

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN FOLIAR Y EN DRENCH DE UN EXTRACTO ACUOSO DE ALGAS MARINAS”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

KLEBER STALIN PÉREZ JINEZ

TUTOR

ING. AGR. JOSÉ HERNÁN ZURITA VASQUEZ, Mg.

Cevallos - Ecuador

2022

“EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL FREJOL (*Phaseolus vulgaris L.*) A LA APLICACIÓN FOLIAR Y EN DRENCH DE UN EXTRACTO ACUOSO DE ALGAS MARINAS”

REVISADO POR:



.....
Ing. HERNÁN ZURITA VASQUEZ Mg.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha



Firmado electrónicamente por:
**MARCO OSWALDO
PEREZ SALINAS**

12/09/2022

.....
Ing. Mg. Marco Pérez, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**EDWIN LEONARDO
PALLO PAREDES**

07/09/2022

.....
Ing. Mg. Edwin Pallo Paredes

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**SEGUNDO
EUCLIDES CURAY
QUISPE**

09/09/2022

.....
Ing. Mg. Segundo Curay, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, KLEBER STALIN PÉREZ JINEZ, portador de cédula de ciudadanía número: 1804009221, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN FOLIAR Y EN DRENCH DE UN EXTRACTO ACUOSO DE ALGAS MARINAS” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....
KLEBER STALIN PÉREZ JINEZ

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN FOLIAR Y EN DRENCH DE UN EXTRACTO ACUOSO DE ALGAS MARINAS” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o parte de él.



.....
KLEBER STALIN PÉREZ JINEZ

DEDICATORIA

A mis padres Lida y Kleber quienes desde pequeño me supieron guiar por el camino del bien y siempre me apoyaron en todas las decisiones que tomaba para que pudiera cumplir mi sueño anhelado, siempre apoyándome en cada una de las metas que me trazaba en el camino.

A mi hermana Kathalina quien supo estar a mi lado en todo momento en las buenas y en las malas dándome ánimo para que no me rindiera y conseguir uno a uno mis objetivos anhelados.

A mi familia en general quienes me dieron su apoyo y sus consejos para que pueda seguir por el camino del bien y poder terminar mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Ante nada darle las gracias a Dios por cada una de las bendiciones recibidas durante toda mi vida estudiantil, por no dejarme caer en los malos momentos y darme fuerza para seguir adelante y permitirme cumplir este objetivo que llena de orgullo a toda mi familia.

A mi querida Universidad Técnica de Ambato y de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por permitirme adquirir todos los conocimientos necesarios para poderlos ejercer en mi nueva etapa de vida profesional.

Al ing. Hernán Zurita que gracias a sus conocimientos supo ayudarme durante todo el transcurso de mi carrera universitaria, así como también supo guiarme en mi Proyecto Final de Investigación.

A cada uno de los docentes por saber brindarme parte de sus conocimientos, sus consejos y sus virtudes y por saber apoyarme cuando se necesitaba de su ayuda mis sinceros agradecimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	2
1.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	3
1.2.1 ALGAS MARINAS (<i>Ascophyllum nodosum</i>).....	3
Tabla 1. Taxonomía de las algas marinas (<i>Ascophyllum nodosum</i>).....	4
1.2.2 CARACTERÍSTICAS Y GENERALIDADES DE LAS ALGAS MARINAS ...	5
VENTAJAS DE APLICAR <i>Ascophyllum nodosum</i>	6
1.2.3 FREJOL (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....	6
1.2.4 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	7
Tabla 2. Taxonomía del frejol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....	7
1.2.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	8
1.2.5.1 Raíz.....	8
1.2.5.2 Tallo.....	8
1.2.5.3 Hojas.....	8
1.2.5.4 Flores	9
1.2.5.5 Fruto.....	9
1.2.5.6 Semillas	9
1.2.6 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS	9
1.2.6.1 Suelo	9
1.2.6.2 Altitud.....	10
1.2.6.3 Temperatura.....	10
1.2.6.4 Precipitación	10
1.2.6.5 Humedad.....	10

1.2.6.6 Luz	10
1.2.7 LABORES PRECULTURALES	11
1.2.7.1 Preparación del terreno	11
1.2.7.2 Rastreo y nivelada.....	11
1.2.7.3 Surcado	11
1.2.8 LABORES CULTURALES	11
1.2.8.1 Siembra	11
1.2.8.2 Época de siembra	12
1.2.8.3 Control de malezas	12
1.2.8.4 Riego.....	12
1.2.8.5 Fertilización	12
1.2.8.6 Cosecha.....	12
1.2.9 ZONA DE CULTIVO	13
1.2.10 ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE FREJOL	14
1.2.11 PLAGAS MÁS IMPORTANTES DEL CULTIVO DE FREJOL	15
1.3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	16
1.3.1 HIPÓTESIS	16
1.3.2 Objetivo General.....	16
1.3.3 Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO II	17
MATERIALES Y MÉTODOS	17
2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	17
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	17
2.3 EQUIPOS Y MATERIALES	17
2.3.1 Material experimental.....	17
2.3.2 Equipos	17
2.3.3 Materiales	18

2.4 FACTORES DE ESTUDIO	18
2.4.1 Tipo de aplicación.....	18
2.4.2 Dosis de extracto acuoso de algas marinas	18
2.4.3 Testigo	18
2.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
TRATAMIENTOS.....	19
Tabla 3. Tratamientos.....	19
2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
2.7 VARIABLES RESPUESTA	19
2.7.1 Altura de la planta.....	19
2.7.2 Vainas por Planta.....	19
2.7.3 Tamaño de la vaina	20
2.7.4 Granos por vaina.....	20
2.7.5 Rendimiento de grano.....	20
2.8 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES	20
2.9 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	21
CAPÍTULO III.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
3.1.1 ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS	22
Cuadro 1. Altura a los 30 días	22
3.1.2 ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS	22
Cuadro 2. Altura a los 60 días	23
Cuadro 3. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 60 días.....	24
Gráfico 1. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 60 días	24
3.1.3 ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS	24
Cuadro 4. Altura a los 90 días	25

Cuadro 5. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 90 días	26
Gráfico 2. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 90 días	26
3.1.4 VAINAS POR PLANTA.....	27
Cuadro 6. Vainas por planta	27
Cuadro 7. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable vainas por planta.	28
Gráfico 3. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable vainas por planta.	28
3.1.5 TAMAÑO DE LA VAINA	29
Cuadro 8. Tamaño de la vaina	29
Cuadro 9. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable tamaño de la vaina	30
Gráfico 4. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable tamaño de la vaina	30
3.1.6 GRANOS POR VAINA	31
Cuadro 10. Granos por vaina.....	31
3.1.7 RENDIMIENTO DEL GRANO.....	31
Cuadro 11. Rendimiento del grano.....	32
Cuadro 12. Prueba de Tukey 5% para las dosis aplicadas en la variable rendimiento del grano.....	33
Gráfico 5. Prueba de Tukey 5% para las dosis aplicadas en la variable rendimiento del grano.....	33
CAPÍTULO IV	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

RESUMEN

Con el fin de evaluar la respuesta del frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a la aplicación foliar y en drench de un extracto comercial acuoso de algas marinas, se realizó un ensayo en el cantón Pelileo – Sector de Ambabaquí. Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar y en drench de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) con dosis de 2.00 cc, 1.00 cc y un testigo absoluto respectivamente. En el presente ensayo se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, en parcela dividida, en donde las parcelas grandes son los tipos de aplicación y las sub parcelas las dosis. Se realizó un total de 5 aplicaciones de dosis (1cc y 2cc) de algas marinas cada 15 días después de los primeros brotes del cultivo de frejol. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta a los 30,60 y 90 días, vainas por planta, tamaño de la vaina, granos por vaina y rendimiento del grano. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tipo de aplicación foliar con relación a la aplicación en drench en las variables: Altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, vainas por planta y tamaño de la vaina; Se determinó una diferencia estadísticamente significativa para las dosis aplicadas 2.00 cc y 1.00 cc de algas marinas con relación al testigo en la variable rendimiento del grano; Para las variables granos por vaina y altura de planta a los 30 días no existieron diferencias estadísticamente significativas. Se puede manifestar que el tipo de aplicación foliar con dosis de 1cc y 2cc es la que mejores resultados presenta en relación a la aplicación en drench y el testigo.

Palabras clave: algas marinas, drench, extracto acuoso, foliar, dosis.

ABSTRACT

In order to evaluate the response of the bean (*Phaseolus vulgaris L.*) to the foliar and drench application of an commercial aqueous extract of seaweed, a test was carried out in the canton Pelileo – Sector of Ambabaquí. The treatments consisted of foliar application and drench of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) with doses of 2.00 cc, 1.00 cc and an absolute control respectively. In the present trial, the experimental design of random complete blocks was used, in a divided plot, where the large plots are the types of application and the sub-plots the doses. A total of 5 applications of doses (1cc y 2cc) seaweed were made every 15 days after the first outbreaks of the bean crop. The variables evaluated were: Plant height at 30, 60 and 90 days, pods per plant, pod size, grains per pod and grain yield. Statistically significant differences were found in the type of type of foliar application in relation to the application in drench in the variables: Plant height at 60 days, plant height at 90 days, pods per plant and pod size; A statistically significant difference was determined for the applied doses 2.00 cc and 1.00 cc of seaweed in relation to the control in the variable grain yield; For the variable's grains by sheath and plant height at 30 days there were no statistically significant differences.

