56 | A | T4 | 159 | A |
| T7: A3B1 | 29 | A | T6 | 56 | A | T7 | 159 | A |
| T8: A3B2 | 29 | A | T7 | 56 | A | T1 | 158 | A |
| T2: A1B2 | 29 | A | T2 | 55 | A | T5 | 158 | A |
| T3: A1B3 | 29 | A | T4 | 55 | A | T6 | 158 | A |
| T9: A3B3 | 29 | A | T8 | 55 | A | T8 | 158 | A |
| T1: A1B1 | 29 | A | T9 | 55 | A | T9 | 158 | A |
| Media general: 29,0 días (NS) | | | Media general: 55,0 días (NS) | | | Media general: 158,0 días (NS) | | |
| CV: 2,6 % | | | CV: 1,4 % | | | CV: 1,1 % | | |

Fuente: Investigación de campo 2022

(NS) = No Significativo

Gráfico N° 3. Promedios de tratamientos en la variable días a la emergencia en campo (DEC), días a la floración (DF), días a la cosecha (DC)



La respuesta de las densidades de siembra en cuanto a las variables días a la emergencia en campo DEC, días a la floración DF y días a la cosecha DC, no dependieron de los tipos de abono; es decir fueron factores independientes (NS) (Cuadro N° 8) (Gráfico N° 3).

En promedio, el cultivo de chíá para la zona de Laguacoto III la variable DEC, registró una media general de 29 días con un coeficiente de variación de 2,6 %, en cuanto a los tratamientos; 8 presentaron mayor precocidad de 29 días, mientras que solo uno T4 (0,60 m + gallinaza) presentó menor precocidad de 30 días a la emergencia en campo. En cuanto a la variable días a la floración DF, presentó una media de 55 días, un coeficiente de variación de 1,4%, los tratamientos que mayor precocidad presentaron fueron T2 (0,40 m + humus), T4 (0,60 m + gallinaza), T8 (0,80 m + humus), T9 (0,80 m + sin abonadura) mientras que T1 (0,40 m + gallinaza), T3 (0,40 m + sin abonadura), T5 (0,60 m + humus), T6 (0,60 m + sin abonadura), T7 (0,80 m + gallinaza) tuvieron menor precocidad. Para la variable días a la cosecha DC, se registró una media general de 158 días, con un coeficiente de variación de 1,1% los tratamientos que tuvieron mayor precocidad fueron T1 (0,40 m + gallinaza), T5 (0,60 m + humus), T6 (0,60 m + sin abonadura), T8 (0,80

m + humus), T9 (0,80 m + sin abonadura) con 158 días, en tanto que los más tardíos se registraron T2 (0,40 m + humus), T3 (0,40 m + sin abonadura, T4 (0,60 m + gallinaza) T7 (0,80 m + gallinaza), con 159 días.

Las variables DEC, DF, DC son características varietales de gran importancia, los factores que influyeron fueron; manejo agronómico del cultivo, calidad de semilla, profundidad de siembra, temperatura, humedad y época de siembra. Comprobando lo manifestado por (Albrecht, A. 2019) aparecen las primeras espigas alrededor de los 60 días, junto a estas espigas brotan las inflorescencias además de lo citado por (Xingú, A., González, A., Cruz, E. d., Orozco, G., & Arriaga, M. R. 2017) la chía es una planta de día corto y sensible al fotoperiodo, presenta respuesta favorable a la floración en días cortos, el periodo de crecimiento se ve afectado por la latitud en la que se desarrolle por lo cual el ciclo de cultivo varía de 90 a 150 días.

4.1.2. Altura de planta (AP) a los 45 y 90 días

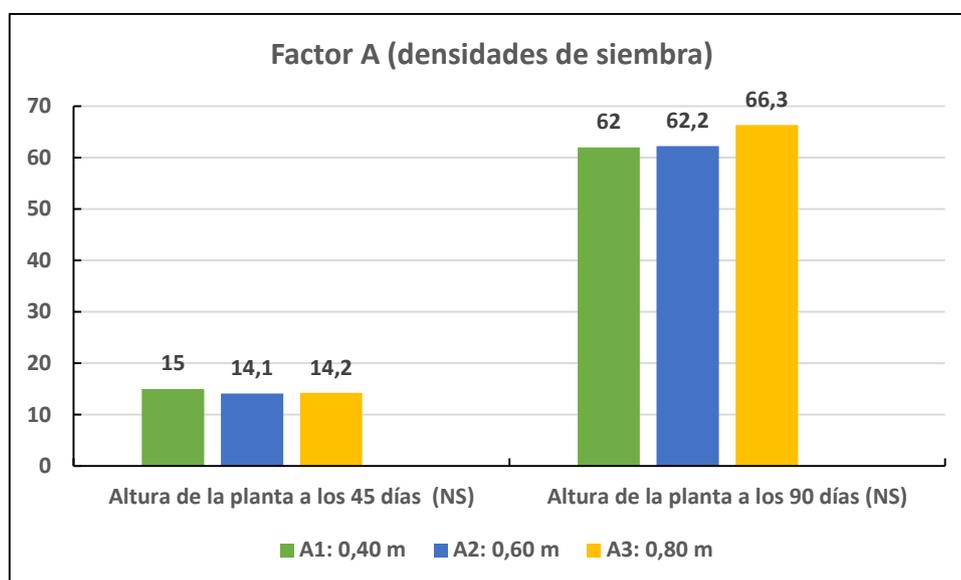
Cuadro N° 9. Resultados del análisis en las variables, altura de planta (AP) a los (45 y 90 días); en el factor A (densidades de siembra)

| Altura de la planta a los 45 días (NS) | Promedio | Rango |
|---|-----------------|--------------|
| A2: 0,60 m | 14,1 | A |
| A3: 0,80 m | 14,2 | A |
| A1: 0,40 m | 15 | A |
| Altura de la planta a los 90 días (NS) | Promedio | Rango |
| A1: 0,40 m | 62 | A |
| A2: 0,60 m | 62,3 | A |
| A3: 0,80 m | 66,2 | A |

Fuente: Investigación de campo 2022

(NS) = No Significativo

Gráfico N° 4. Resultados promedios en las variables, altura de planta (AP) a los (45 y 90 días); en el factor A (densidades de siembra)



Densidades de siembra: Factor A

La respuesta de las densidades de siembra en relación a la variable, altura de la planta AP a los 45 y 90 días; fue similar (NS) en esta zona agroecológica (Cuadro N° 9) (Gráfico N° 4).

En términos generales a los 45 días, el promedio más alto se presentó en la distancia de 0,40 m con un promedio de 15 cm, el menor promedio fue en la distancia de 0,60 m con una AP de 14,1 cm. Mientras que a los 90 días la distancia de 0,80 m presentó la mayor altura con 66 cm y la menor se presentó en la distancia de 0,40 m de 62 cm (Cuadro N° 9) (Gráfico N° 4).

Estos resultados confirman que la variable AP dependió de su interacción genotipo ambiente. Los datos presentados en este documento se deben que la aplicación de la abonadura se realizó a los 45 días antes del aporque, lo que incidió en su crecimiento hasta los 90 días. Los datos bioclimáticos determinantes, en la altura de la planta al final del ciclo, fueron: altitud, temperatura, luz solar, fotoperiodo, humedad relativa, vientos entre otros.

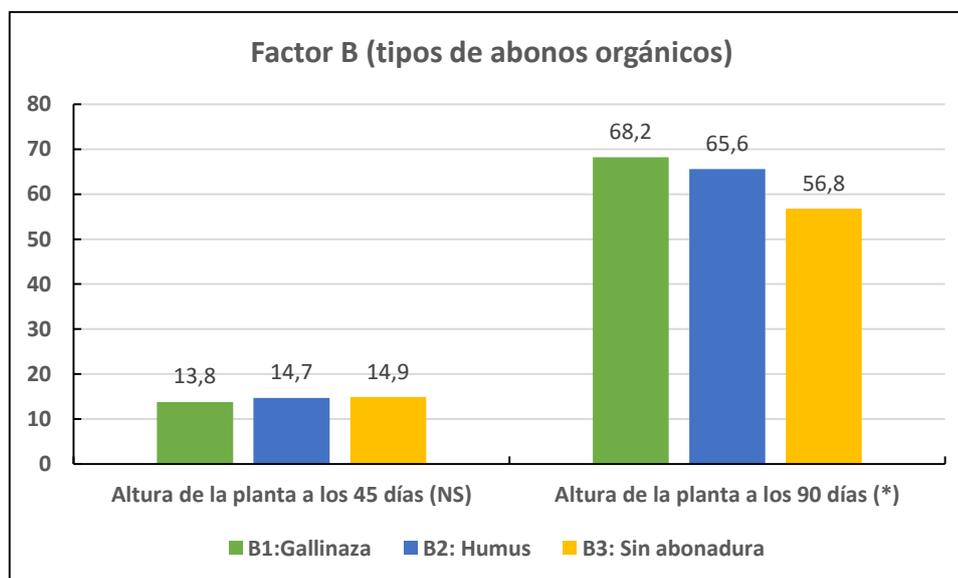
Cuadro N° 10. Prueba de Tukey al 5% en la variable altura de planta (AP) a los 45 y 90 días en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos)

| Altura de la planta a los 45 días (NS) | Promedio | Rango |
|---|-----------------|--------------|
| B1:Gallinaza | 13,8 | A |
| B2: Humus | 14,7 | A |
| B3: Sin abonadura | 14,9 | A |
| Altura de la planta a los 90 días (*) | Promedio | Rango |
| B3: Sin abonadura | 56,8 | A |
| B2: Humus | 65,6 | AB |
| B1:Gallinaza | 68,2 | B |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo *= significativo

Gráfico N° 5. Resultados promedios para la variable altura de planta (AP) a los 45 y 90 días en el Factor B (Tipos de abonos orgánicos)



Tipos de fertilización: Factor B

La respuesta de los tipos de abonos orgánicos y testigo en relación a la variable altura de la planta AP a los 45 días fue similar (NS). Mientras que, a los 90 días presentó una respuesta diferente (*) (Cuadro N° 10) y (Gráfico N° 5).

En la variable altura de planta AP, el promedio más alto evaluado a los 45 días se presentó el factor B3 sin abonadura con 14,9 cm, mientras el factor B1 gallinaza obtuvo la menor altura de 13,8 cm. A los 90 días la mayor altura se determinó en B1 gallinaza con 68,2 cm y la menor fue B3 sin abonadura con 56,8 cm (Cuadro N° 10) (Gráfico N° 5).

En general los tipos de abono, incidieron significativamente en la AP a través del tiempo, comprobando así lo manifestado por (Intagri S.C. 2015) la gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor aporte nutrimental, esto la hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues tan solo en tres semanas el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75 % aproximadamente. Los factores del suelo, manejo agronómico del experimento, densidad de población p/ha, nutrición y salud son datos importantes para la respuesta de esta variable.

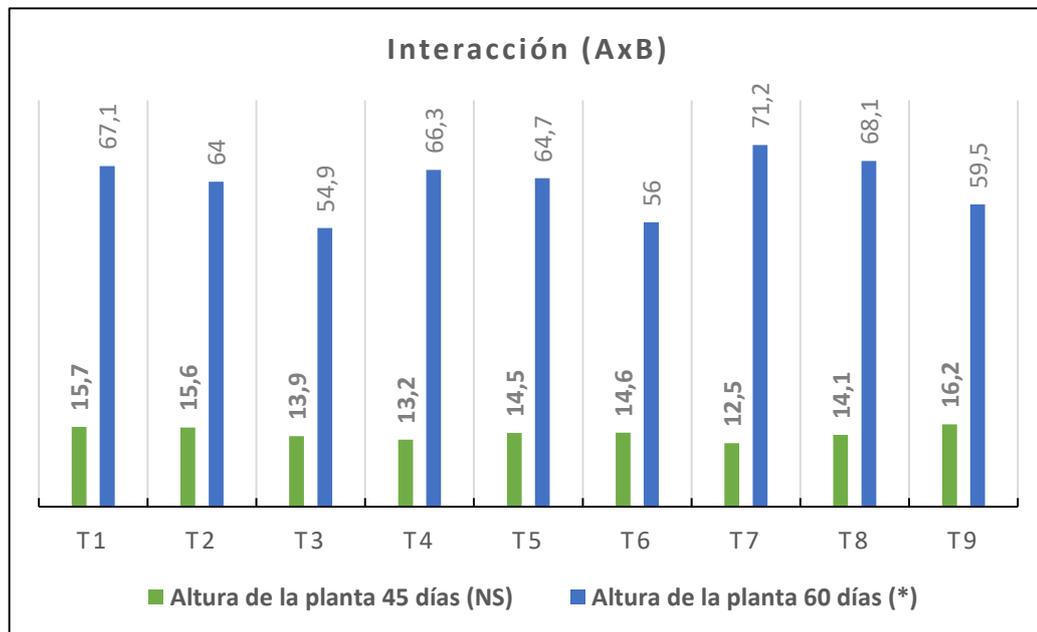
Cuadro N° 11. Resultados promedios de los tratamientos (AxB) de chía, en la variable altura de la planta (AP) a los 45 y 90 días

| Altura de la planta 45 días (NS) | | | Altura de la planta 90 días (*) | | |
|----------------------------------|----------|-------|---------------------------------|----------|-------|
| Tratamientos | Promedio | Rango | Tratamientos | Promedio | Rango |
| T1: A1B1 | 15,7 | A | T3 | 54,9 | A |
| T4: A2B1 | 13,2 | A | T6 | 56,0 | A |
| T7: A3B1 | 12,5 | A | T9 | 59,5 | A |
| T2: A1B2 | 15,6 | A | T2 | 64,0 | AB |
| T5: A2B2 | 14,5 | A | T5 | 64,7 | AB |
| T8: A3B2 | 14,1 | A | T8 | 68,1 | AB |
| T3: A1B3 | 13,9 | A | T1 | 67,1 | B |
| T6: A2B3 | 14,6 | A | T4 | 66,3 | B |
| T9: A3B3 | 16,2 | A | T7 | 71,2 | B |
| Media general: 13,0 cm | | | Media general: 65,0 cm | | |
| CV: 29,8 % | | | CV: 13,5 % | | |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 6. Resultados promedios de tratamientos, (AxB) en la variable altura de la planta (AP) a los 45 y 90 días



Tratamiento (AxB)

La respuesta de las densidades de siembra en cuanto a la variable altura de la planta AP a través del tiempo, dependió de los abonos; es decir fueron factores dependientes (*) (Cuadro N° 11) (Gráfico N° 6).

