



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: ESTUDIO DE CASO

**EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE FREJOL
BOLÓN ROJO (*Phaseolus sp.*), FREJOL CARAOTA (*Phaseolus sp.*) Y
FREJOL CANARIO (*Phaseolus sp.*) EN SUSTRATOS ORGÁNICOS
EN LA COMUNA PROSPERIDAD.**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Anthony Ledy Suárez Quimí

LA LIBERTAD, 2022



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: ESTUDIO DE CASO

**EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE FREJOL
BOLÓN ROJO (*Phaseolus sp.*), FREJOL CARAOTA (*Phaseolus sp.*) Y
FREJOL CANARIO (*Phaseolus sp.*) EN SUSTRATOS ORGÁNICOS
EN LA COMUNA PROSPERIDAD.**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Anthony Ledy Suárez Quimí

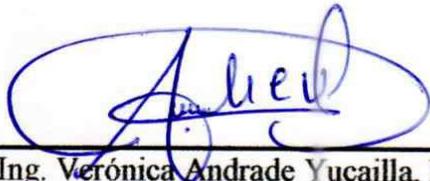
Tutor: Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.

LA LIBERTAD, 2022

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **ANTHONY LEDY SUÁREZ QUIMÍ** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 22/Agosto/2022(Día, ms, año)



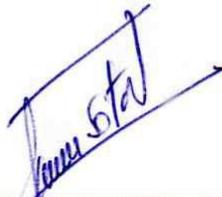
Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.

**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Mercedes Arzube Mayorga, MSc.

**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.

**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.

**PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO**



Lic. Ana Villalta Gómez, MSc.

**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIA**

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo Práctico de Examen de Grado de carácter complejo Titulado **“EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE FREJOL BOLÓN ROJO (*Phaseolus sp.*), FREJOL CARAOTA (*Phaseolus sp.*) Y FREJOL CANARIO (*Phaseolus sp.*) EN SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA COMUNA PROSPERIDAD.”** y elaborado por **Anthony Ledy Suárez Quimí**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la comuna Prosperidad, de la Parroquia San José de Ancón del Cantón Santa Elena, se evaluaron el crecimiento y producción de tres variedades de frejoles (leguminosas) expuestas a tres sustratos turba negra, fibra de coco y mezcla de ambas, con el objetivo de evaluar el efecto de tres diferentes sustratos orgánicos en relación al crecimiento y producción de tres leguminosas en la comuna Prosperidad.

Para la relación del crecimiento y producción se evaluaron variables agronómicas como germinación, altura de planta y diámetro de tallo igual que variables productivas como número de vainas y número de semillas por planta; sometidas a condiciones de campo tres variedades de frejol como son el bolón rojo, caraota y canario en tres parcelas de 3.3 x 2.4 m a una distancia de 30 cm entre planta.

Se establecieron tres tratamientos, el tratamiento uno (50% de turba negra), el tratamiento dos (50% de fibra de coco) y el tratamiento tres (25% turba negra y fibra de coco), evidenciando mejores resultados con respecto a la germinación al frejol caraota con 93%, altura de planta al tratamiento dos el frejol bolón rojo con 58.89 cm, el diámetro de tallo al tratamiento dos el bolón rojo con 0.45 cm, el número de vainas por planta al igual que el número de semilla tuvo mejores resultados en el tratamiento tres por parte de frejol caraota; es decir que, los frejoles bolón rojo y frejol caraota presentaron mejores resultados en relación al crecimiento y producción, respectivamente.

Palabras clave: Frejol, sustrato orgánico, variables, fibra de coco, turba negra.

ABSTRACT

The study was developed in the Prosperidad commune, of the San José de Ancón Parish of the Santa Elena Canton, the growth and production of three varieties of beans (legumes) exposed to three substrates, black peat, coconut fiber and a mixture of both, were evaluated. with the objective of evaluating the effect of three different organic substrates in relation to the growth and production of three legumes in the Prosperidad commune.

For the relationship between growth and production, agronomic variables such as germination, plant height and stem diameter were evaluated, as well as productive variables such as number of pods and number of seeds per plant; three varieties of beans such as red bolón, caraota and canario were subjected to field conditions in three plots of 3.3 x 2.4 m at a distance of 30 cm between plants.

Three treatments were established, treatment one (50% black peat), treatment two (50% coconut fiber) and treatment three (25% black peat and coconut fiber), showing better results with respect to germination. to the caraota bean with 93%, plant height to treatment two the red bolón bean with 58.89 cm, the stem diameter to the treatment two the red bolón with 0.45 cm, the number of pods per plant as well as the number of seed had better results in treatment three by beans; that is to say, the red bolón beans and caraota beans presented better results in relation to growth and production, respectively.

Keywords: Beans, organic substrate, variables, coconut fiber, black peat.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Problema Científico:	2
	OBJETIVO GENERAL:	2
1.2	Objetivos Específicos:	2
1.3	Hipótesis:	2
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Leguminosas	3
2.1.1	Género Phaseolus	3
2.1.2	Taxonomía del género Phaseolus	3
2.2	Generalidades y descripción del frejol bolón rojo (<i>Phaseolus</i> sp.)	4
2.3	Generalidades y descripción del frejol caraota (<i>Phaseolus</i> sp.)	4
2.4	Generalidades y descripción del frejol canario (<i>Phaseolus</i> sp.)	4
2.4.1	Características morfológicas de las leguminosas de grano	4
2.5	Requerimientos edafoclimáticos de las leguminosas de grano	5
2.6	Importancia de leguminosas en los suelos agrícolas	5
2.6.1	Importancia económica	5
2.6.2	Importancia de leguminosas en Ecuador	5
2.7	Germinación	6
2.8	Riego	6
2.9	Sustratos Orgánicos	6
2.10	Importancia de los sustratos en las plantas	6
2.11	Tipos de sustratos	6
2.11.1	Fibra de coco	7
2.11.2	Turba negra	7
3	MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1	Lugar de ensayo	8
3.1.1	Condiciones climáticas	8
3.2	Materiales	9
3.2.1	Materiales de Campo	9
3.2.2	Material biológico	9
3.2.3	Material biológico: sustratos orgánicos	9
3.2.4	Equipos	10
3.3	Metodología de investigación	10
3.3.1	Unidades experimentales	10
3.3.2	Diseño experimental	10
3.4	VARIABLES A EVALUAR	12
3.4.1	Porcentaje de germinación	12
3.4.2	Altura de planta	12
3.4.3	Diámetro de tallo	12
3.4.4	Número de fruto o vaina por planta	12
3.4.5	Número de semillas por planta	12
3.5	Procedimiento experimental	12
4	RESULTADO Y DISCUSIÓN	14
4.1	VARIABLES AGRONÓMICAS EVALUADAS	14
4.1.1	Evaluación de porcentaje de germinación	14
4.1.2	Altura de planta	15
4.1.3	Diámetro de tallo	16
4.1.4	Número de vaina/planta	17
4.1.5	Número de semillas/planta	18
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
5.1	Conclusiones	19

