

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



CARRERA DE AGRONOMÍA

TEMA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación del efecto del Bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y componentes de rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Temprana en el cantón Tisaleo.

**DOCUMENTO FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

AUTOR:

Lizbeth Gissel Guamán Tisalema

TUTOR:

Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos

CEVALLOS-ECUADOR 2023

Evaluación del efecto del Bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y componentes de rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Temprana en el cantón Tisaleo.

REVISADO POR:

Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos

Tutor

Miembros de calificación

Fecha

.....

...13/03/2023...

Ing. Patricio Nuñez Phd

Presidente del tribunal de calificación

.....

...13/03/2023...

Ing. Marco Pérez

Miembro del tribunal de calificación

.....

...13/03/2023...

Dr. Michel Leiva

Miembro del tribunal de calificación

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita GUAMÁN TISALEMA LIZBETH GISSEL, portadora de la cédula de identidad 1804845277, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “Evaluación del efecto del Bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y componentes de rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Temprana en el cantón Tisaleo”, es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



Lizbeth Guaman Tisalema

DERECHO DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación del efecto del Bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y componentes de rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Temprana en el cantón Tisaleo”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

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

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



.....

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado, primeramente, a Dios, por regalarme la vida, la fe, para cumplir mis objetivos.

A mis padres Marcelo Guamán y Susana Tisalema, quienes me han apoyado y me han dado la fuerza para cumplir mi meta. Por enseñarme muchos valores, ser responsable, humilde, dedicada, y perseverante.

A mis hermanos Steven Guamán y Jonathan Guamán, a quienes les aprecio mucho y me han ayudado en este trayecto importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, por abrirme las puertas, y permitirme obtener un título profesional.

A los docentes de la Facultad, quienes han brindado sus conocimientos, su paciencia, sus anécdotas, para mi formación profesional.

Al Ing. Jorge Dobronski, tutor del proyecto, quien me ha apoyado, con su conocimiento en el transcurso de esta investigación.

A mis amigas y amigos quienes me han brindado sus consejos y apoyo, para la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	I
DERECHO DEL AUTOR	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I.....	3
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	4
2.2. BASES CONCEPTUALES	6
2.2.1 Cultivo.....	6
2.2.3 Bioestimulantes.....	7
2.2.4 Tipos de bioestimulantes.....	8
CAPÍTULO III	10
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	10
3.1 HIPÓTESIS	10
3.2 OBJETIVOS.....	10
CAPITULO IV	11
MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1 Características del lugar	11
4.2. Ubicación del experimento.....	11
4.3. Clima	11

4.4. Suelo.....	11
4.5. Equipos y Materiales	12
4.6. Factor en Estudio.....	13
4.7. Tratamientos.....	13
4.8. Diseño Experimental	14
4.9. Manejo del Cultivo.....	14
4.10. Variables Respuesta	17
CAPÍTULO V	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
CAPÍTULO VI.....	24
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	24
6.1 CONCLUSIONES	24
6.2 RECOMENDACIONES	25
6.2 BIBLIOGRAFÍA.....	26
6.3 ANEXOS.....	30
Anexo 1. Tablas del análisis de varianza de los tratamientos	31
Anexo 2. Fotografías	33

INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1	13
<i>Tratamientos</i>	13
Tabla 2	23
<i>Variables agronómicas evaluadas en los tratamientos de P. sativum var. Temprana por efecto a la aplicación del Bioestimulante FertuMax</i>	23
Tabla 3 Cuadro de análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación	31
Tabla 4 Cuadro de análisis de varianza de la variable altura a los 30 días.....	31

Tabla 5 Cuadro de análisis de varianza de la variable altura a los 60 días.....	31
Tabla 6 Cuadro de análisis de varianza de la variable altura a los 90 días.....	32
Tabla 7 Cuadro de análisis de varianza de la variable número de granos por vainas	32
Tabla 8 Cuadro de análisis de varianza de la variable peso de vainas	32
Tabla 9 Cuadro de análisis de varianza de la variable peso de vainas	33

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1	14
<i>Diseño de bloques al azar</i>	14
Figura 2	15
<i>Esquema de la distribución de los tratamientos en un diseño de bloques al azar.</i>	15
Figura 3	15
<i>Parcela experimental</i>	15
Figura 4 Preparación del terreno	33
Figura 5 Aplicación del Bioestimulante FertuMax en las semillas de <i>P. sativum</i> var. Temprana.....	33
Figura 6 Colocación de las semillas <i>P. sativum</i> var. temprana	34
Figura 7 Realización de los lotes experimentales e incorporación de abono orgánico de cuy.	34
Figura 8 Instalación de los rótulos en los lotes experimentales	35
Figura 9 Obtención del porcentaje de germinación de los tratamientos	36
Figura 10 Siembra de las semillas germinadas de <i>P. sativum</i> var. Temprana en los lotes experimentales.....	36
Figura 11 Aplicación de fungicida e insecticida en el cultivo de <i>P. sativum</i> var. Temprana.....	36
Figura 12 Registro de la altura a los 30 días de la aplicación del bioestimulante en las semillas de <i>P. sativum</i> var. Temprana.	37

Figura 13 Control de malezas..	38
Figura 14 Registro de altura a los 60 días	39
Figura 15 Elaboracion del aporque en el cultivo de <i>P. sativum</i> var. Temprana.....	39
Figura 16 Registro de la altura a los 90 días	40
Figura 17 Aplicación del Bioestimulante FertuMax en la etapa de floración de <i>P.sativum</i> var. Temprana.....	41
Figura 18 Cosecha de <i>P. sativum</i> var. Temprana de cada tratamiento.....	42
Figura 19 Número de granos por vaina.....	46
Figura 20 Peso de vainas de 10 plantas por tratamiento	48

RESUMEN

En la actualidad la aplicación de bioestimulantes en los cultivos, es uno de los métodos que permite la estimulación de germinación de semillas, aumentar su desarrollo, mejorar la eficiencia de las cosechas. El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Barrio Agua Santa, perteneciente al Cantón Tisaleo, con la finalidad de evaluar el Bioestimulante FertuMax, a base de citoquininas y algas marinas *Ascophyllum nodosum*, *Sargasum sp.* y *Laminaria sp.* En este experimento se evaluaron 3 dosis diferentes del Bioestimulante, (1,5 cc/l; 2,5cc/l y 3,5 cc/l) y un testigo sin Bioestimulante, la aplicación se realizó a la semilla y en la etapa de floración. Se ejecutó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con 3 tratamientos y 4 repeticiones más 1 testigo y se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 5%. La aplicación de D2 (FertuMax 2,5 cc/l), fue el tratamiento que presentó diferencias estadísticas significativas, por lo que, influyó positivamente en las variables de altura a los 30 días, número de granos por vaina, peso de vainas y rendimiento en verde, obteniendo medias de 7 cm, 6,43 granos por vaina, 597 g y 0,60 kg, respectivamente. En las variables porcentaje de germinación, altura de planta a los 60 y 90 días, al realizar la prueba de Tukey al 5%, se obtuvo que los resultados son estadísticamente iguales, sin embargo, presentó diferencias numéricas, los mejores tratamientos fueron con un 92,75% para el tratamiento D2 (FertuMax 2,5 cc/l) y D3 (FertuMax 3,5 cc/l), 16,50 cm y 37,75 cm, respectivamente.