It can be stated that the type of foliar application with doses of 1cc and 2cc is the one that presents the best results in relation to the application in drench and the control.

Keywords: seaweed, drench, aqueous extract, foliar, dosage.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El frejol es una de las leguminosas más importantes para el consumo humano ya que ocupa el octavo lugar entre todas las leguminosas sembradas en el mundo; además de ser el principal alimento para más de 300 millones de personas a nivel mundial, lo más común en mujeres y niños que la gran mayoría vive en países que van en desarrollo; esta leguminosa es considerada como la carne de los pobres debido a que es de bajo precio y es muy apetecida para aquellas personas que son de bajos recursos; además esta leguminosa presenta una gran importancia económica ya que genera ingresos para millones de agricultores alrededor del mundo (Estévez, 2018).

El frejol a nivel mundial produce 18.991,954 t en promedio, y entre los mayores productores se encuentran: (Brasil con 3 millones de toneladas, India con 2.9 millones de toneladas, México con 1.5 millones de toneladas, Nicaragua con 1.9 millones de toneladas, China con 1.9 millones de toneladas entre otros países). Ecuador tiene la capacidad de producir 39.725 t de la producción de mencionados países a nivel mundial (Profiza, 2012).

En el Ecuador el frejol es muy apetecido ya que representa una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos, es una de las mayores áreas de cultivo y consumo en varias provincias del Ecuador. Actualmente se cosecha 21.558 ha. de frejol aproximadamente de la cual 17.261 ha. son en grano seco y 4.297 ha. son para tierno o verde. La cantidad de frejol promedio que se registra en el Ecuador es de 0,20tm/ha de la producción mundial en lo que es grano seco, mientras que 0,62tm/ha de la producción mundial es de grano tierno. Estos bajos rendimientos que se han presentado son debido a varias enfermedades foliares y también la baja fertilidad de los suelos en donde se encuentran. En el Ecuador el frejol es cultivado mayormente en las provincias de la Sierra aproximadamente entre los 1.000 y los 2.800 msnm, con una amplia variación de suelos, condiciones del clima, manejo agronómico, y los sistemas del cultivo (Profiza, 2012).

El frejol al ser uno de los cultivos más importantes gracias a su calidad nutricional, pero al registrar bajos rendimientos se viene a la obligación de investigar varios aspectos y métodos que permitan mejorar el rendimiento por hectárea del cultivo, para lo cual se ha efectuado el uso de fertilizantes con base en algas marinas en las cantidades adecuadas que la planta necesita para así favorecer un desarrollo apropiado del cultivo y poder mejorar el rendimiento y la calidad del frejol (Aguilar, 2017).

Los fertilizantes con base en algas son de gran ayuda en el suelo ya que mejoran el suelo y le dan gran vigor a la planta, incrementando así el rendimiento tanto en la calidad como en la cosecha en este caso del frejol. Si esta práctica llega a expandirse puede ir sustituyendo el uso de aquellos fertilizantes químicos de síntesis orgánica y a su vez dañinos que pueden causar afectaciones a la salud humana, y así ir favoreciendo a una agricultura sostenible y sana (FAO, 2002).

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Grageda *et al.*, (2012) menciona que los cultivos pueden absorber entre un 20 y 40% del fertilizante aplicado, lo demás se pierde por diversos mecanismos, produciendo numerosas pérdidas económicas y contaminación ambiental, como las lluvias acidas, la destrucción de la capa de ozono y el incremento del efecto invernadero. La creciente demanda de alimento por parte de la población hace que cada día sea más necesaria la búsqueda para producir grandes cantidades de alimentos esto mediante la utilización de agroquímicos y fertilizantes sin pensar en los grandes daños que esto acarrea sobre la salud humana.

Cubero (2014) sostiene que las microalgas contienen un alto porcentaje de macro y micro nutrientes que en conjunto tienen la capacidad de mejorar la disponibilidad de nutrientes, promoviendo cultivos más saludables y robustos. El suministrar las condiciones más nutritivas durante el cultivo de frejol, esto favorece no solo a la producción como con los fertilizantes químicos, sino que también promueve la síntesis de sustancias funcionales y nutricionales de interés para la mejora y cuidado de la salud de los consumidores.

Tello (2018) evaluó el efecto de un fertilizante orgánico con base a microalgas (*Chlorella* y *Scenedesmus*) sobre el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*), en donde se realizó un

ensayo en la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. Los tratamientos se basaron en añadir el fertilizante en el agua de riego (50 y 100%) y un testigo absoluto. Para las variables se empleó el diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 11 observaciones, con 33 unidades experimentales. Los parámetros que se evaluaron fueron: altura de las plantas, número de flores por planta, número de vainas por planta, peso seco raíz, longitud de las raíces, tamaño de las vainas y peso de 100 semillas. Encontrando diferencias estadísticamente significativas en la aplicación de la mayor dosis para: altura de las plantas, número de flores, número de vainas por plantas, peso seco de la parte aérea y peso seco de la raíz.

Pérez *et al.*, (2020) menciona que las algas marinas tienen un elevado interés por sus aplicaciones tanto en la farmacéutica, en la alimentación de animales, peces, y el hombre como también en la agricultura. Los productos con base en algas contienen diferentes minerales, fitohormonas y metabolitos que ayudan a estimular el crecimiento y rendimiento de los cultivos, ayudan a mejorar las propiedades biológicas del suelo y son muy utilizadas para cualquier clase de cultivo como una alternativa económica, lo que permite tener una agricultura sustentable. Al utilizar estos métodos ayuda al medio ambiente, disminuyendo la contaminación por el uso de productos químicos y dañinos.

1.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

1.2.1 ALGAS MARINAS (*Ascophyllum nodosum*)

Son algas marinas de color marrón cuyo nombre científico es *Ascophyllum nodosum*. Estas plantas son muy usadas como una materia prima para la fabricación de productos fertilizantes y estimulantes de crecimiento.

Tabla 1. Taxonomía de las algas marinas (*Ascophyllum nodosum*)

REINO	Protista
DIVISIÓN	Ochrophyta
CLASE:	Phaeophyceae
ORDEN	Fucales
FAMILIA	Fucaceae
GÉNERO	<i>Ascophyllum</i>
ESPECIE	<i>Ascophyllum nodosum</i>

(Aguilar, 2017)

Ascophyllum Nodosum posee unas ramas largas e irregulares con unas pequeñas vejigas de aire con forma de huevo puestas en una serie de intervalos regulares en la fronda. La fronda puede llegar alcanzar hasta los 2 metros de longitud y se sujeta a las rocas mediante un rizoides. Generalmente es de color verde oliva y marrón (Guiry, 2006).

Entre los aspectos de mayor relevancia que tienen las algas están la capacidad para retener la humedad en el suelo, el alto contenido de fibra, el alto contenido de elementos mayores y menores, pudiendo así comportarse como un alimento nutritivo para mejorar la absorción de nutrientes. También ayuda a la reducción de la degradación del suelo que es generado por varios fertilizantes químicos, y actúa como un estimulante natural que ayuda en el crecimiento y desarrollo de las estructuras de las plantas, esto es debido al gran contenido de Citoquininas que posee (Canales, 1999).

De igual manera en las algas marinas se puede encontrar otras sustancias naturales, en donde sus efectos son similares a algunos reguladores de crecimiento plantular, como los carbohidratos, proteínas, vitaminas, que son encargadas de actuar contra algunas plagas y enfermedades, además de tener agentes quelantes como manitol y ácidos orgánicos. El sin número de bondades que se llega a obtener mediante las algas marinas en la agricultura da como resultado unos frutos y rendimiento de buena calidad (Aguilar, 2017).

Entre los efectos benéficos que atribuye los extractos de *Ascophyllum nodosum* se encuentran las fitohormonas naturales de crecimiento, como son las citoquininas y auxinas, además de varios bioestimulantes, como poliamina, betaína, oligosacáridos, que pueden aumentar la tolerancia y la resistencia de las plantas a diversas plagas y enfermedades (Méndez, 2013).

1.2.2 CARACTERÍSTICAS Y GENERALIDADES DE LAS ALGAS MARINAS

Las algas son plantas talofitas es decir que carecen de raíz, tallo y hojas, pueden ser unicelulares o pluricelulares, que preferencialmente viven en el agua ya sea dulce como marina o salada, y que por lo general están provistas de clorofila, en ocasiones acompañada de colores variados de otros pigmentos que enmascaran a esta; el talo de las algas que son pluricelulares tiene una forma de filamento, de lámina o de cinta y puede ser ramificado (Vesga, 2018).