En promedio en la localidad Laguacoto III obtuvo una media general de 13 cm a los 45 días y un coeficiente de variación de 29,8 % el tratamiento que presentó mayor altura fue T9 (0,80 m + sin abonadura) con 16,2 cm, en tanto que la menor altura presentó el T7 (0,80 m + gallinaza) de 12,5 cm (Cuadro N° 11). En cambio, a los 90 días se obtuvo una media de 65 cm y un CV de 13,5 %, el tratamiento con mayor altura fue T7 (0,80 m + gallinaza) de 71,2 cm, mientras que el de menor altura fue 54,9 cm para el tratamiento T3 (0,40 m + sin abonadura).

Comprobando lo manifestado por (Aguñaga, A. et al 2020) que los abonos orgánicos ayudan al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. La variable AP aparte de ser una característica varietal interactuó su densidad de siembra, dosis, tipo de abono

orgánico aplicado y época de siembra, aparte de los factores que influenciaron como vientos, temperatura, humedad, cantidad y calidad de radiación solar, vientos.

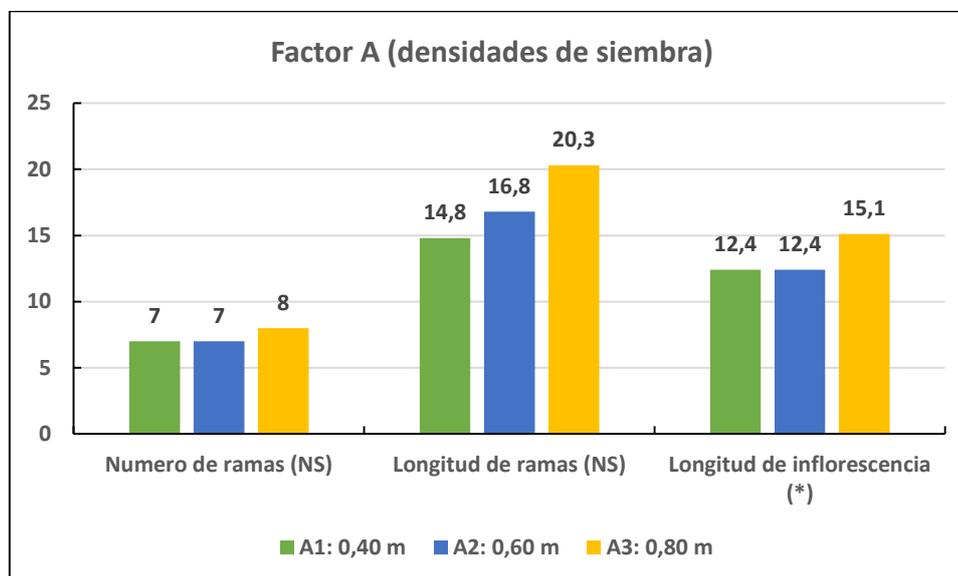
4.1.3. Número de ramas por planta (NRP); longitud de la rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI)

Cuadro N° 12. Resultados del análisis en las variables número de ramas por planta (NRP), longitud de rama (LR), longitud de la inflorescencia (LI) en el factor A (Densidades de siembra)

| Número de ramas (NS) | Promedio | Rango |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|
| A2: 0,60 m | 7 | A |
| A1: 0,40 m | 7 | A |
| A3: 0,80 m | 8 | A |
| Longitud de ramas (NS) | Promedio | Rango |
| A1: 0,40 m | 14,8 | A |
| A2: 0,60 m | 16,8 | A |
| A3: 0,80 m | 20,3 | A |
| Longitud de inflorescencia (*) | Promedio | Rango |
| A2: 0,60 m | 12,4 | A |
| A1: 0,40 m | 12,4 | A |
| A3: 0,80 m | 15,1 | B |

Fuente: Investigación de campo 2022
 NS= No significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 7. Resultados promedios en las variables número de ramas por planta (NRP), longitud de rama (LR), longitud de la inflorescencia (LI) en el factor A (Densidades de siembra)



Densidades de siembra: Factor A

La respuesta de las densidades de siembra fue significativo (*), únicamente en la variable longitud de inflorescencia LI, obtenido de la distancia 0,60 m entre surco, la mayor longitud de inflorescencia con 15,1 cm seguido del 0,80 m y 0,40 m un promedio de 12,4 cm (Cuadro N° 12) Gráfico N° 7).

Sin embargo para las variables número de ramas NR y longitud de rama LR, fueron similares (NS). Numéricamente en la variable NR el mayor promedio presentó la distancia de 0,60 m de 8 ramas. Por longitud de la rama fue mayor la distancia 0,80 m entre surco con 20,3 cm (Cuadro N° 12 y Gráfico N° 7).

Las variables NR Y LR, son características varietales, es decir, presentaron interacción genotipo ambiente y factores como nutrición, sanidad de plantas, temperatura, humedad, horas luz, fotoperiodo, índice de área foliar; como se observa el desarrollo vegetativo se presenta de buena manera en densidades altas, mientras que las características reproductivas como la longitud de la inflorescencia se ve positiva en densidades bajas; quizás por una mejor luminosidad y espacio para el desarrollo de la planta.

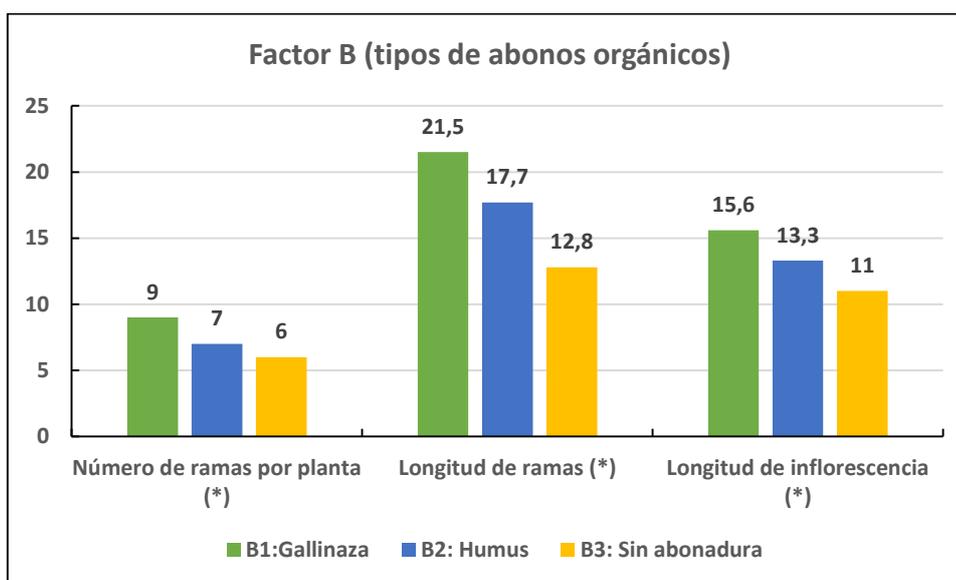
Cuadro N° 13. Resultado promedio en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI) en el factor B: (Tipos de abono)

| Número de ramas (*) | Promedio | Rango |
|--------------------------------|----------|-------|
| B3: Sin abonadura | 6 | A |
| B2: Humus | 7 | AB |
| B1: Gallinaza | 9 | B |
| Longitud de ramas (*) | Promedio | Rango |
| B3: Sin abonadura | 12,8 | A |
| B2: Humus | 17,7 | AB |
| B1: Gallinaza | 21,5 | B |
| Longitud de inflorescencia (*) | Promedio | Rango |
| B3: Sin abonadura | 11 | A |
| B2: Humus | 13,3 | AB |
| B1: Gallinaza | 15,6 | B |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No Significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 8. Resultado promedio en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI) en el factor B: (Tipos de abono)



Tipos de fertilización: Factor B

La respuesta de las densidades de siembra para las variables número de ramas por planta NRP, longitud de ramas LR, longitud de inflorescencia LI tuvieron un efecto similar (*) (Cuadro N° 13) (Gráfico N° 8).

Numéricamente NRP presentó el factor B1 gallinaza, con 9 ramas y el menor B3 sin abonadura con 6 ramas. Mientras que las variables longitud de la rama LR, longitud de la inflorescencia LI siendo en ambos casos el mayor promedio el factor B1 gallinaza con una longitud de rama de 25,5 cm y 16,6 cm longitud de inflorescencia mientras que, el menor promedio presentó el factor B3 sin abonadura con 12,8 cm LR y 11 cm LI. Estas variables fueron afectadas por los tipos de abonos orgánicos.

Esta respuesta de los abonos se debió quizás a la calidad de los materiales utilizados para realizar los abonos y su tiempo de descomposición, en la agricultura orgánica los efectos de los abonos orgánicos se observan a corto y mediano plazo, resumiéndose el efecto de estos abonos en mejoramiento del suelo textura y estructura.

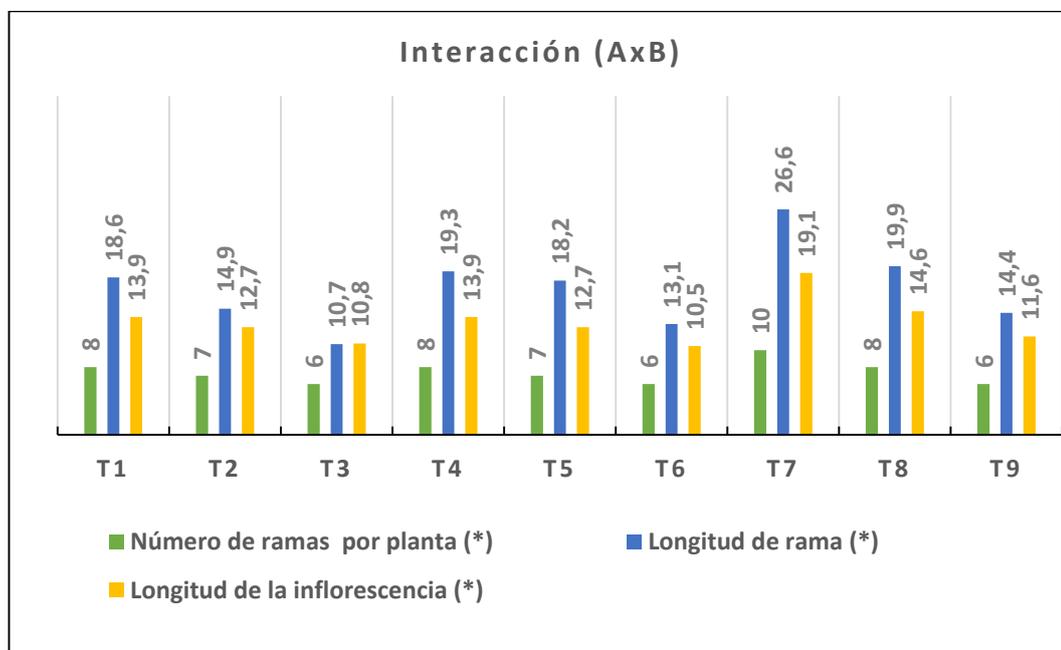
Cuadro N° 14. Resultados promedios del tratamiento (AxB) de chíá, en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI)

| Número de ramas por planta (*) | | | Longitud de rama (*) | | | Longitud de la inflorescencia (*) | | |
|---------------------------------|----------|-------|-------------------------------|----------|-------|-----------------------------------|----------|-------|
| Tratamiento | Promedio | Rango | Tratamiento | Promedio | Rango | Tratamiento | Promedio | Rango |
| T3 | 6 | A | T3 | 10,7 | A | T3 | 10,8 | A |
| T6 | 6 | A | T6 | 13,1 | A | T6 | 10,5 | A |
| T9 | 6 | A | T9 | 14,4 | A | T9 | 11,6 | A |
| T2 | 7 | AB | T2 | 14,9 | AB | T2 | 12,7 | AB |
| T5 | 7 | AB | T5 | 18,2 | AB | T5 | 12,7 | AB |
| T8 | 8 | AB | T8 | 19,9 | AB | T8 | 14,6 | AB |
| T1 | 8 | B | T1 | 18,6 | B | T1 | 13,9 | B |
| T4 | 8 | B | T4 | 19,3 | B | T4 | 13,9 | B |
| T7 | 10 | B | T7 | 26,6 | B | T7 | 19,1 | B |
| Media general: 8,0 ramas | | | Media general: 16,0 cm | | | Media general: 1,0 cm | | |
| CV: 28,6 % | | | CV: 40,0 % | | | CV: 23,1 % | | |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No Significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 9. Resultados promedios del tratamiento (AxB) de chíá, en las variables número de ramas por planta (NRP); longitud de rama (LR); longitud de la inflorescencia (LI)



Tratamiento (AxB)

La respuesta de las densidades de siembra en cuanto a las variables número de ramas por planta NRP, longitud de rama LR, longitud de inflorescencia LI dependieron de los tipos de abonos, es decir fueron factores dependientes (*) (Cuadro N° 14) (Gráfico N° 9).