Palabras clave: Bioestimulante, cultivo de arveja, dosis, extracto de algas, FertuMax.

ABSTRACT

Currently, the application of biostimulants in crops is one of the methods that allows the stimulation of seed germination, increase its development, and improve harvest efficiency. The present research work was developed in the Agua Santa neighborhood, belonging to the Tisaleo Canton, with the purpose of evaluating the Fertumax Biostimulant, based on cytokinins and seaweed *Ascophyllum nodosum*, *Sargasum sp.* and *Laminaria sp.* In this experiment, 3 different doses of the Biostimulant were evaluated, (1.5 cc/l; 2.5 cc/l and 3.5 cc/l) and a control without Biostimulant, the application was made to the seed and in the flowering stage. A completely randomized block experimental design (DBCA) was executed, with 3 treatments and 4 repetitions plus 1 control, and analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at 5% were applied. The application of D2 (FertuMax 2.5 cc/l), was the treatment that presented significant statistical differences, therefore, it positively influenced the variables of height at 30 days, number of grains per pod, weight of pods and yield in green, obtaining means of 7 cm, 6.43 grains per pod, 597 g and 0.60 kg, respectively. In the variables germination percentage, plant height at 60 and 90 days, when performing the Tukey test at 5%, it was obtained that the results are statistically equal, however, it presented numerical differences, the best treatments were with 92.75% for treatment D2 (FertuMax2.5 cc/l) and D3 (FertuMax3.5 cc/l), 16.50 cm and 37.75 cm, respectively.

Keywords: Biostimulant, pea culture, dose, algae extract, FertuMax.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la arveja (*Pisum sativum* L.) leguminosa de grano ocupa el tercer lugar en cuanto a superficie sembrada y nivel de producción, las principales provincias donde se cultiva son Tungurahua, Bolívar, Imbabura, Chimborazo, Carchi, Loja y Cotopaxi (INIAP, 2011). Existen problemas relacionados con su producción, uno es el ataque de enfermedades que afectan en todo el ciclo del cultivo; otro es el bajo porcentaje de germinación de la semilla, considerada una de las etapas más importantes y susceptibles (INIAP, 2011). Otro problema constituye las fuertes lluvias o sequías que se presentan en algunas épocas del año, lo que puede ocasionar una reducción de rendimiento (Rozo, 2015).

Según Du-Jardín (2015), un bioestimulante vegetal es cualquier sustancia o microorganismo aplicado a las plantas con el fin de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés biótico y las características de calidad del cultivo. Según Quintero-Rodríguez *et al.* (2018), los bioestimulantes influyen positivamente en la mejora de la producción y calidad de las cosechas. Existen varios modos de acción de los bioestimulantes entre ellos están los extractos de algas marinas que se asocian con hormonas vegetales presentando un impacto positivo en la semilla, la germinación, el crecimiento y desarrollo de la planta (Du-Jardín, 2015).

Existen investigaciones realizadas con el uso de bioestimulantes en otros cultivos como en soja (*Glycine max* L.), un bioestimulante compuesto de citoquinina, ácido indolbutírico y ácido giberélico que según Comelis *et al.* (2010), al aplicarlo vía foliar obtuvo un incremento en el número de vainas por planta y en el rendimiento de grano. Aplicaciones de productos a base de extractos de algas marinas inducen efectos significativos sobre el crecimiento y el rendimiento en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), además reduce los efectos dañinos inducidos por plagas, enfermedades y estrés abiótico (López-Padrón *et al.*, 2021).

En esta investigación se utilizó el bioestimulante denominado FertuMax, el cual contiene citoquininas y extracto de algas marinas, lo que permitió conocer el efecto de la estimulación de la germinación, desarrollo y obtención de un buen rendimiento de (*P. sativum*) var. Temprana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Kocira *et al.*, (2017), realizaron una investigación de los efectos de extractos marinos en dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Polonia, con el Bioestimulante denominado Kelpak SL al ser aplicado vía foliar una sola vez al 0,2% en el cultivar Toska obtuvo como resultado un mayor número y peso de granos, mientras que en el cultivar de Aura, al aplicar la concentración al doble es decir en un 0,4% del Bioestimulante, obtuvo un mayor peso y número de vainas. Por lo tanto, el uso del Bioestimulante depende del cultivar y su frecuencia y concentración.

Según Gutiérrez (2016), realizó una investigación con cuatro Bioestimulantes que contenían extracto de algas, en Molina, Perú, con el fin de evaluar el efecto de estos bioestimulantes, en el rendimiento y calidad de vainita (*P. vulgaris*), empleando un diseño de bloques completamente al azar y obtuvo como resultado que no encontraron diferencias significativas en la variable rendimiento, así como en el peso, el diámetro y la longitud de las vainas.

López (2021), realizó un estudio en el centro poblado de Choclococha, Perú, con el objetivo de evaluar el efecto de dos bioestimulantes denominados vigor plus y microbiota, al aplicar en dosis diferentes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja (*P. sativum*) variedad Alderam, utilizando un diseño de bloques completamente al azar, obtuvo como resultado que el mayor efecto en el crecimiento de plantas de arveja con 144,08 cm es con la aplicación en dosis altas del Bioestimulante vigor plus, así como en la mayor producción de vainas con el promedio de 25,67 vainas por planta y en el peso con valores de 213 gr/ planta al uso de este mismo Bioestimulante en las mismas concentraciones.

Sanjay, *et al.* (2013), realizaron un estudio con el extracto de hojas de *Moringa oleífera* como bioestimulante para aumentar el rendimiento del guisante, este experimento fue desarrollado a campo abierto en el Instituto de Productividad Forestal, Lalgutwa, Ranchi, en el cual establecieron un diseño de bloques al azar. Al realizar las aplicaciones de un 12,5%, 25% y 50% y un control

sin aplicación, registraron un mejor peso fresco y seco de las vainas de guisantes con un 12,5% de extracto de moringa, en comparación al control. De la misma forma la aplicación con un 25% del Bioestimulante registraron una respuesta estadísticamente similar al tratamiento anterior.

Vaca (2011), realizó una investigación con el fin de identificar el mejor Bioestimulante y dosis de aplicación al cultivo de arveja (*P. sativum*) variedad Obonuco Aldina de origen colombiano, este estudio fue realizado en Santa Martha de Cuba, en la provincia de Carchi, Ecuador, como resultado obtuvo que la aplicación del Bioestimulante Siaptom en dosis de 10 y 12,5 cm³/l, presenta una mejora en la producción de la arveja.

Dziergowska, *et al.* (2021), realizaron un estudio con el objetivo de observar la respuesta de extracto de algas en la germinación y crecimiento de la soja (*Glycine max* L.), para lo cual utilizaron macroalgas (*Cladophora glomerata*) recolectadas de un estanque en Polonia, para producir el extracto de algas al 100%, en el laboratorio. La concentración obtenida la usaron para preparar extractos al 20%, 40%, 60% y 80%, y aplicarlas a las semillas. Observaron que al aplicar el 20% y 80% de extractos de algas obtienen un mejor resultado en la germinación, la longitud y el peso de las plántulas.