Las algas pueden acostumbrarse a diferenciados hábitats, no solo en cuerpos de agua estable, sino que también en aquellos que son expuestos a la desecación, ya sea rocas desnudas, glaciares, nieves y fuentes termales. Normalmente se los puede encontrar en aquellos lugares que no tienen mucha luz y que son a grandes profundidades. Esta capacidad está condicionada por la falta de las exigencias y de su capacidad de adaptación (Méndez, 2013).

La mayoría de estas algas marinas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir del dióxido de carbono (CO₂) y de varias sustancias inorgánicas disueltas en el agua. La fotosíntesis se cumple a través de la clorofila, que llega a ser un pigmento verde que está presente en las células y que actúa transformando la energía lumínica en energía química. Las algas no poseen tejidos de sostén ni de conducción y se mantienen de una manera erguida ya que al desarrollarse en el agua la gravedad no es capaz de actuar sobre ellas (Vesga, 2018).

VENTAJAS DE APLICAR *ASCOPHYLLUM NODOSUM*

- Crecimiento más vigoroso de las plantas.
- Aumenta el número de frutos y mejora su calidad.
- Mejora la resistencia a plagas y enfermedades.
- Estimula el crecimiento de las raíces y el crecimiento vegetativo.
- Plantas más resistentes a situaciones de estrés.
- Incrementa el poder de absorción radicular y traslocación de los nutrientes.
- Potenciador de cultivos.

1.2.3 FREJOL (*Phaseolus vulgaris*)

El frejol es originario de América Central y sur de México. Siendo cultivada desde la antigüedad, aun se puede encontrar en Sudamérica formas espontáneas. Hasta Europa fue llevado después del descubrimiento de América y desde ahí ha venido adquiriendo gran importancia de acuerdo a su capacidad de adaptación, se ha ido expandiendo por los dos hemisferios en la zona tropical, subtropical y templada (Gutiérrez, 2001).

América, el frejol, *Phaseolus vulgaris* L., es una especie dicotiledónea anual, que pertenece a la familia de las fabáceas, anteriormente conocida como la familia de las papilionáceas. Es una especie que llega a presentar una gran variabilidad genética, llegando a existir miles de cultivares que producen semillas de varios colores, formas y tamaños. Si bien el cultivo está destinado en su gran mayoría a la obtención del grano seco, es muy importante en la utilización hortícola, ya sea como un poroto verde o poroto granado (Hernández, 2009).

El frejol llega a ser la especie más conocida del género *Phaseolus* en la familia Fabaceae con alrededor de cincuenta especies de plantas, todas nativas de América. Es una especie anual, que es cultivada en todo el mundo. Hay un sin número de variedades y de ella se consume tanto las vainas verdes o los granos secos.

Es considerado como uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce ya que ha formado parte muy importante de la dieta humana desde hace miles de años. Es una de las primeras plantas alimenticias domesticadas y luego cultivadas. Hace aproximadamente 7000 años A.C. empezó a cultivarse en el sur de México y Guatemala.

Como alimento, es un cultivo de gran importancia por su alto contenido de carbohidratos 55.4%, proteínas 21.8%, calcio 13.8%, hierro 0.47% y su gran valor energético alrededor de 322kcal; se lo consume como legumbre (vainitas) y también como menestras (grano maduro seco). Es una especie que tiene una enorme variabilidad genética, con alrededor de 70 variedades que son distribuidos en 7 grupos: blancos, amarillos, negros, moteados, pintos, bayos, morados, existen miles de cultivares que llegan a producir semillas de los más diversos tamaños, formas y colores (Tamayo, 2011).

En el país el cultivo de frejol común, ocupa el primer lugar en consumo y producción entre las leguminosas de granos comestibles para el consumo humano directo. El área cosechada del frejol históricamente siempre ha superado las 50000 hectáreas (Hernández, 2009).

1.2.4 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

La taxonomía del cultivo de frejol fue inicialmente hecha por Linneo en 1753, y posteriormente fue modificada por (Cronquist, 2001) quien menciona que el frejol común es el prototipo de género *Phaseolus* (Cronquist, 2001).

Tabla 2. Taxonomía del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE:	Magnoliopsida
ORDEN	Fabales

FAMILIA	Fabaceae
GÉNERO	<i>Phaseolus</i>
ESPECIE	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>

(Cornelio, 2015)

1.2.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

1.2.5.1 Raíz

El sistema radicular del frejol es bien desarrollado compuesto por una raíz principal y alrededor con muchas raíces secundarias, que se encuentran cercanas a la superficie del suelo

El frejol presenta un sistema radicular muy característico de las leguminosas, con una raíz pivotante que puede llegar a alcanzar una gran profundidad. Sus flores están formadas en racimos situados en las axilas de las hojas y varía su color. Contiene un primer par de hojas que son originados a partir de los cotiledones, las cuales son opuestas y de una forma acorazonada y sus hojas definitivas están constituidas de tres folíolos (Jiménez *et al.*, 2007).

1.2.5.2 Tallo

Presentan un tallo herbáceo, delgado erecto con un diámetro de 4 a 7mm. Puede ser identificado por el eje central de la planta en donde está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Su número de nudos es bajo generalmente de 5 a 10 cortos. La altura aproximada de la planta está entre los 30 y 50 centímetros (Cárdenas, 2012).

1.2.5.3 Hojas

Las hojas pueden llegar a ser de dos tipos simples y compuestas, en el frejol existen solamente dos hojas simples (hojas primarias), que son aquellos que se forman en la semilla durante la embriogénesis y las hojas compuestas (hojas trifoliadas) son las que están presentes comúnmente en el cultivo (Vargas, 2013).

1.2.5.3 Flores

Sus flores son papilionáceas y en su proceso de desarrollo de esta flor se pueden distinguir dos estados: el botón floral y la flor completa abierta de varios colores dependiendo de la variedad (Cárdenas, 2012).

1.2.5.4 Fruto

El fruto del frejol es una vaina con dos valvas, la cual proviene del ovario comprimido debido a que el fruto es una vaina, se clasifica como una leguminosa (Cárdenas, 2012).

1.2.5.5 Semillas

Presentan una gran cantidad de formas y colores, esto dependerá de la variedad y poseen también un alto contenido proteico (Vargas, 2013).

1.2.6 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

1.2.6.1 Suelo

El cultivo de frejol puede desarrollarse de una forma adecuada en suelos arenosos, francos, limosos, de los cuales deben poseer un drenaje bueno y un pH óptimo de 6.5 y 7.5, aunque puede tolerar un pH de 4.5 y 8.2 (Cevallos, 2008).

1.2.6.2 Altitud

El cultivo de frejol puede desarrollarse de una forma adecuada entre los 1.200 a 2.500 msnm, en áreas de valle y de 1.000 a 2.200 msnm en estribaciones (Peralta *et al.*, 2014).

1.2.6.3 Temperatura

Es muy susceptible a las heladas, por lo que no puede resistir temperaturas inferiores a -2°C, el rango óptimo oscila entre 13 y 26°C (Cornelio, 2013).

1.2.6.4 Precipitación

En su ciclo de cultivo el frejol necesita de 300 mm a 700 mm de precipitación (Peralta *et al.*, 2014).

1.2.6.5 Humedad

El cultivo de frejol necesita de una humedad adecuada en suelo entre 50 y 70% para un óptimo crecimiento, formación, llenado del grano y desarrollo de la planta, el exceso de humedad ocasiona la presencia de enfermedades y puede también dificultar el proceso de fecundación (Hernández, 2009).

1.2.6.6 Luz

El frejol es una especie de días cortos, en la gran mayoría los días largos tienden a retardar la madurez y la floración, por cada hora más de luz en el día la madurez se retarda de 2 a 6 días (Lardizabal *et al.*, 2013).

1.2.7 LABORES PRECULTURALES

1.2.7.1 Preparación del terreno

Es recomendable dar un descanso al suelo después de que se haya cosechado el cultivo anterior, esto con el fin de que al momento de presentarse alguna lluvia esta sea captada de forma adecuada por el suelo (Villacis, 2015).

1.2.7.2 Rastrada y nivelada

Es recomendable realizar ya sea una o dos pasadas de rastra, esto con el fin de eliminar los terrones ya sea de tierra u otro material dejando así una adecuada cama para la siembra. La nivelación es muy indispensable, ya que ayuda a tener una buena distribución de agua en el riego y así evitar encharcamientos o partes altas en donde el agua no pueda llegar (Aldana, 2010).

1.2.7.3 Surcado

La dirección del surcado tiene que ir en sentido del trazo del riego, esto con el fin de lograr una adecuada eficiencia al momento que se realiza el riego (Chávez *et al.*, 2014).

1.2.8 LABORES CULTURALES

1.2.8.1 Siembra

La siembra del cultivo de frejol se lo realiza de manera directa y se debe colocar de 2 a 3 semillas por golpe, en donde serán cubiertos por 2 o 3 cm de tierra, estas semillas deben ser seleccionadas de manera adecuada para un mayor rendimiento del cultivo (Minchala *et al.*, 1995).

1.2.8.2 Época de siembra

En los valles la siembra se lo puede realizar entre los meses de febrero a abril y septiembre a noviembre, y en estribaciones se lo realiza entre abril a julio (Matute, 2013).