En promedio el cultivo de chíá en la zona de Laguacoto para la variable NRP se registró una media general de 8 ramas con un coeficiente de variación de 28,6 %, en cuanto al tratamiento que mayor número de ramas presentó fue T7 (0,80 m + gallinaza) con 10 ramas, mientras que los tratamientos con menor número de ramas fueron T3 (0,40 m + sin abonadura), T6 (0,60 m + sin abonadura) T9 (0,80 m + sin abonadura). En cuanto a la variable longitud de rama LR presentó una media de 16 cm y un coeficiente de variación de 40 %, el tratamiento con mayor longitud de rama fue T7 (0,80 m + gallinaza) con 26,9 cm, mientras que T3 (0,40 m + sin abonadura) presentó la menor longitud de 10,7 cm. Para la variable longitud de inflorescencia LI, se registró una media de 1 cm y un CV de 23,1 %, el tratamiento

que presentó mayor LI fue T7 (0,80 m + gallinaza) de 19,1 cm a comparación de T6 (0,60 m + sin abonadura) con una longitud de 10,5 cm.

Las variables NRP, LR, son características varietales de gran importancia, los factores que influyeron en estas variables fueron: nutrición y sanidad de las plantas, cantidad y calidad de radiación solar, temperatura, humedad índice de área foliar, vientos, características físicas y químicas del suelo. La variable LI es característica varietal de gran importancia debido a que mayor longitud de inflorescencia, mayor será la cantidad de productividad por planta, y dependió de su interacción genotipo ambiente, también influyó factores edáficos, manejo del ensayo, densidad poblacional de plantas.

4.1.4. Número de plantas por metro lineal (NPML), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP)

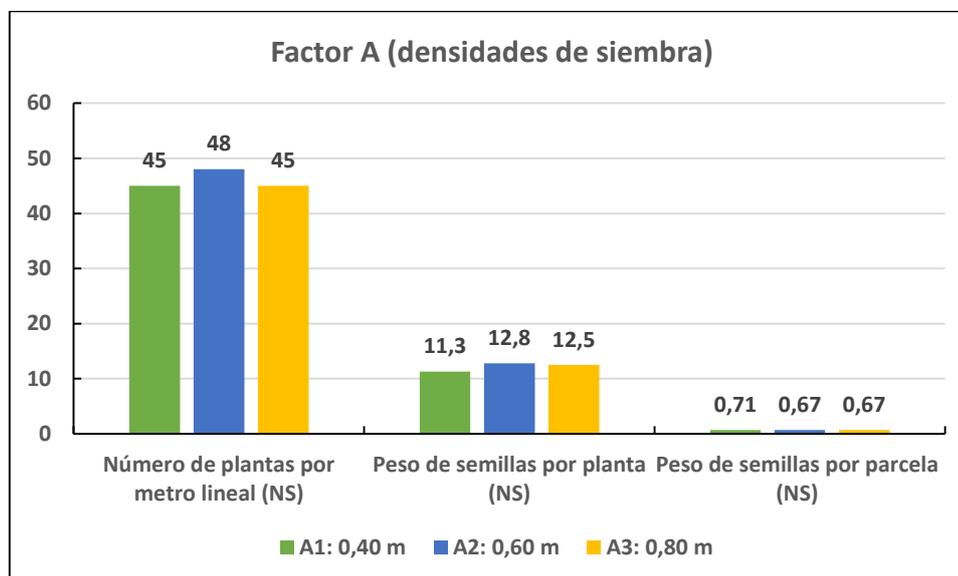
Cuadro N° 15. Resultados del análisis del efecto principal en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP) en el factor A (Densidades de siembra)

| Número de ramas (NS) | Promedio | Rango |
|--|-----------------|--------------|
| A3: 0,80 m | 45 | A |
| A1: 0,40 m | 45 | A |
| A2: 0,60 m | 48 | A |
| Peso de semillas por planta (NS) | Promedio | Rango |
| A1: 0,40 m | 11,3 | A |
| A3: 0,80 m | 12,5 | A |
| A2: 0,60 m | 12,8 | A |
| Peso de semillas por parcela (NS) | Promedio | Rango |
| A2: 0,60 m | 0,67 | A |
| A3: 0,80 m | 0,67 | A |
| A1: 0,40 m | 0,71 | A |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo * = Significativo al 5%

Gráfico N° 10. Resultados en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP) en el factor A (Densidades de siembra)



Densidades de siembra: Factor A

Las respuestas de las densidades de siembra fueron no significativas (NS), en las variables número de plantas por metro lineal NPML, peso de semillas por planta PSP, peso de semillas por parcela PSPP (Cuadro N° 15) (Gráfico N° 10).

Numéricamente en la variable NPML el mayor promedio presentó la distancia 0,60 m con 48 plantas, seguido de las distancias 0,40 m y 0,80 m quienes obtuvieron promedio de 45 plantas. Mientras que la variable PSP el mayor promedio de gramos presentó la distancia de 0,60 m entre surco de 12,8 g y el menor promedio fue de 11,3 g para la densidad de 0,40 m. Finalmente la variable PSPP presentó un promedio de 0,71 kg en la distancia de 0,40 m seguido por 0,80 y 0,60 m por surco con un promedio de 0,67 kg (Cuadro N° 15 y Gráfico N° 10).

Esto quiere decir que las variables mencionadas no tuvieron dependencia de las densidades de siembra, siendo el efecto más importante el varietal, su interacción con el ambiente, fueron determinantes también los factores bioclimáticos y edáficos.

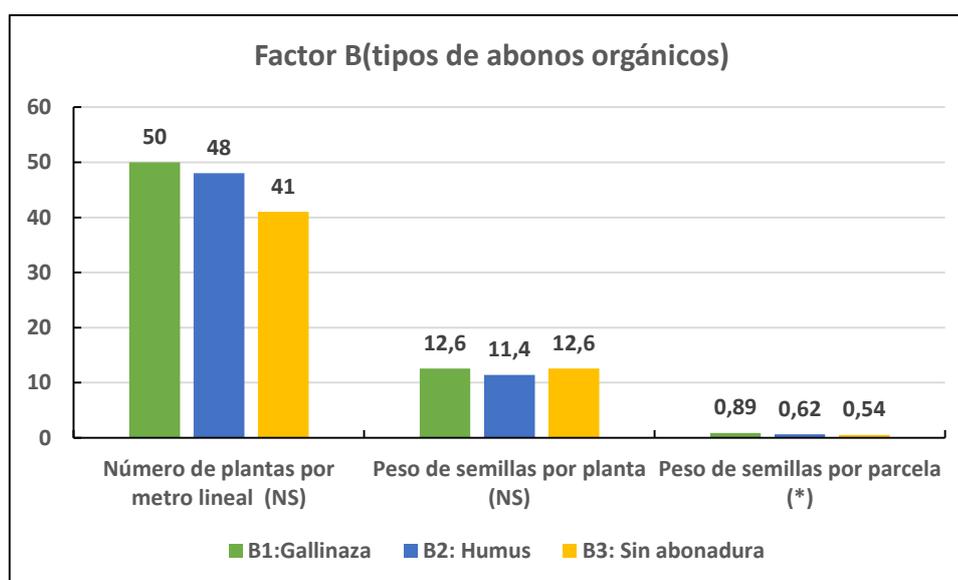
Cuadro N° 16. Resultados promedios para tratamientos en las variables número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP), en el factor B: (Tipos de abono)

| Número de plantas por metro lineal (NS) | Promedio | Rango |
|--|-----------------|--------------|
| B3: Sin abonadura | 41 | A |
| B2: Humus | 48 | A |
| B1: Gallinaza | 50 | A |
| Peso de semillas por planta (NS) | Promedio | Rango |
| B2: Humus | 11,4 | A |
| B3: Sin abonadura | 12,6 | A |
| B1: Gallinaza | 12,6 | A |
| Peso de semillas por parcela (*) | Promedio | Rango |
| B3: Sin abonadura | 0,54 | A |
| B2: Humus | 0,62 | A |
| B1: Gallinaza | 0,89 | B |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 11. Resultados promedios para tratamientos en las variables número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP), en el factor B: (Tipos de abono)



Tipos de fertilización: Factor B

Las variables número de plantas por metro lineal NPML, peso de semillas por planta PSP, tuvieron un efecto no significativo (NS), estas variables no fueron afectadas por los tipos de abonos orgánicos, mientras que el peso de semillas por parcela PSPP, fue significativamente diferente (*) (Cuadro N° 16) (Gráfico N° 11).

Sin embargo, el promedio más alto en las tres variables NPML, PSP, PSPP presentó el factor B1 gallinaza con 50 plantas por metro lineal, 12,6 g por parcela y 0,89 kg peso de semillas por parcela. (Cuadro N° 16) (Gráfico N° 11).

Estos resultados reportan que los abonos incidieron únicamente para una variable, quizás por el tipo de suelos con buenos indicadores físico químicos reportados en el análisis, donde menciona que el suelo de esta investigación presentó un alto porcentaje de materia orgánica de 2,31%, que influyó directamente en la productividad del cultivo, el cual requiere de 1,5% de materia orgánica para una buena productividad.

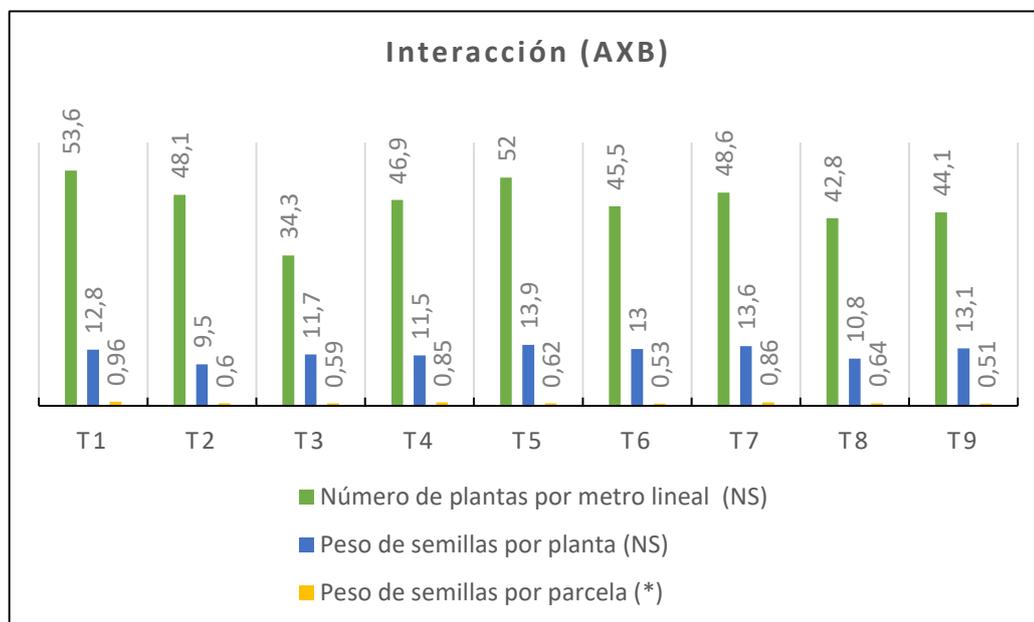
Cuadro N° 17. Resultados promedios para los tratamientos (AxB) de chía, en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP)

| Número de plantas por metro lineal (NS) | | | Peso de semillas por planta (NS) | | | Peso de semillas por parcela (*) | | |
|---|----------|-------|----------------------------------|----------|-------|----------------------------------|----------|-------|
| Tratamiento | Promedio | Rango | Tratamiento | Promedio | Rango | Tratamiento | Promedio | Rango |
| T3 | 34,3 | A | T2 | 9,5 | A | T3 | 0,59 | A |
| T6 | 45,5 | A | T5 | 13,9 | A | T6 | 0,53 | A |
| T9 | 44,1 | A | T8 | 10,8 | A | T9 | 0,51 | A |
| T2 | 48,1 | A | T3 | 11,7 | A | T2 | 0,60 | A |
| T5 | 52,0 | A | T6 | 13,0 | A | T5 | 0,62 | A |
| T8 | 42,8 | A | T9 | 13,1 | A | T8 | 0,64 | A |
| T1 | 53,6 | A | T1 | 12,8 | A | T1 | 0,96 | B |
| T4 | 46,9 | A | T4 | 11,5 | A | T4 | 0,85 | B |
| T7 | 48,6 | A | T7 | 13,6 | A | T7 | 0,86 | B |
| Media general: 46,0 plantas | | | Media general: 11,0 g | | | Media general: 0, 68 kg | | |
| CV: 27,9 % | | | CV: 27,0 % | | | CV: 519,7 % | | |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 12. Resultados promedios para los tratamientos (AxB) de chíá, en las variables, número de plantas por metro lineal (NPM), peso de semillas por planta (PSP), peso de semillas por parcela (PSPP)



Tratamiento (AxB)

La respuesta de las densidades de siembra en cuanto a las variables número de plantas por metro lineal NPML, peso de semillas por planta PSP, no dependió (NS) de los tipos de abonos, sin embargo, la variable peso de semillas por parcela PSPP tuvo un efecto diferente (*) es decir que fue factor dependiente (Cuadro N° 17) (Gráfico N° 12).