Gálvez (2015), realizó un experimento para determinar cómo influye la aplicación del Bioestimulante de extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) Kurtz, en el rendimiento en verde de arveja (*P. sativum*) var. Usui, en Ayacucho, Perú, y para ello, utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 14 tratamientos. Determinó que en la variable altura de la planta no existieron diferencias significativas en los tratamientos. El tratamiento 12 que contenía micro elementos en una concentración del 25% del bioestimulante de extracto de alga *S. communis* incrementó el rendimiento en verde de la arveja. Las variables determinadas en el experimento influyeron en el rendimiento, con un 99,3% en el número de vainas por planta, un 67,3% en el índice de cosecha, un 66,5% en el número de granos por vaina y un 63,4% en la longitud de vaina.

2.2. BASES CONCEPTUALES

2.2.1 Cultivo

La arveja (*P. sativum*), es una leguminosa importante en la alimentación de las personas y los animales, debido a su contenido de almidón, proteína y otros nutrientes (Dahl, *et al.* 2012). Según Dhall (2017), la arveja es un cultivo altamente nutritivo, con un contenido de proteínas, carbohidratos, minerales como calcio, fósforo y magnesio y vitaminas A, B y C.

En el mundo quienes más producen esta leguminosa son Europa, China, India, Australia y Estados Unidos; Francia, Canadá y Australia cultivan más de 2 millones de hectáreas (Lazányi, 2005). Según McKay, *et al.* (2003), los países de Europa, Australia, Canadá y Estados Unidos cultivan más de 4,5 millones de acres y son los principales exportadores de arveja.

En Ecuador, según INEC (2020), las principales provincias de producción de arveja son Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua. La superficie sembrada para arveja seca o grano seco en la región interandina es de 1532 ha y una superficie cosechada de 1461 ha., mientras que la superficie sembrada para arveja tierna o en vaina en la región sierra es de 5794 ha y una superficie cosechada de 5599 ha (INEC 2020). En la provincia de Tungurahua, la superficie sembrada de arveja tierna o en vaina fue de 339 ha y una superficie cosechada de 318 ha (INEC 2020).

Uno de los problemas que este cultivo presenta para los productores, son los bajos rendimientos; así como, los problemas de las pérdidas de áreas sembradas por enfermedades, plagas, sequías, heladas y por el uso de semilla común (INIAP, 2004). Por lo tanto, la aplicación de bioestimulantes antes de la siembra sería una solución recomendada (Klimek-Kopyra, *et al.* 2019).

2.2.2 Fenología

Las fases fenológicas de la arveja son las siguientes: germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de los frutos.

Germinación

La germinación es un conjunto de procesos que ocurren en las semillas, desde que el embrión aparece hasta que se haya formado una pequeña planta, además la arveja tiene una germinación hipogea o bajo el suelo (Flores, 2009). Las semillas de leguminosas requieren ciertas condiciones para su germinación como son: luz, temperatura, humedad (Dávila, *et al.* 2003).

Crecimiento vegetativo

Esta fase inicia con la aparición de las hojas verdaderas, de los nudos vegetativos, ramificación del tallo principal, aparición de hojas y zarcillos (FAO, 2018).

Floración

En esta etapa aparece un pequeño brote en el ápice del tallo, la flor de la arveja se caracteriza por desarrollarse cerrada por hojas superiores (Prieto, 2008).

Fructificación y maduración de los frutos

Según la FAO (2018), la etapa de fructificación empieza de 8 a 10 días después de floración, donde ocurre la fecundación de ovarios, para dar lugar a la formación de vainas planas donde se desarrollarán los granos inmaduros, hasta alcanzar el estado de madurez para consumo en verde.

2.2.3 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son compuestos que modifican el rendimiento y calidad de los cultivos, estos pueden ser extractos de plantas o extractos de animales, o estar combinados con nutrientes, vitaminas o reguladores de crecimiento (Saborío, 2003).

2.2.4 Tipos de bioestimulantes

Según Calvo, *et al.* (2014), existen diferentes tipos de bioestimulantes, estos son inoculantes microbianos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, hidrolizados de proteínas y extractos vegetales.

Inoculantes microbianos

Los bioestimulantes compuestos por inoculantes microbianos, como cepas que pertenecen a géneros como *Azospirillum*, *Azotobacter* y *Rhizobium* y hongos micorrícicos al ser aplicados a las plantas generan un mejoramiento en el desarrollo y el rendimiento, así como permite una estabilidad en condiciones ambientales (Rouphael y Colla, 2018). En los cultivos de *P. sativum* y *Vicia faba*, al ser inoculados con cepas de *Rhizobium* tolerantes a la sal, estas leguminosas presentan nódulos más grandes y altos niveles de nitrógeno (Van-Oosten, *et al.* 2017).

Ácidos húmicos

Las sustancias húmicas son el resultado de residuos vegetales, animales y microbianos, además presentan un alto peso molecular; el uso de este compuesto promueve el crecimiento de las plantas y el rendimiento de los cultivos, ya que contribuye especialmente a la fertilidad del suelo, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Du-Jardín, 2015).

Ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos son los responsables de la quelación y movilización de iones metálicos como el hierro, aluminio y otros nutrientes, estos ácidos presentan un bajo peso molecular, lo que permite una mejor absorción, mejorando la calidad, crecimiento de las plantas y rendimientos de diferentes cultivos (Calvo *et al.* 2014).

Hidrolizados de proteínas

Las proteínas hidrolizadas son una mezcla de aminoácidos, péptidos polipéptidos y proteínas

desnaturalizadas obtenidas por hidrólisis química, enzimática y térmica de proteína vegetal y animal, estas proteínas de origen animal al ser aplicadas en el cultivo de lechuga logran obtener un mayor peso fresco y seco en comparación al testigo según varias investigaciones (Bulgari, 2019).

Extractos vegetales

La mayoría de bioestimulantes a base de extractos de algas marinas, provienen del alga parda *Ascophyllum nodosum*, estas formulaciones inducen el crecimiento de las plantas y mejora la tolerancia a la salinidad y sequías (Van-Oosten, *et al.* 2017).

Estos productos a base de extractos vegetales pueden aplicarse a diferentes cultivos de forma foliar, edáfica, imbibición de semillas; entre otras formas, presentando respuestas positivas en el aumento de la tasa de germinación, incremento de área foliar, inducción de raíces mejorando la absorción de los nutrientes (Espinosa-Antón, *et al.* 2021).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

Hipótesis nula

La aplicación del bioestimulante FertuMax no influye sobre la germinación, altura y en los componentes de rendimiento de *P.sativum* Var. Temprana.

Hipótesis alternativa

La aplicación del bioestimulante FertuMax influye positivamente sobre la germinación, altura y en los componentes de rendimiento de *P. sativum* Var. Temprana.

3.2 OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el efecto del bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y los componentes de rendimiento de (*P. sativum*) Var. Temprana en el cantón Tisaleo.

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de germinación de semillas de arveja (*P. sativum*) Var. Temprana con el uso del bioestimulante FertuMax.
- Evaluar el efecto del bioestimulante sobre la altura de la planta (*P. sativum*) Var. Temprana.
- Identificar cual dosis del bioestimulante FertuMax favorece en los componentes de rendimiento agrícola de (*P. sativum*) en la Var. Temprana.

CAPITULO IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Características del lugar

La investigación se realizó a campo abierto, de acuerdo con las características que se describen a continuación.