5.2	Recomendaciones	19
	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	20
	ANEXOS	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del género <i>Phaseolus</i>	3
Tabla 2. Condiciones climáticas de la comuna Prosperidad.	9
Tabla 3. Diseño experimental.	10
Tabla 4. Altura de plantas (cm)	15
Tabla 5. Diámetro de tallo (cm)	16
Tabla 6. Número de vaina/planta.....	17
Tabla 7. Número de semillas de vainas/planta	18

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica de la comuna Prosperidad.....	8
<i>Figura 2.</i> Delineamiento experimental.....	11
<i>Figura 3.</i> Disposición de leguminosas en el campo.....	11

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de germinación.....	14
Gráfico 2. Altura de plantas (cm) de tres variedades de frejol expuesto a tres sustratos....	15
Gráfico 3. Diámetro de tallo (cm) de tres variedades de frejol expuesto a tres sustratos ...	16
Gráfico 4. Número de vaina/planta.....	18
Gráfico 5. Número de semillas/plantas	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de fibra de coco.	23
Anexo 2. Germinación de semillas	23
Anexo 3. Preparación de terreno y trasplante.	23
Anexo 4. Aplicación de tratamiento 3 en frejol caraota.....	23
Anexo 5. Aplicación de tratamiento 2 en frejol canario.	24
Anexo 6. Aplicación de tratamiento 1 en frejol bolón rojo.	24
Anexo 7. Frejol bolón rojo.	24
Anexo 8. Frejol caraota.	24
Anexo 9. Frejol canario.....	24
Anexo 10. Toma de datos altura de las plantas.	24
Anexo 11. Toma de datos diámetro de tallo en plantas.	25
Anexo 12. Aplicación de segunda de dosis en la etapa de floración.	25
Anexo 13. Aplicación de tercera dosis en la etapa de fructificación.	25
Anexo 14. Toma de datos número de vainas por planta.	25
Anexo 15. Toma de datos número de semillas de vainas por planta.	25

1 INTRODUCCIÓN

La familia fabáceas o leguminosas abarcan a árboles, arbustos y hierbas que habitan en todos los biomas, exceptuando los polos ártico y antártico. Las características morfológicas de esta familia se evidencian en el fruto, que en su mayoría se diferencian por tener un fruto seco tipo vaina. Además, poseen un alto porcentaje de diversidad cultivable en relación a las angiospermas (Foresto, 2021).

FAO (2016) menciona que, la importancia de las leguminosas en el mundo representa una de las principales fuentes de proteína vegetal debido a su variedad gastronómica, los cultivos de leguminosas forman parte de los sistemas productivos sustentables de interés pecuario y agrícola; por otro lado, existen plantas que corrigen con sus propiedades la tierra cultivable con la particular capacidad de suministrar nitrógeno al suelo.

La importancia en el Ecuador de las leguminosas radica principalmente en que el grano es comestible vinculándolo a la alimentación de amplios sectores de la población ecuatoriana con posibilidades de exportación en la sierra, costa y muy escasa en el oriente. Su necesidad como producto estratégico y básico fomenta el desarrollo rural en el país justificándolo como un producto que puede garantizar la seguridad alimentaria (Peralta, 1993).

Según Gayosso (2018), un sustrato es considerado como un medio sólido e inerte distinto del suelo que protege y brinda soporte a las plantas, en cuanto al desarrollo de raíces favorece la retención del agua por ser considerado un medio poroso para el crecimiento de las mismas además de proveer de nutrientes a las plantas, brindándoles así los elementos necesarios en su ciclo productivo. Por otro lado, los sustratos como materiales sólidos deben tener tendencia a ser ligeros para no interferir con el suelo en su disponibilidad hacia el cultivo, debido a su importancia para las plantas.

Los sustratos pueden ser de origen orgánico (natural o vegetal) o inorgánico (de origen mineral como rocas y arena); que, en conjunto con el agua, el oxígeno y los nutrientes proporcionen un balance óptimo entre estos y las plantas; en consecuencia, la importancia de estos componentes es la proporción de nutrientes necesarios para el crecimiento, reproducción, producción e incremento de vegetación en su ciclo productivo (Acevedo *et al.*, 2020).

Debido a la importancia de las leguminosas en el mercado local, se planteó la evaluación de crecimiento y producción para señalar las diferencias entre tres frejoles expuestos a tres tratamientos de sustratos orgánicos como turba negra, fibra de coco y una combinación de ambas, las cuales evidenciaron las características de cada tratamiento en las variables planteadas.

1.1 Problema Científico:

¿El uso de sustratos orgánicos sobre las leguminosas de grano tendrán algún efecto en su crecimiento y producción?

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el efecto de tres diferentes sustratos orgánicos en relación al crecimiento y producción de tres variedades de frejoles en la comuna Prosperidad, provincia de Santa Elena.

1.2 Objetivos Específicos:

- Medir las características agronómicas y productivas de las leguminosas expuestas a los diferentes sustratos orgánicos.
- Determinar el sustrato orgánico con mejor resultado en las variables de crecimiento de las leguminosas experimentadas.
- Recomendar el mejor tratamiento en términos productivos y de crecimiento en sustratos orgánicos.

1.3 Hipótesis:

Algún sustrato orgánico o su combinación influirá significativamente en el crecimiento y producción en las leguminosas empleadas.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Leguminosas

Las Fabaceae o leguminosas son una familia con casi 20 000 especies, 650 géneros y 100 importantes leguminosas para la agricultura, su principal uso está en su comercialización y consumo directo del grano o semilla caracterizadas por su alto contenido de proteínas, carbohidratos, minerales y fibra; importantes en la alimentación, además de usos secundarios como abonos verdes y en su mayoría por su capacidad de fijar nitrógeno (Granda, 2017).

2.1.1 Género *Phaseolus*

Según Chávez (2017), el género *Phaseolus* se divide según los intervalos filéticos en *P. vulgaris* que pertenece a un grupo ubicado en el polo extremo del género y dentro de este grupo gravitan muchos taxones, lo que demuestra su idoneidad para la combinación con el frejol. Por otra parte, *P. coccineus*. y *P. polyanthus*, son dos taxones que se originan en regiones montañosas de América Latina y tienen una ecología que es complementaria a la del frejol común, así como sus características agronómicas como tolerancia al frío, resistencia a enfermedades y plagas, vitalidad vegetativa y capacidad de rebrotar fácilmente; características agronómicas, ausentes o poco desarrolladas en *Phaseolus vulgaris*.

2.1.2 Taxonomía del género *Phaseolus*

Tabla 1. Clasificación taxonómica del género *Phaseolus*.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	<i>Phaseolus</i>

Fuente: Coronado (2018).