En promedio el cultivo de chíá en la zona de Laguacoto III la variable NPML registró una media general de 46 plantas con un CV de 27,9 %, en cuanto al tratamiento que mayor promedio obtuvo fue T1 (0,40 m + gallinaza) con 53,6 plantas, mientras que el tratamiento de menor promedio T3 (0,40 m + sin abonadura) de 34,3 plantas. En cuanto a la variable peso de semillas por planta PSP, presentó una media de 11,0 g y un CV de 27 %, el tratamiento con mayor promedio fue T5 (0,60 m + humus) con 13,9 g mientras que T2 (0,40 m + humus) presentó el menor peso de 9,5 g. Para la variable peso de semillas por parcela, PSPP se registró una media de 0,68 kg con un CV de 519,7 %, el tratamiento con mayor promedio

fue T1 (0,40 m + gallinaza) de 0,96 kg en comparación del T9 (0,80 m + sin abonadura) con un peso de 0,51kg que fue el menor peso (Cuadro N° 17) (Gráfico N° 12).

La respuesta de los abonos en cuanto a la variable NPMLY PSPP se debe a la densidad de siembra que se utilizó para este tratamiento, ya que mayor número de plantas por metro lineal mayor será su producción, sin embargo, la variable PSP presento buenos resultados con una densidad y abono diferente debido que la sanidad de las plantas fue mejor.

4.1.5. Contenido de humedad del grano (CHG) y producción en kg por hectárea (PPH)

Cuadro N° 18. Resultados del análisis en las variables, contenido de humedad del grano (CHG) y producción en kg por hectárea (PPH)

| Contenido de humedad del grano (NS) | Promedio | Rango |
|--|-----------------|--------------|
| A3: 0,80 m | 10,4 | A |
| A1: 0,40 m | 11,1 | A |
| A2: 0,60 m | 12,4 | A |
| Producción en kg por hectárea (NS) | Promedio | Rango |
| A2: 0,60 m | 417,4 | A |
| A1: 0,40 m | 454,9 | A |
| A3: 0,80 m | 429,6 | A |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 13. Resultados promedios para tratamientos en las variables contenido de humedad del grano (CHG) factor A: (densidades de siembra)

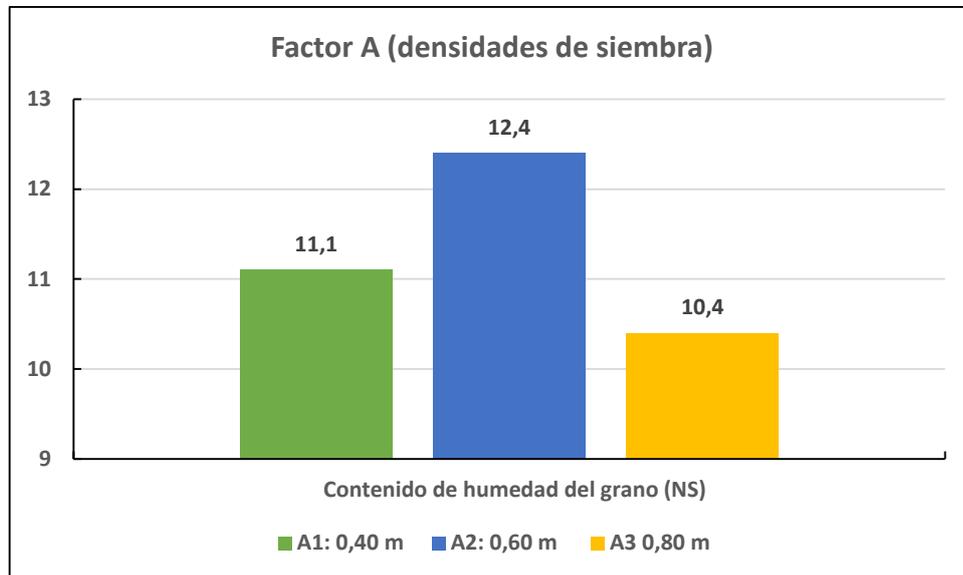
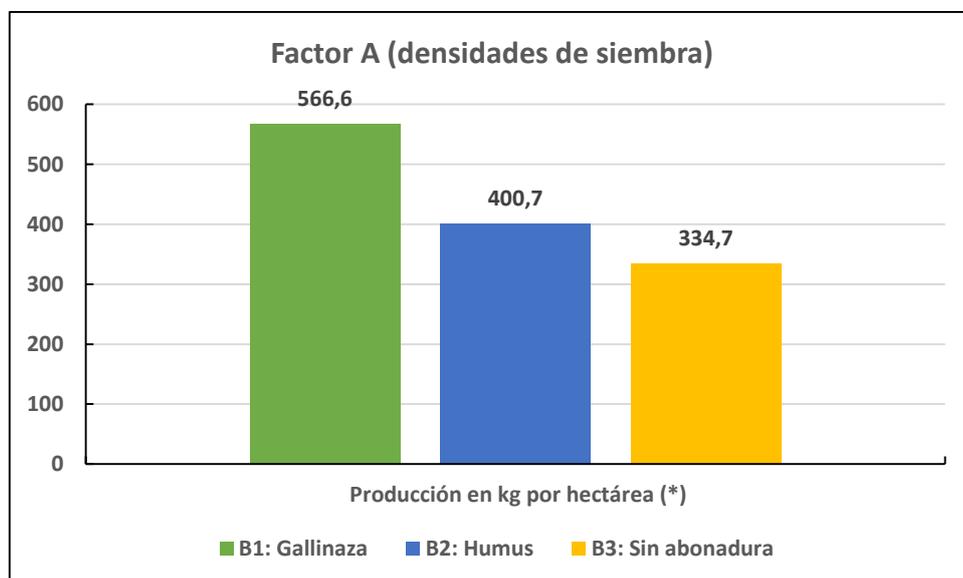


Gráfico N° 14. Resultados promedios para tratamientos en la variable producción en kg por hectárea (PPH) factor A: (densidades de siembra)



Densidades de siembra: Factor A

Las respuestas de las densidades de siembra en relación a las variables producción en kg por hectárea PPH, contenido de humedad del grano CHG tuvieron un efecto similar (NS) (Cuadro N° 18) (Gráfico N° 13 y 14).

Numéricamente se puede manifestar para la variable CHG el mayor porcentaje de humedad presento el distanciamiento de 0,60 m con 12,4 %, mientras que la menor humedad se presentó en 0,80 m al 10,4 % de humedad. Para la variable PPH el mayor promedio alcanzó 0,40 m con 454,9 kg/ha y el menor rendimiento fue de 417,4 kg/ha para 0,60 m.

Pudiendo señalar, que a mayor número de plantas por ha mayor será su rendimiento en kg, concluyendo de acuerdo a los datos estadísticos presentado en esta investigación la mejor densidad de siembra es de 0,40 m entre surcos a chorro continuo para el cultivo de chíá en esta zona agroecológica. Sin embargo, no se puede hacer comparación con otros investigadores debido que no hay suficiente información que valide esta investigación.

Cuadro N° 19. Resultados promedios para tratamientos en las variables, contenido de humedad del grano (CHG), producción en kg por hectárea (PPH) en el factor B: (Tipos de abonos)

| Número de plantas por metro lineal (NS) | Promedio | Rango |
|--|-----------------|--------------|
| B1: Gallinaza | 10,80% | A |
| B2: Humus | 11,10% | A |
| B3: Sin fertilización | 12% | A |
| Producción en kg por hectárea (*) | Promedio | Rango |
| B3: Sin abonadura | 334,7 | A |
| B2: Humus | 400,7 | A |
| B1: Gallinaza | 566,6 | B |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 15. Resultados promedios para tratamientos en las variables, contenido de humedad del grano (CHG) factor B: (tipos de abonos)

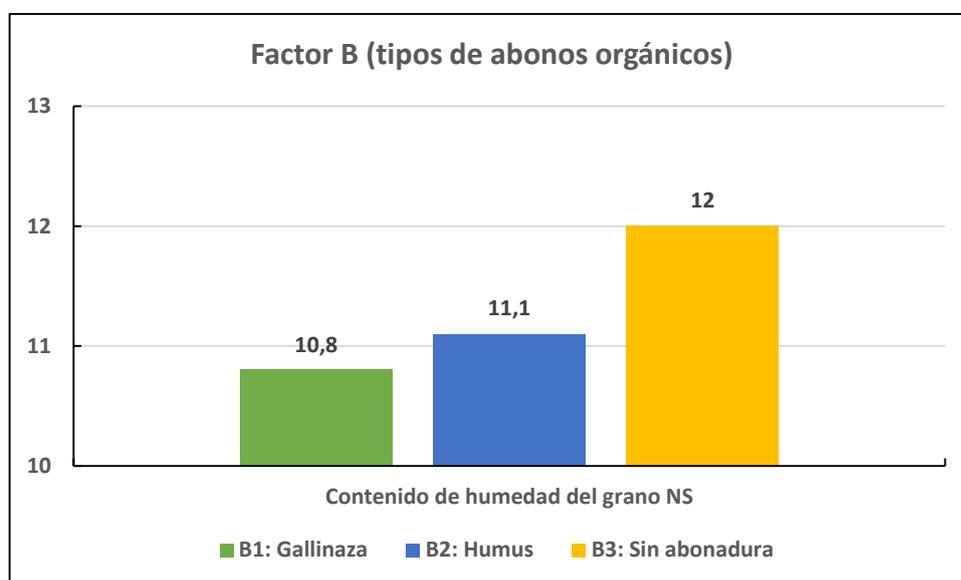
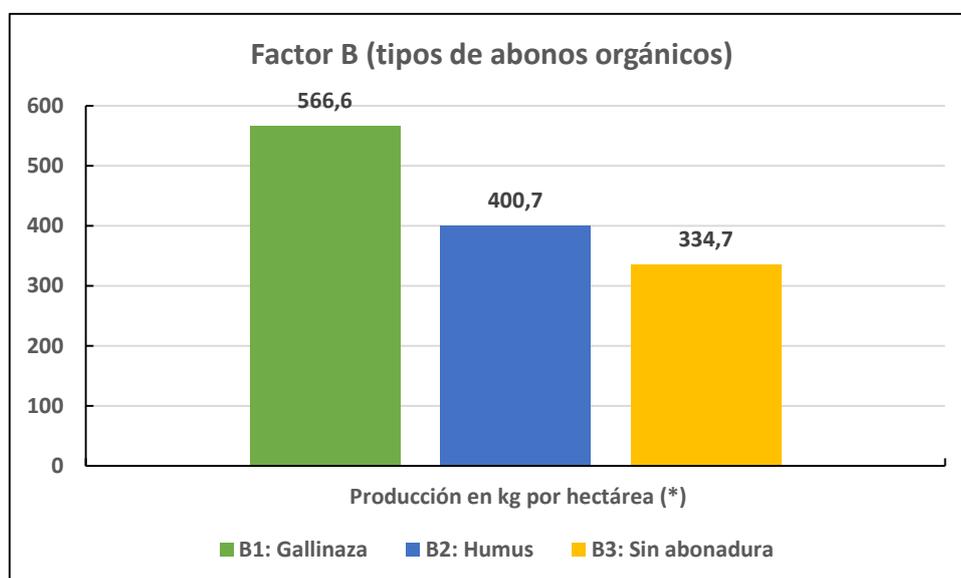


Gráfico N° 16. Resultados promedios para tratamientos en la variable producción en kg por hectárea (PPH) factor B: (tipos de abonos)



Tipos de fertilización: Factor B

La respuesta de los tipos de abonos orgánicos con respecto a la variable producción en kg por hectárea PPH, adquirió un efecto diferente (*), mientras que la variable contenido de humedad del grano fue (NS) (Cuadro N° 19) (Gráfico N° 15 y 16).

Para la variable CHG la humedad más alta fue del factor B3 sin abonadura de 12% mientras que el factor B1 gallinaza obtuvo la menor humedad de 10,8%. En cuanto la variable PPH el rendimiento más alto presentó el factor B1 gallinaza 566,6 kg/ha, mientras que B3 sin abonadura obtuvo un rendimiento menor de 334,7 kg/ha (Cuadro N° 19) (Gráfico N° 14).