4.2. Ubicación del experimento

El ensayo se realizó en el sector Agua Santa - Bellavista, de la comunidad de Santa Lucía Arriba, del cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua. Según el GPS está ubicado a una altitud de 3.432 msnm. en las coordenadas 01° 22' 23'' S y 78° 40' 29'' W.

4.3. Clima

GAD Municipal de Tisaleo (2015) mencionó que Santa Lucía Arriba, sector Bellavista tiene una temperatura que varía desde los 8 a 10°C, se registran precipitaciones de 800 mm a 1000 mm anuales, presentando una alta humedad en este sector de un 85% promedio, mientras que el cantón Tisaleo presenta una humedad relativa media del 75%.

4.4. Suelo

Según **Sánchez et al. (2018)** los suelos del cantón Tisaleo son limosos y fumíferos, es decir, son suelos negros, aptos para la agricultura.

Mientras que el **GAD Municipal de Tisaleo (2015)** mencionó que existen suelos del orden Inceptisoles y Entisoles y suborden Andeps. Las características de estos suelos se presentan en el siguiente cuadro:

Tipo de suelo	Características
	<ul style="list-style-type: none"> • Cangagua a 70 cm de profundidad. • Suelos negros profundos, limosos con arena muy fina. • Muy negros profundos, limosos con arena fina. • Suelos profundos húmedos, ceniza negra, pero con color más claro.
Inceptisoles	<ul style="list-style-type: none"> • Negros, arenosos de ceniza, arena fina con materia orgánica del 3%.
Entisoles	<ul style="list-style-type: none"> • Cangagua pura o erosionada.

Fuente: (GAD Municipal de Tisaleo, 2015)

4.5. Equipos y Materiales

Equipos

- GPS.
- Computadora portátil Dell.
- Cámara de germinación.
- Tractor (Case- JX 95 HP- año 2005).
- Bomba de fumigar a mochila (Superelli 20L).
- Equipo de protección (Botas, mascarilla, pantalón y chompa impermeable).
- Balanza manual de reloj plato elíptico marca Soyoda SPY10.

Materiales

- Bioestimulante “FertuMax”.
- Semillas de arveja (*P. sativum*) Var. Temprana.
- Lote de terreno.

Materiales de campo

- Tanque 200 L.
- Azadones.
- Cinta métrica (KYOTO 3 m).

4.6. Factor en Estudio

Dosis

D1 = 1,5 cc/l

D2 = 2,5 cc/l

D3 = 3,5 cc/l

Testigo

Sin aplicación del bioestimulante.

4.7. Tratamientos

Los tratamientos resultantes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1

Tratamientos

N°	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	Dosis (cc/l)
1	D1	FertuMax	1,5
2	D2	FertuMax	2,5
3	D3	FertuMax	3,5
4	Testigo	Sin FertuMax	0

4.8. Diseño Experimental

Para el desarrollo del experimento se utilizó un Diseño de Bloques al Azar (DBA); con arreglo factorial $1 \times 3 + 1$, con 4 repeticiones, además, se realizó un análisis de varianza y una prueba de significancia de Tukey al 5%.

4.9. Manejo del Cultivo

Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se utilizó un tractor Case- JX 95 HP- año 2005 con arado de discos, así como una rastra de discos, esta actividad se realizó con el fin de que el suelo quede bien suelto.

Establecimiento del diseño

Para realizar esta actividad, se dividió el lote total de terreno en cuatro partes, es decir, en cuatro bloques, en cada bloque se diseñó las parcelas experimentales donde se encontraron establecidos los tratamientos.

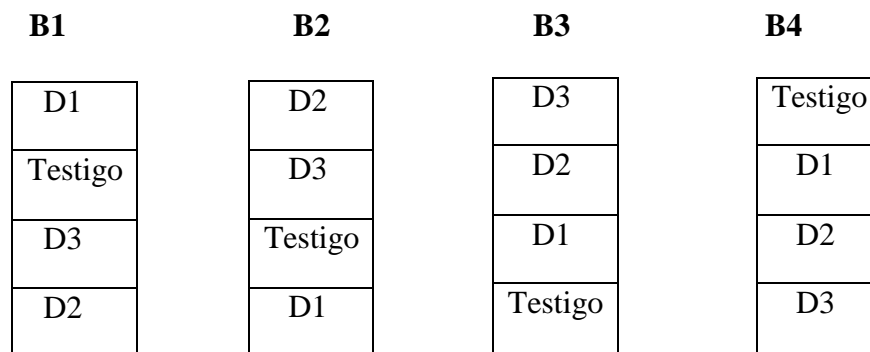


Figura 1

Diseño de bloques al azar



Figura 2

Esquema de la distribución de los tratamientos en un diseño de bloques al azar.

Parcela por tratamiento

Cada una de las parcelas experimentales se midió, 6 m x 4 m, donde se obtuvo 4 surcos por cada una, ya que cada surco se realizó a una distancia de 0,80 m y entre plantas a una distancia de 0,30 m.

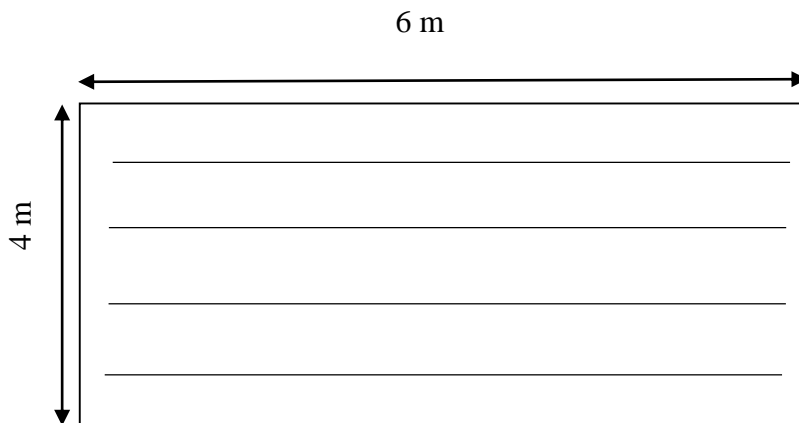


Figura 3

Parcela experimental

Incorporación de materia orgánica

Una vez diseñadas las parcelas experimentales, se incorporó abono orgánico de cuy en cada surco, abono obtenido de la granja familiar, se necesitó 10 quintales de abono de cuy, el cual se incorporó en la parcela total.

Germinación de las semillas de arveja

Las semillas de arveja (*P. sativum*) Var. Temprana, se colocó a germinar en una cámara germinadora ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias a una temperatura de 40 ° C, a estas semillas se aplicó el Bioestimulante FertuMax en las 3 dosis diferentes en el primer día, además se colocaron semillas donde no hubo aplicación del Bioestimulante y se determinó el porcentaje de germinación, para posteriormente a los 8 días sembrarlas a campo.

Siembra

Para realizar esta actividad se colocaron 5 semillas con su radícula y plúmula ya desarrolladas, cada 0,30 cm entre plantas, se lo realizó en la mañana, en un suelo que se encontraba húmedo.

Aplicación del Bioestimulante

La aplicación del Bioestimulante FertuMax se realizó directamente a la semilla antes de la siembra y en la etapa de floración vía foliar.

Control de malezas

Según **Anchivilca (2018)**, para el control de malezas en el cultivo de arveja, se debe realizar un control cultural. En esta investigación se utilizaron azadones, con el fin de rascadillar y evitar la presencia de malas hierbas en el cultivo.