2.2 Generalidades y descripción del frejol bolón rojo (*Phaseolus sp.*)

Es una leguminosa de grano con semillas grandes, de forma redonda, el color en su madurez es rojo rubí. La germinación ocurre de 5 a 8 días y la floración de 35 a 40 días. La duración del cultivo hasta la cosecha varía de 95 a 105 días (Portillo *et al.*, 2019).

2.3 Generalidades y descripción del frejol caraota (*Phaseolus sp.*)

Esta variedad de frejol arbustivo también conocido como afroandino puede crecer hasta un metro y medio, crece entre los 1 000 y 1 800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) tiene un ciclo de producción en seco de 4 meses y produce una mazorca entre 15 y 18 cm; las vainas son de color verde, flores violetas y el grano es negro (Portillo *et al.*, 2019).

2.4 Generalidades y descripción del frejol canario (*Phaseolus sp.*)

Frejol del tipo arbustivo, su grano es grande de color amarillo canario y cuya etapa de floración ocurre cada 51 días, su desarrollo del ciclo productivo se da en suelos con pH óptimo a 6.5 y 7.5, a una altitud 1 200 y 1 500 msnm. Su rango asociado a la temperatura es de 13 y 26 °C según Curay (2019).

2.4.1 Características morfológicas de las leguminosas de grano

Pérez (2016), plantean que las características morfológicas principales son:

- Hojas: Son simples y compuestas generalmente alternas, pinnaticompuestas y con estipulas.
- Raíz: Poco profunda, presentan nódulos radicales que contienen bacterias del género *Rhizobium*.
- Tallo: El tallo principal se origina del meristemo apical del embrión de la semilla.
- Flores: La inflorescencia pueden ser auxiliares y terminales, se originan de un complejo de tres yemas (triada floral).
- Cáliz: con 5 sépalos soldados.
- Corola: 5 pétalos soldados que varía en familias.
- Fruto: en legumbres polisperma, con dehiscencia dorsal y ventral, mientras que en lomento cuando el fruto se constriñe entre las semillas.

2.5 Requerimientos edafoclimáticos de las leguminosas de grano

Las leguminosas pueden darse hasta los 2 400 m.s.n.m, con respecto a la radiación tiene una preferencia para los días despejados con baja intensidad de luz y sombra que favorece al desarrollo de su fisiología y morfología con rango de temperatura térmico de 10 a 27 °C y el óptimo de 15 a 20 °C, en términos de precipitación requieren de 350 a 400 mm durante todo su ciclo productivo y prospera en regiones con precipitación anual entre 600 y 2 000 mm; con una humedad relativa moderada. En referencia de requerimientos edáficos la profundidad debe ser con un mínimo de 60 cm de suelo en textura ligera como suelos franco-arcilloso y franco-arenoso pero aireados y con buen drenaje, el pH debe estar entre 5.5 a 6.5 no tolerante a la alcalinidad, es un cultivo sensible a la salinidad y con respecto a una fertilidad, es de fijación biológica de nitrógeno atmosférico FAO (2016).

2.6 Importancia de leguminosas en los suelos agrícolas

2.6.1 Importancia económica

Muchas de las especies de la familia Leguminosae tiene una gran importancia económica, algunas por un lado son especies forrajeras que pueden cultivarse en terrenos pobres en nitrógeno o empleados como abonos verdes como es el caso de los tréboles (*Trifolium*), la alfalfa (*Medicago sativa*), o altramuces (*Lupinus*). Otras se cultivan por el valor alimenticio de sus granos, ricos en albuminoides y fécula como las habas, guisantes, garbanzos o lentejas; otras útiles para la repoblación forestal de países secos y además plantas ornamentales como la glicina (Nadal, 2008).

2.6.2 Importancia de leguminosas en Ecuador

Las leguminosas en Ecuador son componentes de los sistemas de producción en su mayoría en la región sierra por la asociación de cultivos, intercalas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos del sistema. Las cifras de los cultivos transitorios en Ecuador (1,302 398 ha/año) con más de 30 especies, el 14.8% pertenece al grupo de leguminosas de grano comestibles. El país siembra cinco especies leguminosas de importancia económica con un promedio de 193 195 ha por años, en monocultivo o asociado y se cosechan 161 455 ha en grano seco o tierno, es decir se pierden 31 740 ha por año (Peralta *et al.*, 2013).

2.7 Germinación

Muñoz (2021) mencionan que, la germinación de las leguminosas es una técnica sencilla y económica, que da como resultado un producto natural de mejor calidad nutricional, permite eliminar o inactivar ciertos factores antinutricionales y aumenta la digestibilidad de proteínas y almidones en leguminosas. De esa manera, la germinación de leguminosas puede mejorar sus propiedades de alimentos funcionales.

2.8 Riego

El riego es una práctica necesaria para lograr altos rendimientos y mejorar la calidad del grano, las legumbres son cultivos sensibles tanto a la deficiencia como al exceso de agua. Existen sistemas de riego económicos, confiables y eficientes en el uso del agua, son esenciales para lograr la producción de alimentos necesarios para la agricultura sostenible y contribuir a las políticas de conservación del agua y reducción de gases de efecto invernadero. El uso sostenible de los sistemas de riego debe tener en cuenta criterios tanto medioambientales como económicos (González *et al.*, 2017).

2.9 Sustratos Orgánicos

Los sustratos orgánicos como el compost y el vermicompost desarrollan la vida de los microorganismos y mejoran la estructura del suelo, pero para ser considerado como tal es necesario que cumpla con parámetros de calidad como estabilidad y maduración de material. Sus ventajas incluyen que son un almacén de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y micronutrientes que se liberan lentamente, lo que hace que la agricultura sea más sostenible y económica en términos de mano de obra, uso de fertilizantes y degradación de nutrientes (Acevedo *et al.*, 2020).

2.10 Importancia de los sustratos en las plantas

Según Lorena *et al.* (2019) la importancia de los sustratos recae en su viabilidad dependiendo de su uso, siempre y cuando sean utilizados en los porcentajes correctos y acorde a sus propiedades como la capacidad de retención de agua y humedad entre otros.

2.11 Tipos de sustratos

Existen diferentes criterios para clasificar los sustratos, sin embargo, dependiendo de los sustratos, se pueden clasificar en materiales orgánicos e inorgánicos. Dentro de los materiales orgánicos podemos encontrar materiales de origen natural como turba; en

sintético, tenemos también a la espuma de poliuretano, poliestireno expandido, residuos y subproductos de diversas operaciones, si bien estos materiales deben ser previamente acondicionados mediante compostaje o vermicompostaje (Barbaro *et al.*, 2019).

