



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL FRÉJOL DE PALO (*Cajanus cajan*) EN ASOCIACION CON PORÓ (*Erythrina sp*), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SACHA WIWA PARROQUIA GUASAGANDA”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autor:

Nicole Mylee García Villón

Tutor:

Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

LA MANÁ-ECUADOR

FEBRERO - 2024

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Yo, García Villón Nicole Mylee, con cédula de ciudadanía 0503944589, declaro ser autora del presente proyecto de investigación **“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL FRÉJOL DE PALO (*Cajanus cajan*) EN ASOCIACION CON PORÓ (*Erythrina sp*), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SACHA WIWA PARROQUIA GUASAGANDA”**, siendo el Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay MSc. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresarme a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, 22 de febrero de 2024



Nicole Mylee García Villón


C.I: 0503944589

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL FRÉJOL DE PALO (*Cajanus cajan*) EN ASOCIACION CON PORÓ (*Erythrina sp*), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SACHA WIWA PARROQUIA GUASAGANDA”, de García Villón Nicole Mylee, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 22 de febrero de 2024



Kleber Augusto Espinosa Cunuhay.
C.C.: 050261274-0
TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad del Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, la postulante: García Villón Nicole Mylee, con el título del proyecto de investigación: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL FRÉJOL DE PALO (*Cajanus cajan*) EN ASOCIACION CON PORÓ (*Erythrina sp*), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SACHA WIWA PARROQUIA GUASAGANDA”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del trabajo de titulación


Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 22 de febrero de 2024

Para constancia firman:


Wellington Jean Pincay Ronquillo
C.C.: 1206384586
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Jonathan Bismar López Bósquez
C.C.: 1205419292
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ramón Klever Macías Pettao
C.C.: 0910743285
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a sus docentes por haber compartido sus conocimientos en todo este trayecto para nuestra preparación profesional.

Nicole García

DEDICATORIA

Dedico este logro en especial a mis padres Pedro García y Leyla Villón, son los que siempre me apoyaron, con su esfuerzo, paciencia me ha permitido llegar a cumplir una meta más, gracias por inculcar en mí el ejemplo del esfuerzo, trabajo y valentía, por brindarme la oportunidad de ser una persona preparada y así poder seguir adelante con mis metas planteadas, gracias a mi novio Miguel por siempre apoyarme en cada momento de mi vida.

Nicole García

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSION LA MANÁ

TÍTULO: “RESPUESTA AGRONÓMICA DEL FRÉJOL DE PALO (*Cajanus cajan*) EN ASOCIACION CON PORÓ (*Erythrina sp*), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL SACHA WIWA PARROQUIA GUASAGANDA”

**Autora:
García Villón Nicole Mylee**

RESUMEN

La presente investigación se la ejecutó en el centro experimental SACHA WIWA, ubicado en La Parroquia Guasaganda perteneciente al Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, Tuvo como objetivo evaluar la respuesta agronómica del fréjol de palo (*Cajanus cajan*), en asociación con poró (*Erythrina sp*). Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con dos tratamientos obtuvimos 14 repeticiones, evaluamos las siguientes variables Altura de la planta, largo del tallo, Diámetro, Número de hojas, conteo de nódulos, Número de ramas. Los resultados obtenidos del tratamiento 1 Fréjol de palo presentó resultados mayores en cuanto a la altura de la planta con 10,89 cm, a los 60 días, mientras que en el T2 que esta la asociación presento resultados menores en su altura con 57,17 cm, no existen diferencias estadísticas, de igual manera sucede con las demás variables se presentan similitudes en cuanto al T1 que es fréjol de palo (*Cajanus cajan*) obtuvo mayor crecimiento y desarrollo que en el T2 es fréjol de palo (*Cajanus cajan*) asociado con poró (*Erythrina sp*), que presentó menor crecimiento y desarrollo de las plantas, esto sucede a que al estar asociado presentan una competencia por la absorción de nutrientes ya que ambas son leguminosas. Análisis de suelo fue tomado a inicios de septiembre y a inicios de enero, demuestra el aumento de Materia Orgánica, cual inició con 0,07 y al final 5,69 contenido de Nitrógeno al inicio con 16,71 y al final con NH₄ 36, 75, análisis foliar en N tiene 2,59, Análisis del presupuesto del establecimiento fue de 284,02.

Palabras claves: Asociación, fréjol de palo suelo, poró, variables.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

LA MANÁ EXTENSION

THEME: “AGRONOMIC RESPONSE OF PALO BEAN (*Cajanus cajan*) IN ASSOCIATION WITH PORÓ (*Erythrina sp*) AT THE SACHA WIWA EXPERIMENTAL CENTER, GUASAGANDA PARISH”

Author:
García Villón Nicole Mylee

ABSTRACT

The present research was carried out at the SACHA WIWA experimental center which is located in Guasaganda Parish, La Maná Canton, Cotopaxi Province. Its objective was to evaluate the agronomic response of palo bean (*Cajanus Cajan*), in association with poró (*Erythrina sp*). A Completely Randomized Block Design (CRBD) was applied with two treatments. It was obtained 14 repetitions and the following variables were evaluated: plant height, stem length, diameter, number of leaves, nodule count, and number of branches. The obtained results from treatment 1 palo bean presented higher results in terms of plant height with 10.89 cm. after 60 days, while in T2 with the association, presented lower results in its height with 57.17 cm. There are not statistical differences, the same fact happens with the other variables. The T1 palo bean (*Cajanus Cajan*) obtained greater growth and development than T2 which is pole bean (*Cajanus Cajan*) associated with poró (*Erythrina sp*). The last one presented lower growth and development of the plants; this fact happens because they are associated and present a competition for the absorption of nutrients because both are legumes. Soil analysis was taken at the beginning of September and at the beginning of January; it showed the increase in Organic Matter which began with 0.07 and at the end 5.69; Nitrogen content at the beginning with 16.71 and at the end with NH4 36, 75; and leaf analysis in N with 2.59. Finally, the analysis of the establishment's budget was 284.02.

Keywords: Association, soil, variables, palo beans, poró.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivo Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	7
8.1. Descripción del fréjol	7
8.1.1 Aspectos agronómicos del fréjol de palo	7
8.1.2 Clasificación taxonómica.....	8
8.1.3 Fréjol de palo para consumo	8
8.1.4 Contenido nutricional del fréjol de palo	9
8.1.5 Temperatura	9
8.1.6 Usos del fréjol de palo	10
8.1.7 Alimentación humana	10
8.1.8 Alimentación animal.....	10
8.1.9. Morfología del fréjol	11

8.1.9.1. Hojas.....	11
8.1.9.2. Flores	11
8.1.9.3. Fruto	11
8.1.10. Labores culturales.....	12
8.1.11. Potencial como forrajera.....	12
8.1.12. Manejo de plagas del fréjol de palo.....	12
8.1.12.1. Gallina ciega	13
8.1.12.2. Babosa	13
8.1.12.3. Mosca blanca	13
8.1.12.4. Tortugulla	13
8.1.13. Principales enfermedades del fréjol de palo	14
8.1.13.1. Antracnosis	14
8.1.13.2. Roya.....	14
8.1.13.3. Tizón foliar	14
8.1.13.4. Marchitez.....	14
8.2. Origen del Poró.....	14
8.2.2. Taxonomía del poró.....	16
8.2.3. Distribución del poró	16
8.2.4. Características botánicas del poró	16
8.2.4.1. Hojas.....	16
8.2.4.2. Flores	17
8.2.4.3. Fruto	17
8.2.4.4. Semillas	17
8.2.5. Adaptación.....	17
8.2.6 Reproducción.....	17
8.2.7 Usos del Poró.....	18
8.2.8. Temperatura para germinación de la semilla.....	18
8.2.9. Condiciones climáticas	19

8.2.10. Poró como fijador de nitrógeno	19
8.2.11. Biodiversidad del suelo	19
8.3. Simbiosis	20
8.3.2. Importancia en la agricultura	21
8.3.3. Leguminosas como abono verde	21
8.3.5. Asociación de cultivos.....	22
8.3.6. Efectos de asociación de cultivos	23
8.3.7. Asociación de cultivos para el ambiente	24
8.3.8. Antecedentes de estudio	24
9. CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:.....	25
10. METODOLOGÍA.....	26
10.1. Ubicación.....	26
10.2. Condiciones Agro Meteorológicas del Centro Experimental “Sacha Wiwa”.....	26
10.3. Tipo de investigación	26
10.3.1. Investigación descriptiva	27
10.3.2. Investigación analítica	27
10.3.3. Investigación de campo	27
10.4. Materiales y equipos.....	27
10.4.1 Diseño experimental.....	28
10.4.2 Tabulación de datos	28
10.4.3. Esquema del experimento.....	28
10.5. Manejo de la investigación	29
10.6 Variables evaluadas	30
10.6.1. Altura de la planta.....	30
10.6.2. Diámetro del tallo	30
10.6.3. Número de ramas.....	30
10.6.4. Largo del tallo.....	31

10.6.5. Número de nódulos.....	31
10.6.6. Número de hojas.....	31
10.6.7. Análisis del suelo.....	31
10.6.8. Análisis foliar	31
10.6.9. Análisis de costos	31
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
11.2. Altura del tallo.....	32
11.3. Diámetro del tallo	33
11.4. Número de ramas.....	34
11.5. Número de hojas.....	35
11.6. Número de nódulos.....	36
11.7. Resultados del análisis de suelo	36
11.8. Análisis foliar fréjol de palo	38
11.9. Análisis de costo.....	38
12. IMPACTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES	40
12.1. Técnico	40
12.2. Ambientales	40
12.3. Social	40
12.4. Económicos	40
13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN	41
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
14.1 CONCLUSIONES.....	42
14.2. RECOMENDACIONES	42
15. BIBLIOGRAFIA	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 2. Descripción taxonómica	8
Tabla 3. Contenido nutricional del frejol de palo	9
Tabla 4. Descripción.....	16
Tabla 5. Condiciones agro meteorológicas del Centro Experimental “Sacha Wiwa”.....	26
Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en la investigación.....	27
Tabla 7. Tratamientos y repeticiones.....	28
Tabla 8. Fuente de variación.....	29
Tabla 9. Altura de la planta (cm).....	32
Tabla 10. Altura del tallo (cm)	33
Tabla 11. Diámetro de tallo (cm).....	34
Tabla 12. Número de ramas.....	35
Tabla 13. Número de hojas.....	35
Tabla 14. Número de nódulos.....	36
Tabla 15. Análisis de suelo antes de la siembra en Centro Experimental “Sacha Wiwa”	37
Tabla 16. Análisis foliar (cajanus cajan)	38
Tabla 17. Análisis de costo de la asociación	39
Tabla 18. Presupuesto de la investigación.....	41

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:	Respuesta agronómica del fréjol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) en asociación con poró (<i>Erythrina sp</i>), en el Centro experimental Sacha Wiwa
Fecha de inicio:	Octubre 2023
Fecha de finalización:	Febrero 2024
Lugar de ejecución:	Cantón La Maná, Parroquia Guasaganda
Unidad Académica que auspicia:	Facultada Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Univrsidad técnica de Cotopaxi extensión la maná
Carrera que auspicia:	Agronomía
Proyecto de investigación vinculado:	Fondo para la investigación en Agrobiodiversidad, semillas y agricultura sostenible (FIASA)
Autora:	García Villón Nicole Mylee
Tutor:	Ing. Klever Augusto Espinosa Cunuhay
Área de Conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca.
Línea de investigación:	Producción Agrícola Sostenible Gestión de recursos naturales, desarrollo humano y social
Sub líneas de investigación de la Carrera:	Sistema alternativo de Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El fréjol de palo es un producto altamente rico en fibra, proteínas y es de fácil manejo esto quiere decir que no requiere de grandes inversiones para su buen desarrollo, además en la gastronomía se emplea con buenos resultados, en alimentación animal como forrajera y sus usos medicinales, esto ubicándola excelentemente ante los agricultores. (Chaparro, 2016)

Entre las leguminosas arbóreas está el género *Erythrina*, este proporciona diversos usos como forraje, abono verde, productos medicinales, artesanías también proporcionan soporte para plantas trepadoras también le aporta sombra para el café, cacao y otros cultivos, postes vivos para cerca y como ornamental, *Erythrina* produce biomasa para la mejora de la estructura del suelo, incorporando nitrógeno, controla malezas reduce la erosión evaporación y mayor filtración del agua, esto ayuda a los pequeños agricultores a reducir el uso de fertilizantes sustituyéndolo con el uso de su follaje como abono verde, también su buen potencial como alimento para ganado, las flores de algunas especies pueden ser consumida como vegetal. (Gómez, 1998)

El presente proyecto se lo realizó en el Centro Experimental Sacha Wiwa, perteneciente a la parroquia Guasaganda del cantón La Maná provincia de Cotopaxi, con la finalidad de evaluar la respuesta agronomía del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) en asociación con (*Erythina sp*). Este proyecto de investigación FIASA pertenece al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), también el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), las entidades mencionadas sin los encargados de financiar el proyecto que está enfocado en áreas estratégicas como la conservación y el uso de recursos fotogénicos para la agricultura y la alimentación (RFAA).