Control de plagas y enfermedades

El control fitosanitario se lo aplicó de forma preventiva, ya que se evitó la presencia de plagas y

enfermedades. **Chicaiza (2017)** manifestó que los insecticidas para prevenir el gusano cortador (*Agrotis ipsilon* H.), mosca blanca (*Betnisia tabaci* Genn.) y minador (*Liriomyza huidobrensis* B.) se denominan: Latigo™ ec (Clorpirifos y cypermetrina) y Tryclan 50 SP (Thiocyclam hydrogen oxalate). Mientras que para controlar pudrición y *Alternaria sp.* se utilizarán fungicidas como Novak WP 700 (Metil tiofanato) y Predostar (Propamocarb y Metalaxyl), respectivamente. Sin embargo, para este proyecto se utilizó fungicidas Novak WP 700 (Metil tiofanato) y Cymothane (Mancozeb y Cymoxanil), para controlar pudrición y *Peronospora sp.* respectivamente. Además, se utilizó insecticida Curacron (Profenofos) para controlar gusano cortador (*A. ipsilon*).

Aporque

Esta labor cultural se la realizó cuando la planta alcanzó una altura de 15 cm, ya que según **Suquillo (2019)**, a esa edad se puede manifestar la formación de raíces.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando las vainas se encontraron en madurez fisiológica, se realizó a los 4 meses después de la siembra, es decir, cuando empezó a endurecerse.

4.10. Variables Respuesta

Porcentaje de germinación (%)

Esta variable se determinó con el conteo de las semillas germinadas de cada uno de los tratamientos a los 8 días de haber colocado en la cámara germinadora de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y para ello se calculó con la siguiente fórmula:

$\% \text{ de germinación} = \text{semillas germinadas} / \text{cantidad de semillas} * 100$ (García-López, *et al.* 2017).

Altura de la planta (cm)

Los datos de altura de la planta se tomaron a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, obteniendo así un dato promedio. Para ello se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela experimental, y se midió su altura en cm, desde la base de la planta, a nivel del suelo hasta la parte más alta.

Número de granos por vaina

Para determinar esta variable, se tomó las 10 plantas ya seleccionadas anteriormente, de cada tratamiento, donde se tomaron 20 vainas al azar y se contabilizó el número de granos por vaina de cada tratamiento.

Peso de la vaina por planta (g)

Para obtener estos datos se pesó en una balanza manual de reloj plato elíptico marca Soyoda SPY10, las vainas de las 10 plantas ya escogidas por cada tratamiento, en gramos.

Rendimiento en verde de 10 plantas (kg)

Coque (2021) manifestó que para calcular el rendimiento se debe obtener la suma del peso total de las vainas cosechadas de la parcela, expresando el valor total en kilogramos por hectárea. Por lo tanto, el rendimiento se obtuvo mediante el peso de las vainas de las 10 plantas de cada tratamiento en kilogramos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RESULTADOS

5.1.1 Variables agronómicas evaluadas en los tratamientos

Porcentaje de germinación (%)

A través, del análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación se determinó que no se registran diferencias estadísticas significativas, ya que presentó un p-valor de 0,1130 es decir, que se rechaza la hipótesis alternativa por lo tanto los tratamientos con la aplicación del Bioestimulante FertuMax no presentaron efecto a esta variable; sin embargo, se obtuvieron diferencias numéricas como un 92,75% de germinación para los tratamientos D3 (FertuMax 3,5 cc/l) y D2 (FertuMax 2,5 cc/l), mientras que el testigo (sin FertuMax) presentó un porcentaje de germinación de 87,25% que fue menor con respecto al mejor tratamiento (Tabla 2).

Mediante una investigación Franklin, et al. (2012) menciona que la arveja (*P. sativum*) variedad Temprana, presenta un alto poder germinativo, en el cual obtuvo un porcentaje de germinación de 90%; en otra investigación, Arévalo (2013) obtuvo un 95% de plantas germinadas, siendo el mejor tratamiento a la aplicación de un fertilizante orgánico bajo condiciones controladas; mientras que en la investigación realizada con la aplicación del Bioestimulante FertuMax a base de extracto de algas, no se presentan diferencias significativas, sin embargo, existen diferencias numéricas, con un porcentaje de germinación de un 92,75%, con relación al control.

Altura a los 30, 60 y 90 días (cm)

En base a los resultados obtenidos a través del análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5%, para la variable altura a los 30 días, se determinó que se registran diferencias significativas, el cual presentó un p-valor de 0,0045 es decir, que se acepta la hipótesis alternativa donde la aplicación del Bioestimulante presentó efectos en los tratamientos. El mejor tratamiento fue D2 (FertuMax 2,5 cc/l), con una altura de 7 cm, mientras que el testigo (sin FertuMax) presenta una altura de un 5,75 cm menor con respecto al mejor tratamiento (Tabla 2).

Con respecto a la variable altura a los 60 días, mediante el análisis de varianza, se determinó que no existe diferencias significativas, ya que presentó un p-valor de 0,19 aceptando la hipótesis nula, sin embargo, presentó diferencias numéricas, al aplicar la D2 (Fertumax 2,5 cc/l) alcanzó una altura de 16,50 cm, seguido de D1 (FertuMax 1,5 cc/l) y D3 (FertuMax 3,5 cc/l), con una altura de 15,75 cm y 15,50 cm respectivamente, mientras que para el testigo (sin FertuMax) presenta una altura menor de 15,00 cm con respecto al mejor tratamiento (Tabla 2).

Mediante el análisis de varianza, para la variable altura a los 90 días, se estableció que no existen diferencias significativas, presentó un p-valor de 0,06 por lo que se rechaza la hipótesis alternativa; sin embargo, existieron diferencias numéricas como, el tratamiento D3 (FertuMax 3,5 cc/l) que alcanzó una altura de 37,75 cm, seguido de los tratamientos D2 y D1, mientras que el testigo (sin FertuMax) presentó la menor altura que corresponde 35,00 cm con respecto al mejor tratamiento (Tabla 2).

Según Vila (2019), el desarrollo de las plantas depende del genotipo, del medio ambiente y de las prácticas culturales. La arveja *P. sativum* variedad temprana, según Villacís (2014) llega a una altura de 80 a 100 cm; sin embargo, mediante la aplicación del Bioestimulante a base de extracto de algas FertuMax, no presenta estos resultados. Las macroalgas marinas contienen todos los elementos nutricionales menores y mayores, necesarios para las plantas, y la presencia de estos nutrientes manifiesta una posible influencia en el crecimiento de la planta. Bula-Meyer (2004) menciona que la aplicación de bioestimulantes a base de macroalgas en cantidades pequeñas no producen un efecto positivo en el crecimiento de arveja, de modo que se infiere que la aplicación de este Bioestimulante FertuMax no influyó en la altura de arveja.

Número de granos por vaina

El análisis de varianza indicó que existieron diferencias estadísticas significativas con un p-valor de 0,01 y la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos identificó dos rangos de significancia (tabla 2), por lo que se aceptó la hipótesis alternativa. El mejor tratamiento para la variable número

de granos por vaina fue D2 (FertuMax 2,5 cc/l), el cual alcanzó 6,43 granos por vaina, mientras que el testigo (sin Fertumax) presentó 5,83 granos con respecto al mejor tratamiento.