Por otro lado, tenemos sustratos que son materiales inorgánicos o minerales, también se dividen en origen natural a partir de rocas o minerales de diversa procedencia; También se observa que los materiales transformados o tratados industrialmente son los obtenidos a partir de rocas o minerales mediante un tratamiento físico y en ocasiones químico, que alteran las propiedades de los materiales originales como la perlita; de manera similar, los desechos y subproductos industriales, como la escoria de los altos hornos, son estériles a partir del carbón (Barbaro *et al.*, 2019).

2.11.1 Fibra de coco

Según Morales (2021), el producto obtenido de la cáscara del coco es 100% orgánico para ayudar a las plantas a prevenir enfermedades y promover un crecimiento saludable. El uso de fibra de coco como sustrato se ha incrementado dramáticamente, debido a sus favorables propiedades físicas y químicas además de mostrar disponibilidad de agua aceptable y buena aireación.

2.11.2 Turba negra

Miranda y Miranda (2021) considera que, las turbas son un gran avance en lo relacionado con suelos hortícolas esta es un sustrato orgánico procedente de la descomposición de vegetales y material vegetativo; que es dirigido especialmente a la horticultura y a aquellas plantas que presentan problemas dependientes de las condiciones climáticas predominantes. Su importancia ecológica radica en su fauna que la habita, la flora que la coloniza y su eficiencia en la regulación de sistema hidrológico.

La turba denominada negra es de color oscuro, está muy descompuesta y procede de capas más profundas del suelo, su pH es alto y es la más adecuada para cultivar prácticamente todo tipo de plantas. Se podría decir que es casi un “sustrato universal”.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ensayo

La investigación se realizó en la comuna Prosperidad, de la parroquia San José de Ancón, ubicada a 8 Km del cantón Santa Elena, con las siguientes coordenadas longitud 517 117 y latitud 9,746 234.

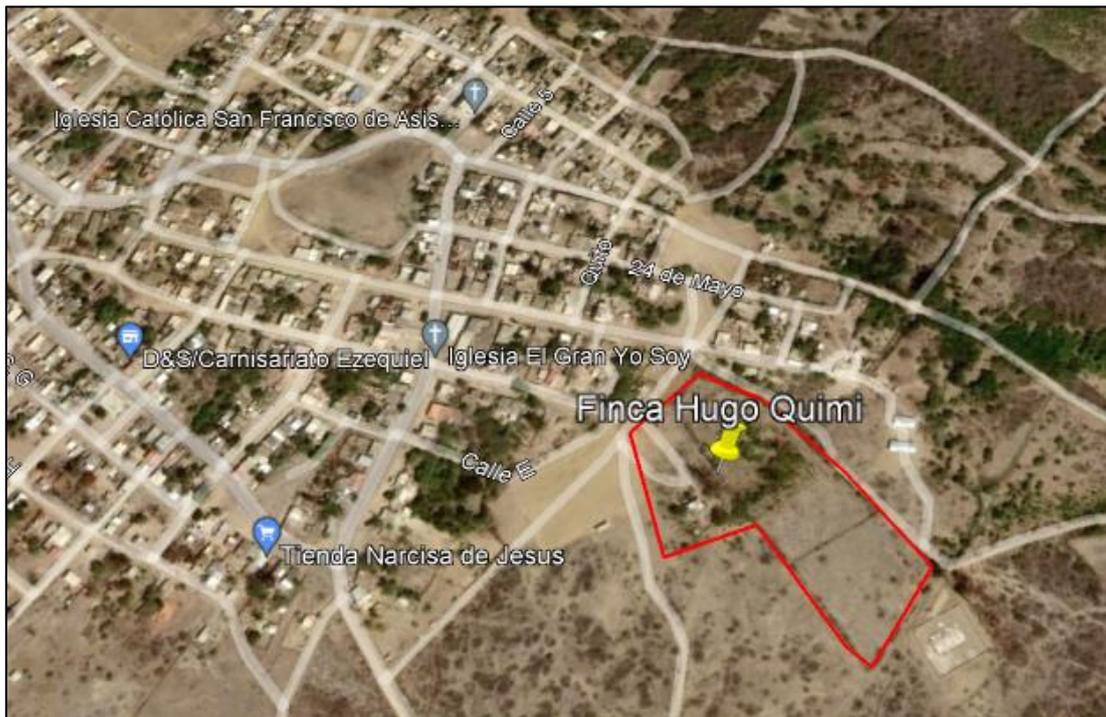


Figura 1. Ubicación geográfica de la comuna Prosperidad.

Fuente: Google Earth

3.1.1 Condiciones climáticas

En la tabla 2 se detallan las condiciones climáticas de la comuna Prosperidad, provincia de Santa Elena.

Tabla 2. Condiciones climáticas de la comuna Prosperidad.

Parámetro	Valor
Clima	Tropical
Temperatura promedio	23.3 °C
Precipitación	153 mm
Humedad relativa	82.30%

Fuente: (Climate, 2019)

3.2 Materiales

A continuación, se describe los materiales que se emplearon en este trabajo:

3.2.1 *Materiales de Campo*

- Cinta métrica
- Papel toalla
- Bandejas de aluminio
- Fundas plásticas negras
- Calibrador
- Balanza

3.2.2 *Material biológico*

- Frejol bolón rojo
- Frejol caraota
- Frejol canario

La totalidad de las semillas fueron adquiridas en los mercados locales.

3.2.3 *Material biológico: sustratos orgánicos*

- Fibra de coco
- Turba negra

3.2.4 Equipos

- Libreta
- Esferográficos
- Celular
- Laptop

3.3 Metodología de investigación

La presente investigación es de carácter cualitativo y descriptivo, la misma que permite describir características y beneficios que presentan el uso de sustratos como la turba negra y la fibra de coco, para la evaluación del crecimiento y desarrollo de las leguminosas.

3.3.1 Unidades experimentales

Para el desarrollo de esta investigación se escogieron tres variedades de frejoles con tres sustratos con el objetivo de evaluar su crecimiento y ciclo productivo.

3.3.2 Diseño experimental

Los datos fueron analizados mediante el Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA), donde se usaron 3 tratamientos y 3 repeticiones.

Tabla 3. Diseño experimental.

Tratamientos	Composición	Trasplante	Dosis	
			Floración	Fructificación
T1	Turba	50%	50%	25%
T2	Fibra de coco	50%	50%	25%
T3	Turba + fibra de coco	25%+25%	25%+25%	25%+25%

En la tabla 3, se demuestran los tratamientos y la composición de cada uno; además de los diferentes porcentajes obtenidos durante el ciclo del frejol donde el 50% en el caso de la turba corresponde a una aplicación de 0.200 kg mientras que en la fibra de coco el 50% es igual a 0.050 kg de la misma. En consecuencia, para el tratamiento 3 se

usaron proporciones de 25% que equivalen a la mitad de lo ocupado por el tratamiento 1 y 2 correspondientes a 0.100 kg para la turba y 0.025 kg para la fibra de coco.

