

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de la aplicación de fosfito de potasio con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad San Isidro en el cantón Montúfar, provincia del Carchi.”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR(A): Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés

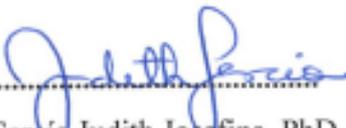
TUTOR(A): PhD. García Judith Josefina

Tulcán, 2021

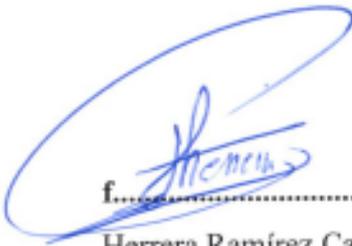
CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés con el número de cédula 040193374-2 ha elaborado el trabajo de titulación: "Evaluación de la aplicación de fosfito de potasio con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad San Isidro en el cantón Montúfar, provincia del Carchi."

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f. 
García Judith Josefina, PhD.

TUTOR

f. 
Herrera Ramírez Carlos David, MSc.

LECTOR

Tulcán, septiembre de 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés con cédula de identidad número 040193374-2 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f. 

Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: "Evaluación de la aplicación de fosfito de potasio con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad San Isidro en el cantón Montúfar, provincia del Carchi." y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2021

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme dado la sabiduría y así poder cumplir mis objetivos trazados durante mi trayectoria universitaria.

A mis padres, por haberme apoyado y siempre estuvieron apoyándome durante mi formación profesional.

A mis hermanos y familiares quienes siempre me motivaron para seguir estudiando y de esta manera cumplir mis metas.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por haberme dado la oportunidad de estudiar y a la vez me siento orgulloso de pertenecer a ella.

A los docentes de la universidad, especialmente a los de la Carrera de Desarrollo Integral Agropecuaria, por haberme brindado sus conocimientos y poder aplicarlos en el campo.

Al Ing. David Herrera y la PhD. Judith García, tutora de mi investigación quién supo guiarme en el transcurso de la investigación y compartió sus conocimientos para culminar con éxito la investigación.

A mis compañeras Liliana y Karina por la amistad, la constancia en el estudio, el apoyo y el esfuerzo que realizamos en nuestra carrera universitaria.

DEDICATORIA

A mis padres, José Cuaical y María Cumbalaza por el constante apoyo en mis estudios y la formación que me brindaron.

A mis hermanos por el apoyo emocional que necesitaba para seguir adelante y cumplir con mis objetivos trazados.

A mi familia por apoyarme en todo momento de mi vida y en especial en mi carrera universitaria.

A todos los docentes de la Carrera de Desarrollo Integral Agropecuaria, quienes han compartido parte de su sabiduría para forme como un profesional.

ÍNDICE

I.	PROBLEMA	14
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.3.	JUSTIFICACIÓN	15
1.4.	OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	16
1.4.1.	Objetivo General.....	16
1.4.2.	Objetivos Específicos	16
1.4.3.	Preguntas de Investigación	16
II.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	17
2.1.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	17
2.2.	MARCO TEÓRICO	18
2.2.1.	Cultivo de arveja (<i>Pisum sativum L.</i>)	18
2.2.1.6.1.	Suelos	21
2.2.1.6.2.	Temperatura.....	21
2.2.1.6.3.	Precipitación	21
2.2.1.6.4.	Luminosidad	21
2.2.1.6.5.	Altitud.....	21
2.2.1.7.3.5.	Tutorado	23
2.2.2.	Fosfito.....	26
2.2.3.	Potasio	27
III.	METODOLOGÍA.....	28
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	28
3.1.1.	Enfoque.....	28
3.1.2.	Tipo de Investigación	28
3.2.	HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	28

3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS	32
3.4.1.	Localización del experimento.....	32
3.4.2.	Superficie del ensayo.....	32
3.4.3.	Descripción y caracterización del experimento.....	32
3.4.4.	Distribución de los tratamientos.....	33
3.4.5.	Población y muestra	33
3.4.6.	Variables respuesta.....	37
3.4.7.	Análisis Estadístico	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
1.1.	RESULTADOS	41
4.1.1.	Análisis de suelo.....	41
4.1.2.	Altura de planta	41
4.1.3.	Diámetro de tallo	45
4.1.4.	Número de flores	47
4.1.5.	Número de vainas	49
4.1.6.	Rendimiento	53
4.1.7.	Relación Costo/Beneficio	53
4.2.	DISCUSIÓN	55
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1.	CONCLUSIONES	58
5.2.	RECOMENDACIONES.....	59
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VII.	ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Características del ensayo.....	33
Figura 2: Distribución de los tratamientos.	33
Figura 3: Diseño de la unidad experimental y ubicación de la parcela neta	34
Figura 4: Altura de planta a los 45 días después de la siembra.....	43
Figura 5: Altura de planta a los 90 días después de la siembra.....	44
Figura 6: Altura de planta a los 105 días después de la siembra.....	45
Figura 7: Diámetro de tallo a los 90 días después de la siembra.	47
Figura 8: Número de flores a los 90 días después de la siembra.	49
Figura 9: Número de vainas a los 90 días después de la siembra.	51
Figura 10: Número de vainas a los 105 días después de la siembra.	52
Figura 11: Preparación del terreno y siembra.....	72
Figura 12: Aplicación de tratamientos.	72
Figura 13: Recolección de datos de la variable altura de planta.	73
Figura 14: Recolección de datos de la variable número de flores.....	73
Figura 15: Recolección de datos de la variable número de vainas.....	74
Figura 16: Evaluación de rendimiento mediante el pesaje.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	29
Tabla 2. Tratamientos en el ensayo	35
Tabla 3. Cuadro comparativo de la composición química de los productos utilizados.....	36
Tabla 4. Características del ensayo.....	38
Tabla 5. Esquema de ANAVAR.....	40
Tabla 6. Análisis de suelo del experimento.	41
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta.	42
Tabla 8: Prueba de Tukey para la variable altura de planta a los 45, 90 y 105 dds.....	43
Tabla 9: Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.....	45
Tabla 10. Prueba de Tukey para la variable diámetro de tallo a los 90 dds.	46
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable número de flores.	48
Tabla 12. Prueba de Tukey para la variable número de flores a los 90 dds	48
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable número de vainas.	50
Tabla 14: Prueba de Tukey para la variable número de vainas a los 90 dds	50
Tabla 15. Comparaciones múltiples de Dunnett con el control químico como testigo para número de vainas a los 105 dds.	52
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable rendimiento a los 120 dds.....	53
Tabla 17. Relación costo/beneficio de los tratamientos.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	66
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas	67
Anexo 3: Costos de producción para el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum L.</i>).....	68

RESUMEN

En el Ecuador, el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) es uno de los más importantes ya que tiene un constante crecimiento. El rendimiento de esta leguminosa se ve afectada por distintos factores de producción, siendo así el objetivo de esta investigación, evaluar el efecto de la aplicación de fosfito de potasio con abonos orgánicos en el desarrollo y rendimiento del cultivo. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), el cual estuvo conformado por diez tratamientos y cuatro repeticiones, donde se midieron las variables: altura de planta, diámetro de tallo, número de flores, número de vainas, rendimiento y la relación costo - beneficio. No se pudieron encontrar diferencias estadísticas significativas en la variable rendimiento, y el mayor rendimiento fue de 9440,24 kg/ha al aplicar Fosfito de Potasio más Humus de lombriz. Se pudo mostrar que en el desarrollo de la planta y en variables como altura de planta, diámetro de tallo y número de vainas, el tratamiento Fosfito de Potasio junto con el fertilizante químico tuvo un resultado satisfactorio. Se concluyó que el Fosfito de Potasio más el abono humus de lombriz fue la mejor alternativa para mejorar el rendimiento del cultivo de arveja. También se mostró que la mejor relación costo - beneficio fue de 0,40 dólares al aplicar el tratamiento químico.

Palabras clave: Arveja, Fosfito de Potasio, Humus, Rendimiento, Fertilización.

ABSTRACT

In Ecuador, the cultivation of peas (*Pisum sativum L.*) is one of the most important since it has continual growth. The yield of this legume is affected by diverse production factors; therefore, the objective of this research was to evaluate the effect of the application of potassium phosphite with organic fertilizers on the development and yield of the crop. A completely randomized block design (DBCA) was used which consisted of ten treatments and four repetitions, where the variables such as plant height, stem diameter, number of flowers, number of pods, yield were measured, and the cost-benefit ratio. No statistically significant differences could be found in the yield variable, and the highest yield was 9440.24 kg/ha when applying Potassium Phosphite plus worm Humus. It could be shown that in the development of the plant and variables such as plant height, stem diameter, number of pods, the Potassium Phosphite treatment together with the chemical fertilizer had a satisfactory result. It was found that Potassium Phosphite plus worm humus fertilizer was the best alternative to enhance the yield of the pea crop. Furthermore, it was shown that the best cost-benefit ratio was \$ 0.40 when applying the chemical treatment.

Keywords: Pea, Potassium Phosphite, Humus, Yield, Fertilization.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2017), menciona que la demanda de alimentos está cambiando, aumentando su consumo; siendo así, que los países en vías de desarrollo tienen una actividad potencialmente económica, la agricultura; donde muchos de los países dependen de ello, por lo que los precios varían dependiendo de los sistemas de producción y la demanda existente.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2016), manifiesta que en el Ecuador existe diversidad agrícola, sin embargo, se deben potenciar ciertos factores como canales de comercialización, investigación, y mejorar el desarrollo de los mercados locales. La producción de arveja verde en vaina es uno de los productos de la Sierra ecuatoriana que tiene mucha demanda y además es uno de los sustentos principales de las familias que se dedican a cultivar (Subía *et al.*, 2007).

Uno de los problemas para la producción de arveja verde en vaina es la utilización excesiva de productos químicos; ocasionando riesgos ambientales como suelos compactos o poco productivos, por lo que el agricultor se ve en la necesidad de aplicar una cantidad de químicos superior en cada nuevo cultivo. Por tal motivo, la nutrición del cultivo y el rendimiento se ven afectados, es por ello que en la presente investigación se aplicará fosfito de potasio y la adición de abonos orgánicos como aporte de nutrición, para medir su efecto en el cultivo.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador, el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) es de enorme importancia tanto en el mercado nacional como internacional, debido a su demanda y de ello dependen un gran número de familias principalmente del centro y sierra norte del país (Subía *et al.*, 2007). Según los datos obtenidos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) menciona que, a nivel provincial, en el Carchi existían 2519 hectáreas de superficie de arveja tierna en vaina cosechada, siendo la más comercializada (INEC, 2018).

Este cultivo es afectado por diversos problemas edafoclimáticos y fitosanitarios, principalmente en las etapas de desarrollo y producción, es por ello que se realiza un manejo técnico. Así mismo existen pérdidas en la cosecha las cuales son causadas por precipitaciones excesivas lo que promueve el desarrollo de patógenos fungosos que atacan a los órganos aéreos de las plantas como hojas, tallos y vainas (Valencia, Timaná, & Checa, 2011).

El desconocimiento por parte del agricultor en variedades de arveja tutorada lo ha llevado a producir otras especies como la arveja arbustiva (crecimiento determinado) siendo una de las fuentes de ingreso de los agricultores de la zona, donde no realizan un manejo correcto para este cultivo, presentando mayor demanda de insumos y mayores costos de producción, generando así menor rentabilidad (Paspuel, 2013).

Otro de los problemas de mayor incidencia es la agricultura convencional, resulta ser la excesiva utilización de productos químicos en los cultivos, afectando los recursos naturales, especialmente suelo y agua. Este tipo de agricultura se ha implementado en los agricultores, permitiéndoles como único objetivo aumentar su producción sin tomar en cuenta la pérdida de la calidad de suelos, haciendo que el desarrollo de los cultivares se vea afectado (Chalán, 2019).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Escaso conocimiento del manejo del cultivo de arveja *Pisum sativum L.* y de productos innovadores que fomenten una buena compatibilidad con los fertilizantes edáficos y orgánicos, causando bajos rendimientos en la producción que afectan la economía de los agricultores.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En las provincias de la sierra ecuatoriana, Chalán, (2019) los agricultores se dedican a la producción de diferentes cultivares como: papas, habas, arvejas, siendo los más importantes y más comercializados. Paspuel (2013) en la provincia del Carchi, estableció que las variedades de arveja de tutoreo (crecimiento indeterminado) se las cultiva generalmente en las zonas altas comprendidas entre los 2700 y 2800 m.s.n.m., específicamente en los cantones de Tulcán, Huaca y Montúfar.

Los productores del cantón Montúfar, están incrementado sus siembras, ya que, desde su experiencia, este cultivo se ha vuelto rentable, los costos de producción son más bajos y se puede realizar dos siembras anuales debido a que la cosecha de este cultivo se realiza en vaina verde. Además, en este tipo de producción interviene la mano de obra familiar por lo que tiene una gran importancia en toda la zona (Vaca, 2011).

Para producir los cultivos de la Sierra, se deben mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, por lo que los pequeños y medianos productores se dedican a la elaboración y aplicación de fertilización orgánica, esta agricultura es la que mejora la calidad de frutos, suelo, agua y aire. De este modo, se fomenta la agricultura orgánica ya que por medio de los recursos naturales los agricultores mejoran los suelos, ofrecen excelentes productos que son amigables con el ambiente y promueven una mejor alimentación para quienes lo consumen (Chalán, 2019).

Esta investigación fue encaminada para la obtención de nuevas alternativas de fertilización con el propósito de mejorar la calidad del producto, reducir costos de producción y aumentar la producción en el mercado comercial. Es por ello, que se aplicó un bioestimulante con abonos orgánicos, esta sería una alternativa que facilite el desarrollo y promueva la resistencia ante enfermedades por medio de la nutrición para incrementar significativamente el rendimiento del cultivo.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de fosfito de potasio con abonos orgánicos en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad San Isidro en el cantón Montúfar, provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar el abono que se asocia mejor con el fosfito de potasio.

Determinar que abono orgánico presenta los mejores resultados para desarrollo de la planta y producción.

Comparar el rendimiento de los tratamientos en estudio.

Determinar cuál de los tratamientos da mayor rentabilidad.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Será que el fosfito de potasio tuvo efecto positivo en el rendimiento del cultivo de arveja?

¿Cómo influyen los tratamientos propuestos en el cultivo de arveja?

¿Qué efecto tienen los tratamientos utilizados en la producción del cultivo de arveja?

¿Cuál será el tratamiento adecuado en cuanto a la fertilización de la arveja para aumentar su rendimiento?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Barreiro, (2018), en la investigación realizada a finales del 2017 en la granja experimental “Vainillo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, evaluó varios tratamientos en los cuales aplicó fosfito de potasio a diferentes dosis y formas de aplicación en el cultivo de pepino, empleando un diseño de bloques completamente al azar teniendo como resultado un incremento del 41% de producción con la adición del fosfito de potasio y un rendimiento de fruto fresco de 39418 kilos por hectárea. Asimismo, con el tratamiento foliar más drench tuvo la mejor utilidad y un beneficio/costo de \$ 2,37.