1.2.8.3 Control de malezas

El cultivo de frejol usualmente requiere de dos deshierbas, siendo así la primera deshierba al inicio de las primeras etapas en donde se desarrolla el cultivo, puede ser entre los 15 a 21 días después de la siembra, la segunda se lo puede llevar a cabo cuando inicia la floración y en donde también se realiza el aporque (Cuesta, 2004).

1.2.8.4 Riego

Después de haber realizado un riego antes de la siembra es recomendable dar un riego a los 7 días después de la siembra. El riego se lo realiza dependiendo del tipo de suelo, se puede realizar los riegos al cultivo cada 8 a 12 días, es muy importante que el agua no falte sobre todo en las etapas de floración y llenado de las vainas (Vázquez *et al.*, 1992).

1.2.8.5 Fertilización

En el cultivo de frejol se requiere aplicar tres sacos y medio de 18 – 46 - 00 por hectárea esto al momento de realizar la siembra; y en los lugares en donde no haya gran cantidad de N se recomienda la aplicación de un saco de urea esto se lo puede hacer en la primera deshierba. Si aún carece de nutrientes se debe aplicar la urea al follaje u otro fertilizante foliar con el fin de controlar las deficiencias de los micronutrientes (Estrella, 2002).

1.2.8.6 Cosecha

- **Grano tierno**

Según INIAP (2004) menciona que la cosecha se lo realiza de una forma manual y cuando las vainas estén verdes, llenas y desarrolladas antes de que la semilla se empiece a endurecer. En general se realizan dos cosechas en donde en la primera se recoge hasta un 70% del cultivo y después en unos 15 o 20 días se realiza la segunda cosecha.

- **Grano seco**

INIAP (2004) manifiesta que, la cosecha de grano seco se lo realiza cuando el cultivo ha cumplido su madurez fisiológica es decir cuando se encuentren defoliadas, con sus vainas secas y de color amarillo y con el contenido de humedad aproximadamente del 14 a 20% en las semillas.

1.2.9 ZONA DE CULTIVO

Valles

- Gualaceo y Yunguilla (Azuay)
- El Chota (Carchi y Imbabura)
- Vilcabamba, Catamayo y Malacatos (Loja)
- Patate (Tungurahua)
- Guayllabamba y Tumbaco (Pichincha)

Estribaciones de cordillera

- Pallatanga (Chimborazo)
- Intag (Imbabura)
- Chillanes (Bolívar)
- Noroccidente de Pichincha (Peralta *et al.*, 1998).

1.2.10 ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE FREJOL

Peralta *et al.*, (2007) mediante su libro titulado “Manual de campo para el reconocimiento y control de las enfermedades más importantes que atacan el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador”, menciona lo siguiente:

Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), en las plántulas se pueden visualizar los síntomas en el eipocótilo o en el epicotilo y aparecen como unas pequeñas manchas de color marrón oscuro, ligeramente hundidas, con un aspecto acuoso y de forma ovalada; mientras la planta se va desarrollando estas manchas se las puede observar sobre el tallo principal del cultivo o en el pedúnculo de las hojas.

Roya (*Uromyces phaseoli*), generalmente esta infección se la puede observar en el envés de las hojas como unos pequeños puntitos de color blanco, posteriormente forman unas pústulas de color café oscuro de donde liberan una gran cantidad de esporas; las hojas del cultivo son las primeras en ser afectadas y ocasionalmente los tallos, ramas y vainas.

Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), los síntomas se pueden presentar en las hojas como unas lesiones angulares que son delimitadas por las nervaduras. Al principio aparecen en el envés de las hojas como unos pequeños puntos grises, estas lesiones suelen llegar a unirse y así cubren totalmente el área de las hojas.

Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), los síntomas de esta infección aparecen en las hojas como unas pequeñas machas acuosas, a medida que estas manchas van creciendo se tornan de un color más claro que la parte sana, hasta tener una coloración café delimitada por un borde más oscuro.

Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*), los síntomas inicialmente son unas manchas acuosas y mientras se va desarrollando esta enfermedad se presenta como un

tejido marchito y la cual se encuentra rodeada por un halo de color amarillo, cuando se desarrolla la necrosis puede producir defoliación.

Mildiú polvoso o Cenicilla (*Erysiphe polygoni*), los síntomas se los puede observar en el haz como en el envés de las hojas y aparecen como unas manchas redondas ligeramente oscuras con un color blanquecino dando así una apariencia polvosa, cuando la planta es cubierta completamente por el micelio polvoso se tienden a deformar los tallos y las vainas generando pérdidas tanto en el desarrollo como en su rendimiento.

1.2.11 PLAGAS MÁS IMPORTANTES DEL CULTIVO DE FREJOL

Áfidos o pulgones (*Aphis spp*, *Myzus persicae*), Suelen ser unos insectos chupadores que su objetivo es succionar la savia de las hojas, tallos, brotes y flores, siendo así transmisores de virus entre ellos el mosaico común y el mosaico rugoso. Se caracterizan debido a que las hojas se tornan de un color amarillo y corrugadas, esto provoca bajos rendimientos en el cultivo (Cascante, 2009).

Lorito verde (*Empoasca sp*), es el causante del enrollamiento de las puntas de las hojas, habita en el envés de las mismas en donde produce un amarillamiento debido a la succión de la savia. Estos insectos son los vectores principales de muchas enfermedades viróticas en las plantas (IICA, 2010).

Gusano cortador (*Agrotis ipsilon*), las larvas principalmente cortan los tallos de las plántulas que se encuentran a nivel del suelo produciendo la muerte de la planta. Si el daño producido por estas larvas es más generalizado es recomendable volver a sembrar (Cascante, 2009).

Gallina ciega (*Phyllophaga spp*), las larvas se alimentan de las raíces y de la base de los tallos de la planta, atacan la semilla desde el momento de su germinación. A consecuencia

de esto se puede observar que las plantas no se desarrollan de manera adecuada, se tornan de color amarillo y existe una mala germinación (IICA, 2010).

1.3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.3.1 HIPÓTESIS

La aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas en varias aplicaciones influye en la calidad y rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) var. *Mantequilla*

1.3.2 Objetivo General

Evaluar la respuesta del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*). Var. *Mantequilla* a la aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas.

1.3.3 Objetivos Específicos

- Determinar la dosis adecuada de extracto acuoso de algas marinas aplicadas en el cultivo de frejol.
- Establecer el tipo de aplicación adecuada del extracto acuoso de algas marinas en el cultivo de frejol.
- Evaluar las variables agronómicas del frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a la aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en los predios de la Señora Ana Ojeda que se encuentra ubicado en el caserío Ambabaquí perteneciente al cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua, a campo abierto.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

El caserío Ambabaquí se encuentra ubicado en el cantón Pelileo a 2560 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas son: 1°18'00'' de latitud Sur y 78°32'00'' latitud Oeste.

2.3 EQUIPOS Y MATERIALES

2.3.1 Material experimental

El material experimental lo constituyen las algas marinas (*Ascophyllum nodosum*).

2.3.2 Equipos

- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Cámara Fotográfica
- Balanza

2.3.3 Materiales

- Semillas del frejol mantequilla.
- Fertilizante con base en algas marinas (*Ascophyllum nodosum*).
- Azadón
- Pala
- Carretilla
- Suelo
- Fundas Plásticas
- Cinta Métrica
- Baldes
- Reglas
- Libreta
- Esfero y Lápiz

2.4 FACTORES DE ESTUDIO

2.4.1 Tipo de aplicación

T1: Foliar

T2: Drench

2.4.2 Dosis de extracto acuoso de algas marinas

D1= 1.0 cc/l

D2 = 2.0 cc/l

D3 = Testigo

2.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

TRATAMIENTOS

Los tratamientos son la combinación de los factores de estudio que se muestran a continuación.

Tabla 3. Tratamientos

N°	TRATAMIENTOS	FERTILIZANTES	DOSIS
1	T1D1	HTP ALGAS 800	1.0 cc/l
2	T1D2	HTP ALGAS 800	2.0 cc/l
3	T2D1	HTP ALGAS 800	1.0 cc/l
4	T2D2	HTP ALGAS 800	2.0 cc/l
5	Testigo	-	0

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente ensayo se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, en parcela dividida, en donde las parcelas grandes será los tipos de aplicación y las sub parcelas las dosis.

2.7 VARIABLES RESPUESTA

2.7.1 Altura de la planta

La altura de las plantas se midió cada 30 días con ayuda de una cinta métrica y se lo realizó desde su base hasta su punto más alto para posteriormente sacar un promedio entre todas las plantas medidas.

2.7.2 Vainas por Planta

Se contabilizó el número de vainas por planta al final del ciclo del frejol para poder tener resultados concretos y se lo realizó manualmente.

2.7.2 Tamaño de la vaina

De cada tratamiento se tomó una cantidad de cinco vainas por planta que serán medidas con ayuda de una cinta métrica para obtener una media aproximada de cada tratamiento mencionado.

2.7.3 Granos por vaina

De cada tratamiento se tomaron cinco vainas de las cuales se procedió a desgranar cada una de ellas y se obtuvo una media aproximada, esto se lo realizó al momento de la cosecha, obteniendo así resultados concretos.