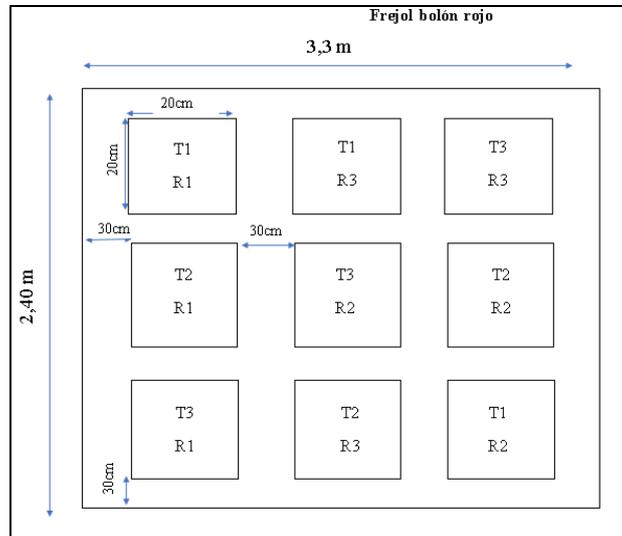


Figura 2. Delineamiento experimental

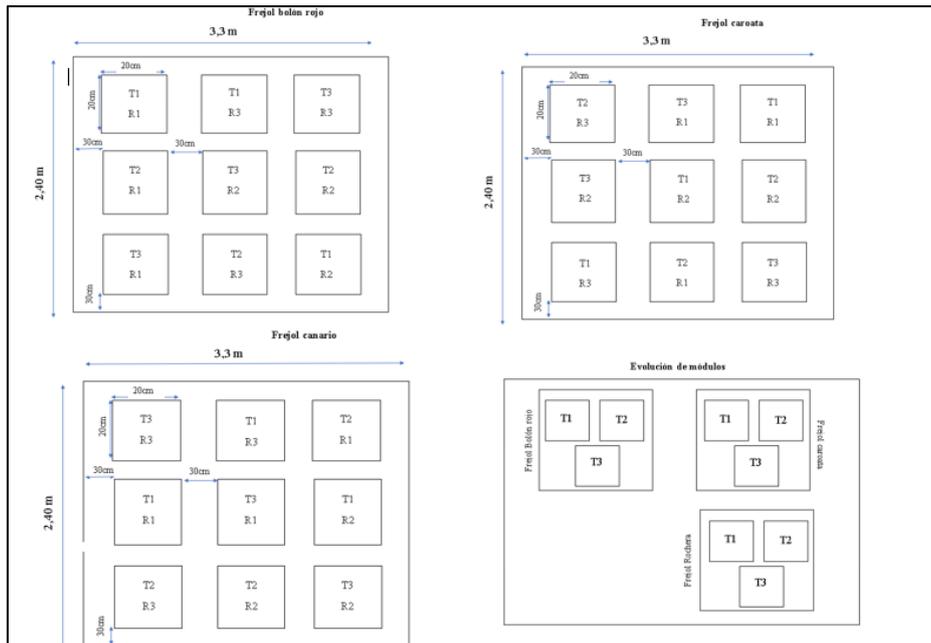


Figura 3. Disposición de leguminosas en el campo

3.4 Variables a evaluar

A continuación, se detallan las variables que se evaluaron en este trabajo:

3.4.1 Porcentaje de germinación

Se evaluó la viabilidad de las semillas de cada variedad de frejoles para ser seleccionada y posteriormente trasplantada en cada uno de los tratamientos.

3.4.2 Altura de planta

Se evaluó la altura de cada planta, por cada tratamiento desde la base del suelo hasta su ápice, con ayuda de un flexómetro a los veinte, cuarenta y sesenta días después de ser trasplantadas.

3.4.3 Diámetro de tallo

Se evaluó el diámetro de tallo por cada tratamiento, con ayuda de un calibrador tipo vernier.

3.4.4 Número de fruto o vaina por planta

Se contó el número de vainas que producirá cada unidad experimental, en la primera producción.

3.4.5 Número de semillas por planta

En esta variable se procederá a evaluar el número de semillas que presenta cada vaina por planta.

3.5 Procedimiento experimental

Dentro de este proyecto se ejecutará las siguientes actividades:

- Se realizó la germinación que consistió en poner las semillas en papel toalla humedecido con agua estéril dentro de una funda plástica negra para después ser llevados a un lugar sin luz, de las tres especies de leguminosas (frejol bolón rojo, caraota y canario), con el fin de evaluar la viabilidad de las semillas.

- Para la elaboración de la fibra de coco se utilizaron 15 frutos puestos en remojo con agua durante una noche y posteriores se extrajo la fibra del mesocarpio de la fruta.
- Se adecuó el terreno a ocupar estableciendo 3 parcelas para las diferentes leguminosas cuya medida fue de 3.3 x 2.4 m.
- Se trasplantó en el territorio designado con sus respectivos tratamientos y repeticiones con 20 x 20 cm en cada planta y 30 cm de distancia entre ellas.
- Se recolectaron los datos cada 5 días después del trasplante.

4 RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Variables agronómicas evaluadas

4.1.1 Evaluación de porcentaje de germinación

En el Gráfico 1 se presenta el porcentaje de germinación de las tres variedades de frejol, el bolón rojo, caraota y el canario con el fin de evaluar la vialidad de las semillas en el lapso de 6 días, obteniendo un porcentaje de germinación del 93% con la Caraota como el mejor promedio alcanzado, mientras que el bolón rojo obtuvo 90% y el canario el 75% de germinación. Los resultados obtenidos en el ensayo tienen concordancia con lo expuesto por Curay (2019) donde se afirma que el mínimo porcentaje de germinación bordea el 60%, aunque fueron semillas provenientes de agricultores, presentaron buenos porcentajes de germinación. También se debe señalar que el frejol canario presentó el menor porcentaje de germinación que puede ser atribuido al manejo de las semillas en postcosecha.