Al realizar aplicaciones de dos fertilizantes a base de fosfito de potasio en el cultivo de soya se generaron alternativas tecnológicas para mejorar el rendimiento, calidad y rentabilidad del cultivo, dando como resultado que la mejor dosis de aplicación en los dos cultivares y los mejores rendimientos de grano fueron observados en dos aplicaciones de 1,5 L/ha de Foska al follaje, este es un bioestimulante que trabaja de forma conjunta con el mineral fosfito potásico. En cuanto al costo beneficio de los tratamientos aplicados en el cultivo el más rentable fue el tratamiento 3 (1,5 L/ha de Foska) el cual fue aplicado en forma foliar (Pluas, 2016).

En una investigación aplicando fertilizantes obtenidos de fosfito diácido de potasio, los fosfitos actuaron como fungicidas inhibiendo el crecimiento y esporulación de hongos, sin embargo, también aumentó defensas en las plantas. Estos compuestos son fitoalexinas, las cuales tienen acción fisiológica en muchos cultivos principalmente en frutas y hortalizas, ayudando a las plantas a tener una mayor resistencia (Nuñez, Rodríguez, Medina, & Paricaguán, 2017).

En un estudio agronómico realizado en la provincia del Guayas se estudió la productividad y rentabilidad del cultivo de fréjol aplicando fertilización potásica foliar, las cuales fueron analizadas con un diseño de bloques al azar, los resultados estadísticos demostraron que aplicar fosfito de potasio en el cultivo de fréjol era positivo en las tres variedades experimentadas en cuanto a nutrición en general. La variedad más adaptable fue Percal Blanco (Vega, 2018).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*)

2.2.1.1. Origen

La arveja (*Pisum sativum L.*) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad. Existen evidencias del consumo de arvejas silvestres unos 10.000 años antes de Cristo que fueron descubiertas por arqueólogos que exploraban la “Cueva Espiritu” en la frontera entre Burma y Tailandia, en una excavación arqueológica en Jarmo, al noreste de Irak (Fenalce, 2010). Las primeras identificaciones datan de 1.500, donde los botánicos encuentran especies de diferentes colores y texturas de grano. En América fue introducida por los españoles y ha sido cultivada durante cientos de años. A partir de ese momento, empezó a usarse también el grano fresco Krall *et al.* (2006)

2.2.1.2. Importancia del cultivo

El cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) forma parte de la agricultura mundial, debido a la progresiva demanda creciente de arveja en verde. Por otra parte, el manejo de este producto para las industrias es de fácil manipuleo por lo que prefieren una mayor producción de este cultivo, teniendo en cuenta que, la producción en grano verde es mayor que en seco (Huchani, 2004).

La arveja está destinada para usos variados, ya sea como: grano fresco en vaina, en distintas formas de conservación enlatada o como abono verde, mismo que resulta ser útil en la agricultura, entre otros. Además, es uno de los principales cultivos ya que por medio de la rotación mantiene y mejora las condiciones productivas del suelo, al incorporar nitrógeno atmosférico al suelo. Además, el contenido de materia verde sirve como forraje y la materia seca para elaborar ensilado (Quispe, 2018).

2.2.1.3. Valor nutricional

El consumo de arveja existe en todo el mundo, especialmente en el Ecuador, porque resulta ser una fuente excelente de proteínas, fibra y nutrientes. Además, esta leguminosa puede ser consumida por personas diabéticas ya que posee un contenido bajo en sodio y colesterol y una de sus características importantes es que contiene un alto porcentaje de fibra dietética (Vaca, 2011)

2.2.1.4. Clasificación Taxonómica

Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica, (ITIS, 2011) la clasificación taxonómica de la arveja es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Fabeae 23

Género: Pisum

Especie: Sativum

Nombre científico: Pisum sativum

Nombre común: Arveja, guisante, chícharo

2.2.1.5. Morfología de la planta

El cultivo de la arveja (*Pisum sativum L.*) es considerada como hortaliza o legumbre, herbácea, de hábito rastrero o trepador, cuyas características morfológicas lo hacen distinguible. La planta presenta un sistema radicular en conjunto poco desarrollado, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda, Maroto (1990). Presenta un tallo débil, por lo que las variedades altas necesitan un tutorado para guiar. El tallo principal es hueco y muy delgado en la base, va engrosándose progresivamente hacia la parte alta; dependiendo de la precocidad del cultivar, puede emitir desde 6 hasta más de 20 nudos vegetativos por planta. Los cultivares precoces presentan 6 a 8 nudos vegetativos; los semiprecoces de 9 a 11, los semitardíos de 12 a 14, y los tardíos 15 o más (Camarena & Huaranga, 2003).

La arveja (*Pisum sativum L.*) se caracteriza por:

a) Raíz

El sistema radicular presenta una raíz pivotante que desarrolla numerosas raíces laterales o secundarias, las que a su vez se cubren de finas raíces terciarias, que permiten alcanzar un arraigamiento medio en el perfil del suelo. En los pelos radicales se establecen los rizobios formando los característicos nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico (Flores, 2009).

b) Tallo

Casaca, (2005) menciona que los tallos son trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen unas variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame.

c) Hoja

Promosta, (2005) afirma que tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento.

d) Flor

La formación del primer nudo reproductivo del tallo está determinada genéticamente; a partir de este, se inicia la floración que prosigue secuencialmente hacia la parte superior de la planta. Los racimos axilares agrupan 1, 2 o 3 flores, generalmente blancas. Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades; a excepción del “tirabeque”, las “valvas” de la vaina tienen un pergamino que las hace incomedibles (El Agro, 2012).

e) La inflorescencia

“Es racimosa, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas” (Basantes, 2015).

f) Fruto/Vainas

Tienen de 5 a 10 cm. de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades; a excepción del “tirabeque” (variedad que se come verde) ya que la envoltura de la vaina tiene un pergamino que la hace incomedible (Promosta, 2005).

g) Semilla

Tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0,20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor. Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando

las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según variedades (Promosta, 2005).

2.2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos

2.2.1.6.1. Suelos

Dane, (2015) menciona que los suelos deben ser: de texturas medias, franco limosas (FL) a franco-arcillo-arenosas (FarA), con profundidad efectiva de 45 a 60 centímetros, bien drenados, ricos en materia orgánica, pH o acidez de 5,5 a 6,5 y buena fertilidad natural o disponibilidad de nutrientes.

2.2.1.6.2. Temperatura

La arveja se cultiva en climas fríos y medios, temperatura óptima de 13 a 18 °C, con media máxima de 21 °C y mínima de 9 °C. Las flores, las vainas y los granos tiernos son fuertemente afectados cuando se presentan heladas a temperaturas de -1 a -2 °C (Dane, 2015).

2.2.1.6.3. Precipitación

El agro, (2012) afirma que se requiere de una precipitación media de 500 a 1.000 mm durante todo el periodo vegetativo.

2.2.1.6.4. Luminosidad

El agro, (2012) menciona que la presencia de una buena luminosidad favorece los procesos de la fotosíntesis y de la transpiración de la planta, requiriéndose de 5-9 horas/sol/día.

2.2.1.6.5. Altitud

El agro, (2012) menciona que en el país se cultiva dentro de un amplio rango altitudinal comprendido entre los 2.000 a 3.000 msnm.

2.2.1.7. Aspectos agronómicos

2.2.1.7.1. Preparación del suelo

Dependiendo de la pendiente del suelo, la preparación se puede hacer con maquinaria agrícola, tracción animal o en forma manual o una combinación de las mismas. Deben elegirse lotes bien drenados (buena infiltración y/o escurrimiento superficial). En caso de suelos con infiltración lenta, se deben buscar aquellos bien estructurados, con alto contenido de materia orgánica y con

moderada pendiente, donde el exceso de agua de lluvia puede escurrir, sin provocar daños por erosión (Promosta, 2005).

2.2.1.7.2. Fertilización

El cultivo de arveja debe ser evaluado para realizar una correcta fertilización, Fenalce (2006) se debe realizar un previo análisis de suelo y mediante la asistencia técnica del profesional responsable aplicar dicho suministro de nutrientes. Para obtener una producción de 4 a 5 toneladas de vainas verdes por hectárea, este cultivo extrae del suelo, aproximadamente las siguientes cantidades: 125 kg de nitrógeno (N), 30 kg de fósforo 26 (P) y 75 kg de potasio (K), adicionalmente, 65 a 100 kg de calcio (Ca) y 13 kg de magnesio (Mg) por hectárea.

2.2.1.7.3. Labores culturales

2.2.1.7.3.1. Surcado

Se debe realizar un día antes de la siembra con el fin de mantener la humedad en el suelo, una vez preparado se comienza a realizar surcos para preparar el área donde se va a depositar la semilla. La distancia y profundidad está ajustado al que requiera cada tipo de cultivo y la orientación que sea adecuada para el riego. Este trabajo es muy importante ya que protege la planta y facilita el trabajo manual (Peralta E. , 2010).

2.2.1.7.3.2. Siembra

Indican que la arveja se siembra de abril a julio, con 120 a 180 kg/Ha de semilla para las variedades enanas y con 120 a 140 kg/ha para las variedades decumbentes. Se depositan de 1 a 2 semillas por golpe, a una distancia de 30 cm entre plantas y a 60-80 cm de distancia entre surcos para las variedades enanas y decumbentes, respectivamente (Peralta, Manzón, Murillo, Rivera, & Monar, 2010).

2.2.1.7.3.3. Deshierbas

En esta labor de debe controlar las hierbas no deseadas y se debe aportar suelo a la base del tallo removiéndolo formando un pequeño surco entre hileras (Cuasapaz, 2015).

2.2.1.7.3.4. Aporque

Esta labor se la realiza con el objetivo de adicionar una cierta cantidad de suelo suelto en la base de las plantas, para mejorar el crecimiento radicular fomentando un eficaz desarrollo (Sánchez B. , 2019).

2.2.1.7.3.5. Tutorado

Encycpdd, (2011) menciona acerca de las variedades de crecimiento indeterminado al presentar largos períodos de madurez y de producción por lo general requieren de amarre como soporte de la planta, este sistema se utiliza generalmente en la producción de arveja verde para el mercado en fresco.

Colocación de tutores: se deben colocar postes de 2 metros de largo separados cada 4 a 5 metros según la pendiente del suelo. Deben enterrarse a una profundidad de 40 a 50 centímetros. Se necesitan de 2,000 a 2,500 postes por ha.

Colocación de cabuya: la primera línea se coloca a 10 cm del suelo, a la misma distancia se coloca la segunda cabuya y las siguientes se separan 15 cm. Si es necesario se debe colocar hasta 8 ó 12 líneas dependiendo el desarrollo del cultivo (Casca, 2005).

2.2.1.7.3.6. Riego

“El número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo, la variedad, las condiciones climáticas y en ausencia de lluvia puede ser necesario de 5 a 6 riegos por ciclo, es decir un riego cada 15 días aproximadamente, con énfasis en floración y llenado de vainas.” (Peralta E. M., 2013).

2.2.1.7.3.7. Cosecha

La cosecha se la realiza generalmente en verde para consumo en fresco (desde los 120 a 150 días de la siembra, dependiendo la textura del grano). De lo contrario cuando las plantas han terminado su ciclo vegetativo (amarilleo general, la vaina se desgrana fácil) para grano seco (Goites, 2008).

2.2.1.7.3.8. Almacenamiento

El producto posee condiciones perecederas que no superan ocho días de vida útil a temperatura ambiente: sin embargo, al ser tratadas a bajas temperaturas cercanas a 0 °C su vida útil varía,

llegando a prolongarse de 15 a 20 días. Es necesario mencionar que se presentan daños durante el almacenamiento de arveja a $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, disminuyendo la calidad del producto (Fenalce, 2006).

2.2.1.8. Plagas

El cultivo de arveja es atacado por diversas plagas que se encuentran en el medio ya sea por cultivos cercanos o restos de cultivos anteriores por lo que el cultivo es más susceptible a ser atacado desde la emergencia de las plántulas, de esta manera se obtiene un cultivo no uniforme y por lo tanto pérdidas en las cosechas (Fenalce, 2006).

2.2.1.9. Enfermedades

Existe un gran número de enfermedades fungosas que se presentan durante todo el ciclo del cultivo, las cuales influyen directamente en el desarrollo y producción. En la sierra ecuatoriana, las enfermedades más comunes y de importancia económica son: Tizón de Ascochyta, Antracnosis, Botrytis, Mildeo veloso, entre otras (Agronet, 2015).

2.2.1.10. Manejo de problemas fitosanitarios

Las labores que se desarrollan en el ciclo del cultivo deben tener un objetivo que es disminuir la incidencia y severidad de plagas y enfermedades. Para tener un mejor control sobre los problemas fitosanitarios se debe tomar en cuenta algunas consideraciones como son: utilizar variedades de plantas resistentes y adaptadas al medio, establecer densidad de siembra, entre otros. Durante este periodo del cultivo es necesario nutrir a las plantas, controlar hierbas no deseadas y eliminar material que ha sido infectado (Fenalce, 2009).

2.2.1.11. Variedades

Cortez, (2011) manifiesta que en las variedades de arveja hay que tener en cuenta las siguientes características:

- Precocidad: tempranos, medios y tardíos.
- Forma de la semilla en la madurez: lisos o arrugados.
- Color de la semilla en la madurez: verde, amarillo o blanco.
- Tamaño de la planta: bajo o enano cuando su altura es menor de 0,4 m.; semi-trepador entre 0,8-1 m.; trepador o enrame cuando es de 1,5-2 m.

2.2.1.11.1. Variedad Santa Isabel

La variedad de arveja Santa Isabel es de crecimiento indeterminado, que oscila alturas desde 0.80 centímetros, llegando a medir más de 2 metros en sistemas tutorados. El peso del grano en seco (semillas) puede llegar a 34 gramos de 100 semillas. Por otra parte, esta variedad se adapta a climas fríos de 2400 a 2700 m.s.n.m. Se desarrolla en suelos de mediana a alta fertilidad y el rendimiento en verde es de: 6 – 8 Ton/Ha (Checa, 1999).

2.2.1.12. Fertilización

Las distintas especies de plantas destinadas a cultivo necesitan cantidades de fertilización adecuadas que les permitan una excelente producción y del mismo modo conserven de manera natural el suelo donde se lo ha cultivado, evitando niveles deficientes de nutrientes y permitiendo un equilibrio de minerales que seguirán estando disponibles para las plantas (Agripac, S., 2010).

2.2.1.13. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica es un sistema utilizado por pequeños y medianos agricultores en el que integran alternativas de sustentabilidad, con el fin de cuidar el ambiente, sustituyendo la agricultura convencional que comúnmente se utiliza. En este sistema se involucra todo lo necesario que posee una finca, lo cual es utilizado para fertilizar suelos, los mismos que poseen actividad biológica para producir y tener mejor rendimiento de cultivos (Vázquez, 2018).

2.2.1.13.1. Humus de lombriz

Es un abono orgánico, el cual es el resultado de la digestión de materia orgánica que realizan las lombrices rojas californianas y es aprovechado por el hombre en los cultivos. Este abono es una alternativa ecológica completa, ya que posee una rica flora bacteriana beneficiosa que libera nutrientes para el suelo o sustrato, además, se integra al suelo para transformar los elementos químicos contaminantes, para ser aprovechados por las plantas (Ukuncham, 2016).