El aumento de número de granos de *P. sativum* en esta investigación puede compararse con lo mencionado por Ramos (2021), ya que la aplicación de extracto de algas en la etapa de floración permite incrementar y mejorar la producción de las vainas, así como el número granos, debido a las sustancias hormonales que produce de manera natural el extracto de algas; sin embargo, el producto aplicado contiene citoquininas, que según Duval (2006) los efectos fisiológicos causados por las citoquinas que varían dependiendo del tipo de citoquinina y especie de planta con la que se trabaje, permite promover la división celular y desarrollo de brotes, por lo que esta hormona es muy importante en el origen de cada uno de los órganos de cualquier vegetal.

Peso de vainas de 10 plantas (g)

El análisis de varianza demuestra diferencias estadísticas significativas, ya que presentó un p-valor de 0,0273 aceptando la hipótesis alternativa; mediante la prueba de Tukey al 5%, para los tratamientos en esta variable, se determinaron dos rangos de significancia (tabla 2). El mejor tratamiento que se obtuvo fue D2 (FertuMax 2,5 cc/l), el cual alcanzó un peso de 597 g, mientras que el testigo (sin Fertumax) presentó 365 g.

Según Bula-Meyer (2004), que en su investigación con la aplicación de productos comerciales de algas en plantas determinó que se incrementa el tamaño de las vainas, por ende, se obtiene un mayor peso de grano; demostración que la hizo en su trabajo de la aplicación de extracto de algas en el frijol, obteniendo vainas grandes en comparación de las plantas control. De este modo se puede comparar que al aplicar el Bioestimulante FertuMax, incrementa el tamaño de las vainas, así obteniendo un aumento en el peso de las mismas.

Rendimiento en verde de 10 plantas (kg)

En base a los resultados del análisis de varianza se obtuvo un p-valor de 0,0273 aceptando la hipótesis alternativa; según la prueba de Tukey al 5%, para tratamientos se encontraron dos rangos de significación (tabla 2), que demuestran diferencias estadísticas. El mejor tratamiento que se obtuvo fue D2 (FertuMax 2,5 cc/l), el cual alcanzó un rendimiento de 0,60 kg, mientras que el testigo (sin Fertumax) presentó un 0,37 kg.

Tabla 2

Variables agronómicas evaluadas en los tratamientos de P. sativum var. Temprana por efecto a la aplicación del Bioestimulante FertuMax

Tratamientos	Porcentaje de germinación (%)	Altura(cm) 30 días	Altura(cm) 60 días	Altura(cm) 90 días	Número de granos por vaina	Peso de vainas (g)	Rendimiento en verde de 10 plantas
¹ D3	92,75	6,25 a b	15,50	37,75	6,31 a b	590,00 a	0,59 a
² D2	92,75	7,00 a	16,50	37,50	6,43 a	597,00 a	0,60 a
D1	92,00	6,25 a b	15,75	36,00	6,00 a b	485,00 a b	0,49 a b
T	87,25	5,75 b	15,00	35,00	5,83 b	365,00 b	0,37 b
³ \bar{x}	91,19	6,31	15,69	36,56	6,14	509,25	0,51
⁴ E.E	1,61	0,17	0,44	0,68	0,11	49,20	0,05
p-valor	0,113	0,0045	0,19	0,06	0,01	0,03	0,0273
⁵ C.V. (%)	3,57	5,44	5,65	3,71	3,61	19,32	19,32

a. Medias con letras diferentes son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$).

¹ D3: FertuMax 3,5 (cc/l). ² D2: FertuMax 2,5 (cc/l). ³ \bar{x} : media general. ⁴ E.E.: Error estándar ⁵ C.V.: Coeficiente de variación.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1 CONCLUSIONES

Los tratamientos D2 (FertuMax 2,5 cc/l) y D3 (FertuMax 3,5 cc/l) presentaron un mayor porcentaje de germinación de semillas de *P. sativum* var. Temprana, por lo que se obtuvo un 92,75% de germinación de semillas en los dos tratamientos; de acuerdo a las condiciones de la cámara germinadora de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Además, se pudieron registrar los siguientes datos del porcentaje de germinación: tratamiento D1(1,5 cc/l) reportó un 92% de germinación, mientras que el testigo (sin FertuMax) obtuvo un 87,25% de germinación.

La aplicación del bioestimulante FertuMax favoreció el crecimiento y desarrollo de la especie en estudio, condición que se pudo observar en la altura de la planta que en los primeros 30 días existieron diferencias significativas, mientras que a los 60 y 90 días no presentaron efectos estadísticos significativos; sin embargo, se pudieron evidenciar diferencias numéricas. El tratamiento D2 (FertuMax 2,5 cc/l) reportó los resultados más altos, en la altura a los 30 y 60 días con una media de 7 cm y 16,50 cm, respectivamente. Mientras que, a los 90 días el tratamiento D3 (FertuMax 3,5 cc/l), alcanzó una altura promedio de 37,75 cm.

En cuanto a los componentes de rendimiento el tratamiento D2 (FertuMax 2,5 cc/l), influyó en el número de granos por vaina y en el peso de las vainas, con respecto a los demás tratamientos. En este aspecto, para la variable número de granos por vaina se registró una media de 7 granos por vaina, mientras que el testigo (sin FertuMax) se obtuvo una media de 5,83 granos por vaina; y en la variable peso de vainas se obtuvo, un promedio de 597 g, mientras que el testigo (sin FertuMax), obtuvo 365g.

6.2 RECOMENDACIONES

En base a los resultados de esta investigación es recomendable aplicar el bioestimulante (FertuMax) vía foliar, en dosis de 2,5 cc/l, en la etapa de floración, ya que en los componentes de rendimiento del cultivo de arveja se evidenciaron mejores resultados.

Es recomendable aplicar el Bioestimulante FertuMax, en el cultivo de arveja cuando se presentan cambios climáticos, como las heladas que fue el caso de esta investigación, ya que actuó como un protectante para los factores abióticos adversos.

6.2 BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, H. (2013). *Evaluación de cinco variedades de arveja bajo condiciones de invernadero en Tumbaco*. Universidad San Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2419/1/106773.pdf>
- Bula-Meyer, G. (2004). Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial del *Sargassum* flotante en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés. *Revista Intrópica*.1(1). 91-103. <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/461>
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., y Ferrante, A. (2014). Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31(1), 1–17. https://www.mendeley.com/catalogue/9219a652-4da9-377e-acd6-d9fc561c8b10/?utm_source=desktop&utm_medium=1.17.13&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B1d3d4a9e-c5ca-30b4-9622-d6006f2bbfca%7D
- Calvo, P., Nelson, L. y Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383:3–41. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11104-014-2131-8.pdf>
- Comelis, D.; Eustaquio, M.; Arf, O.; Furlani, E.; Colombo, A.S. y Melo, F.L. (2010). Aumento de la productividad de la soja con la aplicación de bioestimulantes. *Bragantía, Campinas. Instituto Agronómico de Campinas*. 69(2), 339-347. <https://www.scielo.br/j/brag/a/Pq3LJZyT43zwynhCKy7WrXb/?lang=pt&format=pdf>
- Dahl, W., Foster, L. y Tyler, R. (2012). Revisión de los beneficios para la salud de los guisantes (*Pisum sativum* L.). *Revista británica de nutrición*, 108 (S1), S3-S10. <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/review-of-the-health-benefits-of-peas-pisum-sativum-l/1C97E78717EF51A80A80D4E09A233AE8>
- Dávila, M. A., Sangronis, E. y Granito, M. (2003). Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(4), 348-354. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400003&lng=es&tlng=es.
- Dhall, R. (2017). *Pea Cultivation*. PAU, Ludhiana. 3-22. https://www.researchgate.net/publication/325662909_Pea_Cultivation
- Du-Jardín, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation.