2.7.4 Rendimiento de grano

Con ayuda de una balanza se pesó las vainas cosechadas de cada uno de los tratamientos y se obtuvo un resultado concreto de cada uno de dichos tratamientos.

2.8 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES

2.8.1 AGRONÓMICAS

- Días a floración: 48 a 53
- Días a madurez fisiológica: 85 a 95
- Días a cosecha en grano tierno: 90 a 100
- Días a cosecha en seco: 100 a 110
- Número de vainas por planta: 12 a 18
- Número de granos por vaina: 4 a 5

- Buen manejo Agronómico
- Uso de semillas certificadas
- Control de las malezas, deshierba y buena humedad del suelo.

2.8.2 MANEJO DEL CULTIVO

- Distancia entre Surcos: 60 cm
- Distancia entre Plantas: 30 cm
- Número de semillas por sitio: 2 - 3

2.9 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez obtenido los resultados de producción y rendimiento. Estos resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y aquellas variables que tienen diferencias significativas fueron comparadas a través de una prueba de Tukey ($p < 0,05$) usando el programa de Excel determinando así el efecto de los fertilizantes con base en algas en los tratamientos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Presentación y Discusión de los resultados

3.1.1 ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DÍAS

En el cuadro 1 se observa el Análisis de Varianza para la variable altura de planta a los 30 días, en donde no se observa diferencia significativa en la aplicación ni en las dosis aplicadas al cultivo. El coeficiente de variación para esta variable es de 3,16.

Según Debouck e Hidalgo (1984), menciona que es necesario tomar en cuenta las condiciones ambientales que también son las que influyen en el crecimiento de la planta, el promedio de la altura del cultivo a los 30 días se encuentra entre los 20 – 25 cm.

Cuadro 1. Altura a los 30 días

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	0,96	2	0,48	0,13ns
Aplicación	13,87	1	13,87	3,88ns
Error A	7,15	2	3,58	
Dosis	0,87	2	0,44	0,82ns
Aplicación*Dosis	1,35	2	0,68	1,27ns
Error B	4,26	8	0,53	
Total	28,46	17		

(ns) No significativo

CV: 3,16

3.1.2 ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS

En el cuadro 2 podemos observar el Análisis de Varianza para la variable altura de planta a los 60 días. En donde podemos observar una diferencia significativa en el tipo de

aplicación. La aplicación foliar tuvo un promedio de altura a los 60 días de 52,51 cm, mientras que la aplicación en drench tuvo un promedio de altura a los 60 días de 49,87 cm. El coeficiente de variación para esta variable es de 2,90.

Cuadro 2. Altura a los 60 días

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	18,94	2	9,47	14,16ns
Aplicación	31,47	1	31,47	47,05*
Error A	1,34	2	0,67	
Dosis	4,27	2	2,14	0,97ns
Aplicación*Dosis	4,56	2	2,28	1,04ns
Error B	17,62	8	2,20	
Total	78,20	17		

(ns) No significativo

(*) Significativo

CV: 2,90

En el cuadro 3 y gráfico 1 podemos observar la prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación de la variable altura de planta a los 60 días, en donde la aplicación foliar se ubica en el rango **A** con un promedio de 52,51 cm y en el rango **B** la aplicación en drench con un promedio de 49,87 cm presentan diferencias significativas. Estos resultados representan el efecto positivo que se obtiene con la aplicación foliar de las algas marinas al contrario de la aplicación en drench.

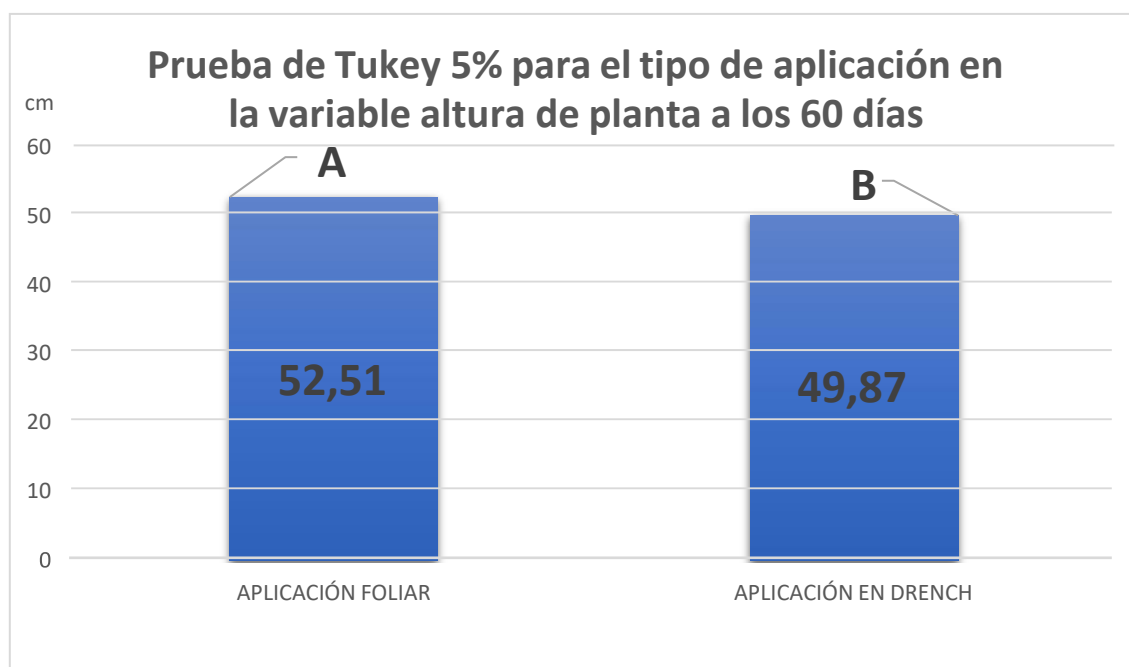
La fertilización foliar es una práctica de mucha utilidad para suministrar nutrientes al cultivo y que permite corregir las deficiencias de esta de una forma rápida, económica, oportuna y eficiente al contrario de la aplicación edáfica que los nutrientes van desde la raíz (Segura, 1992).

Canales (1999) menciona que las algas marinas actúan como un estimulante natural que ayuda en el crecimiento y desarrollo de las estructuras de las plantas con lo que se concuerda con su hipótesis planteada.

Cuadro 3. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 60 días

APLICACIÓN	MEDIAS (cm)	RANGOS
Foliar	52,51	A
Drench	49,87	B

Gráfico 1. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 60 días



(Pérez, 2022)

3.1.3 ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS

En el cuadro 4 podemos observar el Análisis de Varianza para la variable altura de planta a los 90 días. En donde podemos observar una diferencia significativa en el tipo de aplicación. La aplicación foliar tuvo un promedio de altura a los 90 días de 72,00 cm, mientras que la aplicación en drench tuvo un promedio de altura a los 90 días de 61,56 cm. El coeficiente de variación para esta variable es de 4,48.

Cuadro 4. Altura a los 90 días

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	5,10	2	2,55	0,33ns
Aplicación	490,89	1	490,89	63,24*
Error A	15,52	2	7,76	
Dosis	25,28	2	12,64	1,41ns
Aplicación*Dosis	3,79	2	1,90	0,21ns
Error B	71,72	8	8,97	
Total	612,31	17		

(ns) No significativo (*) Significativo

CV: 4,48

En el cuadro 5 y gráfico 2 podemos observar la prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación de la variable altura de planta a los 90 días, en donde la aplicación foliar se ubica en el rango **A** con un promedio de 72,00 cm y en el rango **B** la aplicación en drench con un promedio de 61,56 cm presentan diferencias significativas. Estos resultados representan el efecto positivo que se obtiene con la aplicación foliar de las algas marinas al contrario de la aplicación en drench.

Estos resultados concuerdan con Pérez *et al.*, (2020) quien menciona que las algas contienen diferentes minerales, fitohormonas y metabolitos que ayudan a estimular el crecimiento y rendimiento de los cultivos, ayudan a mejorar las propiedades biológicas del suelo y son muy utilizadas para cualquier clase de cultivo como una alternativa económica.