Comparando con lo manifestado por (Intagri S.C. 2015) la gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor aporte nutrimental, es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta, es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes, su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo, lo que influyó directamente en el rendimiento de la chía en esta zona agroecológica aparte de los factores bioclimáticos y edáficos.

Cuadro N° 20. Resultados para tratamientos (AxB) en chíá, en las variables, contenido de humedad del grano (CHG), producción en kg por hectárea (PPH)

| Contenido de humedad del grano (NS) | | | Producción en kg por hectárea (Kg) | | |
|-------------------------------------|----------|-------|------------------------------------|----------|-------|
| Tratamiento | Promedio | Rango | Tratamiento | Promedio | Rango |
| T1 | 10,2 | A | T3 | 348,4 | A |
| T4 | 11,7 | A | T6 | 327,5 | A |
| T7 | 10,5 | A | T9 | 328,1 | A |
| T2 | 11,3 | A | T2 | 400,5 | A |
| T5 | 12,2 | A | T5 | 390,3 | A |
| T8 | 9,8 | A | T8 | 411,1 | A |
| T3 | 11,9 | A | T1 | 615,8 | B |
| T6 | 13,2 | A | T4 | 534,6 | B |
| T9 | 11,0 | A | T7 | 549,6 | B |
| Media general: 11,0 % | | | Media general: 396,0 kg | | |
| CV: 15,8 % | | | CV: 26,3 % | | |

Fuente: Investigación de campo 2022

NS= No significativo, *= Significativo al 5%

Gráfico N° 17. Resultados para tratamientos (AxB) en la variable, contenido de humedad del grano (CHG)

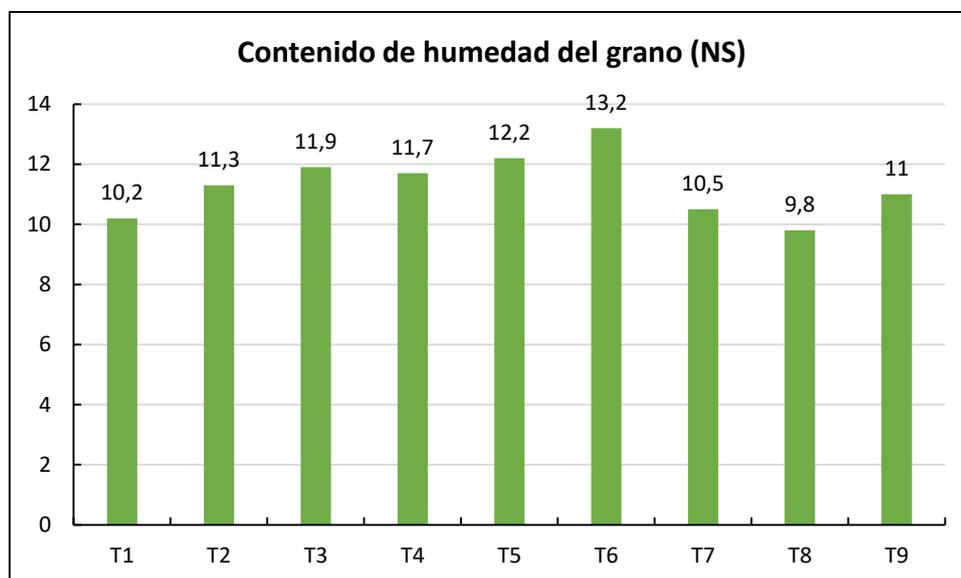
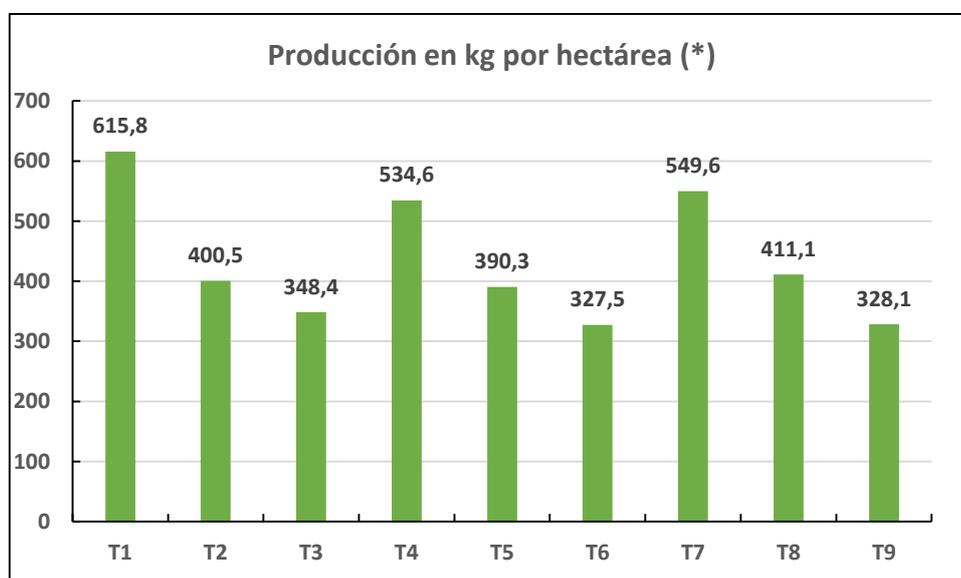


Gráfico N° 18. Resultados para tratamientos (AxB) en la variable, producción en kg por hectárea (PPH)



Tratamiento (AxB)

La respuesta de las densidades de siembra en cuanto al contenido de humedad del grano CHG, no dependió de los tipos de abonos; es decir fue factor independiente (NS). Mientras que la variable producción kg/ha PPH, fue diferente (*) es decir dependió de los tipos de abonos orgánicos (Cuadro N° 20) (Gráfico N° 17 y 18).

La variable CHG adquirió una media del 11% de humedad, un coeficiente de variación 15,8 %. Numéricamente el CHG más alto se determinó en el tratamiento T6 (0,60 m + sin abonadura) con 13,2 % de humedad, el menor promedio T8 (0,80 m + humus) de 9,8 % de humedad. La variable PPH, mostró una media de 396 kg/ha adquirió un CV del 26,3%, el tratamiento que mayor producción fue T1 (0,40 m + gallinaza) con 615,8 kg mientras que el tratamiento de menor rendimiento obtuvo T6 (0,60 m + sin abonadura) con 327,5 kg/ha.

El CHG, es una característica varietal y dependió de su interacción genotipo ambiente. Son factores determinantes la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar. En comparación con los resultados obtenidos por (Sánchez, F., & Vega, A. 2015) quienes obtuvieron rendimientos de 1196,5 kg/ha a una densidad de (0,80 cm entre surcos + humus). Mientras que el rendimiento en esta investigación fue menor, el principal factor determinante en este caso puede haber sido la zona agroecológica que se encontró a mayor altitud y latitud que la zona utilizada por estos investigadores.

4.1.6. Coeficiente de variación

El CV se expresa como un porcentaje y mide la varianza de los resultados. En esta investigación, existió escasa variación en los resultados con valores menores al 20%, lo que indica que las conclusiones y recomendaciones son válidas para esta zona agroecológica y la temporada de crecimiento de este cultivo.

Sin embargo, los datos elevados en ciertos componentes agronómicos y productivos del cultivo, se debe a que las características presentes y evaluadas no estuvieron bajo el control del investigador y dependieron en mayor medida de la interacción con el ambiente y genotipo.

4.2. Análisis de correlación y regresión lineal

Cuadro N° 21. Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que tuvieron significancia estadística positiva con el rendimiento de chía

| Variabes independientes (Xs) componentes del rendimiento | Coefficiente de correlación (r) | Coefficiente de regresión (b) | Coefficiente de determinación (R²) % |
|---|--|--------------------------------------|--|
| Altura de la planta a los 90 días | 0,54* | 7,2* | 29 % |
| Longitud de ramas | 0,51* | 8,7* | 26 % |
| Longitud de inflorescencia | 0,57* | 2,2* | 33 % |
| Número de ramas | 0,52* | 1,8* | 27% |

Fuente: Investigación de campo

* = Significativo al 5%

4.2.1. Coeficiente de correlación

Correlación es la relación positiva entre dos variables, su valor máximo es +/- 1 y no tiene unidades.

En esta investigación los descriptores que tuvieron una correlación significativa con el rendimiento de la chía fueron, altura de la planta a los 90 días, longitud de ramas, longitud de inflorescencia y número de ramas por planta (Cuadro N° 21).

El valor más alto de correlación en esta investigación presentó la variable longitud de inflorescencia versus la producción en kg por ha con 0,57 kg/ha (Cuadro N° 21).

4.2.2. Coeficiente de Regresión

Es el incremento o reducción de la variable dependiente por cada cambio único de la(s) variable(s) independiente(s).

Los descriptores que incrementaron el rendimiento de chía fueron, altura de la planta a los 90 días, longitud de ramas, longitud de inflorescencia y número de ramas por planta (Cuadro N° 21).

4.2.3. Coeficiente de determinación (R^2)

El R^2 indica en qué porcentaje se incrementó o disminuyó el rendimiento (Variable dependiente) por cada cambio de la variable independiente. En esta investigación el 26, 28, 29, 33 % del incremento en el rendimiento de la chía fue debido a la altura de planta, longitud de ramas y longitud de inflorescencia (Cuadro N° 21).

4.3. Análisis relación benéfico costo

Cuadro N° 22. Costo de producción del cultivo de chía en Lagucoto III. Año 2022

| Conceptos | Tratamientos | | | | | | | | |
|--|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| Costos que varían | | | | | | | | | |
| 1. Análisis del suelo | 29,22 | 29,22 | 29,22 | 29,22 | 29,22 | 29,22 | 29,22 | 29,22 | 29,22 |
| 2. Preparación del suelo | | | | | | | | | |
| Glifosato | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| Preparación del terreno | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| Limpieza del área, delimitación de parcelas, surcado | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| 3. Siembra | | | | | | | | | |
| Semilla de chía | 60 | 60 | 60 | 48 | 48 | 48 | 36 | 36 | 36 |
| Gallinaza | 1222 | 0 | 0 | 1222 | 0 | 0 | 1222 | 0 | 0 |
| Humus | 0 | 1333 | 0 | 0 | 1333 | 0 | 0 | 1333 | 0 |
| Siembra jornales | 210 | 210 | 210 | 180 | 180 | 180 | 150 | 150 | 150 |
| Fertilización, aporque jornales | 105 | 105 | 105 | 90 | 90 | 90 | 75 | 75 | 75 |
| Raleo jornales | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Deshierbe jornales | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cosecha | 285 | 285 | 285 | 255 | 255 | 255 | 225 | 225 | 225 |
| Pos cosecha | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Saquillos grandes y pequeños | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Trilla | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Total costos que varían | 2564,2 | 2675,2 | 1342,2 | 2477,2 | 2588,2 | 1255,2 | 2390,2 | 2501,2 | 1168,2 |
| Rendimiento Promedio en kg/ha | 615,8 | 400,5 | 348,4 | 534,6 | 390,3 | 327,5 | 549,6 | 411,1 | 328,1 |
| Ingreso Bruto | 4310,6 | 2803,5 | 2438,8 | 3742,2 | 2774,1 | 2292,2 | 3847,2 | 2877,7 | 2296,7 |
| Total ingreso neto | 1746,4 | 128,3 | 1096,6 | 1265,0 | 185,9 | 1037,0 | 1457,0 | 376,5 | 1128,5 |
| Relación Ingreso costo I/C | 1,7 | 1,0 | 1,8 | 1,5 | 1,1 | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 2,0 |
| Relación beneficio costo B/C | 0,7 | 0,05 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 1,0 |

Fuente: Investigación de campo 2022.

Relación Beneficio – Costo (RB/C e I/C)

El índice beneficio/costo (IB/C), también conocido como relación beneficio/costo compara directamente, los beneficios y los costos de un proyecto para definir su viabilidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos del total de costos de producción de la chíá para el año 2022, en los nueve tratamientos realizados T1, T4, T7 (gallinaza), T2, T5, T8 (humus), T3, T6, T9 (sin abonadura) se concluye:

En la zona agroecología Laguacoto III, el tratamiento que mayor rentabilidad generó fue T9 (0,80 m entre surco + sin abonadura) obtiene un ingreso neto de 1128,5 \$/ha una relación ingreso costo RI/C de \$ 2 con una relación benéfico costo RB/C de \$ 1, lo que se traduce que, por cada dólar invertido, obtiene una ganancia de \$1. Cabe mencionar, que el tratamiento de menor rentabilidad fue T2 (0,40 m + humus) se obtiene un ingreso neto de 128,3 \$/ha, una relación ingreso costo RI/C de \$ 1,05 y con una relación beneficio costo RBC de \$ 0,05 esto quiere decir que el productor cada dólar invertido solo recupera \$ 0,05. (Cuadro N° 22).

En base a los resultados expuestos dentro de los costos de producción en el cultivo de chíá, se puede mencionar que es una alternativa favorable para los productores, debido a la baja mano de obra para su manejo y cuidado, es tolerante a sequías, se adapta muy bien en suelos con buen drenaje, es de ciclo corto en comparación a otros cultivos, además de considerar que la chíá en mercados extranjeros es muy apetecida y el precio por kilo es más alto que en Ecuador.