La metodología consiste en tomar datos para ver el avance y el estado de las plantas todo el proyecto abarcara diámetro del tallo, altura de la planta, análisis foliar, largo del tallo, número de la hoja, Número de ramas, del fréjol de palo y poró, las variables tomadas fueron a los 15, 30, 45, 60 Días, se evaluaron los dos tratamientos y 14 repeticiones con 13 unidades experimentales, siendo un total de 364 plantas evaluadas, se utilizó Excel e INFOSTAD para la tabulación de datos.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación realizado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, con la finalidad de evaluar la respuesta agronómica del fréjol de palo (*Cajanus cajan*), en asociación con poró (*Erythrina sp*) tiene como objetivo en suelos que han sido degradados en su estructura física y química por el pastoreo excesivo, y el mal uso de los recursos ecológicos del medio, con esta investigación se busca fomentar la recuperación de suelos deteriorados y erosionados, la producción de biomasa ya que esto ayuda significativamente al suelo esto aportándole nitrógeno ya que todo el cultivo como tal ayuda a regenerar al suelo, Poró también ayuda a controlar maleza y esto también ayuda a los agricultores a reducir el uso de fertilizantes químicos, así manteniendo todo orgánicamente.

La asociación de cultivos posee mayor eficiencia biológica al aprovechar todos los espacios del suelo es vital para la agricultura, esto evita la degradación y erosión, la asociación de cultivos proporciona una alternativa para este propósito que tiene varias ventajas sobre los sistemas de una sola especie, varios estudios han demostrado los beneficios de diversificar en los campos para aumentar la productividad vegetal, otra ventaja de incorporar asociaciones que en el suelo se pueden reducir las poblaciones y daños ocasionados por patógenos que atacan a la raíz y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. (Alegre J. , 2022)

La asociación de cultivos se define como la vinculación de distintas especies vegetales que tienen la capacidad de complementarse entre sí, debido a las características que presenta cada tipo de planta lo cual permite generar diversos beneficios que se ven reflejados en la producción. Esta actividad ayuda a generar un equilibrio dentro del cultivo, además con ésta es posible obtener altos rendimientos y un importante índice de rentabilidad. (Silvia, 2016)

En la agricultura las asociaciones es recomendable combinar cultivos de diferentes velocidades de crecimiento para aprovechar el espacio y evitar la competencia entre ellas, hay que evitar cultivos de la misma familia porque tienen el mismo estilo de crecimiento por lo que genera competencia por nutrientes. Al estar asociado con leguminosas estas aportan nitrógeno al suelo, aumenta la calidad del suelo, promueve la infiltración de agua, también los microorganismos ayudan al suelo a obtener nutrientes. (Contretas, 2021)

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos:

Los agricultores de la zona, estudiantes del colegio Intercultural Bilingüe “Jatari Unancha”, el personal del Centro Experimental “Sacha Wiwa”, el área de investigación. La asociación de campesinos Lamanense, la Asociación de Producción Agrícola de Cacao Nacional La Maná.

Beneficiarios Indirectos:

Los beneficiarios indirectos, son los estudiantes y docentes de la carrera de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión “La Maná”, también para el fondo de investigación Agro biodiversidad, semillas y agricultura sustentable (FIASA) la carrera de tecnología agrícola del ITSCV, la ESPOL, pequeños agricultores y docentes.

5. PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

Las principales causas de degradación del suelo en el Ecuador están en la remoción de especies vegetales, también el sobrepastoreo causadas por una excesiva carga de ganado, por ende, afecta a la productividad del suelo el ministerio del ambiente del Ecuador cerca del 50 % del suelo ha sido deteriorada y baja producción a nivel nacional, los pequeños agricultores que se dedican a esto de igual manera son perjudicados por el suelo y se dificulta la producción del forraje, En la actualidad la asociación de cultivos es muy poco conocida, y el aprovechamiento de las distintas especies arbóreas es muy pobre (FAO, 2018)

La pérdida de fertilidad y la erosión son los problemas más comunes de suelos a nivel mundial, en contraste a ello surgen tecnologías agroecológicas como la asociación de cultivos buscan alternativas para la conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales y disminución del riesgo de pérdida de cosechas, Gracias a la agricultura se logra atender la demanda de alimentos de la población, la actividad agrícola ha incrementado en los últimos años generando pero a través del desarrollo de monocultivos, que es desventajosa para la conservación del suelo, por ello surgió la agroecología cuya práctica busca la armonía entre la producción sostenible y conservación del suelo. Ésta promueve la conservación de la biodiversidad y el uso eficiente de los recursos naturales, disminuye el riesgo de pérdida de cosechas y permite mitigar los daños provocados por plagas. Pueden ser utilizadas ya sea para la producción o regenerador del suelo. Asociación de cultivos y consiste en cultivar en el mismo espacio y al mismo tiempo dos o más

especies vegetales obteniendo de esta forma mejores producciones que cultivando por separado cada una de las especies. La asociación de cultivos es una práctica alternativa, la cual promueve una mayor biodiversidad, proporcionando un mejor forraje y sombra para el ganado, protege el suelo de la erosión, sirven de barrera cortavientos, reciclando nutrientes por medio de la hojarasca y preservan la humedad del suelo mejora el uso de los recursos naturales. (Zavaleta, 2001)

La implementación de la asociación de *Erythrina*, en la Parroquia de Guasaganda, en el centro experimental “Sacha Wiwa”, son nulas debido al desconocimiento total de los campesinos agricultores y ganaderos, sobre el adecuado manejo para el suelo mediante la asociación de cultivos, el pasto forma parte principal de su alternativa en uso de alimento para el ganado, por lo tanto los suelos se ven degradados, en cuanto al fréjol de palo solo lo conocían para alimentación humana, por ende se evaluó la asociación de cultivos del fréjol de palo y poró para mejorar las características del suelo. Esta sugerencia hacía los agricultores, acerca de las variedades de leguminosas semi arbustivas y rastreras que existen, las cuales se adaptan en condiciones del trópico y sub-trópico, que ayudan a regenerar el suelo y también aportándole materia orgánica.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Evaluar la respuesta agronómica del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) en asociación con poró (*Erythrina sp*), en el Centro Experimental “Sacha Wiwa”.

6.2. Objetivo Específicos

- Analizar las variables agronómicas del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) y poró (*Erythrina sp*)
- Determinar la composición química del suelo y foliar del fréjol de palo (*Cajanus cajan*)
- Establecer los costos del establecimiento del cultivo del fréjol de palo (*Cajanus cajan*)

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADOS	VERIFICACIÓN
Analizar las variables agronómicas de fréjol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) asociado con poró (<i>Erythrina</i>).	Establecimiento de la investigación. Registro de las variables de cada uno de los tratamientos	Variabes Fréjol y Poró Altura de planta (cm) Número de ramas Diámetro de tallo (cm) Número de nódulos Número de hojas Altura del tallo (cm)	Evaluar el desarrollo de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) y Poró (<i>Erythrina</i>)
Determinar la composición del suelo y foliar de frejol de palo	Realizar un análisis de suelo a 20cm en forma de zigzag, y análisis foliar Siembra de las especies vegetales.	Analizar la composición química del suelo	Libreta de campo Análisis de muestras en laboratorio
Establecer los costos del cultivo de Fréjol de palo asociado con poró	Registro del establecimiento de costos del fréjol de palo	Valores de ingresos Valores de costos	Sistema del establecimiento costos del frejol de palo

Elaborado por: García Nicole 2023.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Descripción del fréjol

El cultivo del fréjol ocupa el octavo lugar dentro de las leguminosas más sembradas debido a su distribución 129 países, en América Latina es mayor producción, En el Ecuador el fréjol se compone mediante a los sistemas de producción, existe más de 50 especies de fréjol como el canario, blanco panamito, rojo moteado, bolón, fréjol gandul etc. (Puciuji, 2016)

Según (Ruiz 2021), El fréjol de palo también conocido como gandul, destaca por ser una leguminosa arbustiva, tolerante a la sequía y suelo con bajos nutrientes, es versátil siendo adecuado para el consumo humano como para consumo animal debido a su elevado contenido proteico que oscila entre los 16 a 22% esto corresponde a una digestibilidad de la materia seca del 59%, además se emplea como materia verde en pastos, y se encuentra disponible como forraje seco.

Es una leguminosa siendo para alimentación humana y animal, sirve como barrera viva rompe vientos, banco de proteínas, es una planta melífera, leguminosa arbustiva semiperenne erecta de 2 a 4 metros de altura con raíces pivotantes, hojas trifoliadas, tallos vellosos, sus flores son amarillas de 2cm de largo. Además, (*Cajanus cajan*), originalmente se propaga desde la India hasta el sureste asiático y este de África y prospera en esa región (Mercedes, 2021)

El fréjol de palo crece de inhibidores metabólicos esto produce poca flatulencia y sabor agradable. Su consumo es de las semillas tiernas, que tiene 7% de proteínas. Tiene como ventaja un periodo de producción muy largo y crece bien en suelos pobres, también se utiliza como forrajera, en Hawái, demostraron que ninguna leguminosa da un potencial de proteína comparable al gandul, que produjo acerca de 18400 kg de proteína por hectárea. (León, 2000)

8.1.1 Aspectos agronómicos del fréjol de palo

Esta especie se desarrolla en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2000 m.s.n.m, con una altura óptima de 0 a 800 m.s.n.m, es adaptable a precipitaciones moderadas y altas que pueden variar desde los 700 a 4020 mm, con óptima de 700 a 200 mm, y prospera en temperaturas de 16 a 35°C, con una óptima de 18 A 28°C. Tolera la sequía y puede crecer en suelos pobres, su textura es de franco-arenoso a franco-arcilloso, con un pH óptimo de 5.0 a 7.0

también puede tolerar un pH de 4.5 a 8.4, y es susceptible a heladas la salinidad en el suelo, las inundaciones por un periodo de 3 a 4 días (Gomez, 2008).

8.1.2 Clasificación taxonómica

Córdova (2016), Descripción taxonómica del fréjol de palo se detalla a continuación

Tabla 2. Descripción taxonómica

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboidae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Cajaninae
Género	<i>Cajanus</i> .
Especie	<i>C. cajan</i>

Fuente: Córdova., (2016).

Elaborado por: Nicole García 2023.

8.1.3 Fréjol de palo para consumo

Estos cultivos son asociados con otros de ciclo corto como el maíz, para aprovechar el espacio, tener una buena rentabilidad por cada quintal que produce, lo usan para su propio consumo. Lo demás es procesado, empacado y enlatado, por la Empresa Veconsa y exportador a varios países del mundo, donde es muy aprovechado por sus nutrientes y su agradable sabor El fréjol de palo, en la Parroquia Campuzano, tiene aproximadamente 500 hectáreas, que ya se está cosechando y comercializando, el objetivo de la Empresa Vencosa, que se unió al Municipio de Pajan y la ONU, para ayudar a los productores. Rufino Ortiz, promotor agrícola, del Gobierno Parroquial, indico que participan 30 comunidades a este proyecto, donde se entregó un kilo de semillas por hectárea, esto por parte de la empresa privada. . (Diario, 2015)

8.1.4 Contenido nutricional del fréjol de palo

Es una leguminosa tropical, proporciona una valiosa alternativa y contribuye significativamente a responder problemas de disponibilidad de proteínas a la dieta del animal, para ello la especie (*cajanus cajan*) se destaca por ser económica y nos brinda una muy buena composición nutricional y buen equilibrio de todos los aminoácidos, en términos de metería seca puede obtener de proteína bruta 22%, fibra bruta 7.2%, ceniza 3.8%, calcio 0.20% fósforo 0.31. (Baboza, 2013)

Tabla 3. Contenido nutricional del frejol de palo

Parámetros	Unidad	Total
Energía	Kcal	300
Proteína	g	18,4
Grasa	g	1,5
Fibra	g	20,2
Carbohidratos	g	43,2
Hierro	Mg	4,7
Magnesio	Mg	183
Fósforo	Mg	269
Potasio	Mg	1390
Zinc	Mg	1,96
Cobre	Mg	1,02

Fuente (María, 2022)

8.1.5 Temperatura

El fréjol puede crecer a mejor temperatura ambiente cálida entre 65 a 95 °F, temperaturas por debajo de 32 °F, puede causar la defoliación y la muerte de ramas. Puede sobrevivir a temporadas de sequía hasta los 6 meses, pero esto también detrás la floración, en suelos propensos a inundaciones el frejol debe ser sembrado en montículos o camas de 12 a 14 pulgadas de alto, así promover el drenaje. (Bosques, 2001)

Por otra parte (Araujo M. , 2021) dice que el Fréjol muestra ser tolerante al calor, prosperando en rangos de temperatura cálida que oscilan entre 18 y 30 °C. También puede desarrollarse en temperaturas más frías o superiores de los 35 °C, siempre que cuenten con suelos húmedos y fértiles adecuados, aunque el fréjol no es resistente a las heladas, su crecimiento puede tolerar

temperaturas no muy bajas. En las zonas Costeras brindan condiciones agroclimáticas necesarias para el desarrollo del cultivo. Una amplia adaptabilidad de variedades que facilita la producción durante todo el año. Sin embargo, la temperatura óptima para el crecimiento de las leguminosas de oscilan entre 18° C y 27° C. El fréjol de palo, requieren temperaturas frescas para florecer, por otro lado, algunos cultivos crecen mejor a temperaturas ligeramente cálidas de 25° C y 30° C.