- Elsiever. Science Horticulture 196, 3-14.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301850>
- Duval, R. (2006). Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores plantas, arboles ornamentales y viveros. Vol. 196, 22-27.
http://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh196_2/22_27.pdf
- Dziergowska K.; Lewandoska S.; Mecánico, R.; PoL, M; Detyna, J y Michalak, L. (2021). Germination response to algae extract and a static magnetic field treatment. Appl. Sci.(Switzerland), 11-18. <https://www.mendeley.com/catalogue/532e89a1-067a-3d79-87e7-301f09db93d2/>
- Espinosa- Antón, A., Hernández-Herera, R. y González- González, M. (2021). Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. Centro de Investigaciones agropecuarias. Universidad Centra “Marta Abreeu” de Las Villas. 48(3).81-92. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v48n3/0253-5785-cag-48-03-81.pdf>
- FAO. (2018). Nuestras legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Ciudad de Panamá. CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-5-131129-5. 292.
<https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Flores, M. (2009). *Respuesta del cultivo de arveja a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a tres dosis*. [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4588/6/UPS-YT00053.pdf>
- Franklin, G.; Pius, P. y Ignacimuthu, S. (2012). Factores que afectan la floración y fructificación in vitro del guisante verde. FAO. 74. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XE20122002598>
- García-López, J.; Ruiz-Torres, N.; Lira-Saldivar, R.; Vera-Reyes, I. y Méndez-Arguello, B. (2017). Tecncas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas adosis de nanoparticulas. Agronano tecnología.
<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/T%C3%A9cnicas%20Para%20Evaluar%20Germinaci%C3%B3n%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiol%C3%B3gica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopart%C3%ADculas.pdf>
- Gálvez, F. (2015). *Formas de aplicación de extracto de algas con o sin microelementos a*

- diferentes concentraciones en el rendimiento en verde de arveja variedad Usui, Ayacucho.* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2096>
- Gutiérrez, Y. (2016). *Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de vainita (Phaseolus vulgaris L.), bajo condiciones de la molina.* [Tesis de grado]. Universidad Agraria de la Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2590/F04-G8834-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INIAP. (2004). El cultivo de la arveja en la sierra. Estación experimental CHUQUIPATA del INIAP.2-14. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2326/1/BD332.pdf>
- INIAP (2011). Inducción de mutaciones utilizando rayos gamma en la variedad mejorada de arveja (*Pisum sativum* L.) INIAP 436 Liliana, para identificar genotipos resistentes a *Ascochyta spp.* Programa Nacional de Leguminosas y Granos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/858/1/iniapscP.A473i2011.pdf>
- INEC. (2020). Estadísticas agropecuarias. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>.
- Klimek-Kopyra, A., Kliszcz, A., Ślizowska, A., y Kot D. (2019). Application of biostimulants influences shoot and root characteristics of seedlings of winter pea (*Pisum sativum* L.). Acta Agrobot. 72(2):1771. <https://www.researchgate.net/publication/334153172>
- Kocira, S.; Kocira, A.; Kornas, R.; Koszel, M.; Szmigielski, M., Krajewska, M, Szparaga y Krysiak, Z. (2018). Effects of seaweed extract on yield and protein content of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Legume research, 41(4), 589-593. <http://arccjournals.com/journal/legume-research-an-international-journal/LR-383>
- Lazányi, J. (2005). Trends in dry pea (*Pisum sativum* L.). Acta agrarian Debreceniensis. University of Debrecen, Centre of agricultural sciences. 1-6. https://www.researchgate.net/publication/266092392_Trends_in_Dry_Pea_Pisum_sativum_L_Production
- López, N. (2021). *Efecto de bioestimulantes con dos dosis en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja variedad alderman.* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Huancavelica. <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/4090/TESIS-2021->

- AGRONOM% c3% 8dA-LOPEZ% 20AUCAPI% c3% 91A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 López-Padrón, I., Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., Reyes-Guerrero, Y., Núñez-Vázquez, M., y Cabrera-Rodríguez, J. (2021). Uso de bioestimulantes en el cultivo del garbanzo. *Cultivos Tropicales*, 42 (4),13.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000400013&lng=en&tlng=en.
- McKay, K., Schatz, B. y Endres, G. (2003). Fiel pea production. North Dakota State University, Fargo, North Dkota. A-1166. 2-8.
<https://agresearch.montana.edu/wtarc/producerinfo/agronomy-nutrient-management/Pulses/NDSUFactSheet.pdf>
- Prieto, G. (2008). Putas para el manejo del cultivo de Arveja. AER INTA Arroyo Seco. 1-7.
<https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf>
- Quintero-Rodríguez, E., Calero-Hurtado, A., Pérez-Díaz, Y. y Enríquez-Gómez, L. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Centro Agrícola*, 45(3), 73-80.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300073&lng=es&tlng=es.
- Ramos, J. (2021). *Evaluación de bioinsumos en la producción en el cultivo de arveja (P. sativum L.) var. Obonuco Andina en el canton Huaca*. [Tesis de grado]. Universidad Politecnica Estatal del Carchi. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1378/1/400-%20RAMOS%20REASCOS%20JEFFERSON%20DAVID.pdf>
- Rouphael, Y. y Colla, G. (2018). Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 9:1655. 1-7. <https://www.readcube.com/articles/10.3389/fpls.2018.01655>
- Rozo, N. y Rodríguez, L. (2015). *Evaluación del efecto de tres bioestimulantes en la semilla de arveja variedad Alcalá sobre la imbibición, germinación y vigor y su efecto fisiológico durante las fases iniciales del cultivo*. [Tesis de grado]. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/1280>
- Saborío, F. (2002). Fertilización Foliar, principios y aplicaciones: Bioestimulantes en fertilización foliar. *Universidad de Costa Rica*. 107-125.
http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoF

ertilizacionFoliar.pdf#page=110

- Sanjay, S.; Pankaj, S.; Prakash, S. y Shankar, R. (2013). Moringa oleifera leaf extract as bioestimulant for increasing pea yield. *Indian Forest*, 139 (6): 562-563. <https://www.researchgate.net/publication/257817465>
- Vaca, R. (2011). *Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja, en Santa Martha de Cuba-Carchi*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/793/1/03%20agp%20119%20Cient%203%20Art%20C3%20Dculo%20tesis.pdf>
- Van-Oosten, M.J., Pepe, O., De-Pascale, S., Silletti, S., y Maggio, A. (2017). El papel de los bioestimulantes y bioefectores como mitigadores del estrés abiótico en las plantas de cultivo. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 4:5. <https://chembioagro.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40538-017-0089-5.pdf>
- Vila, B. (2019). *Comparativo de variedades y densidad poblacional en el rendimiento del cultivo de arveja (P. sativum) bajo las condiciones edafoclimáticas de pampa del arco*. [Tesis de grado]. Universidad José Carlos Mariátegui. http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/689/Jorge_tesis_titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villacís, R. (2014). Estudio bioagronómico de 4 variedades de arveja, en el cantón Patate. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/7213/1/Robert%20Fabricio%20Villac%20Alb%20a1n.pdf>