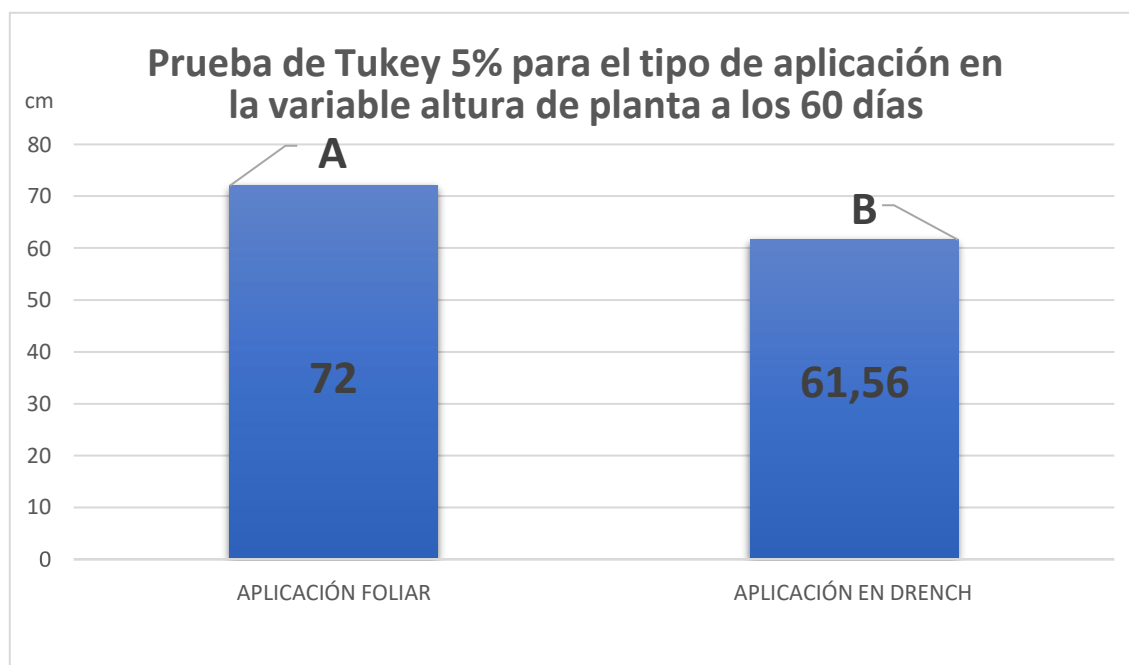
Trinidad y Aguilar (1999) mencionan que en la fertilización foliar los nutrientes pueden ser aplicados por aspersión y sobre la superficie de las hojas. Esta técnica de aplicación no sustituye a la técnica tradicional que es la aplicación edáfica, pero para ciertos cultivos y nutrientes la aplicación foliar es más ventajosa y muchas veces más eficiente en las correcciones de deficiencias que la planta puede llegar a tener que la aplicación edáfica. La aplicación foliar es mucho mejor que la aplicación edáfica en las condiciones de sequias o suelos salinos por lo que el fertilizante es absorbido de manera rápida a través

de las hojas del cultivo permitiendo así el paso de los nutrientes hacia el interior de la planta. Es recomendable no aplicar concentraciones sumamente altas en sales ya que esto podría dañar a la epidermis de la hoja, deshidratando sus células y provocando necrosis foliar.

Cuadro 5. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 90 días

APLICACIÓN	MEDIAS (cm)	RANGOS
Foliar	72,00	A
Drench	61,56	B

Gráfico 2. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable altura de planta a los 90 días.



(Pérez, 2022).

3.1.4 VAINAS POR PLANTA

En el cuadro 6 podemos observar el Análisis de Varianza para la variable vainas por planta. En donde podemos observar una diferencia significativa en el tipo de aplicación. La aplicación foliar obtuvo un promedio de vainas por planta de 15,89 cm, mientras que la aplicación en drench tuvo un promedio de vainas por planta de 11,82 cm. El coeficiente de variación para esta variable es de 8,42.

Cuadro 6. Vainas por planta

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	2,70	2	1,35	1,96ns
Aplicación	74,42	1	74,42	108,38*
Error A	1,37	2	0,69	
Dosis	9,95	2	4,98	3,66ns
Aplicación*Dosis	0,57	2	0,29	0,21ns
Error B	10,89	8	1,36	
Total	99,90	17		

(ns) No significativo (*) Significativo

CV: 8,42

En el cuadro 7 y gráfico 3 podemos observar la prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación de la variable vainas por planta, en donde la aplicación foliar se ubica en el rango **A** con un promedio de 15,89 cm y en el rango **B** la aplicación en drench con un promedio de 11,82 cm presentan diferencias significativas. Estos resultados representan el efecto positivo que se obtiene con la aplicación foliar de las algas marinas al contrario de la aplicación en drench.

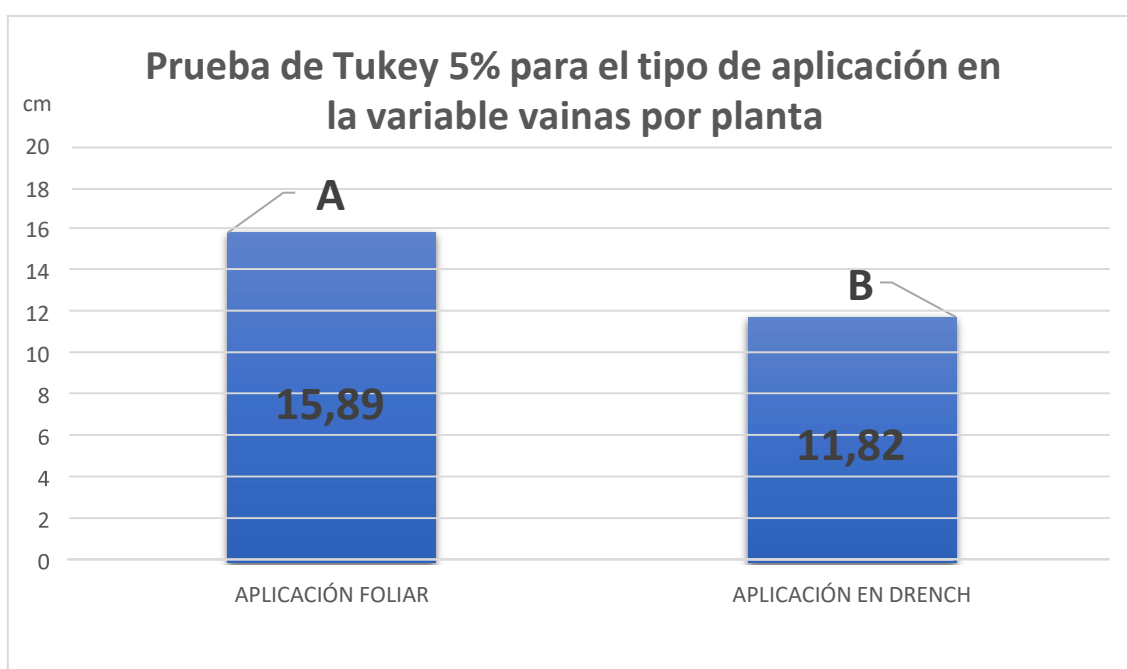
La variable vainas por planta está relacionada con el rendimiento, debido a que si hay un mayor número de vainas también existirá un mayor rendimiento. En algunos casos puede también relacionarse con la altura de la planta, longitud de los entrenudos y posiblemente la ubicación de estos en la planta (Baque, 2014). Al aplicar las algas marinas de manera foliar hacemos que la planta sea más resistente a cualquier tipo de insecto o alguna

enfermedad que en este caso ayuda a la planta en su crecimiento de forma robusta y resistente que al aplicar las algas en drench.

Cuadro 7. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable vainas por planta.

APLICACIÓN	MEDIAS (cm)	RANGOS
Foliar	15,89	A
Drench	11,82	B

Gráfico 3. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable vainas por planta.



(Pérez, 2022).

3.1.5 TAMAÑO DE LA VAINA

En el cuadro 8 podemos observar el Análisis de Varianza para la variable tamaño de la vaina. En donde podemos observar una diferencia significativa en el tipo de aplicación. La aplicación foliar tuvo un promedio en el tamaño de la vaina de 13,60 cm, mientras que la aplicación en drench tuvo un promedio en el tamaño de la vaina de 12,47 cm. El coeficiente de variación para esta variable es de 7,05.

Cuadro 8. Tamaño de la vaina

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	0,41	2	0,21	1,63ns
Aplicación	5,78	1	5,78	45,63*
Error A	0,25	2	0,13	
Dosis	4,85	2	2,43	2,88ns
Aplicación*Dosis	1,01	2	0,51	0,60ns
Error B	6,75	8	0,84	
Total	19,06	17		

(ns) No significativo (*) Significativo

CV: 7,05

En el cuadro 9 y gráfico 4 podemos observar la prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación de la variable tamaño de la vaina, en donde la aplicación foliar se ubica en el rango **A** con un promedio de 13,60 cm y en el rango **B** la aplicación en drench con un promedio de 12,47 cm presentan diferencias significativas. Estos resultados representan el efecto positivo que se obtiene con la aplicación foliar de las algas marinas al contrario de la aplicación en drench.