8.1.6 Usos del fréjol de palo

Esta leguminosa se puede usar como corte o romanceo esto por el alcance que puede medir al metro de altura también puede emplearse como ensilaje mezclándolo con gramíneas, esto ayuda a las condiciones del terreno gracias a su sistema radicular ayudando a controlar la erosión, como leguminosa esta capta nitrógeno atmosférico y lo incorpora al suelo con ayuda de unas bacterias llamadas rhizobium, además su fitomasa tiene un alto contenido de minerales como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, que ayuda a la recuperación de materia orgánica y restaura la fertilidad del suelo, también se convierte en una ayuda económicamente y rápida para la mejora del terreno. (Gonzalez, 2020)

8.1.7 Alimentación humana

Como alimento humano, las semillas de gandul son versátiles como alimento humano, En la India se consumen tozos de cotiledon semillas de fréjol cocidas para hacer dalh, se utilizan en (sopa espesa) que se come con pan y arroz, mientras que en el sur y este de África y Sur América las semillas son usadas secas enteras. Las semillas pueden ser cosechadas en estado verde, usado como vegetal fresco. Por otra parte, la harina del fréjol se usa como complemento para sopas y arroz como fuente de proteína para complementar alimentos ricos en almidón. Es un excelente ingrediente en la industria, recomendado para su influencia en las propiedades nutricionales, teniendo buena tolerancia con la adicción de sémola de harinas de fréjol en el procesamiento de pastas mejora la calidad de las proteínas. En la producción de galletas la sustitución de la harina de trigo por fréjol aumenta el contenido de proteína y fibra, afectando la calidad sensorial. (Araujo, 2021)

8.1.8 Alimentación animal

Sus semillas son aprovechadas para alimentar al ganado y otros animales, esta dieta es a base de fréjol de palo esta es cocinado para los conejos machos esto favorece el crecimiento optimo

y peso de los órganos, el fréjol puede ser usado como proteína en la dieta de los animales todo enfocado en la producción de leche, materia orgánica. (Mite, 2018)

Por otra parte (Carmen, 2014), Las semillas de fréjol se utilizan como forrajera. Los gandules pueden ser utilizados como proteína en la dieta diaria de las vacas lecheras, lo que afecta la producción de leche, la materia seca y el ambiente del rumen. Las dietas para conejos machos a base de semillas de gandul cocidas son beneficiosas para un crecimiento corporal óptimo, el peso de los órganos y las características testiculares con un nivel de suplementación del 20%.

8.1.9. Morfología del fréjol

8.1.9.1. Hojas

Las hojas sobre su tallo son generalmente de dos hojitas estipuladas, las hojas son alternas o compuestas de foliolos de dos laterales de forma elíptica, de 12 a 4.5 cm de largo y ancho, cada par de foliolo de estipulas muy estrechas de 4mm del largo. Los peciolos tienen una longitud 8mm de largo. (valle, 2021) Por otro lado, las hojas sobre el tallo generalmente son estípulas de forma triangular puede medir hasta 6 mm sus hojas son alternas foliolos, los dos laterales de forma elíptica con un largo de y hacho de 12 y 4,5 cm, los peciolos tienen una longitud de 8mm de largo. (Araujo M. , 2021)

8.1.9.2. Flores

Las flores están en racimos axilares con pocas flores. Las flores son de color amarillo o manchas rojas, su floración comienza a los 105 a 210 días, el proceso de fecundación, sus vainas contienen 5 a7 granos, es de color verde en los primeros estadios y amarillo o crema en la maduración. (Aliaga, 2019)

8.1.9.3. Fruto

Las vainas son rectas o cilíndricas, las semillas son forma redonda u ovalada pueden ser de color crema. Frecuentemente tienden a tener puntos o manchas de color marrón, los arbustos suelen tener de un promedio de cinco a más semillas por vaina que llegan a alcanzar a los 100 a 150 gr por planta. (Escalante, 2009) Por otra parte los frutos son legumbres oblongas de 13cm de largo y 1.7 cm de ancho, rectos o algo curvados, cada vaina tiene de 2 a 9 semillas de color café claro u oscuro (Araujo M. , 2021)

8.1.10. Labores culturales

Preparación del suelo se realiza una labranza tradicional o sistemática, para poder nivelar el suelo con el objetivo de que no exista algún tipo de saturación en el suelo. Su siembra se lo realiza de forma directa estimando que entran de 90 a 110kg/ha. (Guamán P. , 2021)

(*Cajanus cajan*) puede ser sembrado en época de lluvias como mayo a agosto, pero se recomienda hacerlo en el mes de septiembre. Asimismo, se puede cultivar en suelos de textura franco arcillosa a franco limosa, tiene buen drenaje, ya que la raíz le permite penetrar profundamente en el suelo. (Gavilanez C. , 2022)

8.1.11. Potencial como forrajera

Según Navarro (2014), El potencial está en la comida moderada, como leguminosa forrajera, el fréjol de palo (*Cajanus cajan*) se cultiva principalmente como complementos alimenticios con proteínas bajo pastoreo de baja calidad esto demuestra que la digestibilidad del heno es una dieta experimental basada en forraje, el fréjol es satisfactoriamente suficiente para satisfacer la necesidad nutricional de los animales en su crecimiento.

La producción de forraje de fréjol puede variar según factores como el desarrollo fisiológico de la planta, espaciamiento y ubicación del cultivo, se registran rendimientos de hasta 14 t / ha año al cosechar en madurez de vaina. En diferentes condiciones se observaron producciones de peso seco de brotes de 12.7 y 11.1 t /ha para siembra en noviembre y enero, respectivamente, en Alagoinha, Brasil con espaciamiento de 0.5x0.25m, se obtuvieron 9,39 t /ha en cultivos de abril, Sergipe noto aproximadamente 3 t/ha de producción de biomasa vegetal, cuando la densidad poblacional aumentó de 100.000 a 200.000 plantas/ha, en Lagarto, estado de Sergipe. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas al comparar densidades de 600.000 y 750.000 plantas/ha, en Senador Canedo, estado de Goiás, no encontraron diferencias significativas en el número de vainas producidas por planta con espaciamientos entre hileras e entre hileras de 75 y 100 cm, y 7 y 10 cm, respectivamente. (Faria, 2023)

8.1.12. Manejo de plagas del fréjol de palo

Las plagas atacan a los órganos de la planta durante el desarrollo y producción, el control se realiza a través de un manejo integrado e implementación de control cultural, mecánico,

biológico, legal y químico. Los manejos integrados de plagas siguieren utilizar un control químico únicamente cuando la población del insecto sobrepasa el nivel de daños (Escoto, 2004).

8.1.12.1. Gallina ciega

Phyllophaga spp. Es una plaga de importancia económica, ya que ataca a los cultivos, sus larvas atacan a las semillas desde que germinan se alimentan de sus raíces. Su manejo integrado de la gallina ciega, preparación del suelo exterminando las larvas exponiéndolo al sol, otra medida es eliminar las malezas, y plantas hospederas que sirven para refugio de esta plaga, se recomienda rotar con leguminosas de cobertura como canavalia, mucuna estas ahuyentan las poblaciones de gallina ciega (Escoto, 2004).

8.1.12.2. Babosa

(*Sarasinula plebeya*), es una plaga de importancia en el cultivo de fréjol, destruye las plantalulas recién germinadas cortando los hipocótilos y las hojas también se alimentan de las vainas, estas babosas aumentan en época de lluvia, su manejo integrado de esta babosa, realizar un buen control de maleza, también se pueden aplicar cebos envenenados (Escoto, 2004).

8.1.12.3. Mosca blanca

(*Bemisa tabaco Genn*) es un insecto chupador, cuyo manejo es complejo tiene resistencia a los insecticidas para su control, la mosca blanca transmite ciertos virus en el fréjol el virus “Mosaico dorado”, los síntomas en sus hojas, su manejo integrado de la mosca blanca es difícil de controlar, se puede utilizar extractos de las semillas de Nim, repe los adultos y controla ninfas de la mosca blanca, eliminar plantas viroticas, eliminar malezas (Escoto, 2004).

8.1.12.4. Tortugulla

(*Diabrotica balteata*) el adulto se alimenta de las hojas, flores y vainas tiernas, la planta puede morir a causa de la defoliación su manejo integrado es tener una buena preparación del terreno rompe el ciclo biológico del insecto, reduce las poblaciones de esta plaga en su primera etapa de crecimiento, aplicaciones foliares con insecticidas. (Escoto, 2004)

8.1.13. Principales enfermedades del fréjol de palo

8.1.13.1. Antracnosis

(*Colletotricum cajani* Rangel). Al tener un clima húmedo, esto causa pérdidas en las vainas y defoliación total de la planta, las vainas afectadas presentan manchas negras, también ataca a las hojas y sus ramas para su control se aplican preventivos como benomyl (Esquivel, 2009).

8.1.13.2. Roya

(*Uredo cajani*) se presenta en las hojas en forma de machas de color marrón estos ataques son severos, se controla aplicando fungicidas cúpricos, ditiocarbamatos (Esquivel, 2009).

8.1.13.3. Tizón foliar

(*Mycivelloosiella cajani*) esta enfermedad causa manchas pequeñas y redondas y un tono marrón claro en condiciones de humedad es severo y causa la caída de las hojas, se controla con fungicidas como ditiocarbamatos (Esquivel, 2009).

8.1.13.4. Marchitez

(*Fusarium udum* *Gibberella indica*) el hongo penetra por todas las raíces u produce la marchitez y a su vez la muerte de toda la panta principalmente las hojas se tornan de un color amarillo y al poco tiempo muere la planta. (Esquivel, 2009)

8.2. Origen del Poró

El origen de *Erythrina* perteneciente a la familia de las fabáceas, abarca una amplia variación morfológica y una diversidad ecológica extensa, se han identificado alrededor de 115 especies en el mundo, distribuidas en Sudamérica, Centroamérica, también en África occidental. (Rodríguez G. M., 2003)

El género *Erythrina* destaca en el desarrollo de sistemas agroforestales debido a su versatilidad en diversos usos, como postes vivos para cercas, cultivo de sombra para el café, forrajera y otros. Su rápido crecimiento, alta producción de biomasa, fácil propagación mediante esquejes, y capacidad de soportar podas periódicas combinadas con una rápida germinación y un buen desarrollo de los brotes, su característica es agroforestal muy atractivo, además presenta potencial de formación de nodulaciones y fijación de nitrógeno, contribuyendo así a mejorar la fertilidad del suelo. (Andrade, 1981)

El amplio rango del género *Erythrina* a lo largo del tiempo ha propiciado interacciones significativas con diversas culturas, reflejada en numerosos usos tradicionales que se le otorgan tanto a la planta completa como a sus partes, usos que han sido clasificados en medicinales, artesanales, alimenticios, mágico-religiosos, ornamentales, tóxicos, fabricación de utensilios domésticos, de herramientas de trabajo, envolturas de alimentos, forrajes, tintes y colorantes. La medicina tradicional, pues se han utilizado para tratar diversas afecciones, tales como: quemaduras del arco, úlceras, hemorroides, malaria, también se utiliza como antiinflamatorio, diuréticos, hipoglucemiantes, anticonceptivos, antiparasitario, analgésico, antipiréticos, antiséptico, antimicótico, sedativos y tóxicos.

Algunas semillas son utilizadas en artesanías locales para la elaboración de manillas o collares, se usan en alimentación humana y animal (bovino, ovino, caprino, porcino y acuícola), en esta última empleando procesos como el ensilaje, que consiste en la fermentación del forraje y en algunos casos de los frutos (vainas y semillas), para retener nutrientes y de esta forma aumentar su biodisponibilidad, lo que genera una mayor rentabilidad en el sector pecuario. Las cercas vivas, la ornamentación, la recuperación de suelos y la inclusión de estas en sistemas agroforestales y silvopastoriles son otros de los usos dados a las plantas de este género. Gracias a sus colores llamativos, característicos en flores y semillas, traen una gran diversidad de aves, mariposas y abejas, lo que lleva a un aumento en la polinización de las especies a las que se encuentra asociadas; adicionalmente, al ser leguminosas, tienen un alto contenido proteico y, en asociación con otros microorganismos, contribuyen a la fijación de nitrógeno en el suelo. (Andrade, 1981)

Por otro lado (W, 1999) dice que esta especie tiene una altura de 9-15 m, pero puede alcanzar hasta 24 m. Sus raíces son profundas y sus nódulos son excelentes fijadores de nitrógeno. Posee hojas alternas, trifoliadas, ovadas, caducifolias, y se distinguen por su apariencia verde grisácea en el envés, lo que les confiere un aspecto cambiante con el menor golpe de viento. Sus flores son menos vistosas que las de la *E. popperiana*, raleadas entre el follaje persistente, gruesas y suaves al tacto y de color ladrillo pálido o salmón. Los frutos son vainas, cilíndricas, de color castaño.