2.2.1.13.2. Sustrato (Macro y microelementos y 52% de Materia orgánica)

(Champiñonaza)

La champiñonaza es un producto de origen orgánico que se obtiene a partir de la cosecha de champiñones, este tipo de abono tiene variedad de nutrientes los cuales tienen un alto contenido proteico, siendo disponible para las plantas al ser aplicado en diversos cultivos, además puede ser utilizado en la jardinería (Rodríguez, 2019).

Al ser aplicado al suelo, actúa directamente al desarrollo radicular, además, desarrolla la actividad biótica, permitiendo el incremento de microorganismos benéficos. También, este sustrato permite mejorar la capacidad de retención de agua, está libre de patógenos ya que pasa por distintos procesos de pasteurización, mejorando su calidad en campo (Castillo, 2015).

2.2.1.13.3. Sustrato (Turba rubia y negra, fibra de coco, perlita y NPK)

Es un abono de origen orgánico que contiene variedad de nutrientes. Está libre de patógenos desde la elaboración hasta el campo. La aplicación se realiza de forma directa, lo cual ayuda a recuperar la textura, estructura y fertilidad del suelo, por otra parte, fortalece la nutrición vegetal al tener un adecuado balance de nutrientes. Además, guarda humedad, activa y moviliza nutrientes, y estimula el desarrollo radicular. De esta manera, aumenta el rendimiento y baja los costos de producción (Agrofar, 2021).

2.2.1.13.4. Fertilizante 10-30-10 (Químico)

El fertilizante edáfico 10-30-10 es de origen químico y se lo aplica en etapas iniciales de los cultivos. Los elementos presentes tienen una alta concentración de Fósforo, lo cual permite un mejor fortalecimiento de las plantas ya que interviene en el desarrollo radicular, floración y un mejor desarrollo de los frutos (La Colina, 2020).

2.2.1.13.5. Bioestimulante

Un bioestimulante es un tipo de sustancia o microorganismo que al ser aplicado en un cultivo mejora las condiciones de rendimiento ya que, por medio de la absorción, las plantas asimilan los nutrientes y fortalecen su sistema. Además, ayuda a reducir el estrés biótico o abiótico y aumenta el desarrollo vegetativo así como las demás características (Jardin, 2021).

2.2.2. Fosfito

Los fosfitos son bioestimulantes que resultan de la reacción del ácido fosforoso con iones de metales alcalinos como el K, Ca, Mg y Na, los cuales se los considera importantes para la nutrición de cultivos ya que promueven la resistencia en plantas. Este tipo de sustancias no reemplazan a los fungicidas, sin embargo, son empleados como productos complementarios, de esta forma se reduce el uso de pesticidas y se controla el ataque de agentes patógenos (INTAGRI, 2021).

2.2.3. Potasio

El Potasio (K) es uno de los elementos más importantes dentro de la nutrición de cultivos porque participa en el mantenimiento de energía para el traslado y el almacenamiento de foto asimilado. Además es el encargado de mantener el agua en los tejidos de la planta (Pereira Da Silva, Alves Da Silva, De Pinho, Rodas, & Carvalho, 2013).

2.2.3.1. Fosfito de potasio

Los fosfitos de potasio monobásico (KH_2PO_3) y dibásico (K_2HPO_3) se caracterizan por ser más solubles en agua y móviles en la planta, tanto en sentido ascendente como descendente, favoreciendo el fortalecimiento de cultivos (Velandia, Viteri, Rubio, & Tovar, 2012).

Al ser aplicado a los cultivos, resulta ser una fuente importante durante el desarrollo del cultivo, es decir, interviene en la producción de carbohidratos como azúcares, almidones y proteínas, siendo importantes en la producción de cultivos, aumentando peso y tamaño de granos o frutos. El contenido de potasio ayuda a tener un balance hídrico en los frutos que se observan en la calidad del fruto (Peñaranda, 2018).

2.2.3.2. Fosfito de Potasio (Orofos P+K)

El fertilizante concentrado Orofos P+K, permite nutrir y estimular un desarrollo sano de raíces, planta y frutos, además de que aumenta la resistencia natural en toda la planta. El fosfito presente, ayuda a una rápida y eficiente asimilación de fósforo, también ayuda a transportar otros cationes como potasio, magnesio y calcio para obtener frutos de mejor calidad (Serviagro, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativa, porque se realizó la recolección de datos y se los analizó estadísticamente para rechazar o no la hipótesis nula planteada.

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue de campo, experimental y bibliográfica, ya que la investigación se realizó en un cultivo a campo abierto, se implantó un ensayo con diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde se evaluaron diferentes tratamientos a base de fosfito de potasio más fertilización orgánica en el cultivo de arveja tutorada y se tomaron observaciones en las distintas etapas del proyecto.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

Hipótesis alternativa: La aplicación de fosfitos de potasio con abonos orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) aumentan el rendimiento.

Hipótesis nula: La aplicación de fosfitos de potasio con abonos orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) no aumentan el rendimiento.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Variable Independiente Aplicación de Fosfito de Potasio con abonos orgánicos.	Factor 1: Efecto del Fosfito de Potasio sobre el rendimiento del cultivo de arveja. Factor 2: Cuatro fuentes de fertilización que aportan nutrientes al suelo mejorando el crecimiento de las plantas: Humus de lombriz, Macro y microelementos y 52% de Materia orgánica (Champiñonaza), Turba rubia y negra, coco, perlita y NPK (Organic Life) y 10-30-10.	Se aplicó Fosfito de Potasio “Orofos P+K” en dosis de 2,5 ml/l. Humus de lombriz: se aplicó 195 kg por tratamiento. Macro y microelementos y 52% de Materia orgánica (Champiñonaza) se aplicó 24,3 kg por tratamiento. Turba rubia y negra, coco, perlita y NPK (Organic Life) se aplicó 43,2 kg por tratamiento. 10-30-10 (Químico) se aplicó 6,48 kg por tratamiento. Los abonos se aplicaron en dos etapas del cultivo: al momento de la siembra y en la deshierba.	Aplicación foliar utilizando una bomba de mochila, cada 15 días después de la siembra (dds) hasta los 90 días, con un total de seis aplicaciones durante el ciclo de cultivo. La fertilización se realizó de acuerdo al análisis de suelo y las sugerencias de las casas comerciales de cada producto.	Dosificador de plástico, bomba de mochila. Balanza manual. Observación y análisis investigativo.

Variable Dependiente Desarrollo y rendimiento en el cultivo de arveja tutorada.	Altura.	Altura en centímetros.	Se midió a partir de los 45 días después de la emergencia, mediante el uso de un flexómetro. La medición se realizó a partir de la base del tallo hasta el ápice de la planta. Los datos se obtuvieron a los 45, 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra.	Flexómetro, libreta de campo y lápiz. Observación y análisis investigativo.
	Diámetro de tallo.	Diámetro en milímetros.	Se midió a partir de los 45 días después de la emergencia, mediante el uso de un calibrador. La medición se realizó en la base del tallo a partir de los 45 días posteriores a la siembra con frecuencias de 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra.	Calibrador o pie de rey, libreta de campo y lápiz. Observación y análisis investigativo.
	Número de flores.	Número de flores por planta.	Se realizó el conteo de plantas con flores, a los 60, 75 y 90 días después de la emergencia.	Libreta de campo, lápiz. Observación y análisis investigativo.
	Número de vainas.	Número de vainas por planta.	Se realizó el conteo de plantas con vainas a los 75, 90 y 105 días después de la emergencia.	Libreta de campo y lápiz. Observación y análisis investigativo.
	Rendimiento.	Quintales por hectárea.	Se realizó el pesaje con una balanza en kilogramos. Los datos obtenidos fueron de arveja verde en vaina, producida en la unidad experimental.	Libreta de campo, lápiz y herramienta informática (Microsoft Excel). Análisis investigativo.

Análisis económico de los tratamientos. Relación costo/beneficio.

Se calcularon los costos de producción por hectárea, el rendimiento en Kg/ha, el precio promedio de venta y la utilidad, para luego obtener la relación Costo/Beneficio. Herramienta informática (Microsoft Excel).

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La investigación se implantó en la comunidad de Canchaguano, ubicada aproximadamente a 5 kilómetros en el sureste de la ciudad de San Gabriel, la cual está ubicada en el cantón Montúfar, provincia del Carchi. Los límites de la comunidad son: Norte: Barrio Santa Marta de Indújel, Sur: Comunidad San Francisco de Athal, Este: Comunidad Monte Verde, Oeste: Comunidad El Capulí. La altitud es de: 2835 msnm y las coordenadas UTM son: 0°32'39.7" N. 77°48'39.2" E. La temperatura promedio es de: 12,9°C, la humedad relativa es de 85%, la precipitación anual es de 920 a 1200 mm aproximadamente. Los suelos generalmente son Franco arcillosos, con una fertilidad muy alta, con una capa arable profunda y con partes de pendiente (Pastáz, 2015).

3.4.2. Superficie del ensayo

La investigación tuvo una superficie de 1080 m², siendo las dimensiones del terreno de 45 metros de largo por 24 metros de ancho. Se dividió en 40 unidades experimentales con las medidas de 6 m x 4,5 m.

3.4.3. Descripción y caracterización del experimento

La investigación se realizó en condiciones de campo abierto, con una temperatura promedio de 12,9 °C ambiente y una humedad relativa de 85%, en donde se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con diez tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de cuarenta unidades experimentales. Cada tratamiento constó de 150 plantas, de las cuales ocho plantas fueron evaluadas y se les aplicó un análisis de varianza y una prueba de significancia de Tukey al 5%. El rendimiento se cuantificó para cada tratamiento sobre toda el área experimental (6000 plantas).

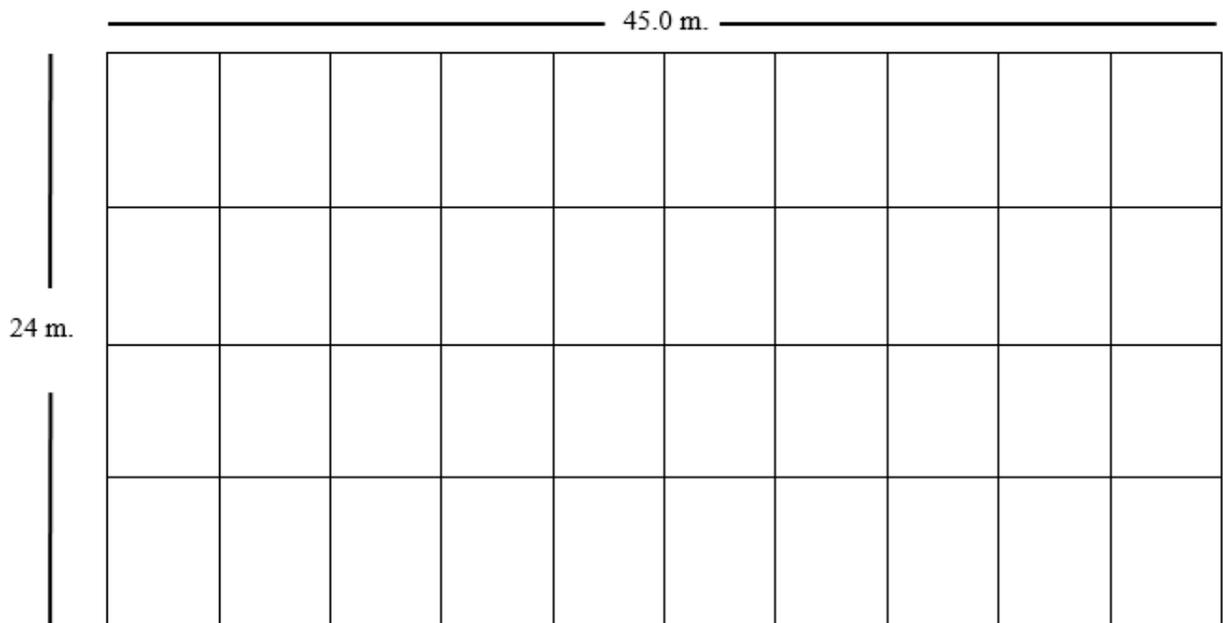


Figura 1: Características del ensayo

3.4.4. Distribución de los tratamientos

La investigación consta de diez tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de cuarenta unidades experimentales, los cuales fueron distribuidas como se observa en la Figura 2.

		N° de tratamientos: 10									
N° de repeticiones: 4	R1	T6	T10	T9	T7	T1	T5	T3	T8	T4	T2
	R2	T3	T10	T8	T5	T9	T1	T2	T7	T4	T6
	R3	T1	T2	T5	T7	T4	T6	T10	T8	T9	T3
	R4	T5	T1	T6	T3	T7	T2	T10	T8	T4	T9

Figura 2: Distribución de los tratamientos.

3.4.5. Población y muestra

La población de esta investigación estuvo representada en 1080 m² conformada por un total de 6000 plantas de arveja (*Pisum sativum*), variedad Santa Isabel de crecimiento indeterminado. Está dividida en 40 unidades experimentales, cada unidad experimental consta de cinco surcos, cada surco (4,5 m) tiene 30 plantas, obteniendo un total de 150 plantas por unidad experimental.

La muestra estuvo constituida por la parcela neta, donde se aplicó el efecto de bordura en todas las unidades experimentales. La parcela neta comprende ocho plantas por unidad experimental, con un total de 320 plantas a evaluar en cada muestreo tomadas al azar, en las variables de respuesta: altura de planta, diámetro de tallo, número de flores y número de vainas, rendimiento y relación costo beneficio. Para el rendimiento se midió el peso total de cada unidad experimental. A continuación, en la figura 3, se muestran las características de la distribución de las plantas en una unidad experimental.