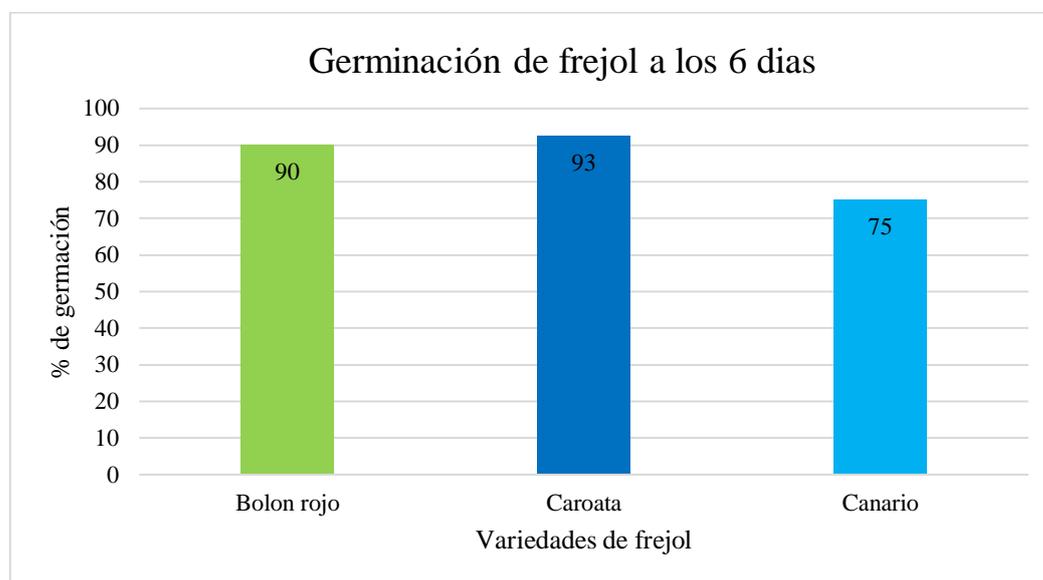


Gráfico 1. Porcentaje de germinación

4.1.2 Altura de planta

En el Gráfico 2 se representa la altura promedio tomada desde el trasplante hasta la cosecha, donde el primer tratamiento (Turba) tuvo mejor influencia en frejol canario y caraota con 52.45 cm y 45.88 cm respectivamente, mientras que el tratamiento dos (fibra de coco) tuvo una mejor aceptación de altura por parte del frejol bolón rojo con 58.89 cm. Peralta *et al.* (2014), indica que la altura promedio de frejol caraota es 47 cm, para la variedad canaria y bolón rojo de 60 cm. Los resultados obtenidos para las variedades caraota y canario en este estudio son menores a los obtenidos por Peralta *et al.* (2014), atribuido a la falta de adaptación de las variedades a las condiciones del lugar. Mientras que la variedad bolón rojo es la más cercana al rango de altura citada por el autor Peralta *et al.* (2014); estableciendo que, en cuanto a la altura, los diferentes sustratos no han aportado de manera significativa al desarrollo de las variedades de frejol.

Tabla 4. Altura de plantas (cm)

Altura de plantas (cm)			
Promedio	T1	T2	T3
Caraota	45.88	39.66	43.60
Canario	52.45	43.61	49.27
Bolón rojo	50.22	58.89	54.37

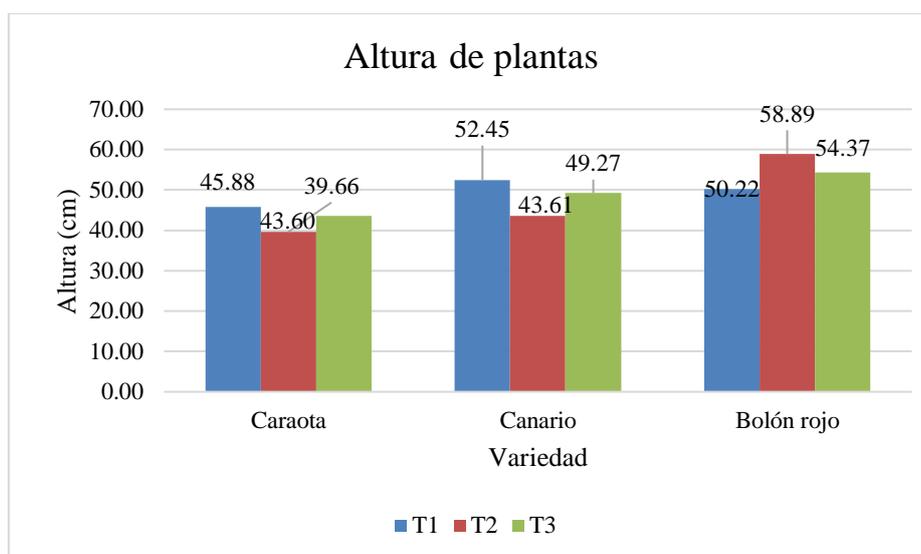


Gráfico 2. Altura de plantas (cm) de tres variedades de frejol expuesto a tres sustratos

4.1.3 Diámetro de tallo

En el Gráfico 3 se presenta el promedio de diámetro del tallo, mostrando que el tratamiento dos (fibra de coco) tuvo buena influencia con 0.43 y 0.45 cm con respecto al frejol caraota y canario respectivamente; mientras que para el frejol canario tuvo similitud en influencia con los tratamientos uno (turba) y tres (turba + fibra de coco) con 0.44 cm. Narváez *et al.* (2011) indican que, el valor promedio obtenido en el diámetro del frejol evaluado en diferentes sustratos es de 0.21 cm por tanto los valores obtenidos en este trabajo, se encuentran por arriba del promedio donde el frejol caraota presentó el mayor diámetro de tallo para el tratamiento dos con 0.43 cm; al igual que para el frejol canario fue encontrado el tratamiento dos con 0.45 cm; mientras que para el frejol bolón rojo el valor más alto lo presentó el tratamiento tres.

Tabla 5. Diámetro de tallo (cm)

Diámetro de tallo (cm)			
Promedió	T1	T2	T3
Caraota	0.41	0.43	0.42
Canario	0.42	0.45	0.44
Bolón rojo	0.44	0.42	0.44

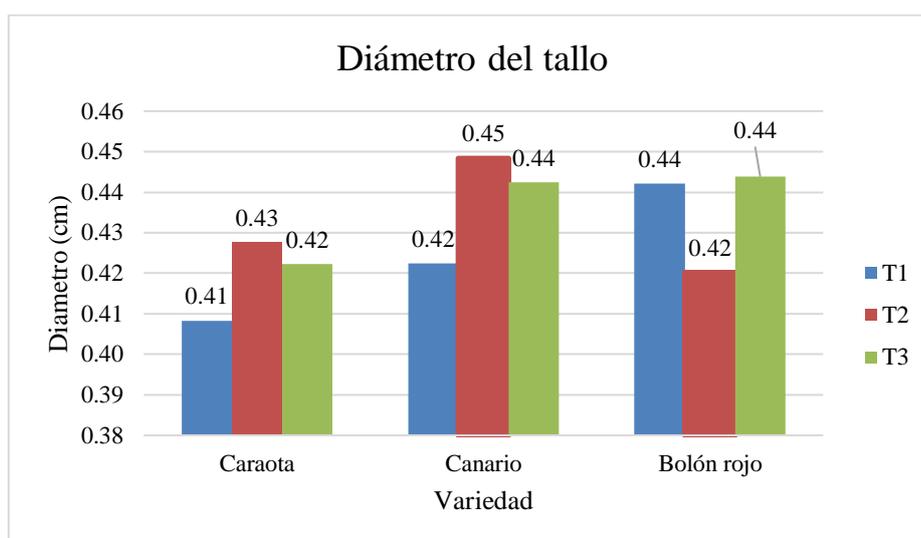


Gráfico 3. Diámetro de tallo (cm) de tres variedades de frejol expuesto a tres sustratos