4.4. Comprobación de hipótesis

Acorde a los resultados agronómicos, productivos, estadísticos y económicos alcanzados en esta investigación para la zona agroecológica Laguacoto III, con el 99% de probabilidades estadísticas se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Se puede manifestar que la respuesta agronómica del cultivo de chíá, dependió de las densidades de siembra, tipos de abonos orgánicos y su interacción genotipo – ambiente.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Después del análisis estadístico y agronómico, se extrajeron las siguientes conclusiones:

- La respuesta agronómica de los tratamientos evaluados fue diferente en esta zona agroecológica.
- Dentro de las densidades de siembra la distancia de 0,40 m entre surcos fue la que generó mayor incremento en la productividad de chía dentro de esta zona agroecológica, posiblemente por un mayor número de plantas por ha.
- En cuanto a los tipos de abonos orgánicos aplicados en esta investigación la gallinaza tuvo mayor efecto en el rendimiento de la chía en comparación con el humus, con un promedio que superó los 560 kg/ha de producto.
- El rendimiento promedio más alto presentó el tratamiento T1 (0,40 m + gallinaza) con 615,8 kg/ha al 13 % de humedad, sin embargo, el tratamiento T6 (0,60 m + sin abonadura) tuvo el menor rendimiento de 327,5 kg/ha.
- Económicamente la mejor alternativa para el agricultor dentro de este cultivo fue T9 (0,80 m + sin abonadura) con una relación ingreso costo de \$2, relación beneficio costo de \$ 1 y un ingreso neto/ha \$ 1128,5.
- Esta investigación demostró que el cultivo de chía es una alternativa favorable para los agricultores que deseen diversificar sus cultivos y generar ingresos económicos en corto tiempo, además de orientarse en una producción orgánica de mayor competitividad en el mercado, e incluso se podría implementar en agricultura de pequeña escala, sin uso de abonaduras.

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones se hace las siguientes recomendaciones:

- Validar las respuestas de las densidades de siembra y los tipos de abonos orgánicos en diferentes zonas agroecológicas.
- Focalizar las investigaciones en otros tipos de abonos orgánicos presentes en el mercado con la finalidad de generar alternativas a los agricultores para la fertilización de su cultivo a bajo costo.
- Realizar investigaciones de plagas y enfermedades de mayor importancia que pueden presentarse en este tipo de cultivo.
- Recomendar esta tecnología a los agricultores que buscan una alternativa de cultivo que genere mayores ingresos económicos en periodos cortos y épocas de sequía.
- Abrir un mercado local, donde los productores y consumidores puedan adquirir este producto de manera fácil y rápida.

BIBLIOGRAFÍA

- ABC Rural . (2019). Hongos en semillas de chía. Obtenido de <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/hongos-en-semillas-de-chia-1228579.html>
- Abonos Biormin . (2020). Ficha técnica de la gallinaza compostada. Obtenido de Fertilizantes biorgánicos y minerales: https://www.abonosbiormin.com/fotosproductos/fichatecnica-gallinaza_compostada-1611679971.pdf
- Acosta, B. (2019). Abono orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo. Obtenido de EcologíaVerde:<https://www.ecologiaverde.com/abono-orgánico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>
- Agroautentico.com. (2016). Los beneficios del humus de lombriz en la agricultura. Obtenido de <https://agroautentico.com/2016/04/humus-lombriz-abono-agricultura/>
- Agroproductores. (2019). Gusano peludo (Estigmene acrea). Obtenido de <https://agroproductores.com/estigmene-acrea/>
- Agrorural. (2016). Características de la isla de guano. Recuperado el 30 de junio de 2021, de <https://www.agrorural.gob.pe/informacion-tecnica/>
- AgroSpray. (2020). Aprende a realizar el cálculo de rentabilidad agrícola. Obtenido de <https://agrospray.com.ar/blog/calculo-de-rentabilidad-agricola/>
- AgroSpray. (2020). Producción agrícola: factores que influyen en los resultados. Obtenido de <https://agrospray.com.ar/blog/produccion-agricola/>
- Aguiar, F., & Chavez, J. (2020). Evaluación de sistemas de labranza y fertilización nitrogenada para agricultura de conservación en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad iniap-111 en Laguacoto II, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3535>
- Aguilar, E. (2015). Análisis de las posibilidades de producción de la chía en el Ecuador con sus oportunidades de exportación. Obtenido de Universidad de

Especialidades Espíritu Santo:<http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/391/1/Paper%20Eduardo%20Aguilar.pdf>

Aguñaga, A., Medina, K., Garruña, R., Latournerie, L., & Ruíz, E. (2020). Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). Obtenido de Acta universitaria:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662020000100116

Albrecht, A. (2019). Diversidad micológica del cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) en fincas rurales de Itapúa y Misiones, Paraguay. Obtenido de Universidad Nacional de Itapúa: https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Be-ca15-5_Alicia_Albrecht.pdf

Almedariz, P. (2012). Evaluación agronómica del cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) con dos densidades de siembra y tres tipos de fertilizante orgánico, en San Pablo De Atenas, Provincia Bolívar. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar : <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1008>

Almendariz, P. (2012). Evaluación agronómica del cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) con dos densidades de siembra y tres tipos de fertilizante orgánico, en San Pablo de Atenas, Provincia Bolívar. Recuperado el 11 de junio de 2021, de Universidad Estatal de Bolívar: <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1008/1/045.pdf>

Boletinagrario.com. (2022). Vermicompostaje - ¿qué es vermicompostaje? - significado, definición, traducción y sinónimos para vermicompostaje. Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,vermicompostaje,1092.html>

Burbano, D. (2017). “Evaluación agronómica del rendimiento del cultivo de la chía (*Salvia hispánica L.*) Sometido a la aplicación de tres bioestimulantes foliares a diferentes dosis.”. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo:<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3223/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Burgos, M. D. (2022). Propiedades nutricionales de la semilla de chía y sus beneficios para la salud. Obtenido de Farmacéutica y tecnóloga de los

alimentos. Diplomada en nutrición. Puleva salud: <https://www.lechepuleva.es/nutricion-y-bienestar/propiedades-nutricionales-de-la-semilla-de-chia-y-sus-beneficios-para-la-salud>

Caceres, F. (2017). Cultivo de Chía. Obtenido de Universidad Nacional de Educación: https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1211/T025_45572507T.PDF?sequence=1&isAllowed=y

Carrera, C. (2017). “Evaluación agronómica de la aplicación de tres herbicidas postemergentes, para el control químico de malezas anuales en el cultivo de chía (*Salvia hispánica*), a tres dosis baja, media y alta.”. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3186/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000050.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrillo, C., Gutiérrez, M., & Muro., M. (2017). La chía como súper alimento y sus beneficios en la salud de la piel. Obtenido de El residente: <https://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2017/rr171c.pdf>

ConnectAmericas. (2012). Chía: la semilla latinoamericana que enloquece al mundo. Obtenido de <https://connectamericas.com/es/content/ch%C3%ADa-la-semilla-latinoamericana-que-enloquece-al-mundo>

CONtexto ganadero. (2019). Ventajas y clasificación de los abonos orgánicos. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/ventajas-y-clasificacion-de-los-abonos-organicos>

Crezcamos Compañía de Financiamiento. (2020). ¿Por qué utilizar abonos orgánicos? ¡Mira sus sorprendentes ventajas! Obtenido de <https://crezcamos.com/2020/06/18/por-que-utilizar-abonos-organicos-mira-sus-sorprendentes-ventajas/>

CropLife. (2020). Gusano cogollero. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>

Cultivos Alternativos. (2013). Chía entre la fantasía y realidad. Obtenido de <http://cultivosalter.blogspot.com/2013/04/chia-entre-la-fantasia-y-realidad.html>

- Echeverri, D. (2020). 8 interesantes usos de la ceniza de madera. Obtenido de <https://mejorconsalud.as.com/8-interesantes-usos-le-puedes-dar-la-ceniza-madera/>
- Editorial. (2019). Características de la chía. Obtenido de Botanical: <https://www.botanical-online.com/botanica/semillas-chia-descripcion-botanica>
- El mundo. (2020). El uso del estiércol como fertilizante aumenta en los cultivos ecológicos. Obtenido de Heraldo diario de soria: <https://heraldodiariodesoria.elmundo.es/articulo/mundo-agrario/uso-estiercol-como-fertilizante-aumenta-cultivos-ecologicos/20200203182355299927.html>
- El sitio Avícola . (2016). Manejo de la gallinaza: compostar para lograr una granja libre de malos olores y moscas. Obtenido de <https://www.elsitioavicola.com/articles/2913/manejo-de-la-gallinaza-compostar-para-lograr-una-granja-libre-de-malos-olores-y-moscas/>
- Estrucpan. (2019). Introducción a la lombricultura. Obtenido de <https://estrucplan.com.ar/introduccion-a-la-lombricultura/>
- Fernandez, E. (2020). Plan de ordenamiento territorial Cañi. Obtenido de Mag: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660819900001_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20DE%20CA%C3%91I%20%20%202015_02-07-2016_12-33-10.pdf
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. (2017). La chía, como cultivo alternativo. Recuperado de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/firco/es/articulos/la-chia-como-cultivo-alternativo?idiom=es>
- Flores. (2018). Desarrollo de una bebida de naranja fortificado con chía (*Salvia hispánica*). Obtenido de Universidad Galileo: http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/1182/1/2018-T-lcta-023_flores_barrios_roberto.pdf
- Flores, C. (2017). “Evaluación agronómica del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.) Con dos densidades de siembra y dos tipos de fertilizante orgánico, en

la comunidad de Manzanayoc- Acobamba”. Obtenido de Universidad Nacional Huancavelica: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1430/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200104.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gallardo, A. C. (2019). Plagas voraces y cómo controlarlas. Obtenido de CIMMYT: <https://idp.cimmyt.org/plagas-voraces-y-como-controlarlas/>

González, O. (2017). ¿Materia orgánica cruda o compostada? Obtenido de Departamento de investigación y desarrollo abonamos S.A.:<https://www.abonamos.com/blog/2017/10/23/materia-organica-cruda-o-compostada-que-es-mejor-para-el-suelo-y-los-cultivos>

Gosálbez, C. (2021). Qué es el humus de lombriz. Obtenido de Planeta huerto: https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-el-humus-de-lombriz_00139

Guaita, I. J. (2021). “Evaluación de la estabilidad oxidativa del aceite de chía (*Salvia hispánica L.*) obtenido por prensado a diferentes concentraciones de α -tocoferol como antioxidante”. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34003/1/t1907mquim.pdf>

Guerra, R. L., & Jácome, R. A. (2018). *Salvia hispánica L.* (chía): Alimento funcional con propiedades medicinales. Obtenido de Universidad Tecnológica Equinoccial, Revista Cubana de Plantas Medicinales: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/633/320>

Guiotto, E. N. (2014). Aplicación de subproductos de chía (*Salvia hispánica L.*) y girasol (*Helianthus annuus L.*) en alimentos. Obtenido de Universidad Nacional de la Plata: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34268/Documento_completo.pdf?sequence=3

Gutierrez, N. (2014). Manejo técnico para el cultivo de chía. Obtenido de Sader Jalisco:<https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-agricola-hortofruticola-e-inocuidad/567>

- Hernández, É. (2016). La importancia del incremento en el consumo de chía en el ámbito gastronómico. Obtenido de Publicaciones Académicas, Aliat: http://aliatuniversidades.com.mx/conexxion/wp-content/uploads/2016/09/CHyG_12_Art_2.pdf
- Hernández, F. (2022). La Densidad de siembra de los cultivos. Obtenido de Asistencia técnica agrícola: https://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html
- Huarhuachi, H., & Mayo, M. (2017). Evaluación agronómica del cultivo de la chía (*Salvia hispánica L*) con tres tipos de abonos orgánicos (humus de lombriz, guano de isla y biol) bajo riego tecnificado en condiciones de las áreas agrícolas de la Universidad Nacional de Educación. Obtenido de Universidad Nacional de Educación: https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1211/T025_45572507T.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- Humusdelombriz.net. (2021). ¿Qué es el humus de lombriz? 15 verdades que tienes que saber. Obtenido de <https://humusdelombriz.net/>
- Inciso Quincho, J. E. (2019). “Estudio de densidades de siembra con dos genotipos. Obtenido de Universidad Nacional del Centro del Perú: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7323/T010_20740696_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Infoagro. (12 de abril de 2017). Importancia de los abonos orgánicos. Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/importancia-de-los-abonos-organicos/>
- Infoagro. (2017). Lombricompost, vermicompost o humus de lombriz. Obtenido de Revista Infoagro México: <https://mexico.infoagro.com/lombricomposto-vermicompost-o-humus-de-lombriz/>
- Información técnica agrícola, Infoagro. (2022). Abonos Orgánicos. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Intanicaraguense. (2018). Recomendaciones para la producción de chía en el ciclo productivo. Obte

nido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: https://issuu.com/intanicaraguense/docs/guia_practica_inta_-_chia_2018

Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura, Intagri S.C. (2016). Los abonos orgánicos. beneficios, tipos y contenidos nutrimentales. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales>

Intagri S. C. (2016). Manejo integrado de la gallina ciega. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-la-gallina-ciega>

Intagri S.C. (2015). La gallinaza como fertilizante. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>