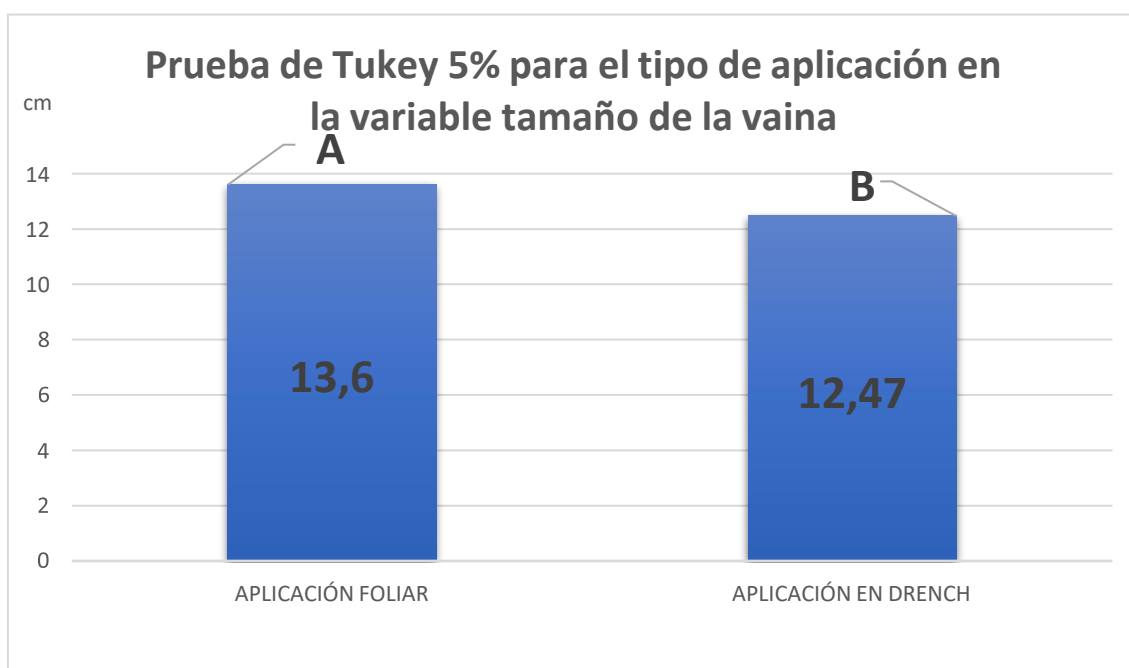
Méndez (2013) menciona que entre los efectos benéficos que atribuye los extractos de *Ascophyllum nodosum* se encuentran las fitohormonas naturales de crecimiento, como son las citoquininas y auxinas, además de varios bioestimulantes, como poliamina, betaína, oligosacáridos, que pueden aumentar la tolerancia y la resistencia de las plantas a diversas plagas y enfermedades, es por esto que, al aplicar las algas marinas en el cultivo,

estas estimulan a la planta produciendo así vainas de mayor longitud que generalmente representan rendimientos mayores.

Cuadro 9. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable tamaño de la vaina.

APLICACIÓN	MEDIAS (cm)	RANGOS
Foliar	13,60	A
Drench	12,47	B

Gráfico 4. Prueba de Tukey 5% para el tipo de aplicación en la variable tamaño de la vaina.



(Pérez, 2022).

3.1.6 GRANOS POR VAINA

En el cuadro 10 se observa el Análisis de Varianza para la variable granos por vaina, en donde no se observa diferencia significativa en la aplicación ni en las dosis aplicadas al cultivo. El coeficiente de variación para esta variable es de 8,36.

Hernández y Barquero (2003) mencionan que los granos por vaina, es el número de granos que contiene una vaina. Esta variable es una característica relativamente genética de cada variedad por lo cual no existen diferencias, únicamente se pueden alterar debido a varias condiciones ambientales que se presenten durante el cultivo. El número de granos por vaina representa un importante componente del rendimiento que en conjunto con el número de las vainas define en su mayoría el rendimiento del cultivo.

Cuadro 10. Granos por vaina

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	0,22	2	0,11	0,86ns
Aplicación	0,72	1	0,72	5,68ns
Error A	0,25	2	0,13	
Dosis	0,16	2	0,08	0,72ns
Aplicación*Dosis	0,17	2	0,09	0,76ns
Error B	0,92	8	0,11	
Total	2,44	17		

(ns) No significativo

CV: 8,36

3.1.7 RENDIMIENTO DEL GRANO

En el cuadro 11 podemos observar el Análisis de Varianza para la variable rendimiento del grano. En donde podemos observar una diferencia significativa en las dosis aplicadas. La dosis 2 (2.0 cc/l) tuvo un promedio en el rendimiento del grano de 3.456 kg/ha, la dosis 1 (1.0 cc/l) tuvo un promedio de rendimiento del grano de 3.264 kg/ha, mientras que la

dosis 0 o el testigo tuvo un promedio en el rendimiento del grano de 2.544 kg/ha. El coeficiente de variación para esta variable es de 16,87.

Cuadro 11. Rendimiento del grano

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	5,12	2	2,56	0,26ns
Aplicación	30,86	1	30,86	3,09ns
Error A	19,98	2	9,99	
Dosis	21,08	2	10,54	5,10*
Aplicación*Dosis	2,56	2	1,28	0,62ns
Error B	16,53	8	2,07	
Total	96,13	17		

(ns) No significativo (*) Significativo

CV: 16,87

En el cuadro 12 y gráfico 5 podemos observar la prueba de Tukey 5% para las dosis aplicadas de la variable rendimiento del grano, en donde los tratamientos D2 (2 cc/l) y D1 (1 cc/l) se ubican en el rango **A** con un promedio de 3.456 kg/ha. y 3.264 kg/ha. respectivamente, mientras que el testigo se ubica en el rango **B** con un promedio de 2.544 kg/ha. y presentan diferencias significativas. Estos resultados representan el efecto positivo que se obtiene con las dosis 2 y 1 aplicadas de las algas marinas al contrario de la dosis 0 o el testigo.

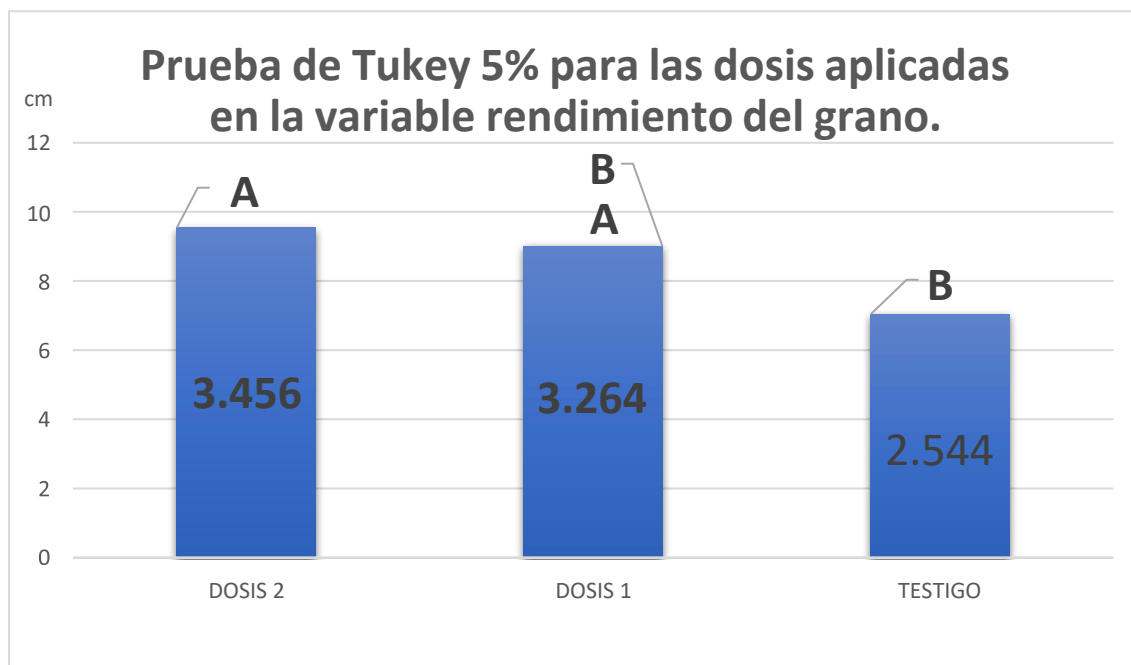
La dosis 2 y las dosis 1 tuvieron mejores rendimientos en cuanto a la variable rendimiento del grano por lo que al aplicar 1 cc/l y 2 cc/l favorece al cultivo generando rendimientos altos al momento de la cosecha con relación al testigo que obtuvo un promedio más bajo.

Aguilar (2017) menciona que el sin número de bondades que se llega a obtener mediante las algas marinas en la agricultura da como resultado unos frutos y buen rendimiento sobre todo de buena calidad.

Cuadro 12. Prueba de Tukey 5% para las dosis aplicadas en la variable rendimiento del grano.

DOSIS	MEDIAS (kg/ha)	RANGOS	
D2 (2.0 cc/l)	3.456	A	
D1 (1.0 cc/l)	3.264	A	B
D0 (Testigo)	2.544		B

Gráfico 5. Prueba de Tukey 5% para las dosis aplicadas en la variable rendimiento del grano.



(Pérez, 2022).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Evaluamos la respuesta del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) Var. Mantequilla a la aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas, en donde se pudo observar que mediante la aplicación foliar tuvo mejores resultados.

Determinamos la dosis adecuada del extracto comercial de algas marinas aplicadas en el cultivo de frejol, en donde se puede concluir que con la dosis de 2cc/l se obtuvo mejores resultados.