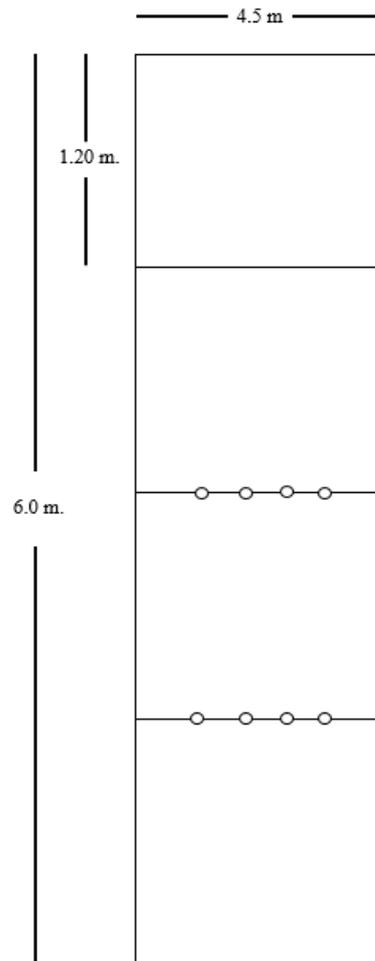


Figura 3: Diseño de la unidad experimental y ubicación de la parcela neta

3.4.5.1. Tratamientos

La investigación estuvo conformada por 10 tratamientos, los cuales se describen en la tabla 2:

Tabla 2. Tratamientos en el ensayo

Tratamientos	Abonos	Descripción
T1	Fosfito de potasio + Humus de lombriz	Se utilizó fosfito de potasio más la fertilización orgánica empleando humus de lombriz.
T2	Fosfito de potasio + Macro y microelementos y 52% de Materia orgánica (Champiñonaza)	Se utilizó fosfito de potasio más la fertilización orgánica empleando Macro y microelementos y 52% de materia orgánica.
T3	Fosfito de potasio + Turba rubia y negra, fibra de coco, perlita y NPK (Organic Life)	Se utilizó fosfito de potasio más la fertilización orgánica empleando Turba rubia y negra, coco, perlita y NPK.
T4	Fosfito de potasio + 10-30-10 (Químico)	Se aplicó fosfito de potasio más la fertilización química empleando 10-30-10.
T5	Fosfito de potasio	Se aplicó fosfito de potasio.
T6	Humus de lombriz	Se aplicó humus de lombriz.
T7	Macro y microelementos y 52% de Materia orgánica (Champiñonaza).	Se aplicó Macro y microelementos y 52% de materia orgánica en cada tratamiento establecido.
T8	Turba rubia y negra, fibra de coco, perlita y NPK (Organic Life)	Se aplicó Turba rubia y negra, coco, perlita y NPK.
T9	10-30-10 (Químico)	Se aplicó 10-30-10.
T10	Testigo absoluto	No se aplicó Fosfito de Potasio ni abonos.

3.4.5.1.1. Fosfito de Potasio:

Se utilizó 50 ml/ 20 litros de agua en cada aplicación, con la ayuda de un dosificador plástico y una bomba de mochila. Se aplicó un total de 500 ml de Fosfito de Potasio durante el desarrollo del ciclo del cultivo, la aplicación se realizó a partir de los 15 dds.

3.4.5.1.2. Fertilizantes:

En la Tabla 3, se describe la composición química del Fosfito de Potasio y los abonos que fueron empleados en la investigación, los cuales son: Humus de lombriz, Champiñonaza, Organic Life y 10-30-10 (Químico).

Tabla 3. Cuadro comparativo de la composición química de los productos utilizados.

Fosfito de Potasio (Líquido)		Humus de lombriz (Edáfico)		Champiñonaza (Edáfico)		Organic Life (Edáfico)		Químico (Edáfico)	
Ingrediente activo	% P/V	Ingrediente activo	%	Ingrediente activo	%	Ingrediente activo	%	Ingrediente activo	%
		M.O.	22,2	M.O.	68-75	M.O.	52		
		N total	1,8	N	3	N	1,96	N	10
P disponible	44,2	P ₂ O ₅	1,55	P ₂ O ₅	2,15	P ₂ O ₅	1,18	P ₂ O ₅	30
K soluble	37	K ₂ O	1,35	K ₂ O	3,5	K ₂ O	2,38	K ₂ O	10
		CaO	8,7	Ca	8,5	Ca	5,34		
		MgO	5,2	Azufre	0,5	Magnesio	0,65		
pH	5,85	pH	6,7	pH	7	pH	7,5	pH	8

Leyenda: M.O.: Materia orgánica.

Para aplicar los distintos fertilizantes se realizó un análisis de suelo previo y se consideraron las sugerencias de las casas comerciales para su utilización. La aplicación se realizó en dos etapas del cultivo, la primera junto con la siembra y la segunda a los 34 días después de la siembra.

El abono Humus de lombriz se utilizó 12,18 kg/unidad experimental, un total de 195 kg para dos aplicaciones a las ocho unidades experimentales.

El abono “Champiñonaza” se utilizó 1,51 kg/unidad experimental, un total de 24,3 kg para dos aplicaciones a las ocho unidades experimentales.

El abono “Organic Life” se utilizó 2,70 kg/unidad experimental, un total de 43,2 kg para dos aplicaciones a las ocho unidades experimentales.

El fertilizante químico 10-30-10 se utilizó 0,405 kg o 405 gramos/unidad experimental, un total de 6,48 kg para dos aplicaciones a las ocho unidades experimentales.

3.4.6. Variables respuesta

Altura de planta: Se tomaron 8 plantas de cada unidad experimental (parcela neta) a partir de los 45 hasta los 105 días después de la siembra con frecuencias de 15 días. La medición se la realizó desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, con la ayuda de la cinta métrica.

Diámetro de tallo: En la parcela neta, se comenzó a medir a partir de los 45 días posteriores a la siembra, en el cuello de la planta mediante el uso de calibrador o pie de rey, con una frecuencia de 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra.

Número de flores: En la parcela neta se tomó datos de la cantidad de flores, con una frecuencia de 60, 75 y 90 días después de la siembra.

Número de vainas: En la parcela neta se realizó el conteo de vainas con una frecuencia de 75, 90 y 105 días después de la siembra.

Rendimiento: Con la ayuda de una balanza, se realizó el pesaje de cada unidad experimental y por cada tratamiento y se realizó el cálculo en quintales (qq) por hectárea de arveja verde en vaina, producida en una cosecha.

Análisis de alternativas económicas: Se calculó el costo/beneficio de los diferentes tratamientos para obtener la rentabilidad de cada tratamiento.

3.4.6.1. Características del ensayo

Las características del ensayo se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4. Características del ensayo

Datos del experimento	Dimensiones
Número de tratamientos	Diez (10)
Número de repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales	Cuarenta (40)
Parcela neta	Ocho (8) plantas
Distancia entre surcos	1,20 m ²
Área total del ensayo	1080 m ²
Área de la unidad experimental	27 m ²

3.4.6.2. Materiales y equipo de campo

Para la presente investigación se utilizó los siguientes materiales de campo: Semilla certificada de arveja de crecimiento indeterminado variedad San Isidro, Fosfito de Potasio (Orofos P+K), Humus de lombriz, Macro y microelementos y 52% de Materia orgánica (Champiñonaza), Turba rubia y negra, fibra de coco, perlita y NPK (Organic Life), 10-30-10 (Fertilizante químico), Ahoyadora manual, Tutores, Piola, Fungicidas, Insecticidas, Herramientas de labranza, Bomba manual de mochila, Dosificador plástico, Marcadores permanentes, Letreros, Libreta de campo, Lápiz o esfero, Cinta métrica, Calibrador o Pie de rey, Estacas, Fundas plásticas, Balanza, Costales. Además, se utilizó materiales de oficina como: Calculadora, Computadora y Cámara fotográfica.

3.4.6.3. Procedimiento

a) Análisis de suelo

Quince días previos a la siembra se realizó el análisis de suelo, se tomaron dieciocho submuestras, en distintas partes del área en forma de zigzag, se las colocó en un recipiente y se procedió a mezclar, obteniendo así, una muestra madre de toda el área del ensayo, dichas muestras se enviaron a la empresa “Labonort” para ser analizadas.

b) Cálculo y dosificación de abonos

Se realizó el cálculo de las necesidades nutricionales del cultivo de arveja en donde empleó los distintos abonos para ser pesados de acuerdo a los ingenieros de las casas comerciales donde se los adquirió y posteriormente aplicarlos en campo en los días planificados.

c) Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se empleó la labranza convencional, es decir se empleó una rastra con la ayuda de un tractor, luego se realizó la limpieza del terreno que consistió en eliminar hierbas no deseadas para dejar el suelo suelto.

d) Delimitación

Se delimitó el terreno, se trazaron los surcos y las divisiones de tratamientos y repeticiones, usando piola y estacas, con las medidas descritas en las características del ensayo.

e) Siembra

Se realizó la formación de surcos a una distancia de 1.20 metros con el uso de azadones, luego se realizó la siembra y con la ayuda de un chaquín se depositó 3 semillas por golpe obteniendo un total de 6000 plantas en toda el área experimental.

f) Fertilización y aplicación de tratamientos.

Se suministró los distintos tipos de abonos por cada tratamiento al momento de siembra y aporque. A los 15 dds se colocó el Fosfito de Potasio por medio de aspersion, a las unidades experimentales destinadas. Se aplicó seis veces el Fosfito de Potasio durante el desarrollo del cultivo, de forma foliar.

g) Tutorado

Esta labor se realizó 20 dds, se colocó los tutores en sus respectivos hoyos previamente preparados; a una distancia de 3 metros en el mismo surco y a 1.20 metros entre surcos; teniendo un total de 300 tutores para toda el área experimental.

h) Encanastillado

El primer encanastillado se lo realizó con el objetivo de reforzar artificialmente la estructura de la planta y mejorar los factores como: mejor expansión vegetativa del cultivo, aplicación de tratamientos fitosanitarios y la cosecha, esta labor se la realizó aproximadamente un mes dds, a 10 centímetros de la base del tutor y cada 15 o 20 centímetros de diferencia para las próximas guías.

i) Deshierba y Control fitosanitario

Se realizó la eliminación de hierbas no deseadas, en donde se utilizó un azadón para retirar plantas que impiden el desarrollo del cultivo; esta labor se la realizó 3 veces en todo el ciclo del cultivo. Por otra parte, se aplicó productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

j) Cosecha

La recolección de vainas se la realizó en una sola cosecha a los 120 después de la siembra. Las muestras recolectadas de cada tratamiento fueron separadas y pesadas para su posterior análisis estadístico.

3.4.7. Análisis Estadístico

El diseño del experimento fue de bloques completos al azar para el control de la variabilidad de la pendiente del terreno; el diseño estuvo conformado por 10 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 40 unidades experimentales. Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico Statistix versión 8.0. El nivel de significancia para el ANAVAR y las pruebas de medias de Tukey fue de 0,05. Luego de haber realizado el análisis se procedió a interpretar los datos obtenidos de acuerdo a las distintas variables en estudio. El esquema de ANAVAR se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Esquema de ANAVAR

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
Tratamientos	$T-1$	9
Bloques	$r-1$	3
Error Experimental	$(T-1)(r-1)$	27
Total	$Tr-1$	39

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1. RESULTADOS

Se utilizó el análisis de varianza para evaluar si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para efectuar la comparación entre tratamientos.

4.1.1. Análisis de suelo

Tabla 6. Análisis de suelo del experimento.

Nutriente	Valor	Unidad	Interpretación
N	38,75	ppm	
P	49,22	ppm	
S	10,25	ppm	
K	1.61	meq/100 ml	
Ca	15,61	meq/100 ml	
Mg	1,72	meq/100 ml	
			Bajo Medio Alto
Zn	1,63	ppm	
Cu	10,09	ppm	
Fe	1278,0	ppm	
Mn	14,06	ppm	
			Bajo Medio Alto
B	0,36	ppm	
			Bajo Medio Alto Tóxico
Ph	5,29		
			Ácido Lig. Ácido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino
M.O.	5,48	%	
			Bajo Medio Alto

4.1.2. Altura de planta

En la Tabla 7, se puede observar el análisis de varianza, a los 45, 90 y 105 días después de la siembra. Un valor de $p < 0,05$, indica que existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y los coeficientes de variación son aceptables. Sin embargo, a los 60 y 75 dds no existieron diferencias significativas. El promedio de altura de planta en este periodo de tiempo (45 dds a 105 dds) ha variado; de 29,48 cm a 125,02 cm de altura, lo que indica que la planta crece en forma ascendente conforme avanza el ciclo del cultivo.

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

		45 dds	60 dds	75 dds	90 dds	105 dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloq	3					
Tratamiento	9	0,0025*	0,1806ns	0,3729ns	0,0065*	0,0015*
Error	307					
Total	319					
Media		29,48	65,90	96,81	118,54	125,02
C.V. (%)		14,65	11,31	9,27	14,42	15,6

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; *= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

Al obtener diferencias estadísticas a los 45, 90 y 105 dds, se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5% (Tabla 8) en la que se obtuvieron dos grupos.

A los 45 dds siendo T3 (F.P. + Organic Life) y T2 (F.P. + Cham) los que tuvieron mayor desarrollo, con un promedio de 31,28 y 31,03 cm de altura, respectivamente. A los primeros días de haber sido aplicados los tratamientos se pudo observar que tuvieron los primeros efectos positivos, sin embargo, a los 90 y 105 dds, el T4 (F.P. + Químico) con un promedio de 127,34 y 135 cm de altura, respectivamente, mantuvo un efecto positivo por lo que la aplicación de Fosfito de Potasio junto con la fertilización química tuvo un mejor comportamiento que el resto de los tratamientos.

Por otra parte, los que tuvieron menor desarrollo fueron: el T8 (Organic Life) a los 45 dds, con un promedio de 27,43 cm de altura, el T9 (Químico) para los 90 y 105 dds con un promedio de 111,66 cm y 116,63 centímetros de altura, respectivamente; por lo que la aplicación de solo fertilizante químico, tiene resultados menores a los otros tratamientos evaluados.

Tabla 8: Prueba de Tukey para la variable altura de planta a los 45, 90 y 105 dds

45 dds			90 dds			105 dds		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
(3) F.P. + Org. L.	31,28	A	(4) F.P. + Quím	127,34	A	(4) F.P. + Quím	135,50	A
(2) F.P. + Cham	31,03	A	(8) Org. L.	121,69	AB	(8) Org. L.	130,25	AB
(1) F.P. + Hum	30,53	AB	(2) F.P. + Cham	120,91	AB	(7) Champ	129,06	AB
(9) Quím	30,18	AB	(5) F.P.	120,41	AB	(5) F.P.	126,94	AB
(6) Hum	29,87	AB	(7) Cham	120,28	AB	(1) F.P. + Hum	126,88	AB
(4) F.P. + Quím	29,21	AB	(1) F.P. + Hum	120,03	AB	(2) F.P. + Cham	125,06	AB
(10) Testigo	28,75	AB	(10) Testigo	117,25	AB	(10) Testigo	123,38	AB
(5) F.P.	28,62	AB	(6) Humus	113,00	B	(6) Humus	119,59	B
(7) Cham	27,93	AB	(3) F.P. + Org. L.	112,81	B	(3) F.P. + Org. L.	116,91	B
(8) Org. L.	27,43	B	(9) Químico	111,66	B	(9) Químico	116,63	B

Leyenda: G.H.= Grupos homogéneos. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo absoluto.

Se realizó una gráfica de barras (Figura 4), en la cual se observa la importancia de la adición de Fosfito de Potasio junto con los abonos, lo cual tuvo como consecuencia un aumento positivo en la variable altura de la planta. A los 45 dds el mejor tratamiento fue el T3 (F.P. + Org. L.) siendo superior al resto y el menor fue el T8 (Organic Life), el cual tuvo un menor crecimiento igualándose con el testigo absoluto.