Intagri.S.C. (2015). El momento oportuno para el control del gusano cogollero. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/el-momento-oportuno-para-el-control-del-gusano-cogollero>

Jardín mágico. (2019). Cómo cultivar chía de manera orgánica y sus beneficios. Obtenido de <https://www.ecojardinmagico.com/como-cultivar-chia-de-manera-organica-y-sus-beneficios/>

Lamsa. (2017). La densidad de siembra. Obtenido de <http://www.lamsa.com.mx/index.php/node/1418>

León, O. (2019). “Incorporación de materia orgánica y su efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays L*), en la zona de Babahoyo.”. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6158/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000053.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lombrimadrid. (2021). Humus de Lombriz. 20 mejoras importantes para tus plantas. Obtenido de <https://lombrimadrid.es/lombricultura/humus-de-lombriz-caracteristicas-beneficios/>

López, H. (2015). Influencia de microorganismos eficaces en el cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) para clima subtropical arico, irrigación Majes,

- Arequipa. Obtenido de Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/389/M-21596.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lospinos.cl. (2018). ¿Qué es la productividad agrícola? Obtenido de <http://lospinos.cl/produccion-agricola/que-es-la-productividad-agricola/>
- Lozada, J. (2013). Obtención de biogas en base a mezclas de gallinaza con residuos orgánicos de cerdo y cuy. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6631/1/BQ%2040.pdf>
- Maldonado, J. A. (2016). “Plan de negocios para la exportación de harina de semilla de chía, hacia Canadá en el año 2016”. Obtenido de Universidad Tecnológica equinoccial: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/18354/1/67436_1.pdf
- Mamani, Y. (2017). Influencia de tres fuentes de materia orgánicos en el rendimiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) en el CEA II-Los Pichones - Tacna-2015. Obtenido de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1867/1141_2017_mamani_quenta_ye_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marcania, M. (2020). Elaboración de yogurt fortificado a base de diferentes concentraciones de chía (*Salvia hispánica L*). Obtenido de Universidad Mayor de San Andrés: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25331/T-2795.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MegagroStore. (2020). Eco Abonaza. Obtenido de <https://megagro.com.ec/product/eco-abonaza/>
- Meraz, R. (2013). La rentabilidad en la agricultura se obtiene con eficiencia productiva, no forzando los precios. Obtenido de <https://www.agrotransfer.org/index.php/articulo-tecnico/632-la-rentabilidad-en-la-agricultura-se-obtiene-con-eficiencia-productiva-no-forzando-los-precios>

- Ministerio de Relaciones Exteriores . (2021). Perfil de mercado-chía Singapur .
Obtenido de Programa de especialización en inteligencia comercial y análisis de los mercados internacionales MRE-ADEX 2020: <https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/06/Perfil-del-Mercado-de-Ch%C3%ADa-a-Singapur.pdf>
- Miranda, F. (2015). Guía Técnica para el manejo del cultivo de chía en Nicaragua. Obtenido de <https://fdocuments.ec/document/manual-de-produccion-de-chia-alvia-hispanica.html>
- Montalvo, M. (2016). Estudio de chia y cocina de autor . Obtenido de Universidad Internacional del Ecuador .
- Moya, M. D. (2020). Plan de negocios para la exportación de semillas de chía a Suiza. Obtenido de Universidad Internacional del Ecuador: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4325/1/T-UIDE-1357.pdf>
- Mundo Huerto. (2016). Gallinaza como abono. Obtenido de <https://www.mundo-huerto.com/fertilizantes/gallinaza>
- Pabón, D. A. (2017). “Evaluación agronómica del rendimiento del cultivo de la chía (*Salvia hispánica L*) sometido a la aplicación de tres bioestimulantes foliares a diferentes dosis.”. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3223/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Para que sirve. (2021). Obtenido de Para que sirve la gallinaza? 2021-Que es,dosis. (propiedades, beneficios; para que sirve.: <https://www.paraque-sirve.com/para-que-sirve-la-gallinaza/>
- Paredes, A. (2019). Propuesta de creación de postres para el adulto mayor utilizando chia, quinua y espirulina. Obtenido de Universidad de Cuenca: <file:///C:/Users/SYSTEMarket/Downloads/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Perez, G. (2018). “Uso agrícola para el cultivo de semillas orgánicas de chía blanca y negra, teff y sesamo”. Obtenido de Agro Kistter Import - Export. S.A.:

https://www.google.com/search?q=APORQUES+EN+LA+CHIA&sxsrf=AOaemvKUtyTQWxpkIJ3OuwZQ9_m-KpE_4g:1641690194207&ei=UjTaYeeHDIqmptQPgbKKuA8&start=10&sa=N&ved=2ahUKEwjn-OzGvKP1AhUKk4kEHQGZAvCQ8tMDegQIARA8&biw=1366&bih=625&dpr=1

Pizarro, L. (2014). Caracterización fenológica y rendimiento de dos genotipos de chía (*Salvia hispánica L*) En el valle de Azapa, región de Arica y Parinacota. Obtenido de Universidad de Tarapacá: http://www.chia.uchile.cl/docs/tesis/7.Tesis_Leslie2.pdf

Portal Fruticola. (2020). Preparación de bocashi, un abono orgánico de calidad. Obtenido de <https://www.agrositio.com.ar/noticia/213343-preparacion-de-bocashi-un-abono-organico-de-calidad>

Portillo, G. (2018). Gallina ciega: síntomas y tratamiento. Obtenido de JardineriaOn : <https://www.jardineriaon.com/gallina-ciega-sintomas-y-tratamiento.html>

Quiroa, M. (2020). Producción. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/produccion.html>

Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Obtenido de Revista Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007

Ramos, G. (2013). Definición de producción agrícola. Obtenido de Economia.org: <https://economia.org/produccion-agricola.php>

Redacción Primicias. (2021). La chía, una semilla que gana adeptos en la pandemia. Obtenido de Primicias.ec: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/pandemia-reabre-mercado-local-chia/>

Revista abc Paraguay. (2020). Paraguay es el principal productor mundial de chía. Obtenido de <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/2020/06/10/paraguay-es-el-principal-productor-mundial-de-chia/>

- Saavedra, I. (2021). Humus de lombriz, ¿qué es?. Obtenido de la bola de cristal.: https://www.icesi.edu.co/blogs_estudiantes/laboladecristal/2021/08/25/humus-de-lombriz-que-es/
- Sánchez, F., & Vega, A. (2015). Respuesta agronómica del cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) a diferentes densidades poblacionales y fertilización en la granja el Triunfo Cantón Caluma Provincia Bolívar. Obtenido de Universidad Estatal de Bolivar: <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1261/1/167.pdf>
- Santana, E. (2013). “Estudio de adaptabilidad y densidades de siembra del cultivo de Chía (*Salvia hispánica L*), en la Zona de Babahoyo”, Provincia de los Rios. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/193/T-UTB-FACIAG-AGR-000056.pdf?sequen ce=6&isAllowed=y](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/193/T-UTB-FACIAG-AGR-000056.pdf?sequen%20ce=6&isAllowed=y)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural . (2013). Manejo técnico para el cultivo de la Chía. Obtenido de <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-agricola-hor tofruticola-e-inocuidad/567#:~:text=Se%20recomienda%20aplicar%204%20litros,o%20varas%20de%20madera%20rollizas.>
- Sevilla, A. (2016). Productividad. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>
- Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. (2017). (*Salvia hispánica L*) Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/salvia-hispanica>
- Software Agrícola Mexicano, Agroware. (2016). Las bondades de usar humus de lombriz en tus cultivos. Obtenido de <https://sistemaagricola.com.mx/blog/ventajas-de-usar-humus-de-lombriz-en-tus-cultivos/>
- Sosa, A., & Ruiz, G. (2017). Efecto de la temperatura y el fotoperiodo en la floración de la chía (*Salvia hispánica L*). Obtenido de researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/319988289_EFECTO_DE_LA_TEMPERATURA_Y_EL_FOTOPERIODO_EN_LA_FLORACION_DE_LA_CHIA_Salvia_hispanica_L

- Suministros agrícolas. (2018). Ventajas de los fertilizantes orgánicos. Obtenido de Luque, S.L.: <https://www.suministrosagricolasluque.com/ventajas-de-los-fertilizantes-organicos/>
- Tipan, T. (2017). “Caracterización de la calidad del abono de aves de postura y de engorde (*Gallus gallus domesticus*), utilizado en la agricultura de San José de Puñachizag, Cantón Quero”. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/12345_6789/26127/1/Tesis-165%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20497.pdf
- Valpo Interviene. (2016). El vermicompostaje: una solución orgánica para tu vida. Obtenido de <https://www.valpointerviene.cl/2016/04/21/el-vermicompostaje-una-solucion-organica-para-tu-vida/>
- Vega, C., & Erreyes, A. (2021). Valoración de la respuesta agronómica de la habilla (*Phaseolus spp*) y chíá (*Salvia hispánica L*) a dos tipos de labranza y dos sistemas de cultivo, en la granja Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <https://190.15.128.197/handle/123456789/3972>
- Vermidiero. (2021). Diez datos sobre el humus de lombriz . Obtenido de <https://www.vermidiero.es/10-datos-sobre-el-humus-de-lombriz>
- Vida y Salud Media. (2021). Chíá – usos medicinales. Obtenido de <https://www.vidaysalud.com/chia/>
- Weibel, L. P. (2014). Caracterización fenológica y rendimiento de dos genotipos de chíá (*Salvia hispánica L*) en el valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota. Obtenido de Universidad de Tarapacá: http://www.chia.uchile.cl/docs/tesis/7.Tesis_Leslie2.pdf
- Westreicher, G. (2020). Producción agrícola. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/produccion-agricola.html>
- Westreicher, G. (2020). Producción agrícola. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/produccion-agricola.html#:~:text=La%20>

producción agrícola de la chía en el campo.

Xingú, A., González, A., Cruz, E. d., Orozco, G., & Arriaga, M. R. (1 2017). Chía (*Salvia hispánica L*) situación actual y tendencias futuras. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2631/263153520010/html/index.html#B17>

Zucami Poultry Equipment. (2021). Tips sobre la gallinaza, un subproducto de valor agregado. Obtenido de <https://zucami.com/seccion-tecnica/tips-sobre-la-gallinaza-un-subproducto-de-valor-agregado/>

Zúñiga, H. (2014). Monografía de la Chía: Biología de la chía (*Salvia hispánica L*) Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148778/Z%C3%BA%C3%B1iga-%20Monograf%C3%ADa%20ch%C3%ADa%20%282014%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo. 1. Mapa de ubicación de la investigación.



Área donde se realizó la investigación



Anexo. 2. Base de datos

| R | FA | FB | t(AXB) | DEC | AP(45) | AP(90) | NRP | LR | DF | LI | DC | NPML | PSP | PSPP | CHG | RH |
|---|----|----|--------|-----|--------|--------|-----|------|----|------|-----|------|-------|------|------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 28 | 13,2 | 61,1 | 7 | 12,5 | 55 | 12,2 | 157 | 74,7 | 13,73 | 0,97 | 9,2 | 630,5 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 28 | 15,3 | 61,7 | 5 | 11,2 | 55 | 11,1 | 157 | 58 | 8,71 | 0,59 | 10,3 | 379,8 |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 28 | 12,7 | 48,2 | 4 | 6,8 | 55 | 9,2 | 158 | 46,7 | 10,71 | 0,51 | 11,2 | 325,1 |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 19,7 | 63,3 | 6 | 14,0 | 55 | 12,0 | 159 | 52,3 | 11,30 | 0,85 | 9,9 | 547,2 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 14,5 | 55,2 | 4 | 10,7 | 56 | 10,5 | 158 | 83 | 13,72 | 0,65 | 10,9 | 414,4 |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 6 | 11,3 | 49,9 | 4 | 11,5 | 57 | 10,3 | 159 | 48 | 10,77 | 0,42 | 14,5 | 257,3 |
| 1 | 3 | 3 | 1 | 7 | 15,2 | 69,7 | 10 | 30,4 | 56 | 20,8 | 159 | 45,3 | 14,52 | 0,79 | 8,7 | 513,5 |
| 1 | 3 | 3 | 2 | 8 | 19,2 | 72,7 | 10 | 27,8 | 55 | 17,4 | 157 | 26,3 | 15,51 | 0,62 | 9,8 | 399,1 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 9 | 24,4 | 69,0 | 8 | 17,4 | 55 | 12,9 | 157 | 35,7 | 10,84 | 0,60 | 11,4 | 391,4 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 28 | 13,5 | 65,0 | 8 | 14,0 | 55 | 11,7 | 157 | 39,7 | 10,25 | 0,93 | 9,5 | 604,5 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 29 | 11,6 | 59,0 | 7 | 13,5 | 55 | 11,2 | 159 | 48,7 | 11,52 | 0,50 | 10,4 | 382,5 |
| 2 | 1 | 1 | 3 | 30 | 11,8 | 50,3 | 5 | 9,5 | 56 | 10,5 | 157 | 29 | 8,93 | 0,60 | 10,1 | 321,9 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 10,6 | 70,1 | 9 | 19,3 | 55 | 14,1 | 157 | 42,3 | 9,78 | 0,61 | 10,4 | 388,9 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 19,0 | 69,5 | 8 | 18,7 | 57 | 13,0 | 157 | 35 | 10,47 | 0,61 | 13,8 | 371,4 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 20,5 | 70,4 | 8 | 16,8 | 55 | 11,8 | 157 | 36,7 | 19,51 | 0,59 | 11,8 | 372,4 |
| 2 | 3 | 3 | 1 | 7 | 9,0 | 65,8 | 10 | 23,5 | 55 | 17,9 | 157 | 50,3 | 9,61 | 0,83 | 11,1 | 529,2 |
| 2 | 3 | 3 | 2 | 8 | 9,3 | 64,0 | 6 | 10,0 | 55 | 12,1 | 157 | 57,3 | 8,07 | 0,61 | 9,5 | 396,5 |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 9 | 10,8 | 51,4 | 5 | 9,3 | 55 | 9,6 | 157 | 56 | 13,63 | 0,42 | 10,5 | 267,8 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 30 | 20,3 | 75,3 | 9 | 29,2 | 57 | 17,7 | 159 | 46,3 | 14,43 | 0,97 | 12,0 | 612,3 |
| 3 | 1 | 1 | 2 | 30 | 19,9 | 71,3 | 9 | 19,9 | 56 | 15,7 | 160 | 37,7 | 8,39 | 0,71 | 13,1 | 439,3 |
| 3 | 1 | 1 | 3 | 30 | 17,2 | 66,1 | 10 | 15,9 | 57 | 12,6 | 162 | 27,3 | 15,31 | 0,65 | 14,3 | 398,2 |
| 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 9,4 | 65,6 | 10 | 24,5 | 55 | 15,6 | 162 | 46 | 13,41 | 1,09 | 14,7 | 667,6 |
| 3 | 2 | 2 | 2 | 5 | 9,9 | 69,5 | 10 | 25,1 | 55 | 14,6 | 160 | 38 | 17,39 | 0,61 | 12,0 | 385,1 |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 6 | 12,1 | 47,7 | 5 | 11,1 | 56 | 9,3 | 159 | 51,7 | 8,80 | 0,57 | 13,2 | 352,7 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 7 | 13,2 | 78,1 | 9 | 25,9 | 56 | 18,6 | 162 | 50,3 | 16,75 | 0,96 | 11,7 | 606,0 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 8 | 13,9 | 67,6 | 8 | 22,0 | 55 | 14,4 | 160 | 44,7 | 8,89 | 0,68 | 10,1 | 437,8 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 13,5 | 58,0 | 6 | 16,5 | 55 | 12,4 | 160 | 40,7 | 14,89 | 0,51 | 11,1 | 325,1 |