8.2.2. Taxonomía del poró

Tabla 4. Descripción

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Fabaceae
Orden	Fabales
Genero	Erythrina

Autor: (Fiallos, 2022)

Elaborado por: Nicole García

8.2.3. Distribución del poró

La amplia distribución tropical y subtropical del género *Erythrina* abarca especies del viejo y nuevo mundo, con alrededor de 70 en América y 31 en África, 12 en Asia y Oceanía. Este género está conformado por 115 especies mayormente árboles y arbustos con raíces leñosas, se ha convertido en parte integral de diversas culturas lo que refleja en una variedad de usos tradicionales. Esta planta presenta una diversidad de hábitats, son utilizadas en medicina, artesanales, alimenticios, ornamentales y tóxicos para la fabricación de utensilios domésticos, forrajes, tintes y colorantes. (Velasquez, 2019)

8.2.4. Características botánicas del poró

Erythrina sp es un árbol caducifolio que alcanza alturas de 10 a 18 metros, de 15 a 25 centímetros de DAP, fuste semi irregular, muy ramificado, con aguijones muy grandes, copa globosa, alargada y muy abierta, la corteza externa presenta un color café verdoso o pardo, ligeramente lisa y ligeramente acanalada, las hojas son compuestas trifoliadas de 20 a 30 centímetros de longitud, incluido el pecíolo, y son pubescente de color verde claro, flores tienen forma de mariposa, grande, cáliz, fruto es una legumbre, estipitado, de 8 a 10 cm, que contiene varias semillas rojas. (Leticia, 2011)

8.2.4.1. Hojas

Estas nacen del nudo que están compuestas, bipinadas con dos estipulas axilares, por lo general se transforman en espinas, peciolo bastante corto con 2 a 4 hojas por nudo, las hojas con 2 a 4 pares de pinas, con una glándula capiliforme en la punta con el peciolo. (Gutierrez, 2022)

8.2.4.2. Flores

Sus flores se disponen en racimos de forma de espiga, entre 5 a 14 cm. Las flores se originan de una yema puede ser de la yema apical que originan flores, sus flores pueden ser comestibles, la corteza, remotas, y semillas pueden ser venenosas, contienen alcaloide hiporifina, utilizado como droga para atrapar peces. (Gutierrez, 2022)

8.2.4.3. Fruto

Fruto legumbre, subleñosa, arqueada irregularmente contraída de 7-12 cm de largo, 1 cm de ancho, pubescente, tricomas simples dispersos, cáliz persistente; estípites delgado, 1,5-3 cm de largo. (Castillo, 2014)

8.2.4.4. Semillas

Sus semillas son de color rojo o castaño oscuro son lisas, tienen una longitud de 1.4 cm, sirven para la elaboración alcohol, medicina naturistas etc. (Mendoza, 2019)

8.2.5. Adaptación

Esta especie se puede desarrollar bien las altitudes que van desde 0 a 2.000 m, en sitios con temperatura media anual entre los 16 y 24°C, precipitación anual de 1.200 a 3000 mm, puede tolerar suelos con un alto nivel freático incluso a las inundaciones, también a suelos con textura arcillosa a franco, pH de 4.5, hasta alcalinos. (Valencia, 2016)

8.2.6 Reproducción

El poró *Erythrina* exhibe un crecimiento y desarrollo rápido permitiendo su reproducción se la puede realizar por semilla o de manera asexual, facilitan el manejo y su preservación, los árboles de las Erythrinas se siembran como árboles protectores de suelos, de cuencas hidrográficas y debido a la calidad de su forraje son utilizados como alimento para animales domésticos en algunos países, pero en nuestra zona no es utilizada, ni conocen de los beneficios digestivos y proteicos que aporta este suplemento al ganado, han comprobado el alto porcentaje de germinación de las semillas y el prendimiento de las estacas, aunque investigaciones sugieren sumergir las semillas en agua durante 24 a 48 horas como tratamiento pre germinativo, se recomienda utilizar estacones largos (1-1,5 m) y de diámetros gruesos (6-10 cm), es importante tener en consideración que la mejor época para la obtención de estacas, es después

de la fructificación de esta manera se evitan daños en la fisiología del árbol que se pueden ocasionar cuando se obtienen estacas antes de la floración. (Fiallos, 2022)

Por otra parte (Walle R. , 2023) Las semillas o esquejes, trátelas sumergiéndolas en agua caliente (40° C) durante 12 horas. Las estacas pequeñas o los esquejes del tamaño de postes para cercas vivas (de 2.0 a 2.5 m, de 5 a 8 cm de diámetro) brotan fácilmente.

8.2.7 Usos del Poró

Eritrina se emplea para hacer sombra al café y al cacao. Además, es usado también como cerco vivo, en Ecuador la corteza se aprovecha para elaborar una pasta para aplicar sobre lesiones y torceduras. También se usa ocasionalmente como sombrío de café y como cerca viva. Dado que en Colombia se le da este último uso, siendo abundante su follaje, se han hecho estudios para usarla como complemento en la alimentación de ganado bovino, sin embargo, se recomiendan tratamientos previos para desnaturalizar los taninos, que son abundantes en las hojas y reducen la disponibilidad de nutrientes. Los alcaloides ertrahlina y erythramina, similares al curare, se han obtenido de esta especie. También se ha mostrado el efecto antimalárico de algunos flavonoides extraídos de su corteza. (Leticia, 2011)

8.2.8. Temperatura para germinación de la semilla

La propagación de Erythrina más utilizada en la instalación de plantaciones son de las semillas, enfatizando principalmente los efectos de la temperatura y el sustrato, juega un papel fundamental en el panorama científico y proporciona información valiosa sobre la propagación y fisiología de la especie, Para que se produzca la germinación de las semillas, cada especie requiere de unas condiciones específicas. La germinación es un proceso complejo controlado por varios factores, que comprende varias fases, que se ven afectadas individualmente por la temperatura. La temperatura influye la capacidad y porcentaje de germinación de las semillas, eliminando la latencia primaria y secundaria o induciendo la latencia secundaria. El rango de 20°C a 30°C, parece ser adecuado para la germinación de un gran número de especies tropicales y subtropicales, la temperatura óptima proporciona el máximo porcentaje de germinación en el menor tiempo, bajo temperaturas máximas y mínimas germina una minoría de semillas, las altas temperaturas pueden permitir la imbibición, pero no el crecimiento de embriones ni el establecimiento de plántulas. (Lopez, 2009)

8.2.9. Condiciones climáticas

El árbol poró se adapta a una amplia gama de condiciones climáticas que va desde elevación-300 a 600 m (sembrado hasta 1000 m). Precipitación de 1500 a 3500 mm al año. Suelo de textura pesada, de neutro a ácido, tolera encharcamiento, su rango de temperaturas 16 a 28° C, 18 a 26° C ideal. El árbol le servirá en su sistema agroforestal, como cerca viva o como ornamental. (Walle, 2023)

En el trópico, la precipitación anual es de 1.800 a 3.500 mm: las temperaturas oscilan entre 20 y 26°C; con una amplia variedad de suelos, desde suelos arenosos con muy baja fertilidad natural hasta franco arcilloso con buena fertilidad natural, también ocurre en pendientes pronunciadas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego) (Fiallos, 2022)

Por otra parte se establece que el cultivo puede tolerar el clima en condiciones naturales, entorno a la pluviometría de los 1000 a 4000 mm al año, y es capaz de tolerar diferentes aluviales, ferrasoles volcánicos y ultisoles, además puede crecer en septisoles, unisoles y oxisoles, puede soportar la estación seca de los 0 hasta los 6 meses, crece adecuadamente entre la altitud de 50 hasta los 2400 msnm, la textura del suelo debe ser franco arcillosa, suelos francos y que sean neutros o ácidos, puede soportar hasta la temperatura media de 28°C, soporta los encharcamientos estacionales, y soporta las pendientes libres, estas características hace que *Erythrina* sea versátil y útil en sistemas agroforestales, como cerca viva. (Fiallos, 2022)

8.2.10. Poró como fijador de nitrógeno

La fijación de nitrógeno es un proceso fundamental se da lugar gracias a la simbiosis presente entre ciertos tipos de plantas y distintos tipos de microorganismos o bacterias como “*Rizhobium*”. Estos microorganismos se incorporan al sistema radicular, generando bultos denominados “nódulos”, que no afecta a la planta y permite obtener el nitrógeno atmosférico convirtiéndolo en compuestos nitrogenados asimilables para las plantas. Los árboles que son de este género pueden fijar nitrógeno de dos maneras, por sus hojas y por sus raíces. Este proceso es crucial para enriquecer el suelo este nutriente esencial para el crecimiento de las plantas. (Fiallos, 2022)

8.2.11. Biodiversidad del suelo

La biodiversidad del suelo es un indicador de la calidad del suelo, con una mayor diversidad de especies esto conduce a una mayor estabilidad del suelo en términos de su capacidad para

realizar funciones claves. Los suelos son el ecosistema complejo y sus componentes minerales, interactúan para crear una gran diversidad y complejidad. (Peter, 2018)

De acuerdo con la (ONU, 2020) los organismos del suelo desempeñan un papel crucial en el aumento de la producción de alimentos, la mejora de las dietas nutritivas, el mantenimiento de la salud humana, la recuperación de tierras contaminadas y la lucha contra el cambio climático, pero su contribución está sobrestimada, según un nuevo informe publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La importancia de los microorganismos del suelo convierten los compuestos orgánicos que liberan nutrientes para que las plantas puedan encontrar alimento, esta transformación también es importante para el filtrado, degradación e inmovilización de contaminantes en el agua y el suelo, además la diversidad del suelo contribuye a un mejor control prevención y erradicación de plagas y patógenos. La biodiversidad del suelo apoya a la salud humana tanto directa como indirectamente. A través de regulación de enfermedades y la producción de alimentos. Tradicionalmente se utilizan diversas bacterias y hongos del suelo en la producción de salsa de soja, vino fermentado y otros alimentos y bebidas fermentadas, esto con la relación de raíces plantas y la biodiversidad del suelo y microorganismos permite la producción de sustancias químicas beneficiosas como antioxidantes que las protegen de plagas y otros factores. Cuando las personas consumen estas plantas, los antioxidantes estimulan el sistema inmunológico y ayudan a regular las hormonas.

Según (Olivia, 2020) mencionó que la agricultura desarrollada se utiliza principalmente para proporcionar sombra en las plantaciones de cacao (*Teobroma cacao* L.). Adicionalmente, esta especie produce otros beneficios: ayuda a conservar y mejorar el suelo y a propiciar al aumento de rendimiento de semilla de cacao.

8.3. Simbiosis

Las leguminosas trabajan en asociación con bacterias del género *rhizobium* que pueden generar nitrógeno atmosférico, estos beneficios es muy importantes donde existe la deficiencia de nitrógeno esto es uno de las mayores limitantes para la producción de cultivos, además que los fertilizantes a base de nitrógeno son demasiado costosos y esto puede contaminar el agua y el suelo. (Restrepo, 2014)

La asociación de Rhizobium con leguminosas es una auténtica simbiosis, la planta que crecen en suelos que les falta de nutrientes se ven beneficiados ya que gracias a la simbiosis existe la fijación biológica de nitrógeno realizada por las bacterias, y las plantas brindan un ambiente que puede proteger y nutrir. (Efrén, 2018)

El interés en la fijación biológica de nitrógeno mediante las leguminosas ha resurgido se había perdido por el uso de fertilizantes químicos, actualmente las leguminosas están ganando importancia, reemplazando parte de la fertilización química, debido a su potencial como fuente de nitrógeno, ya que lo fijan a través de una simbiosis con la bacteria rhizobium, las leguminosas desempeñan un papel esencial en la agricultura orgánica como abono verde y sostenible en todo el mundo. Esto ayuda a la conservación del suelo evitando la degradación a largo plazo (Salazar, 2004)

8.3.2. Importancia en la agricultura

La simbiosis bacteriana Rhizobium en asociación con leguminosas es de gran importancia tanto en la agricultura con al medio ambiente. La agricultura beneficia y causa aumento significativo de nitrógeno. Por otra parte las leguminosas son parte esencial en la agricultura se ven favorecidas al crecer en lugares donde otras plantas no podrían, ya que el nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales limitados para el crecimiento de las plantas, esta simbiosis aumenta la fijación de nitrógeno así también aumenta la producción agrícola, todo esto también beneficia económicamente debido a que pueden ahorrar un poco en abonos, estas bacterias fijadoras de nitrógenos pueden reemplazar a los fertilizantes nitrogenados. . (Meléndez, 2020)