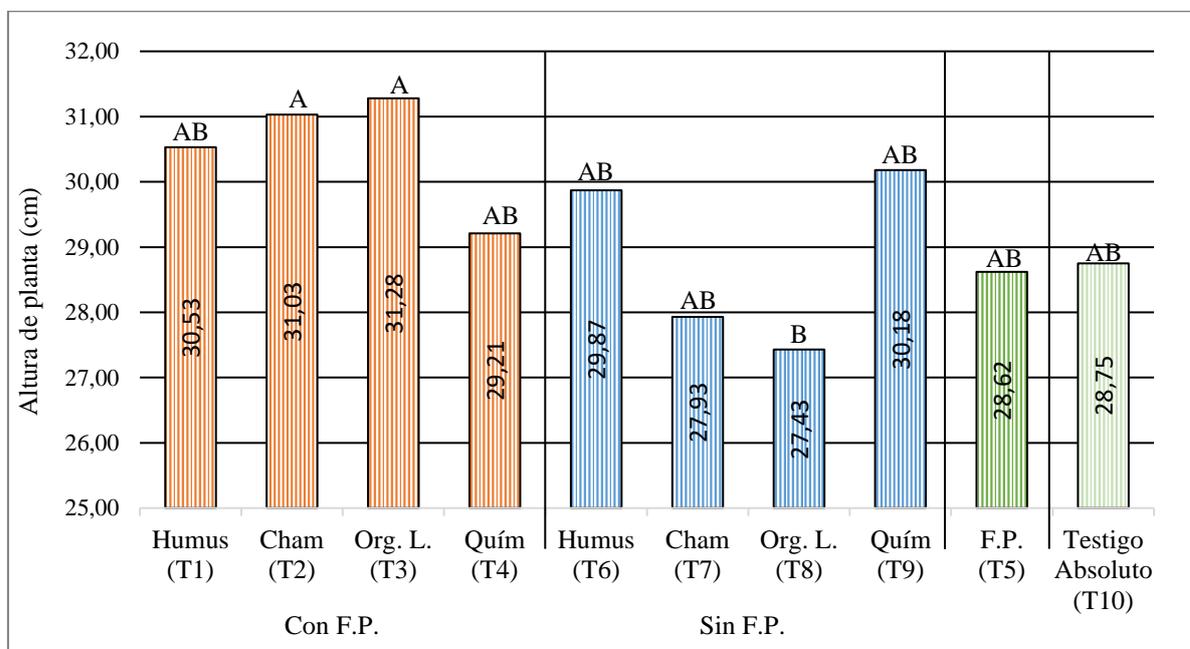


Figura 4: Altura de planta a los 45 días después de la siembra.

Leyenda: F.P.= Fosfito de Potasio. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

Se realizó una gráfica de barras con la variable altura de planta a los 90 dds (Figura 5), en la cual se observa que el T4 (F.P. + Quím) es el mejor de todos los tratamientos al tener un resultado superior al resto, por otra parte, el que tuvo valores inferiores fue el T9 (Quím), con una altura poco satisfactoria.

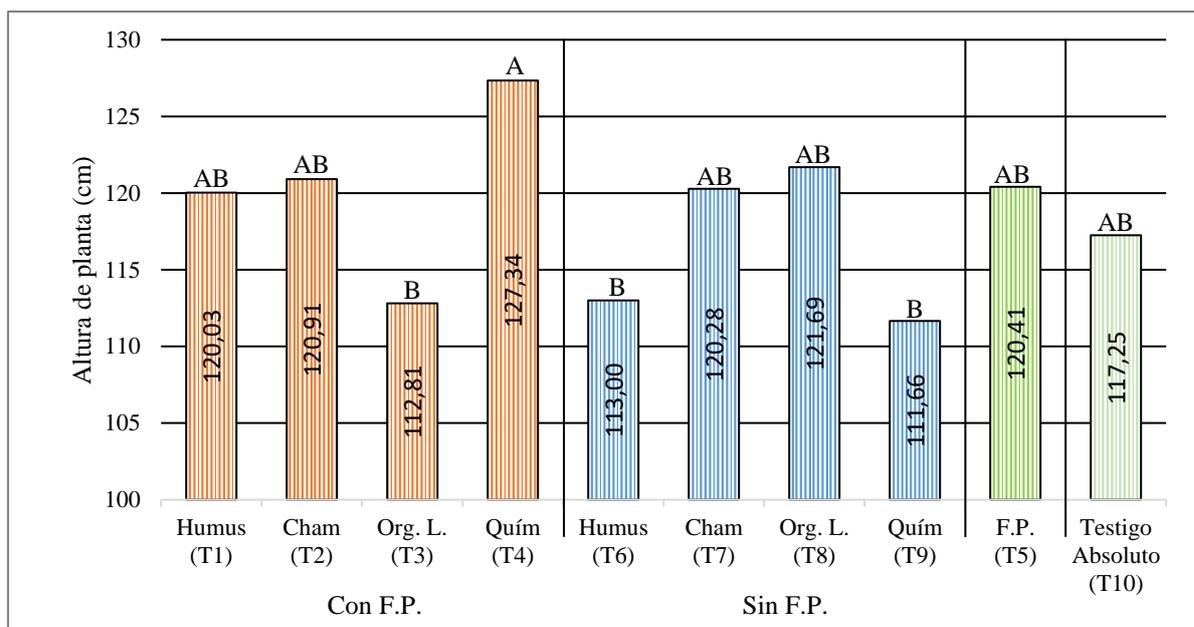


Figura 5: Altura de planta a los 90 días después de la siembra.

Leyenda: F.P.= Fosfito de Potasio. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

Se realizó una gráfica de barras con la variable altura de planta a los 105 dds (Figura 6), en la cual se observa que el T4 (F.P. + Quím) es el mejor tratamiento al tener un resultado superior que el resto, es decir, el F.P. junto con el fertilizante químico mejoran la variable altura de la planta, por otra parte, el T9 (Quím) con valores por debajo del resto de tratamientos, el cual se lo aplica de forma individual, no permite un buen desarrollo de la planta.

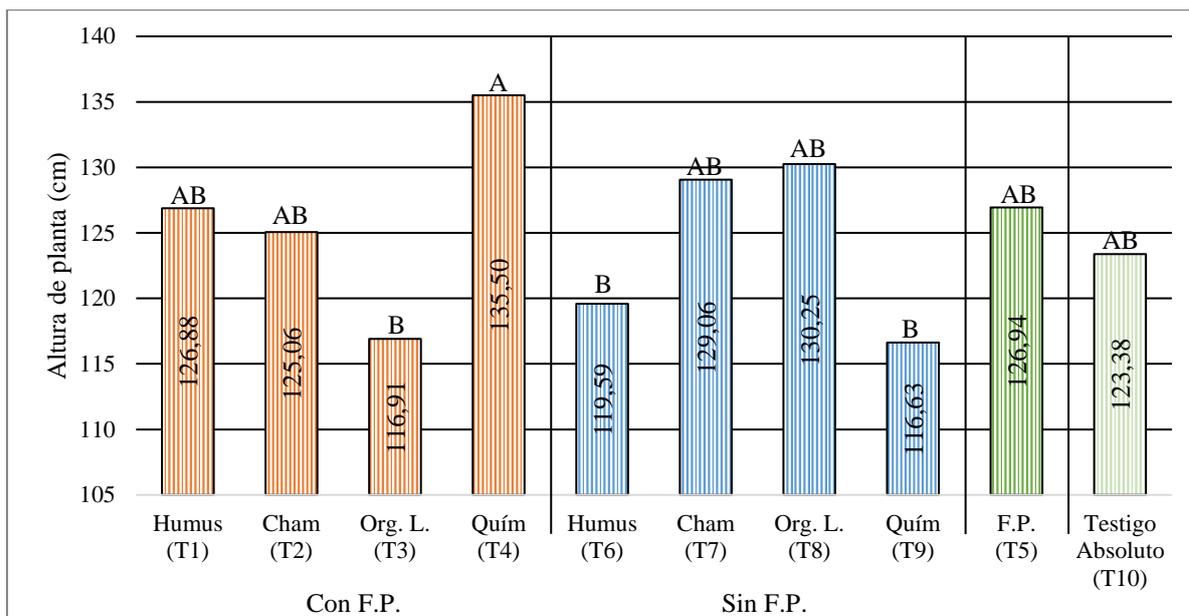


Figura 6: Altura de planta a los 105 días después de la siembra.

Leyenda: F.P.= Fosfito de Potasio. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

4.1.3. Diámetro de tallo

En la Tabla 9, se observa el análisis de varianza, donde se establece que a los 45, 60 y 75 dds no existen diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, a los 90 dds, se muestra una diferencia estadística significativa entre tratamientos, con un valor de $p < 0,05$ y con un coeficiente de variación aceptable. El promedio de diámetro de tallo en este periodo de tiempo (45 dds a 90 dds) ha variado; de 0,23 a 0,40 mm de diámetro, siendo un indicativo del desarrollo del cultivo.

Tabla 9: Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.

		45 dds	60 dds	75 dds	90 dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloques	3				
Tratamiento	9	0,0669ns	0,7074ns	0,1358ns	0,0126*
Error	307				
Total	319				
Media		0,23	0,33	0,37	0,40
C.V. (%)		21,66	18,97	14,85	14,17

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; *= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

Al obtener diferencias estadísticas a los 90 dds, se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5%, (Tabla 10) en la que se obtuvo dos grupos, siendo T4 (F.P. + Químico) el que tuvo mejores resultados en comparación con los demás tratamientos, con un promedio de 0,42 mm de diámetro, este análisis indica que la aplicación de Fosfito de Potasio junto con la fertilización química tuvo un mejor comportamiento con el resto de tratamientos. Por otra parte, el tratamiento que tuvo resultados por debajo del resto fue el T6 (Humus); por lo que la aplicación individual de este tratamiento resulta poco favorable para la variable diámetro de tallo.

Tabla 10. Prueba de Tukey para la variable diámetro de tallo a los 90 dds.

90 dds		
Tratamiento	Media	G.H.
(4) F.P. + Quím	0,42	A
(8) Org. L.	0,42	A
(1) F.P. + Hum	0,41	AB
(5) F.P.	0,40	AB
(7) Cham	0,40	AB
(10) Testigo	0,40	AB
(9) Quím	0,40	AB
(2) F.P. + Cham	0,39	AB
(3) F.P. + Org. L.	0,38	AB
(6) Hum	0,38	B

Leyenda: G.H.= Grupos homogéneos. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

Se realizó una gráfica de barras con la variable diámetro de tallo a los 90 dds (Figura 7), en la cual se observa que el T4 (F.P. + Quím) es el mejor tratamiento frente a los demás, sin embargo, el T8 (Org. L.) presenta los mismos valores respecto al diámetro de tallo; seguido por T1 (F.P. + Hum); T5 (F.P.); T7 (Champiñonaza); T10 (Testigo); T9 (Químico); T2 (F.P. + Champiñonaza); T3 (F.P. + Org. L.) y T6 (Humus) el cual fue el tratamiento con menor diámetro en el tallo.

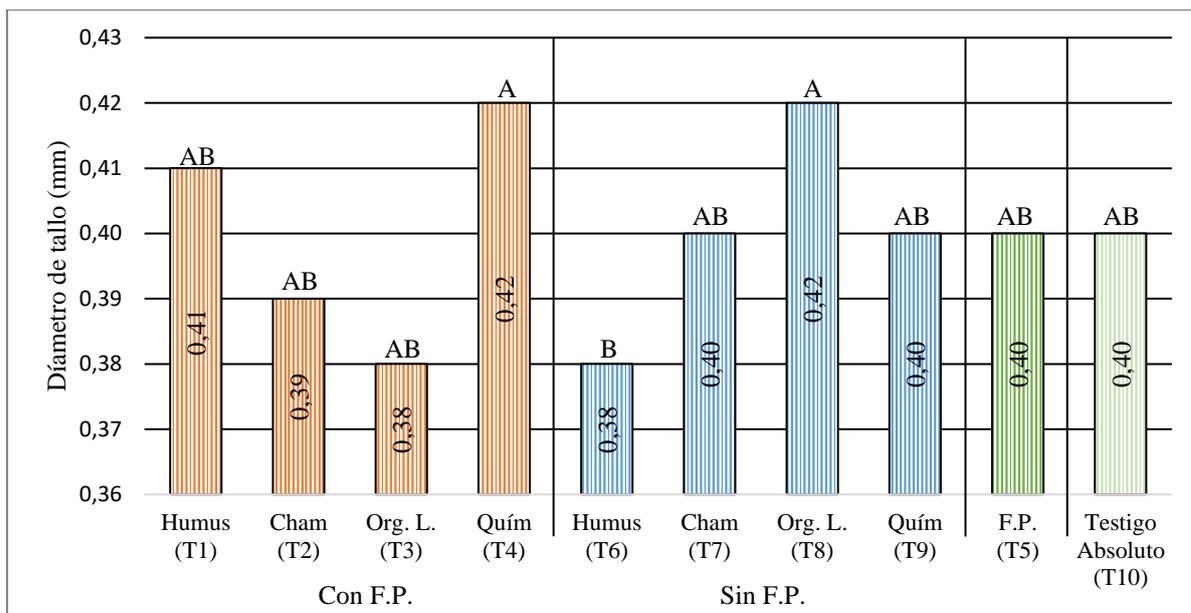


Figura 7: Diámetro de tallo a los 90 días después de la siembra.

Leyenda: F.P.= Fosfito de Potasio. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

4.1.4. Número de flores

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró los datos analizados de los 60, 75 y 90 días después de la siembra, de los cuales no son significativamente diferentes para los días 60 y 75, sin embargo, para los 90 dds se observa un valor de $p < 0,05$; lo cual indica que existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, a pesar de que el coeficiente de variación es alto.

Cabe mencionar que los coeficientes de variación altos son indicativos de que las plantas al inicio de este nuevo ciclo (60 dds), tuvieron inflorescencias bajas hasta llegar a cero; en cambio, a los 90 dds, la cantidad de flores redujo debido al cuajado de frutos.

El número de flores en este periodo de tiempo (60 dds a 90 dds) ha variado de: 1,17 a 2,22 flores, siendo un indicativo de que el Fosfito de Potasio y los abonos han influido positivamente durante el ciclo del cultivo.

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable número de flores.

		60 dds	75 dds	90 dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloques	3			
Tratamiento	9	0,8201ns	0,7166ns	0,0020*
Error	307			
Total	319			
Media		1,17	9,95	2,22
C.V. (%)		110,32	24,62	94,01

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; *= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

Al obtener diferencias estadísticas a los 90 dds para la variable número de flores, se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5%, (Tabla 12), donde se muestra al T8 (Org. L) que tuvo el mejor resultado frente a los demás tratamientos, con un promedio de 3,06 flores por planta. Por otra parte, el tratamiento que tuvo resultados por debajo de los demás fue el T3 (F.P. + Org. L.). Por lo que la aplicación del abono edáfico (Org. L) resulta muy conveniente para la producción de flores en este cultivo. No obstante, la aplicación del abono ya mencionado junto con el Fosfito de Potasio no mejora la producción de flores.