Establecimos el tipo de aplicación adecuada del extracto acuoso de algas marinas en el cultivo de frejol, en la cual podemos manifestar que la manera correcta de aplicar dichas algas es mediante la aplicación foliar ya que se obtiene mejores rendimientos y resultados.

Evaluamos las variables agronómicas del frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a la aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas, donde se puede concluir que para las variables: altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, vainas por planta, tamaño de la vaina y rendimiento del grano se obtuvieron mejores resultados mediante la aplicación foliar de las algas marinas, mientras que la altura de planta a los 30 días y la variable granos por vaina no tuvieron diferencias en el tipo de aplicación.

No existió diferencias estadísticas significativas para la variable altura de planta a los 30 días, la altura de la planta se encuentra entre los 20 – 25 cm, con un coeficiente de variación de 3,16.

En la variable vainas por planta el tipo de aplicación foliar resulta apropiado, ya que se obtuvo una media de 15,89 vainas por planta en comparación con la aplicación en drench que solamente obtuvo 11,82 vainas por planta.

En la variable tamaño de la vaina existió diferencias estadísticas significativas para el tipo de aplicación, en donde la aplicación foliar obtuvo mejores resultados con un promedio de 13,60 cm ubicándose en el rango A por lo que podría emplearse como una alternativa al momento de realizar la fertilización.

No existió diferencias estadísticas significativas para la variable granos por vaina, se puede encontrar un promedio de 4 granos por vaina y por lo general es una característica relativamente genética de cada variedad, el coeficiente de variación fue de 8,36.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar aplicaciones de algas marinas en dosis de 2 cc/l, 5 veces durante el ciclo del cultivo siendo la primera 15 días después de haber realizado la siembra y la última a los 15 días antes de la cosecha.

Se sugiere continuar con estudios sobre el uso de las algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) como fertilizante y de acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda evaluar otras dosis, número de aplicaciones y tipo de aplicaciones encontrando así un método alternativo que primero proteja el medio ambiente y posteriormente cuide la salud de los productores y consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E. (2017). Efecto de la fertilización de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN) a diferencia de la química sobre peso de la raíz y de las plántulas demaíz forrajero de verano en condiciones de excesiva humedad en la Comarca Lagunera.
Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42367/ERWIN%20ARANO%20AGUILAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Aldana, L. (2010). Manual Técnico Agrícola Producción Comercial y de Semilla de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Proyecto "Establecimiento del Mecanismo de Difusión Tecnológica Agrícola y su Aplicación para Mejorar las Condiciones de Vida de los Pequeños Agricultores Indígenas y no Indígenas". 1 Ed. Quetzaltenango, Guatemala: publicado con el apoyo financiero de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA. Pág.: 45
- Canales, B. (1999). Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. En: *Terra Latinoamericana*. vol. 17, no. 3, p. 271-276.
- Baque, J. (2014). Adaptación de 26 líneas avanzadas de fréjol 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.
- Cárdenas, A. (2012). Frijol Arbustivo: Frejol Arbustivo Andino. Recuperado de: http://frijolarbus.blogspot.com/2012/04/frijol-arbustivo-andino_23.html
- Cascante, J. (2009). Principales plagas de cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Información insumo para la competitividad. Costa Rica.
- Cevallos, D. (2008). Evaluación de la adaptabilidad de 20 variedades y líneas de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano rojo y amarillo en el valle de Intag, Imbabura. 2007. Escuela Politécnica del Ejército Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo. Santo Domingo, Ecuador.
- Chávez, L., Arias, L., Jarvis, D., Tuxill, J., Lope, D., Eyzaguirre, C & International Plant Genetic Resources Institute. (2004). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. IPGRI.

- Cornelio, M. (2013), “Adaptabilidad de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en la finca Angamarca la vieja del cantón Pangua, provincia de Cotopaxi año 2013”. Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3551/1/T-UTC-00828.pdf>
- Cornelio, M. (2015). Adaptabilidad de cinco variedades de frijol (*phaseolus vulgaris*), en la finca angamarca la vieja del cantón pangua, provincia de Cotopaxi año 2013 – Universidad Técnica de Cotopaxi – La Maná – p. 15 – 20.
- Cronquist, A., 2001. An integral system of classification of flowering plant. New York, US, Columbia, University. 1262 p.
- Cuesta, D. (2004). Evaluación de la respuesta de fertilización en el cultivo de fréjol arbustivo variedad INIAP-418-Jema a tres tratamientos (químico, orgánico y orgánico/químico) en la comunidad Oyambarillo, parroquia Yaruqui, cantón Quito, provincia de Pichincha. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Debouk, D & Hidalgo, R. (1984). Morfología de la planta de frijol común. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia. 2 Ed.
- Estrella, (2002). Evaluación de Cuatro Líneas de Frejol Arbustivo. Págs.: 17 – 30.
- Guiry, M. (2006) «*Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis». *AlgaeBase*.
- Gutiérrez, L. 2001. Respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) a la aplicación de tres fitoestimulantes orgánicos y un químico. ConaquiImbabura. Quito, Ec. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 68 p.
- Hernández, J. 2009 Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de fréjol; Costa Rica, Pág. 21
- Hernández, L y Barquero, E. (2003). Descripción. Evaluación de 16 variedades de fréjol común negro (*Phaseolus vulgaris* L.), en la época de primera en la compañía, Caraso. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua, C.A
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), (2010). Guía de identificación y manejo integrado: plagas del frijol en Centroamérica. Managua, Nicaragua. Págs.: 19-21.

- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2004). El cultivo de fréjol arbustivo en la Sierra sur. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Azogues. Ecuador. Págs.: 9-10.
- Jiménez, R.; Ramón, T.; Lepiz, R.; Ullauri, J.; 2007. El cultivo del fréjol común en los valles de las provincias de Loja, Agronomía y Manejo de Plagas (Folleto Divulgativo No.257) Quito, Ec. INIAP.24 p.
- Lardizabal, R., Arias, S & Segura, R. (2013). Manual de producción de frijol. Cortes, Honduras.
- Matute, C. (2013). Evaluación agronómica de quince cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Estación Experimental del Austro “Bullcay”, mediante el apoyo de la investigación participativa con enfoque de género para la sierra sur del Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
Recuperadode:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5101/1/UPSCT002697.pdf>
- Méndez, G. (2013). Fertilización a base de Algas Marinas y su relación con la eficiencia del uso del agua y de la luz de una plantación de Vid y su efecto en el rendimientoy calidad de frutos. México D.F.: Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7549/MENDEZ%20LOPEZ%2C%20GILDARDO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
- Minchala, L., Villacis, M., Guamán, M., Lépez, R. (1995). INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), El cultivo de fréjol arbustivo en Azuay y Cañar. Estación Experimental Chuquipata. Proyecto frijol zona Andina (PROFRIZA). Cuenca. Ecuador.
- Peralta, E., Murillo, A., Caicedo, C., Pinzón, J., & Rivera M. (1998). Manual agrícola de leguminosas: Cultivos y costos de producción. Estación Experimental Santa Catalina. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/509>
- Peralta, E., Murillo, A., Falconí, E., Mazón, N & Pinzón, J. (2007). Manual de campo para el reconocimiento y control de las enfermedades más importantes que afectan al cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Quito, Ecuador.

- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Rodríguez, D. (2014) Catálogo de variedades mejoradas de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) para los valles y estribaciones de la sierra ecuatoriana. Incluye huella digital y razas. Quito, Ecuador. 3 Ed. Recuperado de:<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/4589>.
- Pérez, M., Yanebis, L., Padrón, I., & Reyes, G., (2020). Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos Tropicales*, 41(2), e09. Epub 01 de junio de 2020. Recuperado en 11 de abril de 2022, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200009&lng=es&tlng=es.
- Segura, A. (1992). Estudio del crecimiento del fruto de café. En: Informe anual de labores 1991- 1992. Convenio ICAFE-MAG. Heredia, Costa Rica. 363 p.
- Tamayo, V. (2011). Comportamiento agronómico de cinco cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Estudios a Distancia, 2011. págs. 27-30, Tesis de grado.
- Trinidad, A. y Aguilar, D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra*, 17, 247-255.
- Vargas, B. (2013). Manual del Cultivo de Fréjol en Bolivia. Recuperado de: <http://jubovar.blogspot.com/2013/01/manual-de-manejo-del-cultivo-delfrejol.html>
- Vásquez, J., Peralta, E., Pinzón, J & Lépiz, R. (1992). El fréjol arbustivo en Imbabura sugerencias para su cultivo. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Leguminosas. Quito, Ecuador.
- Villacis, Y. (2015). Caracterización morfo-agronómica de 15 accesiones de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comunidad de Jashi cantón Chillanes provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Limpieza y preparación del terreno



Anexo 2. División del terreno y surcado



Anexo 3. Siembra de la semilla del frejol



Anexo 4. Primeros brotes u hojas del cultivo



Anexo 5. Aplicación en drench de algas marinas





Anexo 6. Aplicación foliar de algas marinas



Anexo 7. Primeras flores del cultivo



Anexo 8. Vainas del cultivo de frejol



Anexo 9. Toma de datos después de la cosecha