8.3.3. Leguminosas como abono verde

Los abonos verdes son cultivos de cobertura desempeñan un papel crucial en la mejora de la fertilidad del suelo. Aunque se dice que la naturaleza solo puede crear unos 3 cm de capa vegetal en 100 años, los agricultores que utilizan abono verde pueden crear 1 cm de capa vegetal cada 4 años, el Fréjol es comestibles en estos cultivos de cobertura tiene un valor adicional del grano generalmente excede los costos de producción. El fertilizante químico nunca podrá competir con estos costos. Sin embargo, se puede complementar a los abonos verdes. Cuando la productividad de la tierra de los pequeños agricultores escala alcanzan aproximadamente tres toneladas por hectárea de productividad, los fertilizantes pueden utilizarse de manera rentable. A nivel de rendimiento, los fertilizantes producirán mayor rendimiento, y menores riesgos. La

experiencia mundial muestra del 20 a 25 toneladas por hectárea al año de la biomasa de leguminosas es necesarias mantener la fertilidad del suelo a través del tiempo. La mayoría de los agricultores no tienen suficientes animales para producir tanto estiércol, y el compostaje requiere de mano de obra para ser rentable. Pero docenas de leguminosas pueden producir el triple de esta cantidad de biomasa. (Meléndez, 2020)

Las leguminosas al ser fijadoras de nitrógeno, desempeñan un papel crucial en la mejora del suelo y el crecimiento de las plantas, proporcionando este elemento al suelo a través de su raíz, para ello utilizan unas bacterias denominadas rizobios (*Rhizobium leguminosarum*) que forman nódulos en las raíces de las plantas, a través toman el nitrógeno de la atmósfera, esto lo fijan en la raíz y lo convierten en nitrógeno disponible para la planta y el suelo. Estas bacterias, de las que existen muchas especies diferentes, se encuentran siempre en el suelo y se “activan”, en presencia de leguminosas. La fijación de nitrógeno del suelo produce beneficios para las plantas: Potencia su crecimiento, regenera el terreno de manera ecológica. Aumenta la producción al mejorar la disponibilidad de nutrientes, favorece la actividad microbiana del suelo promoviendo la biodisponibilidad de y absorción de nutrientes, en climas áridos mejora las condiciones del suelo y con ello la resistencia de las plantas a las sequías, favorece la germinación de semillas, protege las raíces de hongos y bacterias patógenas. (Sanches, 2021)

8.3.5. Asociación de cultivos

La asociación de cultivos perennes es ampliamente distribuido y reconocido por su método de control de malezas que economiza la mano de obra, además reduce la erosión y proveen nutrientes esenciales al suelo, a continuación, los principales beneficios: Regenera el terreno de manera ecológica, beneficia la actividad microbiana del suelo, y facilita la disponibilidad de y absorción de nutrientes, mejora el ambiente del suelo y con ello la resistencia de las plantas a las sequías, protege las raíces de hongos y bacterias patógenas. (Tomayo A. , 2010)

Por otro lado, Franklin (2011) dice que la asociación de cultivos intercalada es una estrategia cuando dos o más especies de plantas se siembran o cultivan cerca una de otra para que ambas puedan obtener beneficios a través de la absorción de nutrientes así para la mejora de la productividad, control de plagas y prevención de enfermedades, a su vez también pueden adquirir un mejor sabor, esto a que la planta asociada está añadiendo ciertos macronutrientes. Las raíces pueden acoger microorganismos como las micorrizas que mejoran la asimilación en el caso de las leguminosas que fijan nitrógeno y regeneran el suelo.

La asociación de cultivos trata de sistemas complejos que se cultivan dos o más especies vegetales se plantan para competir o una complementación entre sí, con el tiempo dependiendo del periodo de cosecha o de la evaluación de cada cultivar se pueden identificar combinaciones simples, hasta asociaciones más complejas, donde pueden coexistir más de doce especies. El suelo es el medio físico-químico donde se desarrolla la vida y es un componente ambiental que por su origen, formación y evolución no puede ser aislado del entorno que lo circunda; es frágil, de difícil y larga recuperación y de extensión limitada, el suelo es el soporte y el almacén de sustancias nutritivas para los organismos terrestres (Rodríguez, 2023)

8.3.6. Efectos de asociación de cultivos

La liberación de sustancia a través de la planta de sus raíces o también a través de las hojas, esto pueden provocar efectos inhibidores como estimuladores en el crecimiento de las plantas de su alrededor, la asociación de cultivos busca aprovechar el efecto alelopático, es decir sus acciones benéficas o negativas que las plantas tienen a ejercer, muchas de las veces estas pueden proteger al cultivo de plagas, en otros casos pueden ser favorables con sustancias que pueden emanar así como atraer insectos polinizadores. (Salazar, 2004)

Por otro lado (Meléndez, 2020), dice que las asociaciones de cultivos ofrecen numerosos beneficios en los sistemas de producción. Como la vinculación de especies en un sistema productivo que interactúa de manera mutua por el ambiente, por ejemplo, el maíz puede ser asociado con gandul y crotalaria, que se plantan cuando el maíz ha alcanzado una altura de 30 cm. En América Latina, es una práctica común que promueve el uso eficiente de recursos y la preservación del medio ambiente, la asociación de maíz con mucuna o canavalia plantados de 80 a 100 días después del maíz. Después de la cosecha del maíz estas especies aceleran su desarrollo, lo que produce un crecimiento por doquier de los residuos del maíz.

Los cultivos asociados hacen referencia a la vinculación de dos o más especies a un sistema productivo, donde la coexistencia mutua de estas interactúa con el ambiente otorgando una utilidad sobre el modelo individual. El “asocio de cultivos”, es uno de los principios básicos de la “agricultura ecológica”, que permite hacer un uso más eficiente y racional de los recursos disponibles, pueden generar sistemas productivos menos dependientes de otros factores y preservar el medio ambiente. (Rodríguez, 2023)

8.3.7. Asociación de cultivos para el ambiente

En la agricultura moderna se basa en agroquímicos para el control de enfermedades en los cultivos, utilizando plaguicidas mismas que aumenta los costos de producción y contribuye a la contaminación del medio ambiente. La combinación y la práctica de monocultivo han llevado una disminución de la diversidad biológica del agro ecosistema. Esto resulta la inestabilidad, evidenciada por la infertilidad y erosión de los suelos. La asociación de cultivos promueve una mayor diversidad biológica, mejora los recursos del suelo naturalmente también disminuye el riesgo de pérdida de cosechas, proporciona protección, la asociación de cultivos es benéfica aún más cuando se utiliza especies con propiedades antagonistas contra Fito patógenos asociación de cultivos, sobre todo cuando en la asociación se utilizan plantas con propiedades antimicrobiales, tiene además la ventaja de que al incorporar en el suelo los residuos vegetales, se pueden reducir las poblaciones y daños ocasionados por patógenos que atacan a la raíz y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. (Radriñez, 2001)

8.3.8. Antecedentes de estudio

En la investigación de (Romero, 2002) evaluaron el efecto de tres densidades de siembra del gandul (*Cajanus cajan*) sobre la producción de granos, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres bloques y tres tratamientos. Las variables evaluadas fueron la altura de la planta que obtuvo (299,66 cm) con su densidad de (26.666 pl/ha), el diámetro del tallo (2,62 mm) con su densidad de (40.000 pl/ha).

Se evaluó la respuesta agronómica del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) a la aplicación de abonos orgánicos. Con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones con 4 unidades experimentales su análisis estadístico lo realizo con DUNCAN al 5% de probabilidad, en su variable altura de la planta, T1 con abonos orgánicos con 5 kg por m², en el T2 abonos orgánicos con 6kg por m², la variable del diámetro el T4: 8 kg/m² de abono orgánico mostró el mayor valor con 2,80 mm y a los 70 días el T3: 7 kg/m² de abono orgánico con 10,17 (Gavilanez C. y., 2022)

El trabajo de investigación del cultivo del fréjol para programar la comercialización y volumen de agua en cada etapa fenológica, según el sistema de posicionamiento global GPS, se aplicó

un análisis estadísticos con medidas de tendencia central, para la variable altura de final de 48,9 cm, para la variable de profundidad fue de 32cm, y su profundidad radical tiene 3/2 de la parte aérea, la variable coeficiente del cultivo del fréjol se tomaron datos de la FAO56 su coeficiente Kc inicial es de 0.4 con 23 días de duración, coeficiente Kc máximo con 1.15 etapa intermedia en la etapa final el Kc desciende a 0.35 con una duración de 21 días, la etapa fenológica del fréjol en condiciones climáticas de la provincia del Guayas su duración en su etapa inicial de 23 días su desarrollo a los 30 días, su etapa intermedia es de 28 días y para la etapa final con 21 días, esto nos da a conocer que el cultivo necesita mayor o menor cantidad de agua y fertilizantes. (Villalba, 2017)

Evaluar la producción de dos variedades de fréjol (*Cajanus cajan* var. Negro y EGV22) con y sin fertilización nitrogenada, las plantas fueron sembradas en fundas plásticas en el verano del 2012. Se aplicó a los 90 días de germinación dos tratamientos de fertilizante nitrogenado (+N –N). Sus variables número de nódulos (NN), peso de los nódulos (PN), Largo de la raíz (LR), altura de la planta (AP), se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar se observó diferencias estadísticas ($P < 0.05$) mayor promedio fue altura de la planta de la variedad EGV22, para el elemento de nitrógeno provoco una disminución de P pluralidad negro, puede ser utilizada en sistemas de producción pecuarios, debido a que tiene buena producción de materia seca, puede adaptarse en condiciones del trópico del Ecuador. (Hidalgo M. B., 2018)

9. CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:

Ha. En la asociación de leguminosas fréjol de palo tiene un efecto sobre el desarrollo fenológico del cultivo de *Erythrina* con los tratamientos establecidos.

Ho. En la asociación de leguminosas fréjol de palo no tiene un efecto en el desarrollo fenológico del cultivo de *Erythrina* con los tratamientos establecidos.

10. METODOLOGÍA

10.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi Cantón la Maná, Parroquia Guasaganda, en el centro experimental “Sacha Wiwa”, donde se evaluó la respuesta agronómica del fréjol de palo en asociación con Erytrina, su Ubicación geográfica es WGS 84 Latitud 0°48'00.0”, Longitud 79°10'01.2”, altitud 503 m.s.n.m.

10.2. Condiciones Agro Meteorológicas del Centro Experimental “Sacha Wiwa”.

En la tabla 5 se puede observar las condiciones meteorológicas del sector de la misma manera en promedios del Centro experimental “Sacha Wiwa”, entorno a su altitud la temperatura media anual, humedad relativa, Heliofanía, precipitación y textura donde se realizó la investigación.

Tabla 5. Condiciones agro meteorológicas del Centro Experimental “Sacha Wiwa”.

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m	503,00
Temperatura media anual °C	22.00
Humedad relativa, %	88.00
Heliofanía, horas/luz/año	570,30
Precipitación, mm/año	2761.00
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso

Fuente: (INAMHI, 2017).

10.3. Tipo de investigación

El presente proyecto de investigación se desarrolló un diseño experimental completamente al azar (DBCA) para evaluar la respuesta agronómica del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) asociado con poró (*Erythrina sp*), se enfocó en describir diversos parámetros para la toma de datos a partir de la asociación de fréjol de palo y poró, utilizando tablas para los datos a los 15, 30,45 y 60 días, altura de la planta, altura del tallo, diámetro del tallo, número de ramas, número de hojas, número de nódulos, estas variables permitieron una recopilación de información para la realización del análisis que nos permite en los resultados y por lo consiguiente la discusión con

otros autores, los resultados permitieron verificar los beneficios de la asociación para el ambiente.

10.3.1. Investigación descriptiva

Se describió los parámetros que se utilizaron para recolección de datos los cuales son análisis de suelo, altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, altura del tallo, numero de ramas, análisis foliar, evaluación de nódulos.

10.3.2. Investigación analítica

En esta investigación está enfocada en el registro de datos que se obtuvieron mediante las variables de los parámetros agronómicos antes mencionadas del cultivo del frejol de palo y poró en el “Centro experimental Sacha Wiwa”.

10.3.3. Investigación de campo

Esto nos ayudó a analizar los resultados previamente obtenidos en el campo a partir de la recopilación de datos serán tabulados estadísticamente cada uno de las respuestas agronómicas de esta investigación.

10.4. Materiales y equipos

Como se puede observar en la tabla 6 se expone los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación.

Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en la investigación.

Materiales	Equipos
Plantas de fréjol	Calibrador
Plantas de Erythrina	Flexómetro
Machete	
Piola	
Pala	
Azadón	
Estacas	
Agenda	

10.4.1 Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DBCA) para evaluar la respuesta agronómica del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) asociado con poró (*Erythrina sp*) dando un total de 2 tratamientos y 14 repeticiones, se realizó un análisis estadístico donde se recurrió a una prueba de rangos múltiples de Tukey, que se ejecutó con un nivel del 5% de credibilidad, esta metodología permitió una exploración detallada de los tratamientos.