Tabla 12. Prueba de Tukey para la variable número de flores a los 90 dds

90 dds		
Tratamiento	Media	G.H.
(8) Org. L.	3,06	A
(2) F.P. + Cham	2,87	AB
(4) F.P. + Quím	2,68	ABC
(1) F.P. + Hum	2,56	ABC
(5) F.P.	2,31	ABC
(7) Cham	2,25	ABC
(10) Testigo	2,12	ABC
(9) Quím	2,03	ABC
(6) Hum	1,31	BC
(3) F.P. + Org. L.	1,06	C

Leyenda: G.H.= Grupos homogéneos. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

En la gráfica de barras (Figura 8) para la variable número de flores a los 90 dds, se observa al T8 (Org. L.) como el tratamiento con el mejor resultado; es decir con mayor número de flores

seguido por T2 (F.P. + Champiñonaza) y T3 (F.P. + Org. L.) como el tratamiento con menor número de flores por planta.

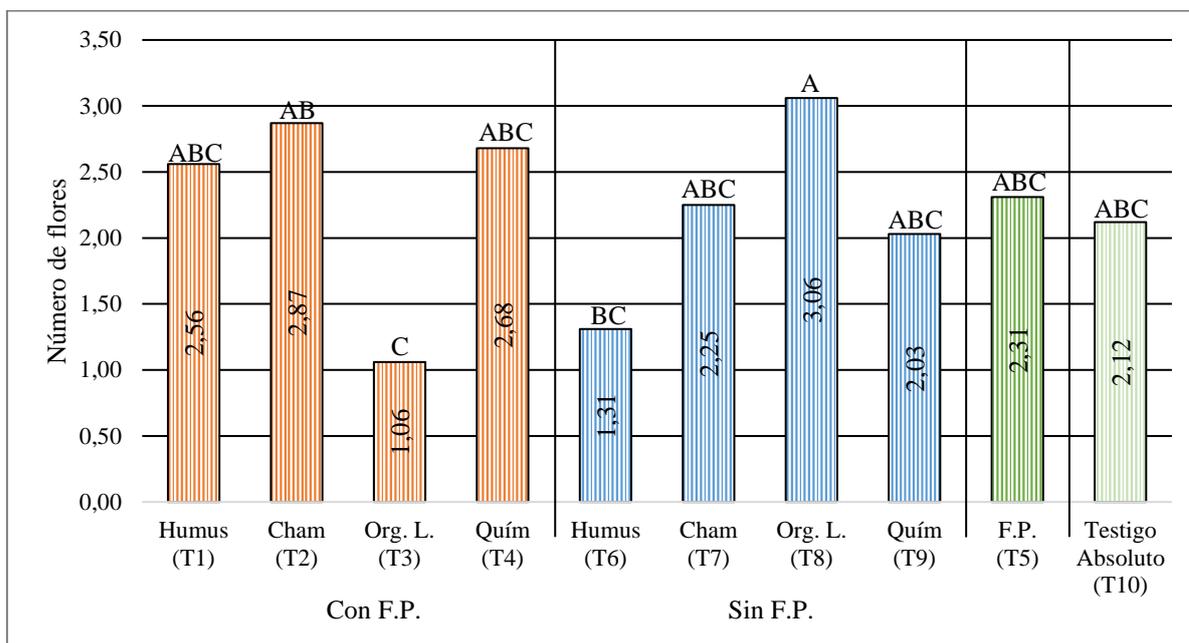


Figura 8: Número de flores a los 90 días después de la siembra.

Leyenda: F.P.= Fosfito de Potasio. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

4.1.5. Número de vainas

Para la variable número de vainas se realizó un análisis de varianza (Tabla 13), donde se muestra que a los 75 dds, no existieron diferencias significativas. Sin embargo, a los 90 dds, existe un valor de $p < 0,05$; lo cual indica que hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, además, los coeficientes de variación son aceptables. El número de vainas en este periodo de tiempo (45 dds a 105 dds) fue de 4 a 11 vainas por planta, aproximadamente.

En este periodo de tiempo, no solo incrementó el número de vainas; si no, también el número de flores como se reflejó en la Tabla 9. Este periodo del ciclo del cultivo es un proceso de transición donde las flores realizan el cuajado de frutos.

Tabla 13. Análisis de varianza para la variable número de vainas.

		75 dds	90 dds
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor
Rep/Bloques	3		
Tratamiento	9	0,6200ns	0,0199*
Error	307		
Total	319		
Media		4,9406	11,834
C.V.(%)		36,72	29,45

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; *= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

Al obtener diferencias estadísticas a los 90 dds, se realizó una prueba de comparación de Tukey al 5% (Tabla 14) en la que se obtuvo como mejor tratamiento a T4 (F.P. + Químico) que tuvo mayor número de vainas, con un promedio de 13 vainas por planta. El tratamiento que tuvo resultados poco favorables fue el T9 (Químico) con un promedio de 10 vainas por planta. Por lo que el Fosfito de Potasio junto con el fertilizante (Químico) mejoran el rendimiento del cultivo en cuanto a número de vainas.

Tabla 14: Prueba de Tukey para la variable número de vainas a los 90 dds

90 dds		
Tratamiento	Media	G.H.
(4) F.P. + Quím	13,25	A
(8) Org. L.	13,25	A
(2) F.P. + Cham	12,15	AB
(5) F.P.	12,09	AB
(7) Cham	12,03	AB
(10) Testigo	11,59	AB
(1) F.P. + Hum	11,34	AB
(3) F.P. + Org. L.	11,21	AB
(6) Hum	11,00	AB
(9) Quím	10,40	B

Leyenda: G.H.= Grupos homogéneos. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

Se realizó una gráfica de barras (Figura 9) para la variable número de vainas a los 90 dds, donde se observa al T4 (F.P. + Quím) y T8 (Org. L.) como los mejores tratamientos, seguido por T2 (F.P. + Cham) y T9 (Químico) como el tratamiento que produjo menor número de vainas.

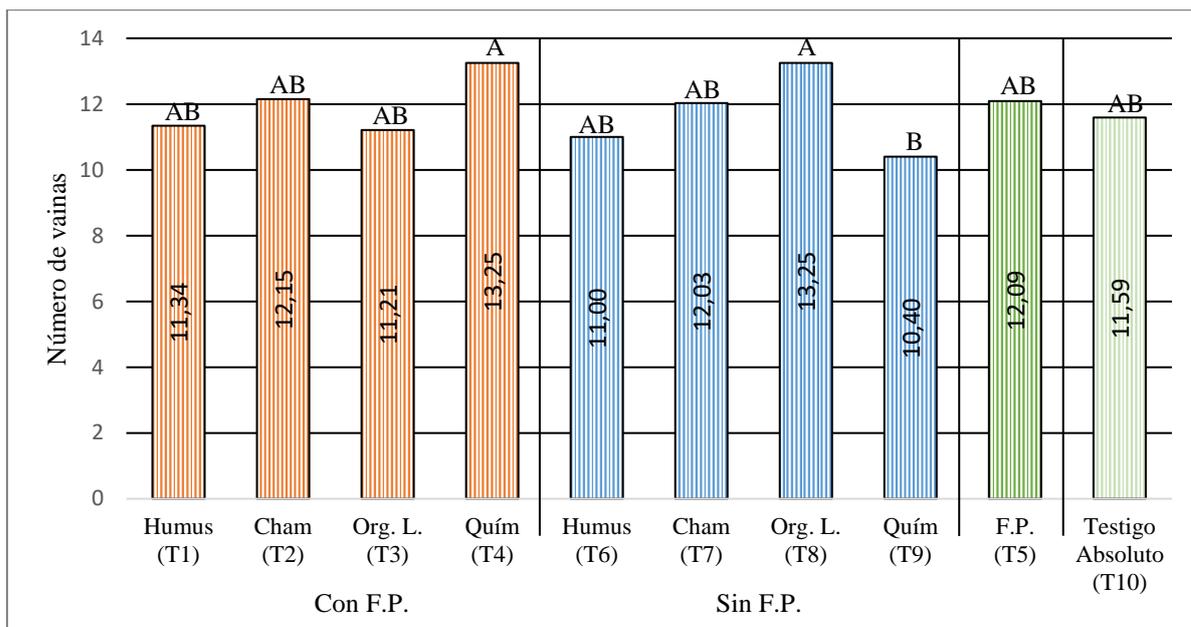


Figura 9: Número de vainas a los 90 días después de la siembra.

Leyenda: F.P.= Fosfito de Potasio. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

Para el análisis de la variable número de vainas a los 105 dds, con la prueba de Tukey no mostraron diferencias significativas; por ello, se realizó una prueba de comparaciones múltiples de Dunnett (Tabla 15), en donde se vieron reflejados los resultados frente al testigo (químico); en donde se observa al T4 (F.P. + Quím.) con diferencia significativa, al tener mayor número de vainas, con un promedio de 16 vainas por planta, mientras que el tratamiento con menor resultado fue el T9 (Químico) con un promedio de 13 vainas por planta.

Tabla 15. Comparaciones múltiples de Dunnett con el control químico como testigo para número de vainas a los 105 dds.

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control químico, número de vainas a los 105 dds				
Tratamiento	Media	Límite Inferior	Diferencia	Límite superior
(1) F.P. + Hum	15,59	-0,899	2,469	5,837
(2) F.P. + Cham	15,06	-1,43	1,937	5,305
(3) F.P. + Org. L.	13,37	-3,118	0,25	3,618
(4) F.P. + Quím.	16,81	0,32	3,687*	7,055
(5) F.P.	15,34	-1,149	2,219	5,587
(6) Hum	13,12	-3,368	0.000	3,368
(7) Cham.	15,81	-0,68	2,688	6,055
(8) Org. L.	15,62	-0,868	2,5	5,868
(9) Quím.	13,12			
(10) Testigo	14	-2,493	0.875	4,243

Leyenda: T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

Se realizó una gráfica de barras (Figura 10) para la variable número de vainas a los 105 dds, donde se observa al T4 (F.P. + Quím.) como el mejor tratamiento y al T6 (Humus) y T9 (Químico) con el mismo resultado inferior al resto de tratamientos, los cuales produjeron menor número de vainas por planta.

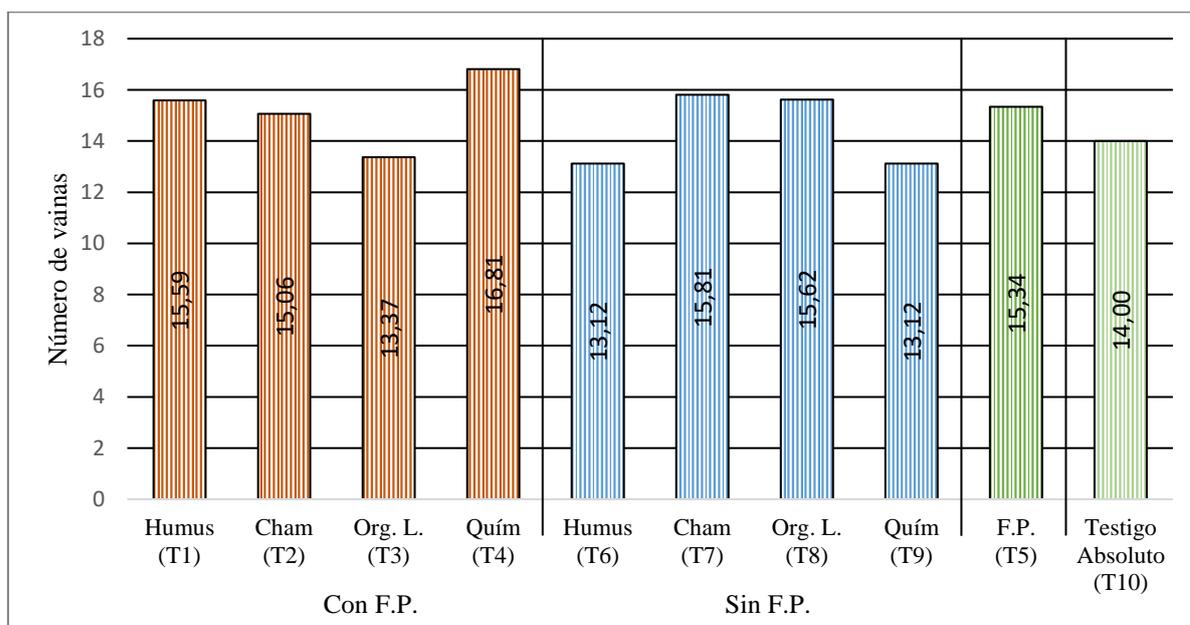


Figura 10: Número de vainas a los 105 días después de la siembra.

Leyenda: F.P.= Fosfito de Potasio. T1= Fosfito de potasio + Humus de lombriz. T2= Fosfito de Potasio + Champiñonaza. T3= Fosfito de Potasio + Organic Life. T4= Fosfito de Potasio + Químico. T5= Fosfito de Potasio. T6= Humus de lombriz. T7= Champiñonaza. T8= Organic Life. T9= Químico. T10= Testigo.

4.1.6. Rendimiento

En el análisis de varianza para la variable rendimiento (Tabla 16) de la cosecha, no existieron diferencias significativas. El peso promedio de los tratamientos fue de 52,48 lb.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable rendimiento a los 120 dds.

		Peso
F.V.	G.L.	p-valor
Rep/Bloques	3	
Tratamiento	9	0,7179ns
Error	307	
Total	319	
Media en lb		52,48
C.V.		17,14%

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado de significancia; *= Significativo; ns = no significativo; C.V.= Coeficiente de Variación; dds = días después de la siembra.

4.1.7. Relación Costo/Beneficio

En la Tabla 15, se detalla el rendimiento de los diez tratamientos, los quintales en $108 m^2$ y el rendimiento por hectárea en kilogramos, además la relación costo beneficio, de acuerdo a los costos de producción de cada tratamiento, el rendimiento y la venta. Para el análisis de datos se consideró un precio promedio de 45,00 dólares por quintal (qq).

Como se observa en la tabla de Relación Costo/Beneficio (Tabla 17), el T9 (Químico) obtuvo un costo beneficio superior al resto, con un valor de 0,40 dólares, siendo así que por cada dólar invertido existió una rentabilidad de 0,40 centavos. Por otra parte, el tratamiento que tuvo menor relación Costo/Beneficio fue el T6 (Humus), el cual obtuvo 0,05 centavos, es decir existió una mínima utilidad. Para la obtención de datos; a la utilidad neta se le restó el costo de producción y de esta manera se obtuvo la relación costo/beneficio.

Tabla 17. Relación costo/beneficio de los tratamientos.

Tratamiento	Total en 108m2 (Kg)	qq en 1080 m2	kg/ha	sacos (125kg)	Costo total/Tratamiento	Producción (ton/ha)	Venta \$	Utilidad	Costo/beneficio
(T1) F.P. + Hum	101,95	0,82	9440,24	75,52	2700,77	9,44	3398,48	697,71	0,26
(T2) F.P. + Cham	101,23	0,81	9372,90	74,98	2570,50	9,37	3374,24	803,74	0,31
(T3) F.P. + Org. L.	96,23	0,77	8909,93	71,28	2547,54	8,91	3207,58	660,04	0,26
(T4) F.P. + Quím	99,45	0,80	9208,75	73,67	2449,65	9,21	3315,15	865,50	0,35
(T5) F.P.	95,32	0,76	8825,76	70,61	2417,10	8,83	3177,27	760,18	0,31
(T6) Hum	81,32	0,65	7529,46	60,24	2589,62	7,53	2710,61	120,99	0,05
(T7) Cham	96,91	0,78	8973,06	71,78	2529,62	8,97	3230,30	700,68	0,28
(T8) Org. L.	92,77	0,74	8590,07	68,72	2507,43	8,59	3092,42	585,00	0,23
(T9) Quím	101,86	0,81	9431,82	75,45	2417,18	9,43	3395,45	978,28	0,40
(T10) Testigo Absoluto	87,18	0,70	8072,39	64,58	2372,83	8,07	2906,06	533,23	0,22

Leyenda: qq: Quintal; Kg/ha: Kilogramos por hectárea.