4.1.4 Número de vaina/planta

En el Gráfico 4 para la variable de vainas por planta, solo se obtuvieron datos de frejol caraota con valores para el tratamiento uno en promedio de 11.23, para el tratamiento dos un promedio de 10 y para el tratamiento tres de 12.57 vainas promedio por planta. Peralta *et al.* (2013) indican que, el número de vainas por plantas en esta variedad está entre 10-23, donde los resultados obtenidos se encuentran en este rango establecido; siendo el valor más alto el tratamiento tres con 12,57 vainas por planta promedio. En relación a las variedades restantes como los son el frejol canario y bolón rojo no llegaron a la producción, según Peralta *et al.* (2014) el período de floración es de 51 días en el caso de canario y 48 en el caso del bolón rojo pero en ninguno se presentó, esto puede ser atribuido a la fertilización, ya que según Tofiño *et al.* (2016) esta es un gran aporte nutricional para las plantas, lo que es traducido a un mejor desarrollo a la fisiología y a su vez Baque (2014) infiere que los componentes de rendimiento están relacionados con altura, longitud entre nudos, número de ramas y posible ubicación; convirtiendo al componente número de vainas por plantas, dependiente de la interacción genotípica ambiental.

Tabla 6. Número de vaina/planta

Vainas por planta frejol caraota			
Tratamiento	T1	T2	T3
Promedio	11.23	10.00	12.57

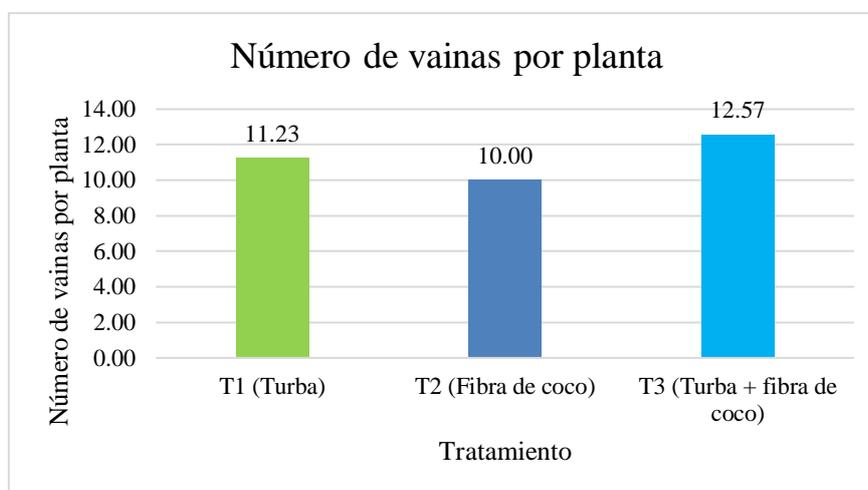


Gráfico 4. Número de vaina/planta

4.1.5 Número de semillas/planta

En el Gráfico 5 sobre la variable promedio número de semillas por planta se evidencia que el tratamiento uno tuvo una respuesta del 52.67, el tratamiento dos de 36.67 y el tratamiento tres fue de 61.67. Los resultados obtenidos en el ensayo se encuentran dentro del rango según Peralta *et al.* (2013) mencionando que, el número de semillas por planta está entre 40-115 por la influencia de los sustratos, siendo el tratamiento tres el mejor resultado con 61.67 semillas por planta.

Tabla 7. Número de semillas de vainas/planta

Número de semillas de vainas por planta			
Tratamiento	T1	T2	T3
Promedio	52.67	36.67	61.67

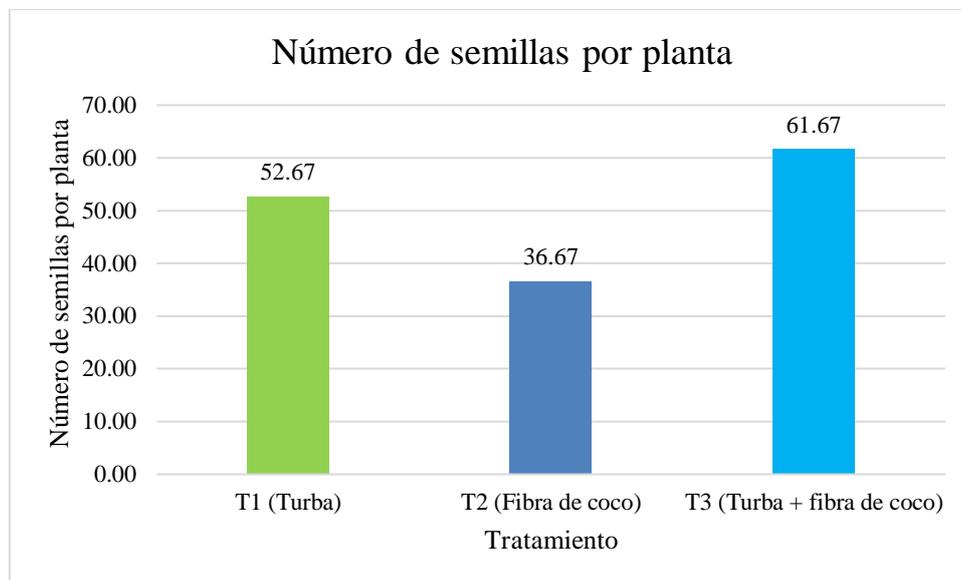


Gráfico 5. Número de semillas/plantas

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se logró determinar que el sustrato orgánico con mejor resultado respecto a las variables de crecimiento como altura de planta y grosor de tallo, fue el tratamiento uno, presentando valores constantes y estables frente a los otros tratamientos comparado a la altura, mientras que la variable grosor de tallo presentó una mejor respuesta para los tratamientos dos y tres, aunque sin diferencia significativa.

La medición de las características agronómicas tales como germinación, altura de planta y grosor de tallo tuvieron mejor respuesta con el frejol canario referente a valores promedios a altura de planta y grosor de tallo, mientras que en la germinación, el que obtuvo el mejor porcentaje fue el frejol caraota (93%) con respecto a las características productivas como el número de vainas por planta y número de semillas por plantas, puesto que fue la única variedad que llegó a la producción por arriba de los valores promedios referidos por la literatura.