10.4.2 Tabulación de datos

Se llevó un registro de datos exactos de las variables de estudio del cultivo del frejol de palo (*Cajanus cajan*) y poró (*Erythrina sp*). Se utilizó calibrador, cinta métrica, excavadora, esto de acuerdo a cada variable, se recopilaron los datos de cada variable se llevó a cabo la toma de datos exactos en los diferentes estados vegetativos del fréjol (*Cajanus cajan*) y poró (*Erythrina sp*) fueron tabulados y analizados con la ayuda de un programa “INFOSTAT”

10.4.3. Esquema del experimento

En la tabla 7 se describen los tratamientos y las repeticiones de los cultivos asociados, las unidades experimentales (DBCA) y el total de plantas que se utilizó en la investigación cada tratamiento consta de 14 repeticiones y 13 unidades experimentales, siendo un total de 364 plantas evaluadas.

Tabla 7. Tratamientos y repeticiones

Tratamientos	Repeticiones	Unidad experimental	Total
T1 Fréjol de palo	14	13	182
T2 Fréjol de palo + Erythrina sp	14	13	182
Total			364

Elaborado por: García, 2023.

10.4.4. Análisis de varianza

En la tabla se muestra el análisis de la investigación, en la cual se describen las fuentes de variación y grados de libertad correspondientes entorno a los tratamientos, repeticiones y error experimental, se realizó un análisis estadístico donde se recurrió a una prueba de rangos múltiples de Tukey, que se ejecutó con un nivel del 5% de credibilidad, esta metodología permitió una exploración detallada de los tratamientos.

Tabla 8. Fuente de variación

FUENTES DE VARIACIÓN	Grados de libertad	
Tratamiento	(t-1)	1
Repeticiones	(r-1)	13
Error experimental	(r-1) (t-1)	13
Total	(t.r-1)	27

Elaborado por: García, 2023.

10.5. Manejo de la investigación

La investigación se realizó primeramente el reconocimiento del lugar en el “Centro Experimental Sacha Wiwa”, perteneciente al Cantón La Maná, Parroquia Guasaganda, Provincia de Cotopaxi, donde se ejecutó la limpieza del lugar de forma manual, posteriormente se retiró los escombros la maleza y residuos de árboles extraídos de forma aérea, una vez culminado el proceso ya mencionado, se tomaron muestras de suelo en zig zag de 25 cm de profundidad, las cuales fueron colocadas en fundas plásticas con cierre específicamente para muestras de suelo, que luego fueron enviadas al laboratorio AGROLAB para su debido análisis. Para la germinación de semillas, se realizó un sustrato elaborado a partir de tierra de sembrado y materia orgánica, luego el sustrato fue colocado en fundas germinadoras, para tener plantas suficientes para la investigación y así poder suplir alguna planta que no se encuentre en las condiciones más aptas para su desarrollo y ser reemplazada. El siguiente paso en el estudio fue nivelar y remover el suelo con el azadón para recibir las plantas que se cultivaron en el área determinada, se realizó un aporte de cal para desinfectar el suelo, debido a que existen agentes perjudiciales para las plantas al momento de ser trasplantadas, como pueden ser bacterias y hongos, se establecieron las camas con piolas para poder cultivar cada tratamiento en forma adecuada, así como sus repeticiones. Una vez llegados los resultados del análisis de suelo se

realizó del cultivo de fréjol de palo en asociación con Poró, el análisis de suelo sirvió como una base para saber las propiedades del suelo entorno a sus características físicas y químicas, para determinar cuál es la influencia que ejerce la asociación de cultivos. Las delimitaciones del espacio para la asociación de los cultivos fueron establecidas en 9 m de ancho y 10 metros de largo, se realizó un total de 8 parcelas para el tratamiento de Fréjol de palo y 8 parcelas para el fréjol de palo + Poró, para llevar a cabo la investigación planteada, con un área total de 608 m², con una distancia de 1 metro de ancho y 1.50 metros entre plantas. Una vez realizadas las labores culturales, como la limpieza del terreno cada 15 días, nivelación y preparación del suelo y delimitación de las parcelas, a los 15 días de germinación las plántulas fueron trasplantadas al terreno de investigación, con el objetivo de ser evaluadas con las variables de altura de planta, altura del tallo, diámetro de tallo, número de hoja, número de ramas, número de nódulos, fueron tomadas a los 15, 30, 45 y 60, días, en el cultivo del fréjol de palo y Poró.

10.6 Variables evaluadas

10.6.1. Altura de la planta

Los datos fueron tomados en las dos especies se evaluaron 13 unidades experimentales de los tratamientos establecidos, se registraron los datos de esta variable desde la base del suelo hasta la última hoja desarrollada a los 15, 30, 45, 60 días después del trasplante de los cultivos de fréjol de palo (*Cajanus cajan*) y poró (*Erythrina sp*).

10.6.2. Diámetro del tallo

Este proceso se lo realizo con la ayuda de un calibrador para medir el diámetro del tallo de los dos cultivos fréjol de palo (*Cajanus cajan*) y poró (*Erythrina sp*) a partir de los 5cm de alto se tomó la medida del diámetro en las plantas en estudio.

10.6.3. Número de ramas

En esta variable se tomaron datos en las dos especies se evaluaron 13 unidades experimentales de los tratamientos establecidos del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) y poró (*Erythrina sp*) ambos cultivos se toman desde la estructura ramificada de la planta de ramas funcionales, a los 15, 30, 45, 60 días

10.6.4. Largo del tallo.

Para la toma de datos en las dos especies se evaluaron 13 unidades experimentales de los tratamientos establecidos 15, 30, 45,60 días midiendo desde el cuello del tallo hasta la yema terminal del fréjol de palo y Poró los datos se expresaron en centímetros, para ser tabulados de forma adecuada y ser analizados.

10.6.5. Número de nódulos

En esta variable se esperó hasta a última toma de datos a los 60 días para poder sacrificar una planta por tratamiento, sacarla cuidadosamente y se realizó el conteo de los nódulos en el cultivo del fréjol de palo (*Cajanus cajan*).

10.6.6. Número de hojas

En esta variable se evaluaron 13 unidades experimentales de los tratamientos establecidos se tomó datos a los 45 y 60 días se contabilizó el número de hojas por unidad en las dos especies en estudio en toda su área foliar.

10.6.7. Análisis del suelo

En la investigación se realizaron dos análisis de suelo, un análisis al principio y otro al final, para realizar una comparación entre las características químicas del suelo a través de la asociación del fréjol de palo y poró, para la toma de las muestras de suelo se realizó un agujero de 20 cm de profundidad del área de investigación estas muestras fueron enviadas al laboratorio AGROLAB a los 30 días los resultados fueron socializados.

10.6.8. Análisis foliar

Se ejecutó un análisis foliar para obtener el contenido nutricional de las muestras obtenidas de las unidades experimentales y obtener la cantidad de elementos absorbidos por la planta.

10.6.9. Análisis de costos

Se llevó a cabo un análisis económico detallado de los costos fijos y variables asociados a los tratamientos empleados en el estudio de esta investigación. Se examinaron los costos de producción correspondientes a cada tratamiento utilizado en los cultivos.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Altura de la planta

Los resultados obtenidos a los 15, 30, 45 y 60 días. La tabla 9, presenta resultados detallados sobre la altura de la planta en los tratamientos, se evidencia que en el tratamiento 1 de fréjol de palo tiene mayor desarrollo a partir de los 15 días con 16,70 cm, de la misma manera a los 60 días con 70,89 cm, resultando el mejor tratamiento, a comparación del tratamiento 2 que inicio con 14,40 a los 15 días de la misma manera a los 60 días con 57,17cm, siendo de menor altura que el tratamiento 1, mientras que el desarrollo de la Erythrina es un crecimiento lento a comparación del fréjol de palo debido a su ciclo vegetativo, por lo cual inició con 16,53 cm a los 15 días, y a los 60 con 29,92 cm, de altura.

En la investigación de (Gavilanez C. , 2022) los tratamientos evaluados; a los 14, 28, 42, 56 y 70 días en el T4: 8 kg/m² de abono orgánico obtuvo su mayor promedio con 19,64; 32,30; 43,98 y 132,63 cm en su orden respectivamente. A los 56 días el T2: 6 kg/m² de abono orgánico con 71,77 cm.

Por otra parte (Castellón, 2002) menciona que existe una competencia de nutrientes del suelo, luz y agua. Mayor espacio entre plantas hay mayor crecimiento se obtuvo alturas de 145 cm a los 80 días.

Tabla 9. Altura de la planta (cm)

Cultivos		Altura de la planta (cm)			
		15 días	30 días	45 días	60 días
Sin asociación	Fréjol de palo	16,72a	28,87a	50,20 a	70,89a
Asociado	Fréjol de palo	14,40 a	21,27 a	42,61 a	57,17 a
	Erythrina	16,46 a	22,36 a	26,61 a	29,92 b
CV (%)		11,9	22,72	29,7	21,04

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: García, (2023)

11.2. Altura del tallo

Con respecto a la altura del tallo no existe diferencias estadísticas significativas en los dos tratamientos de fréjol de palo y fréjol de palo asociado con poró, se tomó datos a los 15, 30 ,45 y 60 días, el que más destacó en su crecimiento notorio fue en el tratamiento 1^a los 15 días con 13,16 cm, y a los 60 días con 65,71 cm, a comparación del fréjol de palo asociado con poró a

sus 15 días con 10,98 cm, y a los 60 días con 52,27 cm, Erythrina a los 60 días con 25,92(cm). La mejor altura del tallo fue en el T1 fréjol de palo (*Cajanus cajan*) a los 60 días con su valor de 65,71(cm).

(Hidalgo L. &., 2018) , mencionó que el fréjol (*Cajanus cajan*), mostró un crecimiento en el LT en el tratamiento con nitrógeno +N el crecimiento fue similar en ambas variedades con 60.2 y 61.0 cm, respectivamente. Según (Rene, 2018) menciona que la altura del tallo registrada para todas presentó un valor mínimo de 21.90, y un valor máximo de 224.1 cm un valor medio de 117.93 cm con un coeficiente de variación de 55.87% considerándose alto, explicado posiblemente a que la altura está directamente relacionada al hábito de crecimiento.

Tabla 10. Altura del tallo (cm)

Cultivos		Altura del tallo (cm)			
		15 días	30 días	45 días	60 días
Sin asociación	Fréjol de palo	13,16 a	22,68 a	43,97 a	65,71 a
	Fréjol de palo	10,98 a	18,09 a	36,27 a	52,27 a
Asociado	Erythrina	12,64 a	18,25 a	22,14 a	25,92 b
	CV (%)	18,37	24,79	25,23	23,29

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: García, (2023)

11.3. Diámetro del tallo

En referencia al diámetro (cm) se evaluó a los 15, 30, 45 y 60 días, no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, a los 15 y 30 días hubo un incremento en el diámetro del fréjol de palo con 8mm para llegar a 0,19, a su vez a los 45 y 60 días hubo un mayor incremento en el diámetro con 19 mm a los 60 días con un valor de 0,56 mm en el T2 fréjol de palo asociado con Erythrina hay diferencias estadísticas a los 15 y 30 días no tiene mucha significancia al engrosado del tallo con 0,11 y 0,19 (cm) con un incremento de 5mm para llegar a 0,19 de diámetro, en cambio a los 45 y 60 días hay diferencia con 0,34, 0,46 (mm) con un incremento 12mm. Erythrina tiene se muestra superior a los 15 y 30 días incremento con 16mm de diámetro, a los 45 y 60 días incremento con 10mm de diámetro su valor a los 60 días tuvo un incremento en el diámetro a comparación del fréjol de palo con 0,54. Con un mejor diámetro lo obtuvo a los 60 días en el tratamiento 1 con 0,56cm de diámetro siendo superior que el tratamiento 2 a los 60 días con 0.46 de diámetro y al evaluar a la Erythrina

como sabemos se evalúa ya que son dos cultivos diferentes para así ver el incremento, tiene un incremento de 0,54 teniendo mínima diferencia que el tratamiento 1.

Siendo menor diámetro reportado por (Gavilanez C. , 2022) A los 56 días el T4: 8 kg/m² de abono orgánico mostró que el mayor valor con 2,80 mm y a los 70 días el T3: 7 kg/m² de abono orgánico con 10,17 mm. Por otro lado (Segovia, 2021) menciona que la variedad fréjol de palo asociado con café dio los mayores diámetros de tallos a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra que sus otros tratamientos con diferentes tipos de fréjol.

Tabla 11. Diámetro de tallo (cm)

Cultivos		Diámetro (cm)			
		15 días	30 días	45 días	60 días
Sin asociación	Fréjol de palo	0,11 b	0,19 b	0,37 a	0,56 a
Asociado	Fréjol de palo	0,10 b	0,15 b	0,34 a	0,46 a
	Erythrina	0,22 a	0,38 a	0,44 a	0,54 a
CV (%)		17,29	17,64	26,54	16,18

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: García, (2023)

11.4. Número de ramas

En referencia al número de ramas se tomaron a los 45 y 60 días no tiene diferencias estadísticas, en el tratamiento 1 del fréjol de palo a sus 45 días obtuvo 2,25, y a los 60 días con 3,25, a comparación del tratamiento 2 de fréjol de palo asociado con poró obtuvo a los 45 días 1.50 y a los 60 días un total de 2,25, en este caso en Erythrina a los 60 Días obtuvo 4,25 estos son brotes como sabemos su crecimiento es lento a comparación del fréjol de palo.