4.2. DISCUSIÓN

Las variables altura de planta y diámetro de tallo mostraron diferencias significativas en la respuesta a los tratamientos en la última fase de crecimiento, donde predominó el T4 (Fosfito de Potasio + Químico), datos similares fueron obtenidos por Sánchez, (2017) al evaluar tres tipos de fertilización en arveja a campo abierto, donde determinó que en las primeras semanas no obtuvo diferencias significativas, a partir de la tercera semana la fertilización orgánica y química tuvieron los nutrientes requeridos por las plantas lo que permitió un buen desarrollo del cultivo. Cabe mencionar que estas variables cambiaron conforme el cultivo asimilaba los nutrientes y en la última fase de crecimiento alcanzó mayor altura, motivo por el cual, el Fosfito de Potasio más la fertilización se considera que tuvo un efecto positivo en el rendimiento del cultivo.

En esta investigación, para la variable número de flores los tratamientos no presentaron diferencias significativas iniciado el ciclo del cultivo, sin embargo, a los 90 días después de la siembra, el T8 (Organic Life) obtuvo una cantidad superior de flores por planta; difiriendo del resto de tratamientos; coincidiendo con Cangás, 2019; Montes, 2017; Nuñez, *et al.* 2017, al mencionar que el elemento Fosfito junto con el Potasio tuvieron un movimiento activo en los vasos conductores, los cuales dentro de la planta se desplazan desde las hojas incrementando la producción de flores y frutos.

Por esto, la adición de fertilizantes orgánicos como es el caso de los tratamientos: Organic Life y Fosfito de Potasio junto con Champiñonaza, al tener elevadas cantidades de materia orgánica de 52 y 71,5 respectivamente; permitió desarrollar un mayor número de inflorescencias que los demás, concordando con Sánchez, (2017) quien al aplicar fertilización orgánica en arveja obtuvo los primeros botones florales a los 52 días después de la siembra, con estiércol de gallina a los 56 días después de la siembra y con fertilización química a los 59 días después de la siembra, obteniendo una floración más temprana con fertilización orgánica.

La variable número de vainas tuvo diferencias significativas, siendo el T4 (Fosfito de Potasio + Químico) el tratamiento que predominó con un promedio de 16,8 vainas por planta, como mencionan Nuñez *et al.* (2017) y Salamanca & Alvarado, (2012), que la aplicación de Fosfito de Potasio produce resultados favorables para la cantidad de frutos cuajados y durante este ciclo mejoran las características tales como el engrose de la vaina y el color, ya que interviene en la

transpiración de la planta y el control de la pérdida de agua (balance hídrico), de esta manera el fruto obtiene mayor consistencia en los tejidos.

Los abonos orgánicos trabajan de forma eficiente al aplicarlos solos, sin embargo, el Fosfito de Potasio al ser un bioestimulante promueve la traslocación de nutrientes INTAGRI, (2017), por lo que los tratamientos aplicados en campo se vieron afectados significativamente. Es decir, para este caso, el elemento calcio (Ca), resultó ser fitotóxico para las plantas ya que los abonos orgánicos y el suelo tuvieron altas cantidades en cuanto a las necesidades nutricionales de Ca, Moratinos & Zapata, (2004) como mencionan en su investigación que el desequilibrio entre los elementos nutritivos pueden llegar a causar problemas de bloqueos lo que resulta ser una complicada absorción de nutrientes. La relación K/Ca debe tener una correcta proporción ya que el Ca al estar presente en altas cantidades bloquea al elemento potasio (K) lo que trae como consecuencia una dificultosa absorción de este elemento.

El Fosfito de Potasio es incompatible con formulados ricos en calcio y/o reacción alcalina, según la Sociedad Española de Productos Húmicos, S.A. (SEPHU, 2021). Y los abonos edáficos (Humus, Champiñonaza y Organic Life) aplicados contienen altas concentraciones de Ca, 8,7%; 8,5%; y 5,34% respectivamente; estos abonos fueron absorbidos por medio de la mineralización por acción del Fosfito de Potasio. De esta manera, los tratamientos tuvieron un efecto contrario con respecto al tratamiento químico ya que en su composición tienen una cantidad elevada del elemento Ca. Por lo contrario, el fertilizante químico (10-30-10) tuvo mejores resultados ya que no contiene Ca; por consiguiente, no afecta de forma negativa las variables evaluadas.

Otro de los factores que intervienen en el desarrollo del cultivo es el pH del suelo. El área donde se realizó la investigación es fuertemente ácida ya que tuvo un valor de 5,29 y la actividad bacteriana en el suelo resulta ser escasa AEFA, (2021). Con pH ácido en el suelo se restringe la nitrificación y la descomposición de la materia orgánica INTAGRI, (2018) por lo que al aplicar el tratamiento Fosfito de Potasio el pH del suelo no fue óptimo para la asimilación de nutrientes que requiere la planta, debido a que se encuentra en un medio ácido, por otra parte, el tratamiento químico tuvo mejores resultados porque el pH fue de 8 y como resultado se obtuvo un suelo con mayor disponibilidad de nutrientes AEFA, (2021).

El mayor rendimiento para este cultivo fue el T1 (F.P. + Humus) con 9440,24 kg/ha, siendo una producción superior a la de Amaya, (2017) en donde menciona que tuvo una producción de

3265,5 kg/ha; de arveja en vaina verde, al aplicarla con una alta densidad de siembra. Al respecto, Patiño, (2018) menciona que al aumentar la densidad de plantas, disminuye el número de vainas por planta obteniendo una deficiente producción, porque las plantas compiten por nutrientes, agua, luz y espacio, entre otros. Además, con densidades altas se presenta muchos inconvenientes durante el manejo del cultivo, que pueden causar problemas para obtener altos rendimientos, siendo así, que la producción de la presente investigación se considera buena. Por otra parte, Sánchez (2019), tuvo un rendimiento de 13700 kg/ha siendo una cantidad superior en comparación a la presente investigación, al aplicar un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra Antracnosis, obteniendo mejores resultados en rendimiento.

La mayor relación Costo/Beneficio de la investigación fue de 0,40 dólares por parte del T9 (Químico); por lo contrario Moreno, (2019) en su investigación realizada en el cultivo de arveja en el cantón Montúfar tuvo una relación costo/beneficio de 1,14 dólares obtenidos en su investigación. Guacalés, (2021) afirma que los factores que influyen en los precios son: la sobreproducción, intermediarios, clima y demanda, por lo que las ganancias para el productor de esta leguminosa dependen de estos factores.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El Fosfito de Potasio como complemento de fertilización es una alternativa viable para el desarrollo del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad San Isidro ya que permite mejorar la variable número de vainas, siendo un indicativo de rendimiento.
- El Fosfito de Potasio junto al fertilizante químico (10-30-10) se asocia eficientemente, ya que se obtuvieron excelentes resultados en cuanto a altura de planta, diámetro de tallo y número de vainas.
- De las alternativas orgánicas se consideró que el sustrato Organic Life tuvo mejores resultados en cuanto a número de flores, siendo el indicativo más importante para determinar el rendimiento del cultivo, considerando que tuvo el mismo manejo que los demás.
- El Fosfito de Potasio es incompatible con formulados ricos en calcio y/o reacción alcalina, por lo que los tratamientos se vieron afectados negativamente ya que el Ca tuvo cantidades altas en la composición de los tres abonos (Humus, Champiñonaza y Organic Life).
- La fertilidad del suelo fue óptima, según el análisis de suelo; por ello, el rendimiento de los tratamientos fue similar al testigo absoluto al cual no se le aplicó Fosfito de Potasio y abonos (orgánicos y químico), obteniendo una producción equilibrada.
- Para la variable rendimiento, el tratamiento T1 (F.P. + Humus) fue el que obtuvo mejores resultados, con 9440,24 kg/ha, pero no obtuvo una buena rentabilidad.
- El tratamiento T9 (Químico) tuvo el mejor costo beneficio en comparación con el resto de tratamientos y fue de \$ 0,40 dólares; por ello se considera que este tratamiento tuvo una buena rentabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar Fosfito de Potasio en las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y cuajado de fruto, ya que nutre a la planta, por lo que mejora el desarrollo y rendimiento del cultivo.

La presente investigación sugiere a los agricultores el uso de abonos orgánicos en cultivos ya que aportan nutrientes, mejoran la calidad del suelo y por lo tanto los cultivos tienen un buen rendimiento, manteniendo un suelo fértil, nutrido y capaz de absorber y retener agua que sea disponible para las plantas.

Se sugiere seguir investigando sobre el Fosfito de Potasio en diversos cultivares, para medir su eficacia frente a floración y por ende su rendimiento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEFA. (3 de Septiembre de 2021). *Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes*. Obtenido de Clasificación del pH: <https://aeфа-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/clasificacion-del-ph>
- Agripac, S. (2010). Mixpac, nueva solución para el agro. *Revista AGRIPAC*.
- Agrofar. (1 de Julio de 2021). *Agrofar Nutrición Vegetal*. Obtenido de <https://www.facebook.com/agrofarnvi/>
- Agronet. (Marzo de 2015). *bibliotecadigital.agronet.gov.co*. Obtenido de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7708/1/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf
- Amaya, D. (2017). *Establecimiento de un proyecto productivo de arveja (Pisum sativum L.) en un área de 5.000 m2 como alternativa económica ante la deforestación en el municipio de Ragonvalia, Norte de Santander*. Santander: Universidad de La Salle.
- Barreiro, J. (2018). *Efecto de la aplicación de fosfito de potasio en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)*. (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Basantes, E. (junio de 2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador*. (D. Andrade Aguirre, Ed.). Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Camarena, F., & Huaranga, A. (2003). *Cultivo de arveja y haba. Fundamento Técnico para el Monitoreo, reacondicionamiento y valorización de cultivos y crianzas*. Lima-Perú: UNALM.
- Casaca, Á. D. (2005). *El Cultivo de la Arveja (Pisum sativum) 2 Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales*. Costa Rica: Promosta-Dicta.
- Casca, A. (2005). *El Cultivo de la Arveja (Pisum sativum) 2*. Costa Rica: Promosta. Obtenido de Promosta.
- Castillo, C. (2015). *Evaluación de tres fuentes de materia orgánica (Champiñonaza, Bovinaza, y lombrihumus) en la habilitación de cangahua tipo C*. Quito-Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Chalán, J. (2019). *Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.

- Checa, C. (1999). El cultivo de la Arveja (*Pisum sativum*). En S. Sañudo, C. Checa, & M. Arteaga, *Manejo Agronómico de Leguminosas* (págs. 50-64). San Juan de Pasto: San Juan de Pasto:Produmedios.
- Cortez, D. (2011). *Cultivo de arveja*. Obtenido de <http://cultivodearveja.blogspot.com/2011/09/taxonomia-y-morfologia.html>.
- Cuasapaz, E. (2015). *Evaluación de tres dosis de brasinosteroides en dos variedades del cultivo de arveja (pisum sativum linneo), en el cantón San Pedro de Huaca provincia del Carchi*. San Pedro de Huaca: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Dane. (2015). Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. 3-4. Obtenido de cultivo de arveja.
- El Agro. (2012). *La arveja y clima en el Ecuador*. Obtenido de La arveja y clima en el Ecuador: <http://www.revistaelagro.com/2013/08/08/la-arveja-y-el-clima-en-ecuador/>
- FAO, La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*. <http://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>.
- Fenalce. (2006). El cultivo de la arveja en Colombia. En F. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, *El cultivo de la arveja en Colombia* (pág. 83). Bogotá: Produmedios.
- Fenalce. (2009). *Guía ambiental para los cultivos de cereales y leguminosas*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/documentos/cultivos_de_cereales_y_l
- Fenalce. (2010). *Importancia de los cultivos representados por FENALCE*. Obtenido de El cultivo de la arveja, historia e importancia: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302571/2016-16-1/Refbibliograf/Unidad_2/arveja93.pdf
- Flores, M. (2009). *Respuesta del Cultivo de Arveja (Pisum sativum L.) a la Aplicación Complementaria de tres Fertilizantes Foliare tres dosis*. San Gabriel, Carchi.
- Fncypdd. (2011). *El cultivo de la arveja. Federación Nacional de Cafeteros y Programas de Desarrollo y Diversificación*. Cundinamarca, Colombia: Monserrat.
- Goites, E. (2008). *Manual de Cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Buenos Aires: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpmanual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf.
- Guacalés, E. (2021). *Fluctuación de precios de arveja tierna (Pisum sativum) en las provincias de Imbabura y Carchi comercializada en el mercado mayorista Comercibarra, periodo 2014-2017*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

- Huchani, C. M. (2004). Introducción de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en dos épocas de siembra con inoculación de *Rhizobium* en la comunidad de Amarete (Provincia Bautista Saavedra). Saavedra: Facultad de Agronomía. UMSA.
- INEC, I. N. (2018). *INEC*. Obtenido de ESPAC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- INTAGRI. (2017). Fosfito como Bioestimulante en la Agricultura. Serie Nutrición Vegetal Núm. 99 Artículos Técnicos de INTAGRI. *INTAGRI*, 4.
- INTAGRI. (2018). Disponibilidad de Nutrientes y el pH del Suelo. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 113. *Artículos Técnicos de INTAGRI*, 4.
- INTAGRI. (1 de Julio de 2021). *Uso de fosfitos en la agricultura*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-fosfitos-en-la-agricultura>
- ITIS. (10 de Enero de 2011). *Integrated Taxonomic Information System*. Obtenido de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:P_0JbLxHF_kJ:https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt%3Fsearch_topic%3DTSN%26search_value%3D26867+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec#null
- Jardín, P. (1 de Julio de 2021). *Intagri*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- Krall, J. M., Miller, S. D., Cecil, J. T., Bastian, C., Foulke, T., Baltensperger, D. D., . . . Blodgett, S. (2006). Pea production in the High Plains. South Dakota State University Extension. La Colina. (31 de Octubre de 2020). *La Colina*. Obtenido de 10 30 10 Enriquecido: <https://lacolina.com.ec/category/agricola/mezclas-fisicas/genericos-sierras/10-30-10-enriquecido/>
- Maroto, J. (1990). *Elementos de Horticultura General*. España: Ediciones Mundiprensa.
- Moratinos, H., & Zapata, F. (2004). *Bases nutritivas del ferti-riego*. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Moreno, V. (2019). *Determinación de la rentabilidad del cultivo de arveja (Pisum Sativum L.) en la comunidad El Capulí, parroquia San José, Cantón Montúfar, Provincia del Carchi, 2019*. El Capulí: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Núñez, A., Rodríguez, A., Medina, J., & Paricaguán, B. (2017). Characterization of fertilizer based on potassium dihydrogen phosphite obtained with different metallic reducing agents. *Revista Ingeniería UC*, 24(3), 365-371.