Sin embargo, se destaca el tratamiento tres, que consiste de 25% de turba negra y 25% de fibra de coco, como el mejor en aspectos productivos, con valores suficientes para ser considerado como el de mejor promedio respecto la literatura encontrada.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de semillas certificadas para la implementación de futuras investigaciones en leguminosas de granos.
- El uso de fertilizantes para el desarrollo de los cultivos es de suma importancia para que puedan alcanzar el desarrollo y producción.
- Se recomienda utilizar la turba y fibra de coco como sustrato, puesto que, se considera excelente debido a sus propiedades físicas, químicas y agronómicas; y, a su vez contribuimos al medio ambiente.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Acevedo, P., Taboada, O. y Cruz, J. (2020) 'Caracterización de fertilizantes orgánicos y estiércoles para uso como componentes de sustrato', *Revista Acta Agronómica*, 69(3), pp. 234-240.

Barbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., y Riera, N. (2019) 'Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos', *Revista Chilena de Ciencias Agropecuarias*, 35(2), pp. 126-136.

Baque, J. (2014) *Adaptación de 26 líneas avanzadas de frejol voluble (Phaseolus vulgaris L.), asociado con maíz (Zea mays L.) en el campo Docente Experimental La Tola, Tumbaco, Pichincha*. Universidad Central de Ecuador. Quito, Ecuador.

Chávez, J. (2017) 'Proximidad filética, valoración taxonómica y sistemática de tres especies del género *Phaseolus*: *P. vulgaris*, *P. coccineus* y *P. polyanthus*', *Revista Caxamarca*, 16(2), pp. 137-150.

Climate. (2019) *Clima-Data.Org*. [En línea] Recuperado de: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/santa-elena-province/prosperidad-180482/>

Coronado, A. (2018) *Eficiencia de las micorrizas y del biol en el rendimiento del Phaseolus vulgaris, en suelos de Laredo*. Tesis. Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo.

Curay Palate, J. D. (2019) *Evaluación agronómica de tres variedades de Frejol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) bajo las condiciones climáticas de la comunidad de Rumichaca del cantón Pelileo*. Facultad de Agropecuaria, Universidad Técnica de Ambato.

FAO, (2016) *Bioqualitum*. [En línea] Recuperado de: <https://bioqualitum.com/data/itecnica/paquetes/Frijol.pdf>

Foresto, E. (2021) '¿Qué es una leguminosa y cómo se clasifican?', *Revista de educación en biología*, 24(1), pp 27-38.

Gayosso, S., Villanueva, E., Estrada, M. y Garruña, R. (2018) 'Caracterización fisico-química de mezclas de residuos orgánicos utilizados como sustratos agrícolas', *Revista Bioagro*, 30(3), pp 179-190.

González, O., Abreu, B., Herrera, M. y López, E. (2017) 'Uso del agua durante el riego del frijol en suelos Eutric cambisol', *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(1), pp 70-77.

Granda, K. (2017) *Inoculante a base de una cepa nativa de Rhizobium leguminosarum bv. viciae col6 para la producción de Phaseolus vulgaris l. en Loja*, Ecuador. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" De las Villas.

Lorena, B., Monica, K., Pedro, R. y Nicolas, R. (2019) 'Caracterización de diferentes compost para el uso de componentes como sustratos', *Revista ex Agro-Ciencia*, 35(2), pp. 126-136.

Miranda, G. y Miranda, R. (2021) 'Caracterización de propiedades físico químico de sustratos en base a la turba (Oxychloe andina)', *Revista Apthapi*, 7(2), pp. 2164-2173.

Morales, K. (2021) *Caracterización del residuo de la fibra de coco como sustrato para la producción de plántulas de tomate (Lycopersicum esculentum), en la provincia de Santa Elena*. Faculta de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal península de Santa Elena.

Muñoz, C., Guzmán, F., González, L., Palma, H., Román, A. y Castro, J. (2021) 'Germinación: un método de bioproceso que incrementa la calidad nutricional, biológica y funcional de harinas de leguminosas', *Revista de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9(2), pp. 119–122.

Nadal, S., Moreno, M. y Cubero J., 2008. *Leguminosas de grano en la agricultura moderna*, Madrid: Mundi-empresa.

Narváez, S., Marchena, H., Watler, W. y Cordón E. (2011) 'Rendimiento de dos variedades mejoradas de frijol, sembrados al voleo y al espeque, en Moss Pam, Waspam, rio Coco', *Revista de Ciencia e Interculturalidad*, 9(2), pp. 112-127.

Peralta, E. (1993) *Memorias: Cultivo, fomento y consumo de frejol (Phaseolus vulgares L. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (INIAP). Quito, Ecuador. 5.*

Peralta, E., Mazón, N., Minchala, L., Guamán M. (2013) *Frejol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) y Arveja (Pisum sativum L.) en las provincias de Cañar, Azuay y Loja: Cultivo, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 413. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina y Estación Experimental del Austro. INAP. Quito/Gualaceo, Ecuador. 72.*

Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Pinzón, J. y Villacrés, E. (2013) *Manual Agrícola de frejol y otras leguminosas. Cultivos variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No.*

135. Tercera edición. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INAP. Quito, Ecuador. 70.

Peralta, E., Murillo, Á., Mazón, N., y Rodríguez, D. (2014) *Catálogo de variedades mejoradas de frejol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) para los valles y estribaciones de la sierra ecuatoriana. Incluye huella digital y razas. Publicación Miscelánea No. 146. Tercera edición.* Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 66 p.

Pérez, A. 2016. *Evaluación de cinco cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.): fundamentos teóricos.* Las Tunas: Editorial Universitaria.

Portillo, A., Muñoz, C., López, D., Pinto, F., Cristancho, H., Gironza, M., Garcia, M., Gil, R. y Echaverria, V.(2019) *Catálogo Semillas de Identidad-2019*, Bogota: La Cajuela.

Tofiño, A., Pastrana, I., Melo, A., Beebe, S. y Tofiño R. (2016) 'Rendimiento, estabilidad fenotípica y contenido de micronutrientes de frijón biofortificado en el Caribe seco colombiano', *Revista de Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 17(3), pp 309-329.

ANEXOS



Anexo 1. Elaboración de fibra de coco.



Anexo 2. Germinación de semillas



Anexo 3. Preparación de terreno y trasplante.



Anexo 4. Aplicación de tratamiento 3 en frejol caraota.



Anexo 5. Aplicación de tratamiento 2 en frejol canario.



Anexo 6. Aplicación de tratamiento 1 en frejol bolón rojo.



Anexo 7. Frejol bolón rojo.



Anexo 8. Frejol caraota.



Anexo 9. Frejol canario.



Anexo 10. Toma de datos altura de las plantas.



Anexo 11. Toma de datos diámetro de tallo en plantas.



Anexo 12. Aplicación de segunda de dosis en la etapa de floración.



Anexo 13. Aplicación de tercera dosis en la etapa de fructificación.

Anexo 14. Toma de datos número de vainas por planta.



Anexo 15. Toma de datos número de semillas de vainas por planta.