6.3 ANEXOS

Anexo 1. Tablas del análisis de varianza de los tratamientos

Tabla 3 Cuadro de análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de germinación	16	0,59	0,31	3,57

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	134,88	6	22,48	2,12	0,1500
Tratamientos	84,19	3	28,06	2,64	0,1130
Bloques	50,69	3	16,90	1,59	0,2587
Error	95,56	9	10,62		
Total	230,44	15			

Tabla 4 Cuadro de análisis de varianza de la variable altura a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura día 30	16	0,80	0,67	5,44

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,38	6	0,73	6,18	0,0081
Tratamientos	3,19	3	1,06	9,00	0,0045
Bloques	1,19	3	0,40	3,35	0,0691
Error	1,06	9	0,12		
Total	5,44	15			

Tabla 5 Cuadro de análisis de varianza de la variable altura a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura día 60	16	0,54	0,24	5,65

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,38	6	1,40	1,78	0,2099
Tratamientos	4,69	3	1,56	1,99	0,1859
Bloques	3,69	3	1,23	1,57	0,2642
Error	7,06	9	0,78		
Total	15,44	15			

Tabla 6 Cuadro de análisis de varianza de la variable altura a los 90 días

Altura día 90

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura día 90	16	0,71	0,52	3,71

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41,38	6	6,90	3,75	0,0376
Tratamientos	20,19	3	6,73	3,66	0,0568
Bloques	21,19	3	7,06	3,84	0,0508
Error	16,56	9	1,84		
Total	57,94	15			

Tabla 7 Cuadro de análisis de varianza de la variable número de granos por vainas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de granos por vaina.	16	0,71	0,52	3,61

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,08	6	0,18	3,69	0,0393
Tratamientos	0,92	3	0,31	6,25	0,0140
Bloques	0,17	3	0,06	1,12	0,3896
Error	0,44	9	0,05		
Total	1,53	15			

Tabla 8 Cuadro de análisis de varianza de la variable peso de vainas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de vainas	16	0,65	0,42	19,32

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161737,50	6	26956,25	2,78	0,0814
Tratamientos	142818,75	3	47606,25	4,92	0,0273
Bloques	18918,75	3	6306,25	0,65	0,6019
Error	87156,25	9	9684,03		
Total	248893,75	15			

Tabla 9 Cuadro de análisis de varianza de la variable peso de vainas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	16	0,65	0,42	19,32

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,16	6	0,03	2,78	0,0814
Tratamientos	0,14	3	0,05	4,92	0,0273
Bloques	0,02	3	0,01	0,65	0,6019
Error	0,09	9	0,01		
Total	0,25	15			

Anexo 2. Fotografías

Figura 4 Preparación del terreno



Figura 5 Aplicación del Bioestimulante FertuMax en las semillas de *P. sativum* var.

Temprana.



Figura 6 Colocación de las semillas *P. sativum* var. temprana



Figura 7 Realización de los lotes experimentales e incorporación de abono orgánico de cuy.

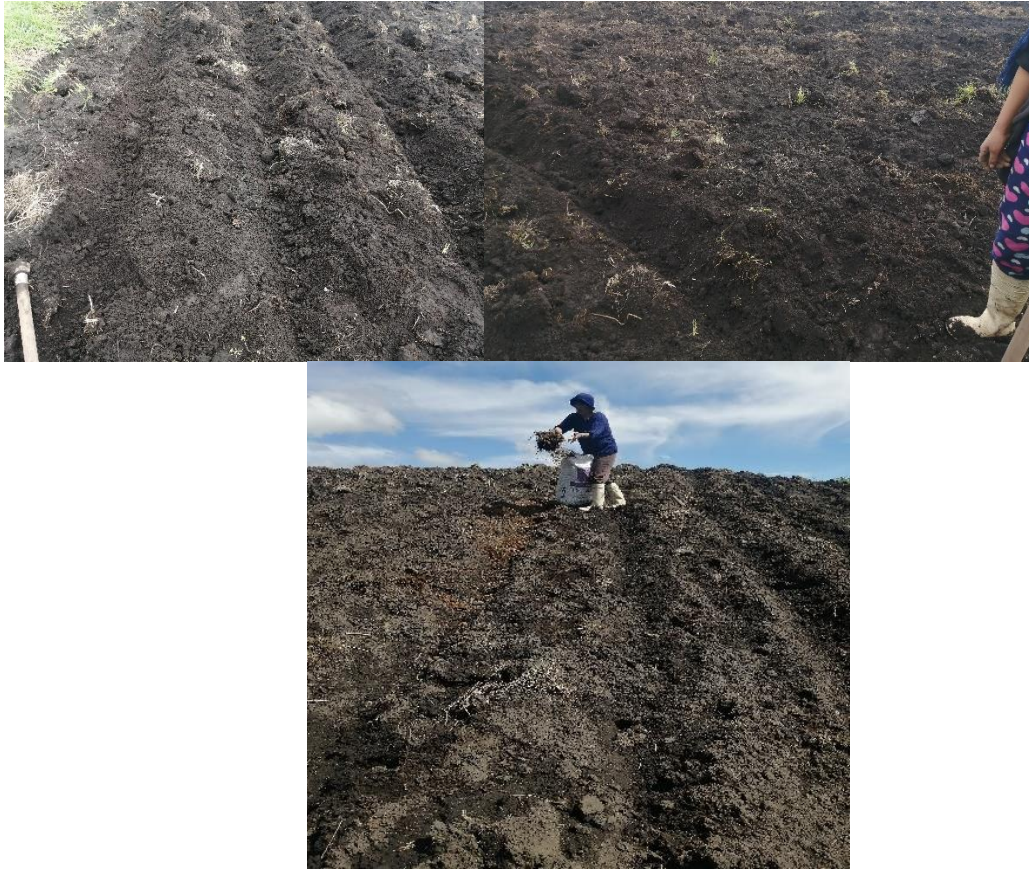


Figura 8 Instalación de los rótulos en los lotes experimentales



Figura 9 Obtención del porcentaje de germinación de los tratamientos



Figura 10 Siembra de las semillas germinadas de *P.sativum* var. Temprana en los lotes experimentales



Figura 11 Aplicación de fungicida e insecticida en el cultivo de *P. sativum* var. Temprana



Figura 12 Registro de la altura a los 30 días de la aplicación del bioestimulante en las semillas de *P. sativum* var. Temprana.





Figura 13 Control de malezas.



Figura 14 Registro de altura a los 60 días



Figura 15 Elaboracion del aporque en el cultivo de *P. sativum* var. Temprana.



Figura 16 Registro de la altura a los 90 días





Figura 17 Aplicación del Bioestimulante FertuMax en la etapa de floración de *P.sativum* var. Temprana.





Figura 18 Cosecha de *P. sativum* var. Temprana de cada tratamiento.









Figura 19 Número de granos por vaina







Figura 20 Peso de vainas de 10 plantas por tratamiento