- Paspuel, O. (2013). *Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de arveja de tutoreo (Pisum sativum L.) Carchi – Ecuador*. Tulcán, Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Pastáz, J. (2015). *Validación del sistema de herramienta circular de toma de decisiones para el control del Tizón tardío de la papa (Phytophthora infestans) en el sector de Canchaguano, Provincia del Carchi*. El Ángel, Carchi: Universidad de Babahoyo.
- Patiño, K. (2018). *Evaluación de densidades de siembra en líneas de arveja voluble con Gen Afila en Obonuco*. Pasto: Universidad de Nariño.
- Peñaranda, M. (22 de Marzo de 2018). *Metroflor*. Obtenido de Los fosfitos como inductores de defensa vegetal: <http://www.metroflorcolombia.com/los-fosfitos-como-inductores-de-defensa-vegetal/>
- Peralta, E. (2010). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Obtenido de Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/Images/Documentos/Manual%20frejol%20y%20legumin%202010.pdf>
- Peralta, E. M. (2013). *INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias)*. Obtenido de Manual agrícola de frejol y otras leguminosas: Cultivos, variedades, costos de producción: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2705>
- Peralta, I. E., Manzón, O. N., Murillo, I. A., Rivera, M. M., & Monar, M. C. (2010). *Manual Agrícola del Frejol y otras leguminosas*. Quito, Ecuador: Publicación Miscelánea N° 135.(Segunda impresión actualizada).
- Pereira Da Silva, I., Alves Da Silva, J. T., De Pinho, P. J., Rodas, C. L., & Carvalho, J. D. (2013). Vegetative development and yield of the banana cv. "Prata Anã as a function of magnesium and potassium fertilization. *SciELO*, 83-88.
- Pluas, C. (2016). *Efecto de aplicación de dos fertilizantes a base de fosfito de potasio en el cultivo de soya Glycine max L. Merril*. Guayaquil: (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Promosta. (2005). *El Cultivo de la Arveja (Pisum sativum) 2*.
- Quispe, H. (2018). *Evaluación Productiva de dos variedades de Arveja con sistema de tutorado en la localidad de Moyabaya - Provincia Larecaja*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/18404/T-2559.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rodríguez, L. (10 de Marzo de 2019). Obtenido de La champiñonaza, un abono de alta calidad: https://caracol.com.co/programa/2019/03/09/al_campo/1552142480_616066.html#:~:text=La%20champi%C3%B1onaza%2C%20un%20abono%20de%20alta%20calidad,-Se%20elabora%20con&text=Nos%20explic%C3%B3%20que%20la%20champi%C3%B1onaza,jardiner%C3%ADa%20y%20en%20diversos%20
- Sánchez, A. (2017). *Evaluación de tres tipos de fertilización en Pisum Sativum L., a cielo abierto*. Hueyotlipan Tlaxcala: Universidad Politécnica de Tlaxcala Región Poniente.
- Sánchez, B. (2019). *Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis Ascochyta pisi Lib. en arveja Pisum sativum L. de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco Carchi-Ecuador*. Tulcán: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- SEPHU. (29 de agosto de 2021). *Sociedad Española de Productos Húmicos, S.A.* Obtenido de Fosfito Potásico Líquido: https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/009---05.09.07---Fosfitos,-los-Activadores-de-Resistencia-en-las-plantas--Anexo-I-.pdf
- Serviagro. (1 de Julio de 2021). *Orofos P + K*. Obtenido de <http://www.serviagromx.com/producto/orofos-p-k/>
- Subía, C., Peralta, E., Falconí, E., Pinzón, J., Mooney, D., & Swinton, S. (2007). *Diagnóstico sobre el cultivo de fréjol arbustivo y el uso de pesticidas en el sistema de producción, en los valles del Chota y Mira. Provincias Imbabura y Carchi, Ecuador 2000-2005*. Publicación miscelanea N° 138.
- Ukuncham, I. (2016). *Respuesta agronómica de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) a la fertilización química y orgánica en la localidad de Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar*. Guaranda, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar.
- Vaca, R. (2011). *Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (Pisum sativum L.) en Santa Martha de Cuba – Carchi*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Valencia, A., Timaná, Y., & Checa, O. (2011). *Evaluación de 20 líneas de arveja (Pisum sativumL.) y su reacción al complejo de Ascochyta*. Ciencias agrícolas.
- Vázquez, R. (2018). *Bosques Latitud Cero. Evaluación química de bokashi con aplicación de mi-croorganismos eficientes en el cantón Saraguro*. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/415/351>

- Vega, V. (2018). *Respuesta del cultivo de frejol (Phaseolus vulgaris L.) a la fertilización potásica foliar*. (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Velandia, J., Viteri, S., Rubio, N., & Tovar, F. (2012). Efecto del Fosfito de Potasio en Combinación con el Fungicida Metalaxyl + Mancozeb en el Control de Mildeo Velloso (*Peronospora destructor Berk*) en Cebolla de Bulbo (*Allium cepa L.*). *scielo*, 6318.

VII.ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés
NIVEL/PARALELO: EGRESADO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401933742
PERIODO ACADÉMICO: unio - septiembre 2021

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "Evaluación de la aplicación de fosfito de potasio con abonos orgánicos en el desarrollo del cultivo de arveja (Pisum sativum) variedad San Isidro en el cantón Montúfar, provincia del Carchi "

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
LECTOR: MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID
ASESOR: MSC. GARCÍA BOLIVAR JUDITH JOSEFINA

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: VIRTUAL **AULA:** VIRTUAL
FECHA: miércoles, 22 de septiembre de 2021
HORA: 08H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6.09
2) Trabajo escrito 2.61
Nota final de PRE DEFENSA 8.70

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el miércoles, 22 de septiembre de 2021



Firmado electrónicamente por:
**PAUL SANTIAGO
ORTIZ TIRADO**

MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
PRESIDENTE



Firmado electrónicamente por:
**JUDITH
JOSEFINA
GARCIA BOLIVAR**

MSC. GARCÍA BOLIVAR JUDITH JOSEFINA
TUTOR



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS DAVID
HERRERA
RAMIREZ**

MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Cuaical Cumbalaza Carlos Andrés

Fecha de recepción del abstract: 27 de septiembre de 2021

Fecha de entrega del informe: 27 de septiembre de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON PEÑAFIEL ARCOS
EDISON PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3: Costos de producción para el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*)

COSTO DE PRODUCCIÓN EN 1080 m2	
Cultivo: Arveja (<i>Pisum Sativum</i>)	Sistema: Semi-tecnificado
Ciudad: San Gabriel	Parroquia: Gonzales Suarez
Responsable: Carlos Andrés Cuaical Cumbalaza	Fecha: Julio del 2021

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1.- COSTOS DIRECTOS				
Mano de Obra:				
Surcada	1	Jornal	14	14
Siembra	1	Jornal	12	12
Ahoyado/Colocación de tutores	4	Jornal	14	56
Deshierbas/aporque	2	Jornal	14	28
Tutorado	1	Jornal	14	14
Fumigación	8	Jornal	15	120
Cosecha	4	Jornal	12	48
Subtotal				292
SEMILLA				
Arveja	10	Kg.	2,50	25
Tutores	300	Unidad	0,15	45
Fibra	9	Cono	3	27
Subtotal				97
FERTILIZANTES				
Orofos P+K	0,5	L	8	4
Humus de lombriz	4	qq	6	24
Sustrato (Champiñonaza)	2	Kg	8	16
Sustrato (Organic Life)	2	Kg	7	14
10-30-10 (Químico)	6,5	Kg	0,52	3,38
Subtotal				61,38
FITOSANITARIOS				
Lorsban (Chlorpyrifos)	0,5	L	9	4,5
Cosan 80% PM (Azufre k/kg)	1	Kg	4,5	4,5
Fijafix	0,5	L	5	2,5
Daconil (Chlorothalonil)	0,5	L	7,5	3,75
Kañon (Chlorpyrifos)	0,5	L	5	2,5
Dinastia (Deltametrina)	0,5	L	4,5	2,25
Subtotal				20
MAQUINARIA/EQUIPOS/MATERIALES				
Análisis de suelo	1	Análisis	39	39
Arado/Rastra	1	Hora	30,00	30

Estacas	28	Unidad	0,10	2,8
Letreros	40	Unidad	0,32	12,8
Subtotal				84,6
COSECHA				
Empaque	18	Unidad	0,6	10,8
Transporte	18	Unidad	0,6	10,8
Subtotal				21,60
I.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				576,58
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha)				
				576,58
Rendimiento (sacos)				18
Precio unitario (\$/saco)				45
Ingreso Bruto Total (\$)				810
Utilidad Neta Total (\$)				233,42
Relación:Beneficio/Costo(B/C)				0,40
Rentabilidad (%)				40,48
Costo de producción por unidad (\$/qq)				32,03

COSTO DE PRODUCCIÓN EN 10000 m2	
Cultivo: Arveja (<i>Pisum Sativum</i>)	Sistema: Semi-tecnificado
Ciudad: San Gabriel	Parroquia: Gonzales Suarez
Responsable: Carlos Andrés Cuaical Cumbalaza	Fecha: Julio del 2021

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1.- COSTOS DIRECTOS				
Mano de Obra:				
Surcada	10	Jornal	14	140
Siembra	10	Jornal	12	120
Ahoyado/Colocación de tutores	10	Jornal	14	140
Deshierbas/aporque	15	Jornal	14	210
Tutorado	20	Jornal	14	280
Fumigación	15	Jornal	15	225
Cosecha	15	Jornal	12	180
Subtotal				1295
SEMILLA				
Arveja	92,6	Kg.	2,50	231
Tutores	2777,8	Unidad	0,15	417
Fibra	83,3	Cono	3	250
Subtotal				898
FERTILIZANTES				
Orofos P+K	4,6	L	8	37,0
Humus de lombriz	46,3	Kg	6	277,8
Sustrato (Champiñonaza)	18,5	Kg	8	148,1
Sustrato (Organic Life)	18,5	Kg	7	129,6
10-30-10 (Químico)	60,2	Kg	0,52	31,3
Subtotal				623,9
FITOSANITARIOS				
Lorsban (Chlorpyrifos)	4,6	L	9	41,7
Cosan 80% PM (Azufre k/kg)	9,3	Kg	4,5	41,7
Fijafix	4,6	L	5	23,1
Daconil (Chlorothalonil)	4,6	L	12	55,6
Kañon (Chlorpyrifos)	4,6	L	10	46,3
Dinastia (Deltametrina)	4,6	L	9	41,7
Subtotal				250,0
MAQUINARIA/EQUIPOS/MATERIALES				
Análisis de suelo	1	Análisis	39	39
Arado/Rastra	1	Hora	30	30
Subtotal				69
COSECHA				

Empaque	156	Unidad	0,6	93,6
Transporte	156	Unidad	0,6	93,6
Subtotal				187,20
I.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				3323,24
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION (\$/Ha)				3323,24
Rendimiento (sacos)				156
Precio unitario (\$/saco)				45
Ingreso Bruto Total (\$)				7020
Utilidad Neta Total (\$)				3696,76
Relación:Beneficio/Costo(B/C)				1,11
Rentabilidad (%)				111,24
Costo de producción por unidad (\$/qq)				21,30



Figura 11: Preparación del terreno y siembra.



Figura 12: Aplicación de tratamientos.

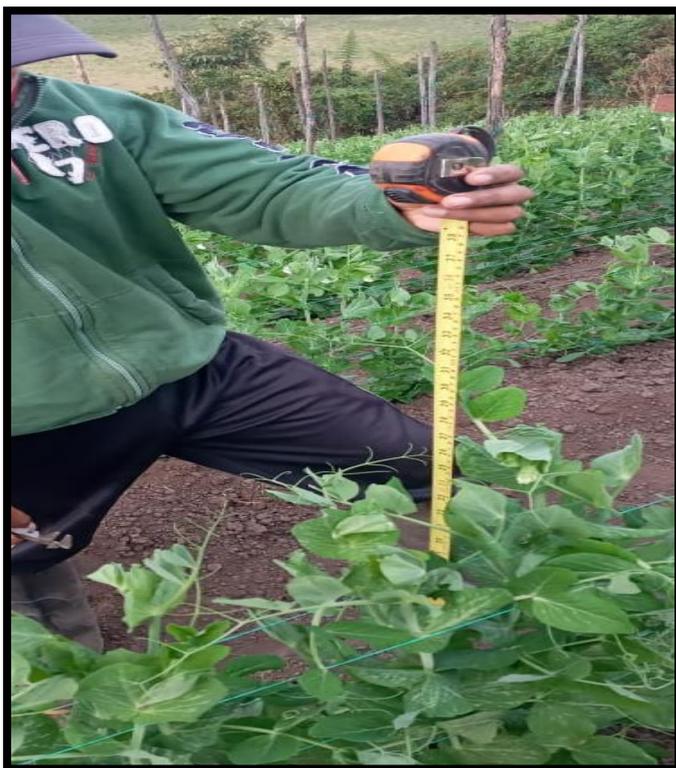


Figura 13: Recolección de datos de la variable altura de planta.



Figura 14: Recolección de datos de la variable número de flores.

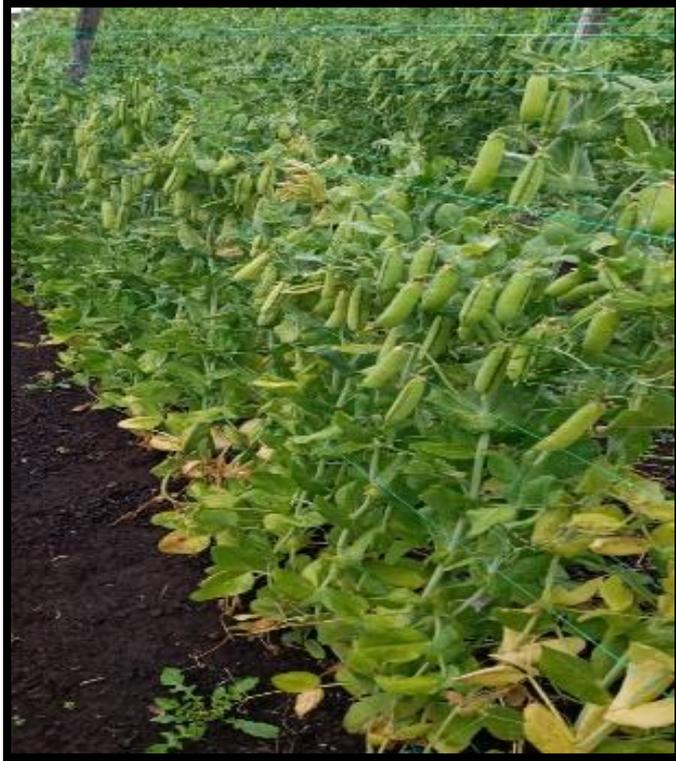


Figura 15: Recolección de datos de la variable número de vainas.



Figura 16: Evaluación de rendimiento mediante el pesaje.