Por otra parte (Gavilánez, 2022)menciono que en el fréjol de palo el número de ramas, existió diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, a los 56 días en el T2: con 6kg/m² de abono orgánico obtuvo el mayor número de ramas con 3,28 ramas y a los 70 días el T3: 7 kg/m² de abono orgánico con 9,40 ramas. (Carlos, 1992) Las ramas se denominan cuando están llegando a leñosas de color marrón aquellos que tienen consistencia de madera y los brotes se denominan cuando están blandos verdes y maduros. Por otra parte (Álvaro Bayón, 2022) Las ramas primarias también pueden llegar a desarrollarse a partir de nudos inferiores del tallo principal, generándose en ese caso, ramas primarias basales.

Tabla 12. Número de ramas

Cultivos		Número de ramas	
		45 días	60 días
Sin asociación	Fréjol de palo	2,25 a	3,25 a
	Fréjol de palo	1,50 a	2,25 a
Asociado	Erythrina	3,00 a	4,24 a
	CV (%)	24,25	25,72

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: García, (2023)

11.5. Número de hojas

Con respecto al número de hojas se tomó a los 45 y 60 días, en el tratamiento 1 tiene un incremento de 22.34 hasta los 60 días, el valor más alto es del T1 con 155,23, no tienen diferencias estadísticas, en el tratamiento 2 tiene promedios inferiores a comparación del tratamiento 1 a sus 60 días con 148,52.

De acuerdo con (Galván, 2018) menciona que presento variabilidad de 13,40%, de la misma manera tukey mostro diferencias, en el T2 con un promedio de 25,00 hojas/planta, frente al T0 con un promedio de 17,75 hojas/planta.

Por otra parte (Vivar, 2022) dice que en el fréjol de palo el número de hojas 4.8 el cual presenta 2 trifoliolos completamente abiertos y dos hojas primarias, indicando que está en fase vegetativa.

Tabla 13. Número de hojas

Cultivos		Número de hojas	
		45 días	60 días
Cultivo solo	fréjol de palo	132,89 a	155,23 a
	fréjol de palo	127,37 a	148,52 a
asociado	Erythrina	68,73 a	82,19 a
	CV (%)	26,49	29,56

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: García, (2023)

11.6. Número de nódulos

En los nódulos se tomaron datos a los 60 días ya que sacrificamos 8 plantas de fréjol de palo para evaluar los nódulos tiene diferencias estadísticas, el mayor número de nódulos se obtuvieron en el tratamiento 1 con 48,50 mientras que en el T2 tiene 25,50.

(Hidalgo, 2018) Menciono que observó que los nódulos presentes en la variedad Negro con - N, fueron en mayor número 86 y más pesados 4 g; pero iguales ($P > 0.05$) a lo encontrado para la variedad EGV22 con +N y -N, que estuvieron en un rango de 57 a 77 nódulos con un peso de 2 a 3 g, respectivamente. Por otra parte (Contreras, 2007) el número promedio de nódulos/raíz en cada planta es a partir de 10 varía entre ente 0-26, las cepas ensayadas 19 presentaron (51.35) modulaciones, mientras que en tres restantes dio (8,11%) modulación alta.

Tabla 14. Número de nódulos

Cultivos		Nódulos
Cultivo solo	Fréjol de palo	48,5 a
asociado	Fréjol de palo	25,5 a
	Erithryna	21,20 a
CV (%)		14,54

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: García, 2023.

11.7. Resultados del análisis de suelo

En el análisis de suelo determino que las características físicas químicas antes de establecer el cultivo el nivel de materia orgánica de 5,35 y nitrógeno total de 0,42 y un suelo franco arenoso a comparación del análisis del suelo al final del proyecto nos indica que a comparación al análisis inicial hay diferencias debido a las condiciones climáticas que se presentan por temporadas de invierno, tanto que la materia orgánica con un valor de 6,07 demostrando una mejora en la capa del suelo a partir de la asociación del fréjol de palo y poró, en la fijación de nitrógeno al suelo hay una simbiosis entre en suelo y la planta, por otra parte el nitrógeno total tiene 30,95 donde indica que son cultivos de regeneración progresiva del suelo debido a su aporte en materia orgánica.

Según Miranda (1997), se destaca la importancia de un pH ligeramente alcalino para los cultivos, con un valor óptimo de 7,2 (Núñez, 2016). Además, la materia orgánica inicial es considerablemente alta, alcanzando un valor de 5,35. Esta riqueza en materia orgánica sugiere la tendencia del suelo a acidificarse.

Tabla 15. Análisis de suelo antes de la siembra en Centro Experimental “Sacha Wiwa”

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALORES	
		ENTRADA	SALIDA
Ph		5,46 AcRC	5,46 AcRC
Materia orgánica	(%)	5,35 A	6,07 A
NH ₄	Ppm	16,76 B	36,75 M
P	Ppm	3,52 B	4,04 B
K	meq/100ml	0,16 B	0,21 A
Ca	meq/100ml	5 M	8:00 a. m.
Mg	meq/100ml	0,73 B	1,69 B
S	Ppm	9,04 B	11,71 M
Zn	Ppm	0,6 B	3,3 M
Cu	Ppm	7,9 A	3,6 M
Fe	Ppm	149 A	170,3 A
Mn	Ppm	3,6 B	3,6 B
B	Ppm	0,18 B	0,22 B
Clase- Textural		Franco-Arenoso	

Fuente: AGROLAB (2023).

Elaborado por: García, (2023).

11.8. Análisis foliar fréjol de palo

Se realizó un Análisis foliar con la finalidad de obtener el contenido nutricional de los tratamientos bajo estudio de esta manera comprobar la cantidad de elementos que tiene la planta, esto tiene un forraje que puede ser usado para alimentación animal ya que contiene niveles de proteína y proporciona nutrientes. (Gavilánez C. , 2022) Realizo el análisis foliar para obtener el contenido nutricional de los tratamientos y comprobar la cantidad de elementos absorbidos por los tratamientos demostrando que en el T2 tiene 6kg/m2 de abono contiene el porcentaje de nitrógeno, sin embargo, P y K tienen valores altos.

Tabla 16. Análisis foliar (cajanus cajan)

Valores	Materia seca (%)	
N	(%)	2,59
P	(%)	0,21
K	(%)	1,18
Ca	(%)	1,13
Mg	(%)	0,37
S	(%)	0,09
Cu	ppm	12
B	ppm	23,79
Fe	ppm	139
Zn	ppm	25
Mn	ppm	71
Bases (%) (K+Ca+Mg)	SUMATORIA	2,68

Fuente: AGROLAB (2023)

Elaborado por: García, (2023)

11.9. Análisis de costo

En la tabla 17, se detallan los valores del análisis de costo se realizó de acuerdo a los materiales y equipos utilizados en la investigación, en la cual se observa en la tabla 15, la misma que nos indica que un elevado costo lo tiene la asociación del Frejol de palo + Erythrina sp con un valor de 71,28 USD.

Tabla 17. Análisis de costo de la asociación

Rubros	Fréjol de palo	Fréjol de palo + Erythrina sp
Insumos	Valores	
Humus	4	4
Material vegetal	3	6
cal	1,5	1,5
Subtotal	8,5	11,5
Materiales		
Machete	3,6	3,6
Piola	0.41	0.41
Pala	0.31	0.31
Azadón	0.50	0.50
Estacas	0.33	0.33
Agenda	0.58	0.58
Subtotal	3,6	3,6
Labores		
Labores preculturales	0,43	0,43
Labores culturales	1,75	1,75
Análisis de foliar	18	18
Análisis de suelos	36	36
Subtotal	56,18	56,18
Total/Tratamiento USD	68,28	71,28

12. IMPACTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

12.1. Técnico

La investigación dio impactos técnicos en el sector agrícola, dado que generó un mayor conocimiento del suelo al establecer fréjol de palo y Erythrina mismo que definió a los agricultores de la zona mediante charlas.

12.2. Ambientales

Esta investigación sobre los cultivos asociados de fréjol de palo y poró reduce la contaminación, aporta materia orgánica al suelo regeneración de macro y micro elementos, estos baja a nivel de las malas prácticas agrícolas, esto ayuda a mantener una buena relación entre el suelo y la planta al ser una alternativa en la agricultura como abono verde, esto aporta la fertilidad del suelo y regenerándolo.

12.3. Social

La implementación de técnicas de asociación de plantas fijadoras de nitrógeno, permite conocer las alternativas que se pueden implementar en los cultivos, genera interés ante los agricultores porque regenera el suelo y lo mantiene fértil, aporta a los estudiantes para aplicar nuevas técnicas al cuidado y regenerar los suelos.

12.4. Económicos

Es importante Económicamente porque es de fácil obtención además es vital para la vida del suelo ya que al asociarla genera beneficios para que los agricultores tengan un mejor manejo del cultivo y así aprovechar su máximo potencial, debido que el fréjol de palo (*Cajanus cajan*) es un material que tolera los patógenos y está siendo adaptado en las condiciones agroclimáticas del sector, al ser un cultivo orgánico bajo el cuidado del suelo y no tiene mayores costos para ser abono verde.

13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

Los ingresos estuvieron determinados por la investigación que se realizó. En la tabla 17, se puede observar el presupuesto del establecimiento de la investigación, como las semillas del frejol de palo y poró etc., obteniendo como resultado un total de 234,58 dólares.

Tabla 18. Presupuesto de la investigación

Equipos	Cantidad	Unidad	Valor Total	
			V.Unitario USD	USD
Semillas de fréjol	1	Unidad	6.00	6
Semillas de Erythrina	1	Unidad	6.00	6
Machete	1	Unidad	8.00	8
Piola	2	Unidad	2.80	5,6
Pala	1	Unidad	17.00	17
Azadón	1	Unidad	15.00	15
Excavadora	1	Unidad	18.00	18
Flexómetro	1	Unidad	2.00	2
Calibrador	1	Unidad	10.00	10
Agenda	1	Unidad	2.15	2,15
Cinta métrica	1	Unidad	5.00	5
Análisis de suelo	2	Análisis	36.00	72
Análisis foliar	1	Análisis	38.00	38
Otros servicios				
Transporte	1		3.00	3
Mano de obra	1	Jornales	20.00	20
Subtotal				227,75
3%				6,83
Total				234,58

Elaborado por: García, (2023)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 CONCLUSIONES

En esta investigación los mejores resultados fueron del fréjol de palo (*cajanus cajan*) con sus variables consideradas dentro de la investigación, altura de la planta con 70,89 a diferencia del T2 el frejol de palo asociado con eritrina teniendo diferencias estadísticas 57,11 y eritrina con 29,92 son dos tratamientos pero se considera a la eritrina ya que son dos cultivos diferentes, en el tratamiento dos todas las variables han sido menores por su desarrollo su ciclo de vida en el campo, con mejores variables fue el tratamiento uno frejol de palo teniendo en su altura del tallo 65,71, diámetro con 0,56, número de ramas con 3,25, número de hojas con 155,23, nódulos con 48,50.

El análisis de suelo demostró que la asociación de leguminosas de frejol de palo (*Cajanus cajan*) asociado con Poró (*Erythrina* sp) ha aumentado significativamente en la materia orgánica (M.O) de 5,35% paso a 6.07%, y nitrógeno paso de 16,7 a 36,75, a través de este análisis podemos ver el incremento de materia orgánica y nitrógeno al suelo a través de estas plantas

Los costos del establecimiento de la asociación de fréjol de palo+ *Erythrina* determino que con todos los materiales necesarios tiene un valor de 71,28\$

14.2. RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones en el cultivo del fréjol de palo en sus diferentes etapas fenológicas a fin de establecer un rendimiento del cultivo en asociación.
- Socializar las técnicas del manejo del frejol de palo a las comunidades para preservar la vida del suelo y reduciendo el impacto ambiental.
- Al momento de realizar una asociación con leguminosas es factible asociarlo con otros cultivos que no sea leguminosa para que no haya un bloqueo de nutrientes ya que son fijadoras de nitrógeno por ende puede existir un bloqueo de ese elemento y retrasar su crecimiento y desarrollo.

15. BIBLIOGRAFIA

- Alegre, J. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. Obtenido de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3287/>
- Aliaga, G. d. (2019). Optimización del proceso y caracterización físico química de aislado proteico. Obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3340/1/FIAI%20-%20Gabriela%20de%20Pilar%20Aliaga%20Flores.pdf>
- Andrade, R. (1981). Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1663>
- Araujo. (2021). Estudio comparativo del efecto del tratamiento térmico sobre la calidad física del frejol de palo (*Cajanus cajan*) en diferentes estados de maduración en la zona de Babahoyo. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20(1).pdf)
- Araujo, M. (2021). “Estudio comparativo del efecto del tratamiento térmico sobre la calidad física del fréjol de palo (*Cajanus cajan*) en diferentes estados de maduración en La zona de Babahoyo”. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20(1).pdf)
- Araujo, M. (2021). Estudio comparativo del efecto del tratamiento térmico sobre la calidad física del frejol de palo en diferentes estados de maduración en la zona de Babahoyo. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20(1).pdf)
- Araujo, M. (2021). Estudio comparativo del efecto térmico sobre la calidad física el frejol de palo en diferentes estados de maduración e la zona Babahoyo. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARAUJO%20ARAUJO%20MARIA%20ELIZA%20BETH%20(1).pdf)

- Baboza, M. (2013). Efecto de diferentes niveles de harina extrusada de fréjol. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/808/TZT-580.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bosques, J. (2001). Cultivo de Gandul (*Cajanus cajan*). Obtenido de <https://www.marionfl.org/home/showdocument?id=4964>
- Carmen, D. V. (2014). El guandul (*cajanus cajan*) una alternativa en la industria de los alimentos. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612014000200022&script=sci_arttext
- Castellón, L. y. (2002). Estudio de tres distancias de siembra en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta del gandul en suelo franco arenoso. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/768/1/tnf011864t.pdf>
- Castillo, A. v. (2014). El género *erythrina* l. (*leguminosae-faboideae*). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/862/86243121002.pdf>
- Chaparro, E. (2016). Frijol guandul (*cajanus cajan* l) una alternativa de seguridad. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17530/91069454.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Contreras, I. &. (2007). Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/72/633.3072C764.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Contreras, M. (2021). Las asociaciones de cultivos, una estrategia para el manejo integrado de plagas u enfermedades. Obtenido de <https://tecnovitaca.com/wp-content/uploads/2021/04/Asociaciones-de-cultivos.pdf>
- Diario, E. (2015). El fréjol de palo está en su mejor momento. Obtenido de <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/375612-el-frejol-de-palo-esta-en-su-mejor-momento/>
- Efrén, E. (2018). evaluación del rendimiento de fréjol . Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/12d3a866-2a00-467e-acc5-a76938a12bcf/content>

- Escalante, C. (2009). “CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1898/Escalante%20Rosas.pdf?sequence=1>
- Escoto, N. (2004). El cultivo del frijol. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf>
- Esquivel, E. A. (2009). Enfermedades del fréjol de palo. Obtenido de <http://agrociencia-panama.blogspot.com/2009/01/enfermedades-y-hongos-asociados-al.html>
- FAO. (2018). Condiciones climáticas y la actividad humana impactan en la degradación de la tierra, comprometiendo la seguridad alimentaria. Obtenido de <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/#:~:text=Entre%20las%20principales%20causas%20de,a%20la%20productividad%20del%20suelo.>
- Faria, D. (2023). Efecto del espaciamiento y corte sobre el desarrollo del gandul en condiciones subtropicales. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/pat/a/QYYMYfgCy4M88qJkrQ6Jtpb/?lang=en>
- Fiallos, I. (2022). “EVALUACIÓN DE Erythrina. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16098/1/33T00336.pdf>
- Fiallos, I. (2022). “Evaluación de tres tipos de sustratos y tres tratamientos germinativos. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16098/1/33T00336.pdf>
- Fiallos, I. (2022). Evaluación de tres tipos de sustratos y tres tratamientos pre-germinativos para la. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16098/1/33T00336.pdf>
- Galván, K. (2018). COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DEL CULTIVO DEL FREJOL. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20759/1/Klever%20Oswaldo%20Galv%C3%A1n%20Rojas.pdf>

- Gavilánez, C. &. (2022). “Respuesta agronómica de frejol de plo (*Cajanus cajan* L.) con abonos orgánicos. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8595/1/UTC-PIM-%20000469.pdf>
- Gavilánez, C. (2022). Respuesta agronómica de frejol de palo con abonos orgánicos. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8595/1/UTC-PIM-%20000469.pdf>
- Gavilánez, C. (2022). Respuesta agronómica del frejol de palo (*Cajanus cajan*) con abonos orgánicos. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8595/1/UTC-PIM-%20000469.pdf>
- Gavilánez, C. y. (2022). “RESPUESTA AGRONÓMICA DE FREJOL DE PALO (*Cajanus cajan* L.) CON ABONOS ORGÁNICOS”. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8595/1/UTC-PIM-%20000469.pdf>
- Gavilánez, C. y. (2022). Respuesta agronómica del fréjol de palo (*cajanus cajan*) con abonos orgánicos. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8595/1/UTC-PIM-%20000469.pdf>
- Gómez, J. V. (1998). Evaluación de clones de *Erythrina fusca* y *Erythrina berterona* en condiciones de tropoco saco de nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/944/1/tnf62g633.pdf>
- Gomez, P. (2008). Evaluacion agronomica de seis accesiones de gandul (*Cajanus cajan*). Obtenido de <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/713/EVALUACION%20AGRONOMICA%20DE%20SEIS%20ACCESIONES%20DE%20GUANDUL%20%28Cajanus%20cajan%29%20EN%20LA%20MESETA%20DE%20POPAYAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzalez. (2020). Ficha Técnica Guandul (*Cajanus cajan*). Obtenido de https://infopastosyforrajes.com/leguminosa-arbustiva/guandul/#google_vignette
- Guamán, P. (2021). Evaluación y multiplicación de las accesiones de fréjol. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34526/1/Tesis-301%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Guam%C3%A1n%20Arias%20Jerlly%20Paulina.pdf>

- Gutierrez, R. (2022). *Erythrina*. Obtenido de https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12692/INTA_CRBsAsNorte_EEASanPedro_Gutierrez_R-et-al_Ficha_nativa_Seibo.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Gutierrez, R. (2022). *Erythrina*. Obtenido de https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12692/INTA_CRBsAsNorte_EEASanPedro_Gutierrez_R-et-al_Ficha_nativa_Seibo.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Hidalgo, L. &. (2018). Crecimiento inicial de dos variedades de gandul (*Cajanus cajan*) en el trópico de Ecuador. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322018000200033
- Hidalgo, L. y. (2018). Crecimiento inicial de dos variedades de gandul (*Cajanus cajan*) en el trópico de Ecuador. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322018000200033
- Hidalgo, M. B. (2018). Crecimiento inicial del dos variedades de gandul (*Cajanus cajan*) en el tropico del Ecuador. Obtenido de <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/161/140>
- León, J. (2000). *Botanica de los cultivos tropicales*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=NBtu79LJ4h4C&pg=PA206&lpg=PA20#v=onepage&q&f=false>
- Leticia. (2011). *Taxonomia Erythrina fusca*. Obtenido de <https://coloramazonia.com/taxonomia/magnoliophyta/magnoliopsida-2/fabales/fabaceae/erythrina/>
- Lopez, M. T. (2009). Temperaturas cardinales para la germinación de semillas de *Erythrina*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbs/a/d7dtBDh449jXFHsG9Xw6tXf/?lang=pt&format=html>

- María, F. C. (2022). EFECTO DE LA HARINA DE FREJOL DE PALO (*Cajanus cajan* L). Obtenido de <http://repositorio.utm.edu.ec:3000/server/api/core/bitstreams/6a33708f-d17e-44de-b31d-19e69f8dfb5f/content>
- Meléndez, R. P. (2020). cultivos en suelos sustentable. Obtenido de <http://www.pratec.org/wpress/pdfs-pratec/choba-choba/leisa-vol36-cultivos-en-suelos-sostenibles.pdf#page=10>
- Meléndez, R. P. (2020). Cultivos en suelos sostenibles. Obtenido de <http://www.pratec.org/wpress/pdfs-pratec/choba-choba/leisa-vol36-cultivos-en-suelos-sostenibles.pdf#page=10>
- Mendoza, G. y. (2019). Estudio comparativo del porcentaje de captura de carbono entre las especies porotillo y algarrobo en el cerro Montecristi. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/3098/1/ULEAM-RNA-0064.pdf>
- Mercedes, R. T. (2021). Inclusión de harina de fréjol de palo (*cajanus cajan*). Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/61e2b8b9-a01b-47c7-86af-9c06b4c1215c/content>
- Mite, R. (2018). Estudio de factibilidad para la elaboración de una pasta. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5daa9f92-2918-4240-b960-e5df7d1ce6bd/content>
- Navarro, R. e. (2014). EL GUANDUL (*Cajanus cajan*) UNA ALTERNATIVA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS. Obtenido de <file:///C:/Users/Pedro%20Garcia/Downloads/Dialnet-ElGuandulCajanusCajanUnaAlternativaEnLaIndustriaDe-6117736.pdf>
- Olivia, H. y. (2020). Composición química y producción de follaje de *Erythrina americana* (Fabaceae) en cercos vivos durante dos épocas climáticas. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v69n1/0034-7744-rbt-69-01-90.pdf>
- ONU. (2020). La biodiversidad de los suelos es ignorada, pero es fundamental para alimentar al planeta. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485132>

- Peter, M. &. (2018). Biodiversidad de suelos y carbono orgánico en suelos: cómo mantener vivas las tierras áridas. Obtenido de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2018-004-Es.pdf>
- Rodríguez, Z. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con Tagetes spp. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/612/61219114.pdf>
- Rene, U. (2018). Evaluación morfo agronómica de variedades locales de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de la parroquia Chatura, en la granja “la pradera”, cantón Antonio Ante. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8122/1/03%20AGP%20232%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Restrepo, N. y. (2014). EL GUANDUL (*Cajanus cajan*). Obtenido de <file:///C:/Users/Pedro%20Garcia/Downloads/Dialnet-ElGuandulCajanusCajanUnaAlternativaEnLaIndustriaDe-6117736.pdf>
- Rodríguez, B. (2023). Cultivos Asociados, Indicadores de Rentabilidad y uso Equivalente de Tierra. Obtenido de <https://repositorio.ucaldas.edu.co/bitstream/handle/ucaldas/19740/Cultivos%20Asociados%20-%20Booker%20Steven%20Rodr%C3%ADguez%20S%C3%A1nchez%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, G. M. (2003). Obtenido de http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/2/LAJOP_23_2_5_3_5CCQ1E589W.pdf
- Romero, T. y. (2002). Evaluación de la producción de granos del Gandul (*Cajanus cajan*) en suelos francos, en la zona del pacífico de Managua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1296/1/tnf01t649.pdf>
- Russo, R. (1984). *Erythrina* un género versátil para sistemas forestales del trópico húmedo. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1664/Erythrina_un_genero_versatil.pdf?sequence=1

- Salazar, L. (2004). Efecto del cultivo de leguminosas sobre el suelo de la finca majada. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/977/1/204423.pdf>
- Sanches, S. M. (2021). Leguminosa y sus beneficios. Obtenido de <https://tecnicrop.com/blog/leguminosas-y-sus-beneficios-para-los-cultivos#:~:text=Favorece%20la%20actividad%20microbiana%20del,de%20hongos%20y%20bacterias%20pat%C3%B3genas.>
- Segovia, M. &. (2021). Respuestas agronómicas de cuatro variedades de fréjol asociadas con el cultivo de café. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7721/1/UTC-PIM-000350.pdf>
- Silvia. (2016). Importancia de hacer asociaciones de cultivos. Obtenido de <http://hidroponia.mx/cual-es-la-importancia-de-hacerasociaciones-de-cultivos/>
- Tomayo, A. (2010). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. Obtenido de [https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3287/4359#:~:text=Los%20principales%20beneficios%20de%20la,las%20plantas%20\(Tabla%2010\).](https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3287/4359#:~:text=Los%20principales%20beneficios%20de%20la,las%20plantas%20(Tabla%2010).)
- Valencia, B. M. (2016). Erythrina sp. para sistemas Agroforestales. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/702/1/avt0464.pdf>
- valle, W. d. (2021). Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3372/1/PARRALES%20VASQUEZ%20JOYCE%20-tesis.pdf>
- Velasquez, M. (2019). Género Erythrina. Obtenido de <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/406da405-77a3-4d8f-b711-591a615ec8b8/content>
- Villalba, J. (2017). Desarrollo fenológico del cultivo del fréjol, cargabello en el cantón Bucay y provincia del Guayas. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25091/1/tesis%20025%20Ingenier%20C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Villalba%20Juan%20-%20cd%20025.pdf>

- Vivar, G. (2022). Diseño de las necesidades hídricas del maíz y frejol de palo, mediante uso de un bloque de lisímetros de drenaje e insumos de medición de la humedad del suelo. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/55849/1/T-112348%20Vivar%20Avil%C3%A9s.pdf>
- W, O. T. (1999). Especies de Erythrina para la ganadería tropical. Obtenido de <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=download&path%5B%5D=984&path%5B%5D=1492&inline=1>
- Walle, R. (2023). Erythrina. Obtenido de <https://www.echocommunity.org/es/resources/e33ba64d-9c4b-4752-a82f-10912c26f486>
- Walle, R. (2023). Erythrina berteriana. Obtenido de <https://www.echocommunity.org/es/resources/e33ba64d-9c4b-4752-a82f-10912c26f486>
- Zavaleta, O. G. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/612/61219114.pdf>