Anexo.3. Análisis químico del suelo



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
 Paraimericana Sur Km. 1, SN Cubaguá
 Tls. (02) 3007284 / (02) 2504240
 Mail: laboratorio.das@inap.gub.ec



INFORME DE ENSAYO No: 22-4918
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 02/09/2022
 HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 9:40
 FECHA DE ANÁLISIS: 05/09/2022
 FECHA DE EMISIÓN: 08/09/2022
 ANALISIS SOLICITADO: 54

NOMBRE DEL CLIENTE: Verdezoto Arrijo Abigail Mariuxi
PETICIONARIO: Verdezoto Arrijo Abigail Mariuxi
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Verdezoto Arrijo Abigail Mariuxi
DIRECCIÓN: Gabriel Ignacion y Veintimilla

| Análisis | pH | N | P | S | B | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | CaMg | MpK | Ca-Mg-K | I | MO | CO ² | Textura (%) | IDENTIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|-------|------|------|---------|---------|----|-----------------|-------------|----------------|---------|----------------|---|------|-------|-------|-------|------|---|----|----|----|------------------|---------------|
| Unidad | | ppm | ppm | ppm | ppm | 100g | 100g | 100g | ppm | ppm | ppm | ppm | MpK | MpK | Ca-Mg-K | mg/100g | % | % | Argilla | Limo | Arcilla | Clase Textural | | | | | | | | | | | | |
| 22-2021 | 5,98 | Me Ac | 25 | 13,3 | M | 6,76 | B | 0,20 | B | 0,27 | M | 17,00 | A | 3,87 | A | 3,4 | M | 18,2 | A | 169 | A | 10,7 | M | 4,39 | 14,10 | 76,08 | 23,15 | 2,31 | A | 35 | 32 | 33 | FRANCO-ARCILLOSO | Arg-Chlo-2022 |

| Análisis | Al+H ⁺ | Al ³⁺ | Na ⁺ | C.E. ⁺ | N, Total ⁺ | N-NO3 ⁻ | K H2O ⁺ | P H2O ⁺ | Cl ⁻ | pH RC ⁺ | IDENTIFICACIÓN |
|----------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Unidad | ppm | ppm | meq/100g | meq/100g | % | ppm | ppm | ppm | ppm | | |
| | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

| METROLOGIA UNAM | |
|-----------------|-------------------|
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |
| ppm | Solet (ppm) 12.53 |

Anexo. 3. Fotografías



Semillas y limpieza del área



Delimitación de parcelas y surcado



Siembra y tapado



Raleo y primer deshierbe



Peso del abono y aplicación



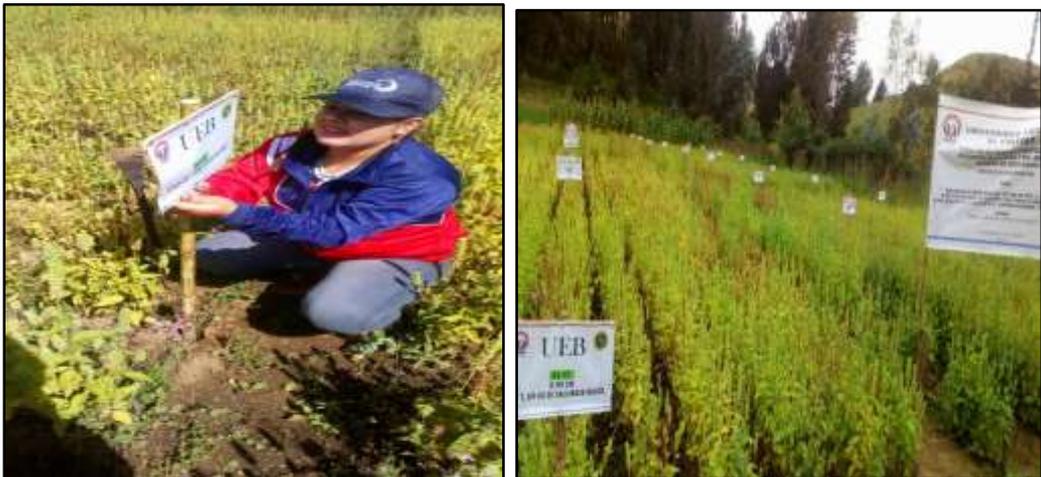
Aporque y toma de la variable longitud de la inflorescencia



Toma de variables a los 45 y 90 días



Segunda limpieza del cultivo a los 60 días



Colocación de letrero



Visita de campo



Cosecha



Trilla



Aventado y secado



Peso de semillas en kg y almacenamiento

Anexo. 4. Glosario de términos

Abonos orgánicos: Es el término usado para referirse a la mezcla de materiales que se obtienen de la degradación y mineralización de residuos orgánicos de origen animal, vegetal, de cosechas y de restos.

Alforfón: *Fagopyrum esculentum*, llamado comúnmente alforfón o trigo sarraceno, es una planta anual herbácea de la familia Polygonaceae cultivada por sus granos para su consumo humano y animal.

Amoniaco: También conocido como NH₃, es un gas incoloro con un olor característico compuesto de nitrógeno y átomos de hidrógeno. Se produce de forma natural en el cuerpo humano y en la naturaleza (en el agua, el suelo y el aire) e incluso en pequeñas moléculas de bacterias.

Aquenio: Fruto seco que contiene una sola semilla, cuya envoltura externa no está soldada a la misma.

Cañihua: *Chenopodium pallidicaule*, de nombre común cañahua, cañihua o kañiwa, es una especie del género *Chenopodium* similar en su composición a la quinua. Es nativa de la región andina con más de 200 variedades y se cultiva en el Altiplano andino, especialmente en Perú y Bolivia, desde hace milenios.

Clorosis férrica: Es la carencia de hierro en la planta, que afecta a su metabolismo y a la síntesis de la clorofila y se manifiesta por un amarilleo foliar. Es muy dependiente del pH del suelo. El hierro asimilable por la planta se reduce a sus niveles mínimos cuando el pH del suelo está entre 7,5 y 8.

Conductividad eléctrica: Es la capacidad de transmisión de la corriente eléctrica en el agua.

Des nitrificación: Es la reducción de nitratos o nitritos convirtiéndolos en óxidos de nitrógeno, amoníaco y nitrógeno libre mediante determinados microorganismos.

Disco nectanífero: Excrecencia anular, generalmente carnosa y glandulífera, que se forma sobre el talamo de la flor, generalmente rodeando al gineceo.

Encharcamientos: Se define de cualquier depósito o almacenamiento por lo general de agua, detenido en un terreno y puede ser de manera natural o artificialmente.

Enzimas digestivas: Son las que rompen los polímeros presentes en los alimentos de las moléculas más pequeñas para que puedan ser absorbidas con facilidad.

Esquizocarpo: Es un tipo de fruto seco indehiscente que se desarrolla de un gineceo pluricarpelar. Al madurar, el esquizocarpo se divide en mericarpios de una única semilla. Estos mericarpios pueden ser: dehiscentes como los geranios. Son similares a las cápsulas, con una etapa adicional.

Fécula: Sustancia blanca o blanquecina, suave al tacto, insoluble en el agua fría, en el alcohol, en el éter y en los aceites grasos, y que con agua caliente forma el engrudo; se halla principalmente, como sustancia de reserva, en las semillas, tubérculos y raíces de las plantas y se emplea especialmente en la industria alimentaria.

Flores hermafroditas: En la misma flor existen verticilos masculinos y femeninos.

Heliofania: Representa la duración del brillo solar u horas de sol, y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa. En las gráficas se presentan los valores de horas de sol diario promedio mensual.

Indehiscente: Se dice de los frutos, incluso maduros, que no se abren espontáneamente para liberar las semillas; en este caso se dispersan conjuntamente fruto y semillas.

Inflorescencias: En botánica, la inflorescencia es la disposición de las flores sobre las ramas o la extremidad del tallo; su límite está determinado por una hoja normal. La inflorescencia puede presentar una sola flor, como en el caso de la magnolia o el tulipán, o constar de dos o más flores como en el gladiolo y el trigo.

Lixiviación: Se llama así al fenómeno de desplazamiento de sustancias solubles o dispersables (arcilla, sales, hierro, humus) causado por el movimiento de agua en el

suelo, y es, por lo tanto, característico de climas húmedos. Esto provoca que algunas capas del suelo pierdan sus compuestos nutritivos, se vuelvan más ácidas y a veces, también se origine toxicidad.

Mantillos: El mantillo, acolchado o mulching es el término utilizado en jardinería y agricultura para referirse a la capa de material aplicada sobre la superficie del suelo, principalmente para modificar los efectos del clima local.

Mucílago: Sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol. También es una solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y para aumentar la viscosidad.

Omega: El Omega 3-6 y 9 son ácidos grasos esenciales para el correcto funcionamiento del cuerpo humano. El más conocido es el Omega-3 que está presente en los pescados de color azul. El omega 6 y 9 están principalmente en los aceites vegetales. También es posible obtenerlos de algunos vegetales.

Planta autógrama: Las especies autógramas son aquellas que se reproducen por autofecundación, es decir, los gametos que se unen para formar el cigote proceden de la misma planta. Las poblaciones de plantas autógramas consisten, generalmente, en una mezcla de líneas homocigotas. La proporción de polinización cruzada natural dentro de las especies autógramas puede variar de 0 a 5%.

Plantas anuales: Botánicamente, una planta anual es un vegetal que germina, florece y sucumbe en el curso de un año. Las verdaderas anuales solo perviven año a año por sus semillas. Algunas especies sin semillas pueden seguir considerándose anuales, aunque finalmente no florezcan.

Pseudocereales: Son plantas de hoja ancha que se utilizan de la misma manera que los cereales. Su semilla puede molerse para convertirla en harina y utilizarla como tal. No contienen gluten. Ejemplos de pseudocereales son el amaranto, la quínoa y el alforfón o trigo sarraceno.

Quelatante: Son compuestos donde un nutriente metálico es ligado a un agente quelatante orgánico.

Raíz fusiforme: La raíz primaria, también llamada raíz pivotante, raíz axonomorfa o raíz fusiforme, es la raíz que crece verticalmente hacia abajo. Forma un centro del cual otras raíces pueden brotar lateralmente.

Salinidad: La salinidad de un suelo se define como la concentración de sales solubles que existe en la solución del suelo.

Tallos acanalados: Provisto de uno o varios canales.

Toxicidad: Es la capacidad de una sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él.

Umbral económico: Se define como la densidad de población de plaga a la que debe aplicarse el tratamiento para evitar que la población aumente hasta alcanzar el NED.

Zona agro-ecológica: Es una unidad cartográfica de recursos de tierras, definida en términos de clima, fisiografía y suelos, y/o cubierta de tierra, y que tiene un rango específico de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras.