UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Título del Proyecto de Investigación:

"Efecto de sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas"

AUTOR:

Suarez Chichande Viviana Lisseth

Director del Proyecto de Investigación:

Dr. Fernando Abasolo Pacheco

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2021

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y SESIÓN DE DERECHOS

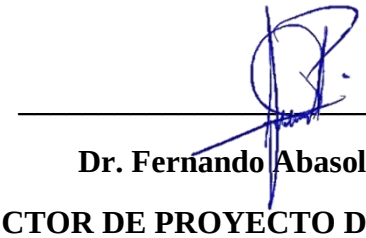
Yo, **SUAREZ CHCHANDE VIVIANA LISSETH** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

SUAREZ CHICHANDE VIVIANA LISSETH
CI: 1207562792

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Dr. Fernando Abasolo Pacheco de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Egresada **Suarez Chichande Viviana Lisseth**, realizó el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo titulado "Efecto de sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas", bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.



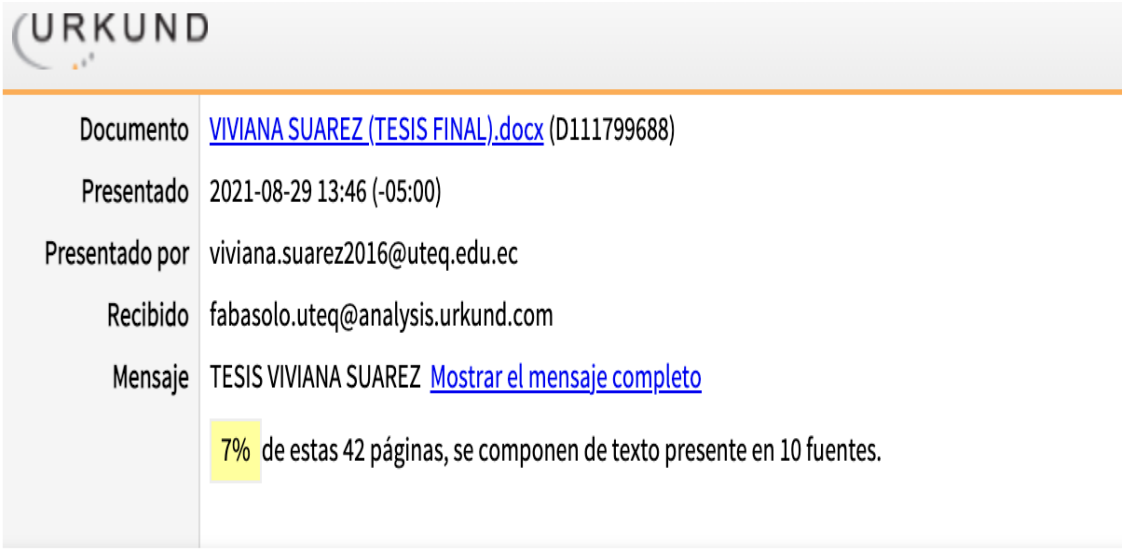
Dr. Fernando Abasolo Pacheco

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Dr. Fernando Abasolo Pacheco** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación "Efecto de sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas", de autoría de la estudiante **Suarez Chichande Viviana Lisseth** de la carrera de Agronomía (Rediseño).

CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 7 %.



URKUND

Documento	VIVIANA SUAREZ (TESIS FINAL).docx (D111799688)
Presentado	2021-08-29 13:46 (-05:00)
Presentado por	viviana.suarez2016@uteq.edu.ec
Recibido	fabasolo.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	TESIS VIVIANA SUAREZ Mostrar el mensaje completo
	7% de estas 42 páginas, se componen de texto presente en 10 fuentes.

Dr. Fernando Abasolo Pacheco

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

"Efecto de sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas"

Presentado a la Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Aprobado por:

Ing Agron. MSc. Ramiro Gaibor Fernández
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agrop. MSc. César Bermeo Toledo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Daniel Vera Áviles
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos- Ecuador

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi madre Inés Chichande Herrera y a mi padre Fermín Suarez Montoya quienes han sido mi soporte y mi apoyo incondicional a lo largo de mi vida y de mi carrera universitaria.

A mis hermanas Jessica Zavala Chichande, Maritza Zavala Chichande y Génesis Suarez Chichande y a mi hermano Samuel Suarez Chichande porque siempre estuvieron motivándome a seguir adelante.

A mi gran amigo Víctor Jorge García Gallirgos que nunca dejó de apoyarme y de creer en mí.

Viviana Lisseth Suarez Chichande

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, fuerza y valentía de culminar esta investigación lo cual me permitió llegar al final de esta etapa de mi vida.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que me dio la oportunidad de formarme profesionalmente en sus aulas.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y por ende a su Decano Ing. Agri. Leonardo Matute Matute por permitirme realizar esta investigación en los predios de la UTEQ.

A mi director de tesis, Dr. Fernando Abasolo Pacheco mi sincero y profundo agradecimiento por su guía, apoyo y aporte durante esta investigación.

A los docentes que me impartieron las diferentes cátedras a lo largo de la carrera universitaria ya que me brindaron sus conocimientos lo que me permitió formarme profesionalmente.

A los trabajadores del Campus "La María" quienes me brindaron sus conocimientos, apoyo y amistad durante mi formación profesional.

A los verdaderos amigos y compañeros que conocí a lo largo de la carrera profesional lo cual me permitió conocer diferentes maneras de apreciar la vida y su forma de vivirla.

A los familiares más cercanos y amigos ajenos a la universidad por siempre animarme a no renunciar a la meta propuesta de culminar mi carrera profesional.

RESUMEN

La presente investigación busca mejorar la forma de cultivar fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) siendo esta una de las leguminosas más cultivadas y consumidas en el mundo por su sabor y valor nutricional, tomando como alternativa la aplicación de las sustancias minerales altamente diluidas (SMADs) para disminuir el uso de los insumos químicos y optimizar el desarrollo de la planta. El objetivo fue evaluar los efectos de las sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas en un invernadero. Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos entre ellos un control con tres repeticiones cada uno. Las SMADs evaluadas fueron *Silicea terra* y *Phosphoricum zincum* en diluciones de 13CH y 31CH provenientes de la Farmacia Homeopática Nacional (FHC) en México, cuyas interacciones se compararon con un tratamiento control. La investigación se llevó a cabo en el Campus "La María" en la zona de Mocache, ubicada en el kilómetro 7.1/2 de la vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos. Para esto se emplearon semillas y plantas de *Phaseolus vulgaris* L. que fueron sometidas a la aplicación de las SMADs y determinadas en tres etapas: germinación (*in vitro*), emergencia y desarrollo vegetativo (*in situ*). Se evaluaron las variables de índice de velocidad de germinación, porcentaje de germinación, índice de velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia, altura de planta y longitud radicular en la etapa de emergencia, altura de planta y longitud radicular en el desarrollo vegetativo, diámetro de tallo, peso fresco y seco de la planta y de la raíz, número de vainas, número de granos por vaina, número de granos por planta, peso de 100 granos, rendimiento y floración. Con el tratamiento *Silicea terra* de 13CH se obtuvo un mayor porcentaje de germinación con 97% en comparación con el control que solo obtuvo un 83%, la SMADs *Phosphoricum zincum* de 13CH y 31CH dio mejores resultados en el porcentaje de emergencia con un 100% en comparación con el control que emergió un 90% y en la etapa del desarrollo vegetativo *Silicea terra* dio mejores resultados en la mayoría de variables mientras que *Phosphoricum zincum* solo en peso de raíz. Se concluyó que *Silicea terra* favorece las variables de altura y longitud radicular en la etapa de desarrollo vegetativo y en rendimiento del fréjol. El uso de SMADs representa una alternativa potencial para optimizar el cultivo de fréjol bajo un sistema de producción orgánico.

Palabras claves: Homeopatía agrícola, agroecología, producción, *Silicea terra*, fréjol cuarentón.

ABSTRACT

This research seeks to improve the way of growing beans (*Phaseolus vulgaris L*), one of the most cultivated and consumed legumes in the world for its flavor and nutritional value, taking as an alternative the application of highly diluted mineral substances (SMADs) to reduce the use of chemical inputs and optimize plant development. The objective was to evaluate the effects of highly diluted mineral substances on morphometric variables and yield of the quarantine bean crop (*Phaseolus vulgaris L*) under controlled conditions in a greenhouse. A completely randomized design (CRD) was used with five treatments including a control with three replicates each. The SMADs evaluated were Silicea terra and Phosphoricum zincum in dilutions of 13CH and 31CH from the National Homeopathic Pharmacy (FHC) in Mexico, whose interactions were compared with a control treatment. The research was carried out at the "La María" Campus in the area of Mocache, located at kilometer 7.1/2 of the Quevedo - El Empalme road, Los Ríos Province. Seeds and plants of *Phaseolus vulgaris L*. were subjected to the application of SMADs and determined in three stages: germination (in vitro), emergence and vegetative development (in situ). The variables evaluated were germination speed index, germination percentage, emergence speed index, emergence percentage, plant height and root length in the emergence stage, plant height and root length in vegetative development, stem diameter, fresh and dry weight of the plant and root, number of pods, number of grains per pod, number of grains per plant, weight of 100 grains, yield and flowering. With the treatment Silicea terra of 13CH a higher germination percentage was obtained with 97% compared to the control that only obtained 83%, the SMADs Phosphoricum zincum of 13CH and 31CH gave better results in the percentage of emergence with 100% compared to the control that emerged 90% and in the vegetative development stage Silicea terra gave better results in most variables while Phosphoricum zincum only in root weight. It was concluded that Silicea terra favors the variables of root height and root length in the vegetative development stage and in bean yield. The use of SMADs represents a potential alternative to optimize bean cultivation under an organic production system.

Key words: Agricultural homeopathy, agroecology, production, Silicea terra, quarantine bean.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA
DECLARACIÓN DE AUTORIA Y SESIÓN DE DERECHOS i
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN
DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO iii
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
RESUMEN vii
ABSTRACT viii
CÓDIGO DUBLIN xvii
INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización 4
1.1.1. Diagnóstico 4
1.1.2. Planteamiento del problema 4
1.1.3. Sistematización del problema 4
1.2. Objetivos 5
1.2.1. Objetivo general 5
1.2.2. Objetivos específicos 5
1.3. Justificación 6

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2. Esquema referencial del marco teórico 8
2.1. Importancia del fréjol (*P. vulgaris L.*) 8
2.2. Origen del fréjol 8
2.3. Taxonomía del fréjol 9

2.4. Etapas de desarrollo del fréjol 9
2.5. Aspectos botánicos 11
2.5.1. Raíz 11
2.5.2. Tallo 11
2.5.3. Hojas 12
2.5.4. Flores 12
2.5.5. Inflorescencias 12
2.5.6. Fruto 12
2.6. Hábitos de crecimiento del fréjol 12
2.6.1. Crecimiento determinado 13
2.6.2. Crecimiento indeterminado 13
2.7. Requerimientos edafoclimáticos 14
2.7.1. Clima 14
2.7.2. Temperatura 14
2.7.3. Suelo 15
2.8. Plagas 15
2.9. Época de siembra 15
2.10. Cosecha 15
2.11. Sustancias homeopáticas altamente diluidas (SMADs) 16
2.12. Homeopatía 16
2.13. Homeopatía agrícola 17
2.14. Posibles mecanismos de acción 18
2.14.1. Teoría de la silícea y la nano-medicina 18
2.14.2. Teoría biológica 18
2.15. La homeopatía en la fisiología de las plantas 19
2.16. La homeopatía en la revitalización del suelo 20
2.17. Origen de los medicamentos homeopáticos 22

2.18. Medicamentos homeopáticos 22
2.18.1. *Silicea terra* 22
2.18.2. *Phosphoricum zincum* 23
2.19. Antecedentes de investigación 23

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación 27
3.2. Tipo de Investigación 27
3.3. Método de investigación 27
3.4. Fuentes de recopilación de información 27
3.5. Materiales y equipos 28
3.6. Diseño experimental 29
3.7. Manejo del experimento 30
3.7.1. Germinación 30
3.7.2. Emergencia 31
3.7.3. Desarrollo vegetativo 31
3.7.3.1. Actividades agronómicas 31
3.7.3.1.1. Siembra 31
3.7.3.1.2. Control de malezas 31
3.7.3.1.3. Control de plagas 32
3.7.3.1.4. Fertilización 32
3.7.3.1.5. Preparación de las SMADs 32
3.7.3.1.5.1. Aplicación de las SMADs 33
3.8. Variables a evaluar 33
3.8.1. Germinación 33
3.8.1.1. Porcentaje de germinación 33
3.8.1.2. Índice de velocidad de germinación 33

3.8.2. Emergencia 34
3.8.2.1. Porcentaje de emergencia 34
3.8.2.2. Índice de velocidad de emergencia 34
3.8.2.3. Altura de planta y longitud de radícula (cm) 34
3.8.3. Desarrollo vegetativo 35
3.8.3.1. Altura de planta y longitud de radícula (cm) 35
3.8.3.2. Diámetro del tallo (cm) 35
3.8.3.3. Peso fresco de la parte aérea (tallo y hojas) y radícula 35
3.8.3.4. Peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) y radícula 35
3.8.3.5. Porcentaje de flores 35
3.8.3.6. Número de vainas por planta 35
3.8.3.7. Número de granos por vaina 36
3.8.3.8. Número de granos por planta 36
3.8.3.9. Peso de cada 100 granos 36
3.8.4. Rendimiento en Kg/ha 36

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados 38
4.1.2. Germinación 38
4.1.2.1. Porcentaje de germinación 10 dds 38
4.2.1.2. Índice de velocidad de germinación (IVG) 10 dds 39
4.1.3. Emergencia 40
4.1.3.1. Porcentaje de emergencia 10 dds 40
4.1.3.2. Índice de velocidad de emergencia (IVE)10 dds 41
4.1.3.3. Altura de planta (10 dds) 42
4.1.3.4. Longitud de raíz (10 dds) 43
4.1.4. Desarrollo vegetativo 44

4.1.4.1. Altura de planta a los 64 dds 44
4.1.4.2. Longitud de raíz a los 64 dds 45
4.1.4.3. Diámetro del tallo 46
4.1.4.4. Peso fresco de la planta 47
4.1.4.5. Peso fresco de la raíz 48
4.1.4.6. Peso seco de la planta 49
4.1.4.7. Peso seco de la raíz 50
4.1.4.8. Número de vainas 51
4.1.4.9. Número de granos por vainas 52
4.1.4.10. Número de granos por planta 53
4.1.4.11. Peso de 100 granos (gr) 54
4.1.4.12. Floración 55
4.1.4.13. Rendimiento (kg) 56
4.1.4.14. Relación de rendimiento del cultivo por hectárea y tratamientos de estudio 57
4.2. Discusión 59

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones 63
5.2. Recomendaciones 64

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía 66

CAPÍTULO VII: ANEXOS 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica del fréjol..... 9

Tabla 2. Fase vegetativa del fréjol (Phaseolus vulgaris L). 10

Tabla 3. Fase reproductiva del fréjol (P. vulgaris L). 11

Tabla 4. Tratamientos para evaluar el efecto de SMADs en plantas de fréjol 30

Tabla 5. Esquema del Análisis de Varianza. 30

Tabla 6. Rendimiento de los tratamientos frente a una producción por hectárea 57

Tabla 7. Proyección a costo de producción por hectárea..... 58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala centesimal de Hahnemann 21

Figura 2. Preparación de las SMADs 32

Figura 3. Efecto de las SMADs sobre el porcentaje de germinación 38

Figura 4. Evaluación del efecto de las SMADs sobre el IVG 39

Figura 5. Efecto de las SMADs en el porcentaje de emergencia 40

Figura 6. Efecto de las SMADs sobre el IVE 41

Figura 7. Efecto de las SMADs en la altura de planta en etapa de emergencia 42

Figura 8. Efecto de las SMADs en la longitud radícula en etapa de emergencia 43

Figura 9. Efecto de las SMADs en altura de planta en desarrollo vegetativo 44

Figura 10. Efectos de las SMADs en longitud radicular en etapa de desarrollo 45

Figura 11. Efecto de las SMADs sobre diámetro de tallo a los 64 dds. 46

Figura 12. Efecto de las SMADs en el peso fresco 47

Figura 13. Peso de las plantas 47

Figura 14. Efecto de las SMADs en el peso fresco de raíz 48

Figura 15. Peso radicular 48

Figura 16. Efecto de las SMADs en el peso seco de la planta 49

Figura 17. Efecto de las SMADs en el peso seco de la raíz 50

Figura 18. Efecto de las SMADs en el número de vainas 51

Figura 19. Número de vainas por planta 51

Figura 20. Efecto de las SMADs en el número de granos por vaina 52

Figura 21. Efecto de las SMADs en el número de granos por planta 53

Figura 22. Número de granos por planta 53

Figura 23. Efecto de las SMADs en el peso de 100 semillas 54

Figura 24. Efecto de las SMADs en la floración 55

Figura 25. Efecto de las SMADs en el rendimiento 56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba de germinación. 73

Anexo 2. Prueba de emergencia. 73

Anexo 3. Limpieza del terreno dentro del invernadero 74

Anexo 4. Mezcla y preparación de sustrato 74

Anexo 5. Establecimiento de los tratamientos en fundas 75

Anexo 6. Curado y sembrado de semilla 75

Anexo 7. Sustancias minerales altamente diluidas (SMADs). 76

Anexo 8. Preparación de las SMADs 76

Anexo 9. Aplicación de las SMADs a través del riego en la etapa de campo. 77

Anexo 10. Aplicación del abono foliar en el cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L). 77

Anexo 11. Visita del Director del proyecto de investigación 78

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	"Efecto de sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas"
Autor:	Suarez Chichande Viviana Lisseth
Palabras clave:	Homeopatía agrícola, agroecología, producción, *Silicea terra,* fréjol cuarentón.
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2021
Resumen: (hasta 300 palabras)	La presente investigación busca mejorar la forma de cultivar fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) siendo esta una de las leguminosas más cultivadas y consumidas en el mundo por su sabor y valor nutricional, tomando como alternativa la aplicación de las sustancias minerales altamente diluidas (SMADs) para disminuir el uso de los insumos químicos y optimizar el desarrollo de la planta. El objetivo fue evaluar los efectos de las sustancias minerales altamente diluidas en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas en un invernadero. Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos entre ellos un control con tres repeticiones cada uno. Las SMADs evaluadas fueron *Silicea terra* y *Phosphoricum zincum* en diluciones de 13CH y 31CH provenientes de la Farmacia Homeopática Nacional (FHC) en México, cuyas interacciones se compararon con un tratamiento control. La investigación se llevó a cabo en el Campus "La María" en la zona de Mocache, ubicada en el kilómetro 7.1/2 de la vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos. Para esto se emplearon semillas y plantas de *Phaseolus vulgaris* L. que fueron sometidas a la aplicación de las SMADs y determinadas en tres etapas: germinación (*in vitro*), emergencia y desarrollo vegetativo (*in situ*). Se evaluaron las variables de índice de velocidad de germinación, porcentaje de germinación, índice de velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia, altura de planta y longitud radicular en la etapa de emergencia, altura de planta y longitud radicular en el desarrollo vegetativo, diámetro de tallo, peso fresco y seco de la planta y de la raíz, número de vainas, número de granos por vaina, número de granos por planta, peso de 100 granos, rendimiento y floración. Con el tratamiento *Silicea terra* de 13CH se obtuvo un mayor porcentaje de germinación con 97% en comparación con el control que solo obtuvo un 83%, la SMADs *Phosphoricum zincum* de 13CH y 31CH dio mejores resultados en el porcentaje de emergencia con un 100% en comparación con el control que emergió un 90% y en la etapa del desarrollo vegetativo *Silicea terra* dio mejores resultados en la mayoría de variables mientras que *Phosphoricum zincum* solo en peso de raíz. Se concluyó que *Silicea terra* favorece las variables de altura y longitud radicular en la etapa de desarrollo vegetativo y en rendimiento del fréjol. El uso de SMADs representa una alternativa potencial para optimizar el cultivo de fréjol bajo un sistema de producción orgánico.
Descripción:	Hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es nativo de América, principalmente de México en donde se obtiene cerca del 35% de la producción mundial. Se desarrolla en climas cálidos y templados, bajo condiciones ecológicas muy variables, de las cuales ha resultado la selección y desarrollo de una gran cantidad de genotipos cultivados con características muy diferentes. Esta especie es sensible a la humedad ambiental, pues le afecta el frío y los cambios bruscos de temperatura; no es muy exigente en cuanto al suelo, es altamente susceptible a enfermedades, las mismas que limitan la productividad, especialmente en los trópicos (Ochoa, 2013). El cultivo tiene gran demanda en el mercado según (Matute, 2013), la producción mundial del fréjol seco es de 25'082.000 has, con un rendimiento de 515 kg/ha, en vaina es de 385.000 has con un rendimiento de 6.092 kg/ha.

La superficie de fréjol en Ecuador comprende 121 mil hectáreas, es un cultivo que aporta entre el 40 y 70% del ingreso familiar para el agricultor, de acuerdo a (Matute, 2013) hasta hace poco, el país consumía únicamente del 20% de la producción, mientras que el 80% restante se destinaba a la exportación hacia Colombia; actualmente el gobierno ecuatoriano adquiere un 20% de producción para sus programas de alimentación, lo que suma el 40% para el consumo nacional. La importancia de este producto también radica en que la comercialización se realiza a nivel de pequeños productores, lo que amplía el incentivo para el cultivo y mejora su calidad de vida (Martillo, et al., 2017). Ecuador siembra aproximadamente 113.212 has/año de Fréjol ya sea solo o asociado, para cosecha en tierno o e seco, con una producción aproximada de 200 kg/ha^{-1} anualmente; es decir ocupa el 8.69% del área total de cultivos a nivel nacional.

En el Ecuador principalmente en la región sierra, las leguminosas son componentes de los sistemas de producción, ya que son cultivadas en asociación intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos debido a ello (Dumes, 2013), dice que el cultivo juega un papel muy importante en el manejo sostenible de la agricultura y la alimentación, por lo que genera empleo, alimento e ingresos económicos a pequeños, medianos y grandes agricultores, que tratan de satisfacer la demanda interna y externa; pero como todo cultivo necesita de nutrientes para elevar su producción ya que se debe satisfacer la alta demanda, es por ello que se debe buscar alternativas de producción sin uso excesivo de fertilizantes sintéticos que dañan el ecosistema y por ende los suelos agrícolas.

La agrohomeopatía es una alternativa nueva con gran potencial para combatir plagas, consiste en aplicar sustancias altamente diluidas de animales, minerales y plantas, con previa sucusión. Su metodología es de fácil implementación, los preparados homeopáticos se obtienen a bajos costos y no generan resistencia como los productos químicos (Corral, 2015). Los productos agrohomeopaticos poseen una gran capacidad para mejorar el cultivo de acuerdo a (Maldonado, *et al*., 2015; Nuñez *et al*.,2017; García, *et al*., 2019), han observado que dentro de los efectos favorables del uso de estas sustancias minerales se ve mejorado la germinación, emergencia y las variables morfométricas en el desarrollo vegetativo de diferentes especies de plantas.

Por lo anterior expuesto, el objetivo de la investigación se enfocó en determinar el efecto del uso de sustancias minerales altamente diluidas (SMADs) en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris L*) bajo condiciones controladas en invernadero.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Diagnóstico

La agricultura es una de las actividades más importantes de la humanidad, en la actualidad se necesita cultivar grandes extensiones de tierras para poder satisfacer la demanda mundial de alimentos en particular el fréjol es un grano muy nutritivo que se encuentra presente en la gastronomía de todas las familias; dicho cultivo necesita una buena demanda de nutrientes que se debe suplir para obtener un buen rendimiento que permita cumplir el volumen productivo que exige el mercado.

El desconocimiento de las diversas alternativas que existen en el medio agrícola para lograr una buena producción que permita satisfacer las demandas en el mercado alternando no solo productos químicos sintéticos que deterioran el suelo y dañan el ecosistema, sino que combinar alternativas de solución como las sustancias homeopáticas puede permitir obtener un buen rendimiento del cultivo; en esta última se basará la investigación para lograr características morfológicas óptimas, a su vez aumentar el volumen de cosecha.

1.1.2. Planteamiento del problema

El Ecuador es un país donde se cultiva y se consume fréjol en diversas provincias, pero su rendimiento se ve afectado por múltiples factores de la naturaleza (clima, temperatura, vientos, relieves, etc.) y mal manejo del mismo causando plantas débiles sin una buena nutrición ya que no encuentra la disponibilidad en su medio para ser asimilado y por ende una producción muy baja, es por tal razón que existe la alternativa de utilizar medicamentos homeopáticos para así poder lograr una mejora en la producción debido a que este optimizará la toma de nutrientes que la planta requiere para producir, beneficiando al agricultor y a su entorno, debido a que muchas familias de Ecuador viven de este cultivo.

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es el efecto de las sustancias minerales altamente diluidas en el comportamiento agronómico del cultivo de fréjol cuarentón?

¿Cuáles de las sustancias minerales altamente diluidas y que concentración tendrán mejores efectos en el cultivo de fréjol?

¿Cuál es el efecto de las sustancias minerales altamente diluidas en el rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de SMADs en variables morfométricas y rendimiento del cultivo de fréjol cuarentón **(***Phaseolus vulgaris L***)** bajo condiciones controladas en invernadero.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de las SMADs en el comportamiento agronómico del cultivo de fréjol.

- Determinar el rendimiento del cultivo tras la aplicación SMADs.

1.3. Justificación

El fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) es un cultivo de gran interés e importancia económica debido a su sabor y aporte a la alimentación humana a nivel mundial, así como también en el Ecuador ya que es un cultivo que aporta entre el 40 y 70% del ingreso familiar, este cultivo tiene una gran demanda nutricional por lo que es necesario brindarle los nutrientes para que exista una producción óptima para ello el efecto de las sustancias minerales altamente diluidas juegan un papel importante ya que les permite tomar y asimilar los nutrientes necesarios garantizando la productividad.

Sin embargo, este cultivo se ha visto afectado debido a la cantidad de plagas y enfermedades que lo atacan (insectos, hongos, virus, bacterias) y al manejo inadecuado del cultivo como el exceso de fertilizantes, uso inadecuado de insumos químicos, entre otros. Estos ocasionan bajo rendimiento y merma en la producción, provocando que el productor no genere los ingresos esperados, y por ende vea la necesidad de dejar de producir. El uso de las sustancias minerales altamente diluidas le permite a la planta alimentarse de los nutrientes disponibles en el suelo y por ende tomar la cantidad requerida por la misma.

Hoy en día se viene empleando mucho el término de agricultura ecológica que plantea el uso de nuevas alternativas en la producción agrícola que garanticen productos inocuos de calidad y a su vez el rendimiento óptimo. Es por tal razón que se propone el uso de sustancias minerales altamente diluidas, con la finalidad de que estas además de ayudar a obtener un mejor rendimiento nos permita contribuir a la reducción del uso de agroquímicos y por ende a mejorar los ecosistemas contaminados, a si también la información plasmada en este proyecto servirá de guía para los agricultores que deseen implementar nuevas prácticas agrícolas, a la comunidad científica y universitaria pues contiene datos estadísticos que inician la base para nuevas investigaciones que estén relacionadas al tema realizado.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2. Esquema referencial del marco teórico

2.1. Importancia del fréjol (*P. vulgaris L.*)

La importancia del fréjol en el Ecuador, radica en que es uno de los alimentos predilectos de la población, por su valor accesible, el contenido de grasas y proteínas, incluso su valor nutritivo es comparado con la carne roja. El grano de este cultivo es consumido casi por la totalidad de la población, siendo también fuente de ingreso para pequeños y medianos productores; es la leguminosa con mayor área de cultivo y consumo, en grano seco y con alto contenido de humedad, cosechada antes de la madurez fisiológica, (grano fresco), (Garcés, *et al*., 2013).

El fréjol es la leguminosa más cultivada y consumida en Ecuador, sea como grano seco o vaina verde (con alto contenido de humedad cosechado antes de la madurez fisiológica). La preferencia por el color de los granos varía según la provincia, siendo apetecidos en Los Ríos los granos de color rojo, en Guayas los de color blanco, bayo, rojo y canario, y en El Oro los de color amarillo (Garcés, *et al*., 2015).

En el Ecuador el fréjol es la leguminosa que constituye una gran área de cultivo y consumo, de acuerdo al censo realizado existen aproximadamente 24379 ha^{-1} sembradas de fréjol, de las cuales 19438 has son cultivadas como fréjol seco y 4941 como fréjol tierno, en cuanto a su rendimiento es notablemente bajo, 430 kg/ ha^{-1} cuando está asociado con maíz (Bazurto, 2019).

La superficie promedio cosechada en el país en los cinco últimos años fue de 22.186 ha^{-1}, correspondientes a 3.410 ha^{-1} para fréjol arbustivo (hábito de crecimiento determinado) y 18.776 ha^{-1} para voluble (hábito de crecimiento indeterminado). En el mismo período, el rendimiento promedio para fréjol seco fue de 350 kg/ ha^{-1} y para vaina verde de 1.340 kg ha^{-1}.

El cultivo de esta leguminosa lo desarrollan pequeños agricultores, y siendo la producción orientada al autoconsumo, abasteciendo paralelamente el mercado interno (Garcés, *et al*., 2015).

2.2. Origen del fréjol

Del grupo de leguminosas cuyas semillas son comestibles, el frejol pertenece a una de las principales e importantes. En la actualidad está distribuido en todos los continentes del

planeta y es parte fundamental de la dieta alimenticia, especialmente en el centro y sur américa. Se ha reconocido que México es el más probable centro de su origen o su principal lugar de diversificación. El frejol es considerado uno de los cultivos más antiguos del mundo. Diversos hallazgos arqueológicos en Sudamérica y México muestran que los antiguos habitantes lo conocían hace 5000 A.C. (Armando, *et al*., 2011).

2.3. Taxonomía del fréjol

Según Arias, *et al*., (2007) la clasificación taxonómica del fréjol se detalla a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción taxonómica del fréjol

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Género	Phaseolus
Especie	vulgaris
Nombre científico	*Phaseolus vulgaris* L

2.4. Etapas de desarrollo del fréjol

El desarrollo de la planta de fréjol comprende de manera general dos fases sucesivas: la vegetativa y la reproductiva.

La **fase vegetativa** se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales; en esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción (Tabla 2).

La **fase reproductiva** se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha; a pesar de ser esta fase eminentemente reproductiva, durante ella las variedades indeterminadas (Tipos 1I, 1II y IV) continúan, aunque con menor intensidad, produciendo estructuras vegetativas (Tabla 3) (Fernández, *et al*., 1986).

Según Sandoval, (2016) las etapas de desarrollo del fréjol se detallan a continuación:

Tabla 2. Fase vegetativa del fréjol (*Phaseolus vulgaris L*).

Etapa			**Evento con que se inicia cada etapa en el cultivo**
Fase	**Código**	**Nombre**	
Vegetativa	V0	Germinación	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación y se inicia esta etapa.
	V1	Emergencia	Los cotiledones aparecen en un 50% a nivel del suelo.
	V2	Hojas primarias unifoliadas	Las hojas primarias están desplegadas en más del 50% de las plantas.
	V3	1ra. Hoja trifoliada	50% de las plantas que presenten la primera hoja trifoliada totalmente desplegada en el tercer nudo del tallo principal, comenzando por el nudo cotiledonal.
	V4	3ra. Hoja trifoliada	50% de las plantas que presenten la tercera hoja trifoliada totalmente desplegada en el quinto nudo del tallo principal, comenzando por el nudo cotiledonal.

Tabla 3. Fase reproductiva del fréjol (*P. vulgaris L*).

Etapa			Evento con que se inicia cada etapa en el cultivo
Fase	**Código**	**Nombre**	
Reproductiva	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en un 50%.
	R6	Floración	Cuando se abren las primera flores en más del 50%.
	R7	Formación de vainas	50% de las plantas que presenten la primera vaina con corola de la flor colgada o desprendida en cualquiera de los nudos del tallo principal.
	R8	Llenado de vainas	50% de las plantas con la primera vaina llena, con granos de tamaño completo y cambios de coloración de verde hasta adquirir el color característico de la variedad.
	R9	Maduración	50% de las plantas con presencia de la primera vaina decolorada y seca, amarillamiento y caída de las hojas.

2.5. Aspectos botánicos

2.5.1. Raíz

En las primeras etapas de desarrollo el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias (Chiluisa, 2020).

2.5.2. Tallo

Las plantas poseen un tallo principal, dependiendo del cultivar, puede presentar un hábito de crecimiento erecto, semipostrado o postrado. La pigmentación de los tallos presenta

tonalidades derivadas fundamentalmente del verde, del rosado y del morado de acuerdo a su variedad (Chiluisa, 2020).

2.5.3. Hojas

La planta de fréjol posee hojas simples y compuestas, insertadas en los nudos del tallo y ramas; las hojas simples sólo aparecen en el primer estado de crecimiento de la planta y se acomodan en el segundo nudo del tallo, las hojas compuestas son trifoliadas de diversos tamaños. Los foliolos de las hojas son acuminados y asimétricos, de forma alargada a triangular, siempre están asociadas con estípulas presentes en los nudos (Cevallos, 2008).

2.5.4. Flores

La flor es papilionácea, son de forma y colores variados, pétalos y alas de color blanco, rosado, verde o purpura, posee cinco sépalos, cinco pétalos diez estambres y un pistilo, de colores variados; los órganos masculinos y femeninos se encuentran encerrados en una envoltura floral, ofreciendo pocas posibilidades para el cruzamiento entre variedades (Rios & Quiroz , 2007).

2.5.5. Inflorescencias

Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT, 1984).

2.5.6. Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen de un ovario comprimido. Las valvas se unen por dos suturas: una dorsal y otra ventral. Las vainas son de diversos colores: verde, amarillo, blanco, morado, de acuerdo al estado de madurez de la misma y dependiendo de la variedad (Amaya & Juarez, 1981).

2.6. Hábitos de crecimiento del fréjol

Los principales caracteres morfológicos y agronómicos que ayudan a definir el hábito de crecimiento del frijol son:

- El desarrollo de la parte terminal del tallo, el cual permite calificarlo como determinado o indeterminado.
- El número de nudos.
- La longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta.
- La aptitud para trepar.

El grado y el tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía, el cual es definido como la parte del tallo y/o ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo (Atilio & Reyes, 2008).

2.6.1. Crecimiento determinado

Tipo I: Hábito de crecimiento determinado arbustivo. El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y las ramas generalmente se detiene.

2.6.2. Crecimiento indeterminado

Tipo II A: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo: tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.

Tipo II B: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo: tallo erecto, con aptitud para trepar, termina en una guía larga. Como en todas las plantas con hábito de crecimiento indeterminado, estas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado postrado: plantas postradas o semi postradas con ramificación bien desarrollada. La altura de las plantas es superior a la de las plantas de tipo I y II (generalmente mayor de 80 centímetros). Así mismo, la longitud de los entrenudos es superior respecto a los hábitos anteriormente descritos y tanto el tallo como las ramas terminan en guías. Algunas plantas son postradas desde las primeras fases de la etapa vegetativa. Otras son arbustivas hasta pre-floración y luego son postradas. Dentro de estas variaciones se puede presentar aptitud trepadora especialmente si las plantas cuentan con algún soporte en cuyo caso suelen llamarse semi trepadoras.

Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador (Atilio & Reyes, 2008).

Flores: se presentan situadas en racimos y salen de las axilas de las hojas. Cada pedúnculo tiene a menudo de 2 a 5 flores, aunque a veces llegan hasta 8. Son hermafroditas, pentámeras, tienen corola amariposada y son pequeñas de color blanco o azuloso purpúreo. Esta corola irregular está formada por 5 pétalos (Sandoval, 2016).

Fruto: es una legumbre que cuando madura se abre y pueden verse las semillas que hay en su interior las cuales presenta 2 cotiledones (Sandoval, 2016).

Semilla: la semilla representa el óvulo fecundado y maduro y, en granos como el fréjol, la forma de reproducción y multiplicación de la especie. Para asegurar el proceso de reproducción es necesario contar con una semilla de buena calidad, considerada como aquella que al momento de la siembra está en condiciones de germinar y producir una planta normal y vigorosa (Dumes, 2013).

2.7. Requerimientos edafoclimáticos

2.7.1. Clima

El cultivo de fréjol se adapta bien desde 200 hasta 1500 msnm; requiere entre 300 a 400 mm de lluvia (Huacarpuma, 2017).

2.7.2. Temperatura

Cuando oscila entre 12-15ºC la vegetación es poco vigorosa y por debajo de 15ºC la mayoría de los frutos quedan en forma de "ganchillo"; por encima de los 30ºC también aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores (Huacarpuma, 2017).

Las temperaturas menores a 13°C retrasan el crecimiento; mientras que las temperaturas altas, sobre todo nocturnas provocan anormalidades en la floración, caída de flores, maduración temprana, bajo llenado de vainas y retención de las mismas; semillas pequeñas y de menor vigor. Las temperaturas mínimas que puede soportar el cultivo para su desarrollo normal está relacionado a las diferentes etapas del periodo vegetativo, así se tiene para la

germinación8°C, para la floración 15°C y para la madurez de 18°C a 20°C (Huacarpuma, 2017).

2.7.3. Suelo

El suelo apropiado para el cultivo del frejol, es el franco-arcilloso, franco-arenoso, franco-arcillo-arenoso, con buen drenaje interno porque no tolera encharcamiento. El pH del suelo para el cultivo oscila entre 5,5 a 7, los suelos pesados son frecuentemente húmedos y fríos causando un crecimiento lento de la planta y como estos suelos retienen mucha humedad se corre el riesgo de que un porcentaje de la semilla se pudra (Huacarpuma, 2017).

2.8. Plagas

El frijol es un cultivo que es atacado por diversas plagas desde el inicio de su crecimiento. Estas plagas reducen su rendimiento al eliminar partes de hoja, raíces o flores y semillas si no se controlan oportunamente (Sandoval, 2016).

2.9. Época de siembra

La época de siembra se da en relación a las condiciones climáticas de la zona, pero en general se hace entre septiembre hasta diciembre. El fréjol requiere desde el inicio hasta los dos primeros meses de la siembra, buen contenido de humedad del suelo y al final del ciclo bajas precipitaciones para favorecer la maduración y cosecha. En general, las variedades volubles se siembran en los meses de septiembre a enero en asociación con maíz. Las variedades arbustivas se pueden sembrar todo el año si existe riego (Conforme, 2019).

2.10. Cosecha

En el frejol la cosecha representa la columna vertebral del cultivo en cuanto a calidad, ya que una mala recolección de esta puede generar pérdidas en ventas por disminución de la calidad. Esto se debe a que el fréjol es muy sensible al cambio de atmosfera y si es cosechado, antes que este en su punto adecuado puede perder coloración tomando colores opacos claros que no son bien pagos en las salas de depósito (Chiluisa, 2020).

2.11. Sustancias homeopáticas altamente diluidas (SMADs)

Desde su introducción en 1810 por Samuel Hahnemann la homeopatía ha sido siempre objeto de profundas controversias. El principal motivo parece radicar en el postulado de que cuanto menor sea la dosis de un remedio dado, mayor será su acción terapéutica sobre el cuerpo. Cuando se utiliza una sustancia que provoca los mismos síntomas de la enfermedad, se hace obligatorio utilizarla de manera altamente diluida. Lo extraño es que cuanto mayor es la dilución mayor parece la actividad terapéutica, siempre que el remedio haya sido correctamente seleccionado a partir del principio de similitud (Henry, 2017).

Basándose en lo antes expuesto fue encaminada la investigación con la utilización de las SMADs y su teoría en la agricultura.

2.12. Homeopatía

El término, creado por el médico alemán Samuel Christian Hahneman en el siglo XVIII, proviene del griego hómeos (similar) y páthos (enfermedad, afección). La homeopatía contempla dos aspectos: el método terapéutico para tratar a los pacientes y el uso de medicamentos homeopáticos.

Una posible definición actual de la homeopatía es: técnica terapéutica basada en una observación clínica completa y rigurosa que conduce a la prescripción de medicamentos homeopáticos, cuyas indicaciones proceden de una farmacología fundamentada por una constatación experimental que es la similitud (Lanuza, 2013).

Otros autores denominan a la homeopatía como una rama de las ciencias médicas. Tiene una orientación esencialmente terapéutica y está basada en el llamado principio de similitud. Este último sostiene que cuando una sustancia es capaz de producir determinados síntomas en un individuo sano, es también capaz de curar esos mismos síntomas en un enfermo cuando se la administra en dosis pequeñas (Eizayaga, 2012).

Otra definición: La medicina homeopática es un método terapéutico que apareció en Europa a finales del siglo XVIII, anterior a acontecimientos científicos relevantes como la introducción del método experimental en farmacología y fisiología, la teoría microbiana, celular, atómica, de la evolución y el positivismo. Este método se originó a partir de los trabajos y observaciones del médico alemán Samuel C. Hahnemann. Hoy, esta medicina tiene una gran aceptación en los países desarrollados, particularmente en Alemania, Francia

y Bélgica, la homeopatía es aceptada como medicina complementaria, sin embargo, tiene detractores y defensores que discuten su reconocimiento. Existen estudios que proporcionan evidencia de la efectividad de los remedios homeopáticos (Avello, *et al*., 2009).

Se basa en tres principios básicos:

- **Ley de semejanza o similitud (origen hipocrático).** El Dr. Ángel Marzetti, en su libro "La Homeopatía, Medicina del Porvenir", habla sobre el reconocimiento involuntario de la existencia de este principio, ejemplificando; "Diez o veinte gramos de sulfato de sodio producen una diarrea acuosa con poco dolor. Diez o veinte centigramos o aun una cantidad mucho menor, curan una diarrea semejante.
- **Individualización del enfermo y no de la enfermedad.** Basado en las patogenesias, que es el conjunto de perturbaciones que la sustancia en dosis ponderables genera en el experimentador.
- **Dosis infinitesimales o microdosis de sustancia activa.** Por medio de diluciones y dinamizaciones se obtiene el remedio homeopático (Avello, *et al*., 2009).

2.13. Homeopatía agrícola

La agrohomeopatía requiere entrar en un paradigma distinto, desde el que poder entender las plantas y los suelos, diferente al que hemos recibido de la agricultura convencional, e incluso de la ecológica. Hace falta ir más allá de la materia, de la física y la química clásica, y entender que hay algunas realidades para las que todavía no tenemos una explicación racional pero que se experimentan en la materia a partir de un trabajo a otro nivel: de energía, de información. No tenemos la palabra adecuada para hablar propiamente de ello, pero lo que descubrió Hahnemann fueron sus efectos sobre la salud de las personas. Centrémonos pues en los efectos sobre la salud de las plantas y los suelos a base de experimentar (Cuch, 2018).

La agrohomeopatía puede servir para solucionar problemas fitosanitarios que actualmente se gestionan a base de productos químicos de síntesis cuyos efectos secundarios sobre las mismas plantas, los suelos, el ecosistema y los consumidores, se han demostrado graves a lo largo de estos dos últimos siglos de agricultura intensiva. Además, la agrohomeopatía puede dar soluciones a problemas agronómicos que no están siendo resueltos desde la actual visión materialista de la agricultura. Y sin producir estos efectos secundarios nocivos (Cuch, 2018).

Surge la propuesta de la AH (Agromehopatía) como una tecnología viable y susceptible de utilizar en las comunidades rurales de México, a través de un proceso gradual de difusión y transferencia de sus bases técnicas y científicas a los pequeños y medianos productores rurales del país (Paez, 2016).

2.14. Posibles mecanismos de acción

2.14.1. Teoría de la silícea y la nano-medicina

Recientemente, científicos han desarrollado una nueva teoría para intentar revelar el mecanismo de acción de la Homeopatía. La teoría de la silícea está basada en investigaciones que, por medio de la microscopia de barrido, han visualizado nanopartículas formadas por cristales de silícea en preparados homeopáticos altamente diluidos (potencias de 12 CH a 10.000 CH). Estas nano-partículas serian proveniente del choque de las moléculas de la solución a la pared del frasco de vidrio, durante la preparación de los preparados homeopáticos (Moraes, 2013).

Según los investigadores, las nano-partículas de silícea rodeadas de moléculas de agua guardarían en su interior la información electromagnética de la sustancia original y también serían responsables por reaccionar con las células del organismo tratado, causándoles efectos curativos (Moraes, 2013).

2.14.2. Teoría biológica

Otra teoría que se ha planteado es la biológica, según la cual, durante el proceso de dilución, la agitación de las moléculas de la substancia base causaría el desplazamiento y reordenamiento de las moléculas de agua, que formarían cristales alrededor de las moléculas de la substancia, como una imagen negativa. En contacto con los tejidos vivos, estos cristales serían capaces de activar las proteínas receptoras en las células, desencadenando los procesos fisiológicos responsables de dar seguimiento al mecanismo de cura del organismo (Moraes, 2013).

El uso de productos homeopáticos en organismos vegetales y animales ha venido incrementándose en los últimos años, a este proceso ha permitido designarlo con el término de AH (Agrohomeopatía) y que fue planteada como el uso del método homeopático en

agricultura. La homeopatía si bien surgió como una forma de curar a los seres humanos, no reduce su aplicación a este ámbito, sino que también ha demostrado efectividad en su uso con animales y actualmente se manifiesta en la investigación y uso en vegetales. Las posibilidades de la homeopatía en agronomía son amplias ya que su utilización abarca una gama amplia de conocimientos, como, por ejemplo: el enraizamiento, el control fitosanitario, germinación, el crecimiento de biomasa, como reguladores de crecimiento y otros que apenas comienza su estudio como son las fertilizaciones hidropónicas y el control de sales en los cultivos como en el suelo, fomentando con esto un incremento en la producción u otro interés agrícola (Paez, 2016).

La agrohomeopatía se ha conformado en un conocimiento moderno, novedoso, efectivo y prometedor proceso de producción agropecuaria, para incidir en resolver de otra forma los problemas que afectan a los cultivos y al ganado en el ámbito de las plagas y enfermedades, e incremento de biomasa vegetal y muscular. Ésta búsqueda de alternativas incluye los aspectos ecológicos, buscando que éstas no sean contaminantes; porque este es un aspecto importante para la vida no sólo de las comunidades campesinas e indígenas sino de toda la sociedad, debido a que el uso de agroquímicos incide negativamente en la calidad de vida y salud de toda la población (Ruiz, 2015).

En la agricultura, el empleo de la Homeopatía es relativamente más reciente. A pesar de haber algunos trabajos científicos iniciales publicados desde de 1939, la Homeopatía Rural empieza a popularizarse hace un poco más de dos décadas en países como Brasil, México, India y Europa (Moraes, 2013).

2.15. La homeopatía en la fisiología de las plantas

Finalmente, una alternativa eco-amigable de aplicación reciente y con alta posibilidad de éxito debido a la inocuidad de sus productos y viabilidad económica, es la aplicación de medicamentos homeopáticos autorizados para uso en humanos, con registro en instituciones oficiales como la Secretaría de Salud de México. Se comprobó que estos medicamentos tienen la capacidad de inducir respuestas biológicas que favorecen el crecimiento y desarrollo de diversas especies vegetales, permitiendo obtener plantas más vigorosas con mayor rendimiento en biomasa y, por ende, con mayor potencial y rentabilidad económica en su cultivo (Mazón, *et al*., 2020).

Existen evidencias científicas del uso de productos homeopáticos en plantas y su efecto benéfico, en la estimulación del crecimiento y producción de biomasa, sustentado en la acción directa de los ingredientes activos en los procesos fisiológicos de las plantas tratadas con homeopatía. También se demostró que los medicamentos homeopáticos vigorizan a las plantas permitiendo que se desarrollen mejor, incluso en ambientes desfavorables, como el estrés biótico y abiótico (Mazón, *et al*., 2020).

El empleo de medicamentos homeopáticos ha sido probado con éxito en varios cultivos, demostrando su modo de acción como promotores del crecimiento vegetal. Por otro lado, algunos medicamentos homeopáticos para uso en humanos, con registro en la Secretaría de Salud de México, se han aplicado exitosamente como promotores del crecimiento vegetal, para el control de organismos patógenos, y como atenuadores de los efectos negativos del estrés abiótico (Mazón, *et al*., 2019).

2.16. La homeopatía en la revitalización del suelo

Una tecnología que facilita la degradación de los agroquímicos, que recupere la vitalidad y fertilidad del suelo y que aún más, promueva estos cambios en un intervalo de tiempo más corto que el usual, facilitaría a los agricultores a cambiar sus modelos de producción para sistemas más sostenibles. Como se ha demostrado que la Homeopatía es capaz de alterar la vitalidad del suelo por afectar el metabolismo de los microorganismos, puede ser una herramienta útil para la revitalización de suelos empobrecidos por manejos degradantes (Moraes, 2013).

Las dinamizaciones homeopáticas aplicadas a la producción agropecuaria son un conocimiento para la vida, ya que ninguna dinamización elaborada de un veneno, por más dañino que sea; es capaz de hacer daño a cualquier organismo vivo, además de que las dinamizaciones homeopáticas aplicadas en la agricultura forman parte del conocimiento agronómico, al incidir benéficamente en los procesos de vida de los animales y vegetales (Ruíz, 2011).

Diluciones infinitesimales y sucesiones: son procedimientos indispensables empleados en la homeopatía, generalmente las sustancias utilizadas en concentraciones elevadas o no diluidas son tóxicas, por esta razón en la homeopatía es indispensable diluirlas, las sucesiones son movimientos energéticos o agitaciones que se realizan a la sustancia diluida para separar sus átomos o partículas (Johnson & Boon, 2007).

Técnica de potenciación o dinamización: para esto se elabora la tintura madre que es el resultado de la maceración de una sustancia en alcohol, una vez obtenida la tintura se mezcla1 ml de la misma en 99 partes de agua, a esta mezcla se realizan sucesiones obteniendo 1CH (centesimal de Hahnemann) como se muestra en la Figura 1, de esta mezcla se toma 1ml y se repite el procedimiento para obtener 2CH, así sucesivamente hasta conseguir la potencia deseada, en homeopatía la potencia indica el número de diluciones y sucesiones a la que ha llegado la sustancia (Aguilar, 2013).

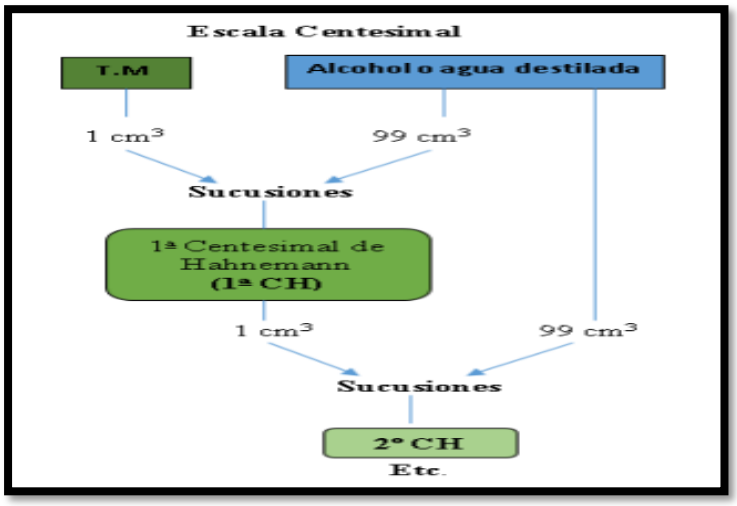


Figura 1. Escala centesimal de Hahnemann, basada en la técnica de potenciación o dinamización para elaborar diluciones homeopáticas.

La planteada como el uso del método homeopático en agricultura, a partir del cual es posible incidir en los procesos biológicos de la planta para acelerar o detener su crecimiento. Utilizando el método homeopático en la agricultura es posible contribuir al control de plagas y enfermedades utilizando a las mismas plantas enfermas o dañadas por la plaga y aún la misma plaga; al preparar el nosode ("nosode" se deriva del griego nosos y significa enfermedad; así, un nosode es el nombre que se usa para hacer mención a un remedio preparado, ya sea del tejido de una enfermedad real, o de organismos asociados con enfermedades, bacterias o virus en forma de cultivo) homeopático o agrohomeopatía (Rivas, *et al*., 1996).

El uso de la homeopatía en la agricultura se denomina "homeopatía agrícola" o "agrohomeopatia", a partir del cual es posible incidir en los procesos biológicos de la planta para acelerar o detener su crecimiento. Por otro lado, se puede contribuir al control natural de plagas y enfermedades, fomentando con esto de manera directa en un incremento de la producción (Alvarado, *et al*., 2017).

2.17. Origen de los medicamentos homeopáticos

Los medicamentos homeopáticos provienen de extractos vegetales como la Belladonna, la Pulsatilla o el Arnica; de sustancias minerales como el fósforo, el azufre o la sal marina; de sustancias de origen animal como la abeja o la cantárida y, con mucha menor frecuencia, de algunas sustancias químicas de síntesis. También se utilizan en homeopatía un importante número de medicamentos llamados bioterápicos, los cuales son elaborados a partir de cultivos microbianos u otras sustancias de origen biológico (Eizayaga, 2012).

2.18. Medicamentos homeopáticos

2.18.1. *Silicea terra*

Es un compuesto oxigenado de silicio. Para la preparación del medicamento homeopático se utiliza la sílice pura extraída del cristal de roca. Es el medicamento de elección para tratar queloides y retrasos en la cicatrización. También está indicado en las uñas frágiles (Echegaray, *et al*., 2011).

También llamado sílice o dióxido de silicio es una sustancia química de gran importancia en la agrohomeopatía cuya formulación química es SiO2, se encuentra en estado natural en las rocas y arena siendo insoluble en agua. Su importancia radica en que una vez dinamizada puede ser absorbida por la planta mejorando los procesos de asimilación es decir influye en la nutrición y fortalece la epidermis (Nuñez, 2017).

Según Bonilla, (2017) en su trabajo de investigación titulado "Evaluación del efecto de sustancias homeopáticas en tres etapas del desarrollo en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones controladas", manifiesta que el uso de *Silicea terra* fuera de la homeopatía es desconocido. Sim embargo se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza: en la corteza terrestre, en la arena del mar e incluso en los tallos de las plantas y en tejidos animales tales como la piel, uñas, pelo, fibras nerviosas y periostio. La industria lo utiliza para la elaboración de la dinamita. En naturopatía, las sustancias hechas a base de minerales cuyo principio farmacológico no radica en la ley de los semejantes, si no que actúan a través de la eliminación de los mecanismos patológicos del organismo a través de la producción de trastornos en la distribución de las sustancias minerales.

2.18.2. *Phosphoricum zincum*

Conocido también como ácido fosfórico, ácido ortofosfórico, contiene al menos el 85% y, como máximo, el 90% de H_3PO_4, presenta características físicas como liquido de consistencia xaroposa, límpido, incoloro, inodoro, de sabor muy ácido, pero agradable, es mezclable en agua y etanol en todas las proporciones. Contienen nanopartículas del ingrediente activo, éstas pueden activar diversos procesos fisiológicos en las plantas que permiten un mejor funcionamiento celular y un desarrollo más eficiente de sus tejidos y órganos (Mazón, *et al*., 2020).

El abonado en la agricultura es la principal fuente de alimentación, pues como nos hemos dado cuenta, el agua es insuficiente para lograr crecer una planta. Aunque nosotros no aportemos nada más que el riego, el suelo está suministrando de forma constante dichos elementos nutritivos a la raíz de la planta. Claro que todo tiene un límite y es ahí donde entra en juego el ácido fosfórico como fuente altamente enriquecida de nitrógeno. Uno de los abonos más utilizados para incorporar fósforo al cultivo es el ácido fosfórico el mismo que viene en forma líquida, cómodo de utilizar (pero peligroso), con un aporte genérico de 52% p/p de fósforo, con pH ácido (ideal para suelos alcalinos), y con un mayor control del aporte que se realiza para fertirrigación (Agromática, 2020).

2.19. Antecedentes de investigación

Se ha evaluado el efecto de las sustancias homeopáticas en plantas de pepino (*Cucumis sativus*) bajo condiciones controladas, en donde la autora menciona que aplicar las sustancias homeopáticas: *Silicea terra***,** *Natrum muriaticum*, *Magnesia phosphorica* y *Arsenica album* en las etapas de germinación sumergiendo en cada una de las sustancias homeopáticas durante 20 minutos, de emergencia sumergiendo en cada una de las sustancias homeopáticas durante 20 minutos en un lugar oscuro y del desarrollo vegetativo sumergiendo en cada una de las sustancias homeopáticas durante 20 minutos en un lugar libre de luz para luego sembrar un semilla en cada maceta a 1 cm de profundidad obteniendo como resultados más relevantes que la aplicación de *Arsenica álbum* 13CH influyó positivamente en la tasa de germinación en plantas de pepino con 9 semillas germinadas por hora además las semillas tratadas con *Magnesia phosphorica* 7CH presentaron mayores promedios en la tasa de emergencia con 10 semillas por día (Nuñez, 2017).

Asimismo García, *et al*., (2019) evaluaron la respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) variedad Quivicán a la aplicación de medicamentos homeopáticos, Los tratamientos fueron elaborados mediante dilución y agitación (sucusión) a partir de los medicamentos homeopáticos comerciales *Magnesium metallicum* 30CH (Similia®) y *MagnesiumManganum-Phosphoricum*-Injeel (Rubiopharma®), las semillas fueron embebidas durante 30 min en el tratamiento homeopático correspondiente y se sembraron en macetas de plástico en donde realizaron la evaluación de la emergencia y posteriormente evaluaron la etapa de crecimiento vegetativo inicial además de las variables morfométricas que evaluaron consiguiendo entre los principales resultados que La aplicación de medicamentos homeopáticos en plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris L*.) variedad Quivicán, promovió significativamente su crecimiento. Se obtuvieron incrementos en la tasa fotosintética, longitud del tallo, longitud de la raíz, biomasa fresca de la raíz, biomasa fresca y seca de tallo y hojas, área foliar, diámetro teórico y número de hojas. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento que contenía los medicamentos homeopáticos *Magnesium metallicum* y *Magnesium-Manganum phosphoricum*.

De igual forma se ha evaluado la aplicación de la homeopática de venenos, plantas y barrenillo, para obtención de frutos de *Capsicum annuum* sin *Anthonomus eugenii* Cano, 1894 en el cual los autores mencionan que compran medicamentos y otros los elaboran los tres tratamientos homeopáticos de plantas fueron comprados, *Allium cepa* Ø 6CH, *Strychninum* T 6CH, y *Physostigma venenosum* T 6CH, otros dos tratamientos fueron dos preparados homeopáticos de picudo de chile que se elaboraron artesanalmente, además, se evaluaron dos tratamientos homeopáticos de Picudo T 10CH, Picudo T 200CH y uno de planta Cilantro Ø 10CH, los elaboró artesanalmente el Dr. Felipe Ruiz Espinoza, con los métodos de Trituración T y Tintura Ø sembraron el chile y realizaron diversas aplicaciones de los medicamentos homeopáticos obteniendo como resultados más importantes que los homeopáticos de *L. trigonocephalus* T 7CH y *Allium cepa* Ø 6CH protegieron significativamente con altos porcentajes de 78.15 y 76.90 en el peso de frutos sin *A.eugenii* con = a 0.40 picudos por fruto. Estos resultados demuestran el potencial de los homeopáticos elaborados con veneno de víbora, de planta y del insecto, para ser incluidos como una alternativa para el control del picudo de chile *A. eugenii*. (Martínez, *et al*., 2019).

Lo propio hicieron Maldonado, *et al*., (2015) evaluando el efecto de productos homeopáticos en el crecimiento y la floración de *Aphelandra squarrosa* var. *snowflake (Acanthaceae)* en

donde mencionan que el material vegetativo lo obtuvieron de plantas utilizadas como plantas madre; tomaron esquejes terminales de 8 a 10 cm de longitud con cuatro hojas, dos totalmente desarrolladas y dos en desarrollo, y se sembraron en macetas de 15.24 cm de diámetro, a los 30 días después de la siembra de los esquejes, se seleccionaron 85 plantas de las 100 que habían plantado de vigor similar y se iniciaron las aplicaciones de los productos homeopáticos (producto comercial bonzi, también se evaluaron los preparados homeopáticos de activol, calcárea carbónica de corteza, espinas y ramas de chaparro amargoso *C. tortuosa*, de bulbos de cólquico *C. autumnale*, de rizoma de barbasco europeo *Dioscorea villosa* (Dioscoreaceae), Floral, gasolina, de semilla de nuez vómica *S. nux-vomica* y radix) obteniendo entre los principales resultados que la aplicación, como agua de riego, de 14 productos homeopáticos a diferentes potencias en plantas de afelandra blanca *A. squarrosa* var. snowflake no reduce el porte, anchura ni número de hojas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en el Campus "La María" extensión de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizado en el km 7 vía Quevedo - El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 01° 04' 48 "de latitud Sur y 79° 30' 06'' de longitud Oeste, a una altura de 77 msnm; la zona posee un clima tipo tropical húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 24.9 °C, precipitación promedio anual de 2220.1 mm, humedad relativa media 84 %, heliofanía promedio anual 873.2 hs, evaporación 1010.9 mm, pH 6.5, tipo de suelo franco y topografía irregular.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de esta investigación es de carácter experimental. Ya que permitió evaluar el efecto que genera el uso de sustancias altamente diluidas en el cultivo de fréjol.

3.3. Método de investigación

En la investigación se emplearon los métodos deductivos, analítico y de observación teniendo en cuenta la bibliografía mencionada en este proyecto lo cual ayudó para obtener los resultados que nos permitieron dilucidar lo que se planteó.

- **Método deductivo:** El método se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

- **Método analítico:** Consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual.

3.4.Fuentes de recopilación de información

Las fuentes utilizadas para la obtención de información fueron secundarias ya que se obtuvieron de: revistas, publicaciones científicas, libros y tesis.

3.5. Materiales y equipos

Materiales

- Puntas blancas
- Puntas amarillas
- Juego de micro pipetas
- Tubos de micro centrifuga
- Papel toalla
- Parafilm
- Guantes
- Calibrador (pie de rey)

Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Cabina de flujo
- Destilador de agua

Reactivos

- Alcohol
- Cloro
- Agua destilada
- Sustancias minerales altamente diluidas (*Phosphoricum zincum* y *Silicea terra*)

Material de campo

- Plástico de color (amarillo)
- Aceite vegetal
- Estacas de madera
- Abono foliar
- Machete
- Recipientes de sembrado

- Sustrato comercial
- Tierra de sembrado
- Regaderas
- Tijera de podar
- Cinta métrica
- Bandeja germinadora

Material vegetal

- Semillas de fréjol cuarentón *P. vulgaris L*

Sustancias minerales altamente diluidas

Las sustancias minerales altamente diluidas (SMADs) en el presente estudio fueron elaboradas a partir de sustancias homepáticas obtenidas de la Farmacia Homeopática Nacional (FHN) en México (Anexo 7). Estas se presentan en frascos color ámbar en las diluciones 12CH y 30CH (Centesimal de Hahnemann) diluidas en etanol 85ºGL, las sustancias empleadas fueron: *Silicea terra y Phosphoricum zincum*. A partir de las diluciones 12CH y 30CH se obtuvieron las diluciones de trabajo 13CH y 31CH. Para lograr esto, se siguió la metodología basada en el principio de la homeopatía, en donde se tomó 1 ml de cada sustancia homeopática 12CH y 30CH y se diluyó en 99 ml de agua destilada, posteriormente se realizó el proceso de sucusión.

3.6. Diseño experimental (Análisis de Varianza)

El diseño experimental que se empleó en la investigación fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), siendo el primer factor las sustancias minerales altamente diluidas (SMADs) y el segundo factor las concentraciones de las SMADs; se contó con tres repeticiones y 10 plantas por cada repetición (30 por tratamiento), además de un grupo control.

Todas las variables en estudio fueron sometidas al análisis de varianza, determinando previamente los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Para establecer la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey. Se estableció un nivel de significancia de 0.05, es decir al 95% de probabilidad.

Tabla 4. Tratamientos para evaluar el efecto de SMADs en plantas de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) bajo condiciones de invernadero.

	Tratamientos
T_1	D_1Mh_1 (*Phosphoricum zincum* 13CH)
T_2	D_1Mh_2 (*Silicea terra* 13CH)
T_3	D_2Mh_1 (*Phosphoricum zincum* 31CH)
T_4	D_2Mh_2 (*Silicea terra* 31CH)
T_5	Control (Agua purificada)

Tabla 5. Esquema del Análisis de Varianza.

Fuente de variación	**Grados de libertad**
Total	14
Tratamientos	4
Error	10

3.7. Manejo del experimento

3.7.1. Germinación

Para esto se procedió a sumergir 30 semillas (10 por replica) en cada una de las SMADs más un control (semillas sumergidas en agua) durante 30 minutos luego se colocaron sobre papel absorbente en cajas Petri (unidades experimentales) en donde se observó la germinación durante 10 días, bajo condiciones de oscuridad (Anexo 1). Se mantuvieron húmedos los diferentes tratamientos y el grupo control con la aplicación de las SMADs y agua pura respectivamente 2 veces al día generalmente. Se observó diariamente las unidades

experimentales y se consideró una semilla germinada cuando a la misma se visualizó la plúmula a través de la cubierta de la semilla. Se contabilizaron las semillas germinadas en cada uno de los tratamientos, para evaluar las variables de respuesta (tasa y porcentaje de germinación).

3.7.2. Emergencia

Se sembraron 30 semillas de *P. vulgaris L*, por tratamiento, en charolas germinadoras (Anexo 2) (10 por replica) en un sustrato humedecido (el cual estuvo conformado por el 30% del sustrato comercial BIOABOR BBO + 70% de tierra negra) con SMADs más un grupo control (semillas sembrada en sustrato sin SMADs). Se tomaron los datos de manera diaria por un lapso de 10 días, se consideró plántula emergida aquella cuya plúmula sea visible por encima del sustrato. Se contabilizaron las semillas emergidas en cada uno de los tratamientos, para evaluar las variables de respuesta (tasa y porcentaje de emergencia).

3.7.3. Desarrollo vegetativo

3.7.3.1. Actividades agronómicas

3.7.3.1.1. Siembra

Esta se realizó en pequeñas macetas (Anexo 5) (fundas de vivero de 16 x10) las cuales contenían un sustrato de 30% del sustrato comercial BIOABOR BBO + 70% de tierra negra) (Anexo 4) ubicadas en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el Campus “La María”, se curaron las semillas con Vitavax (Anexo 6) para evitar que los hongos la dañen y luego se sumergieron por 30 minutos en las respectivas SMADs y las del control en agua, luego se procedió con la siembra colocando dos semillas por maceta y se realizó un raleo a los 15 dds para evitar que estas compitan por nutrientes y se vea afectado su desarrollo y por ende la investigación.

3.7.3.1.2. Control de malezas

El control de maleza se lo realizó de forma manual en los recipientes y para remover la maleza de los alrededores de los mismos se utilizó un machete sin punta de esta forma se evitó el uso de químicos en esta parte del manejo del cultivo.

3.7.3.1.3. Control de plagas

Se instalaron trampas monocromáticas las cuales fueron elaboradas de forma casera utilizando plástico de color amarillo se utilizó ese color puesto que la plaga que más atacan al cultivo de *P. vulgaris L* es la mosca blanca la cual es atraída por el color antes mencionado con una medida de 30 cm x 30 cm cada uno y se colocaron en los alrededores del cultivo, a estas se les untaba con aceite vegetal 1 vez al día con la finalidad de atrapar a los insectos antes mencionados, esto se lo realizó basándose en la teoría de (Chilig, 2017).

3.7.3.1.4. Fertilización

Se aplicó un abono foliar Evergreen (Anexo 10) ya que es un complejo nutricional sistémico y bioestimulante que ayuda a suplir la demanda nutricional del cultivo de *P. vulgaris* L esto se le aplicó 2 veces en todo el ciclo productivo.

3.7.3.1.5. Preparación de las SMADs

Según Ohlenschlaeger, (2021) el método de preparado se detalla a continuación.

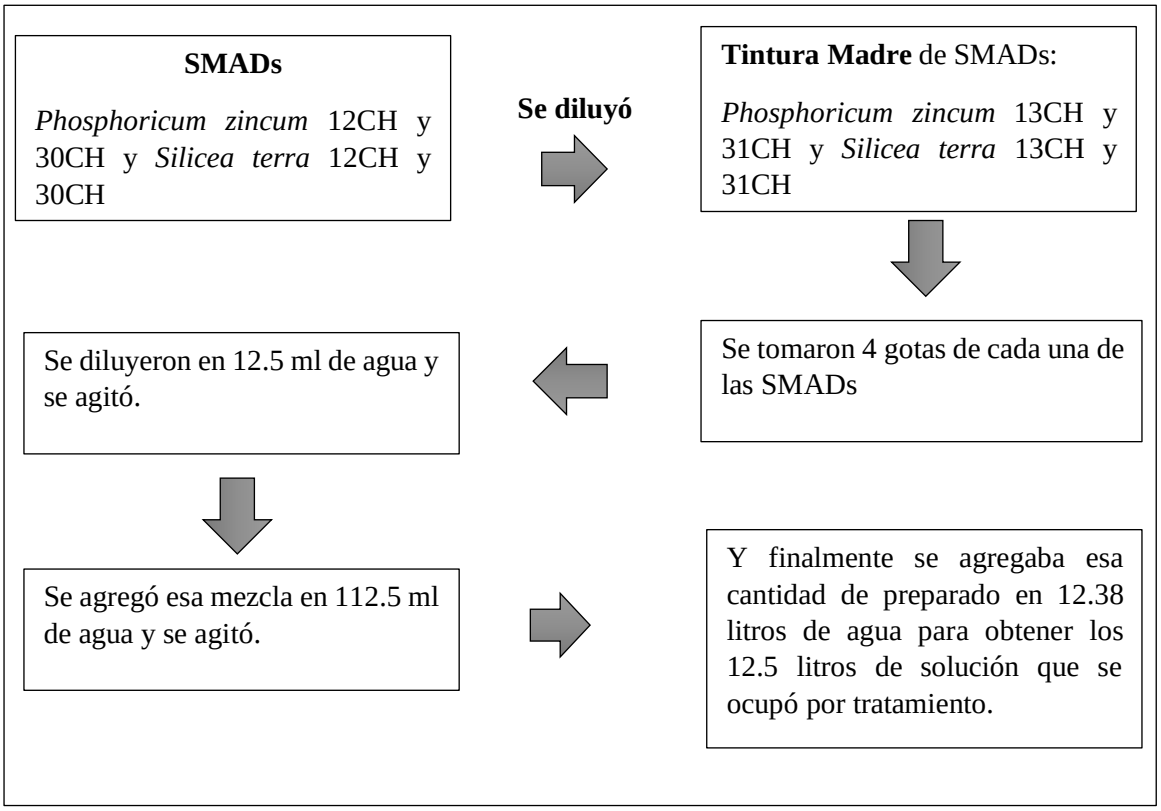


Figura 2. Preparación de las SMADs para aplicar a los tratamientos evaluados en la investigación. **(**Anexo 8**)**

3.7.3.1.5.1. Aplicación de las SMADs

Las sustancias se aplicaron de manera edáfica mediante el riego (Anexo 9) durante el desarrollo vegetativo, con la finalidad de evaluar el efecto de las mismas en variables morfométricas y sobre el rendimiento de cultivo de *P. vulgaris L*, se hizo a partir de las concentraciones 12CH y 30CH y así se obtuvieron las diluciones 1:100 es decir 1 ml de SMADs y 99 ml de agua. La aplicación de las sustancias se realizó de la siguiente manera. Se preparó 12,5 litros de cada SMADs para 30 plantas y se suministraron de manera edáfica 0.45 litros a cada planta. Para el grupo control solo se incluye el agua sin tratamiento. Este procedimiento se realizaba dos veces por semana de forma manual mediante el riego.

3.8. Variables a evaluar

3.8.1. Germinación

3.8.1.1. Porcentaje de germinación

Esta se evaluó por 10 días tomando datos diariamente y se obtuvo el porcentaje de germinación, mediante la fórmula utilizada por (Maguire, 1962).

$$\%G = \frac{\#\ de\ semillas\ germinadas\ en\ el\ último\ conteo}{\#\ de\ semillas\ germinadas\ sembradas}\ X\ 100$$

3.8.1.2. Índice de velocidad de germinación

El índice de velocidad de germinación IVG se calculó mediante la expresión propuesta por (Maguire, 1962).

$$IVG = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{N_i}$$

En donde: IVE = índice de velocidad de germinación; Xi= Número de plántulas germinadas por día; Ni= Número de días después de la siembra; n= Número de conteos 1, 2…., n conteos.

3.8.2. Emergencia

3.8.2.1. Porcentaje de emergencia

Para esta variable se tomaron los datos durante 10 días una vez sembradas las semillas de fréjol en el sustrato empapado con SMADs, para realizar el cálculo se utilizó la ecuación usada por (Maguire, 1962).

$$\%E = \frac{\#\ de\ plántulas\ emergidas\ en\ el\ último\ conteo}{N°.\ de\ semillas\ sembradas}\ X\ 100$$

3.8.2.2. Índice de velocidad de emergencia

El índice de velocidad de emergencia IVE se calculó mediante la expresión propuesta por (Maguire, 1962).

$$IVE = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{N_i}$$

En donde: IVE = índice de velocidad de emergencia; Xi= Número de plántulas emergidas por día

Ni= Número de días después de la siembra; n= Número de conteos 1, 2…., n conteos.

3.8.2.2. Altura de planta y longitud de radícula en la etapa de emergencia (cm)

Se procedió con un corte en el cuello (entre la base del tallo y el inicio de la radícula), la altura de la planta se tomó desde la base del tallo hasta la yema apical de la planta, para la longitud de radícula se procedió a medir desde la base radicular hasta el ápice de la raíz esto se realizó al finalizar la prueba de emergencia a los 10 dds.

3.8.3. Desarrollo vegetativo

3.8.3.1. Altura de planta y longitud de radícula (cm)

Se realizó un corte en el cuello (entre la base del tallo y el inicio de la radícula), la altura de la planta se tomó desde la base del tallo hasta la yema apical de la planta, para la longitud de radícula se procedió a medir desde la base radicular hasta el ápice de la raíz este procedimiento se lo realizó a los 64 dds al finalizar la investigación.

3.8.3.2. Diámetro del tallo (cm)

Para esta variable se utilizó un calibrador, tomándose el dato a 5 cm de altura respecto a la base del tallo de la planta, esto se evaluó al finalizar la investigación.

3.8.3.3. Peso fresco de la parte aérea (tallo y hojas) y radícula

Una vez retiradas las vainas de las plantas se procedió a separar la raíz de la planta para así poder pesar, realizando un lavado a la raíz con la finalidad de quitarle los residuos de tierra.

3.8.3.4. Peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) y radícula

Una vez que se realizó el pesado de la parte aérea y de la radícula en estado fresco se procedió a colocar las mismas en una estufa a 60°C durante 48 horas basándonos en la metodología usada por (Álvarez, *et al*., 2007).

3.8.3.5. Porcentaje de flores

Se contabilizó el número de flores cuando se observó que más del 50% del cultivo presentó floración, con esta variable se cumplió a mediados de la investigación cuando el cultivo inició dicha etapa.

3.8.3.6. Número de vainas por planta

Se contabilizaron cuántas vainas presentó cada planta de los diferentes tratamientos para conocer si el efecto de las SMADs, así como también las distintas concentraciones influye en este factor, se lo realizó al finalizar la investigación.

3.8.3.7. Número de granos por vaina

Una vez cosechado las vainas de fréjol se procedió a desgranar y a contabilizar el número de granos que presentaron cada una, con la finalidad de conocer si las SMADs y las distintas concentraciones en las que se utilizaron generó diferencias entre los distintos tratamientos.

3.8.3.8. Número de granos por planta

Se cosecharon las vainas separándolas por plantas y por tratamientos, posterior a ello se desgranó y se procedió a contabilizar los granos para conocer el número de los mismos que se obtenga de cada planta.

3.8.3.9. Peso de cada 100 granos

Se escogieron 100 granos de cada tratamiento y posteriormente se procedió a pesarlos en una balanza analítica con la finalidad de conocer las diferencias generadas en cada una de las diversas dosis de SMADs utilizadas en la investigación, puesto que un buen peso de granos se verá reflejado en el rendimiento final.

3.8.4. Rendimiento en Kg/ha

Para esta variable se procedió a pesar todos los frutos cosechados de cada uno de los tratamientos y mediante una regla de tres se proyectó el rendimiento por tratamiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.2. Germinación

4.1.2.1. Porcentaje de germinación

Para el porcentaje de germinación no se observaron diferencias significativas (p=0.46). Se muestra el T2 *Silicea terra* el que obtuvo el porcentaje más alto con un 97% de semillas germinadas y siendo el T5 (control) el que presentó el porcentaje más bajo de germinación con un 83% (Figura 3).

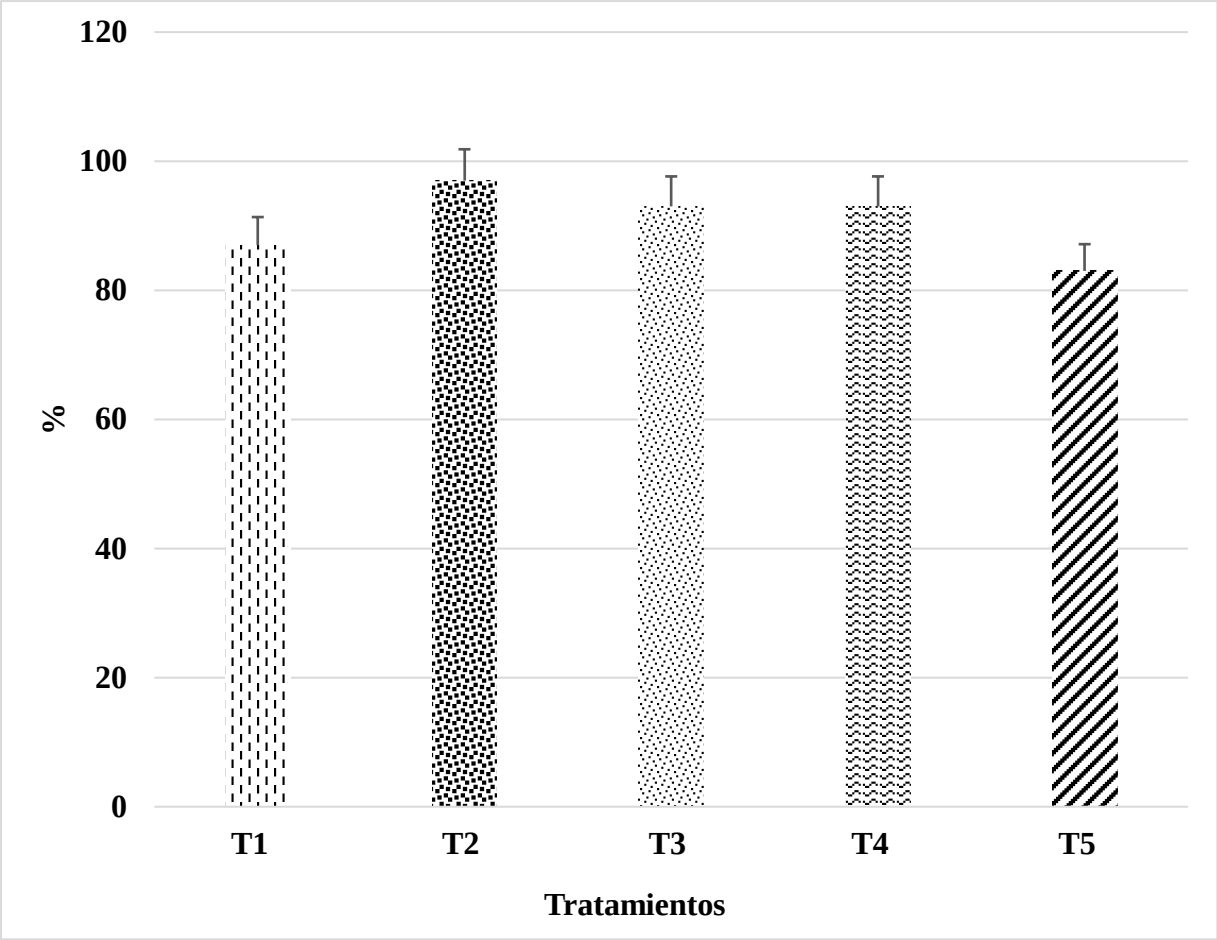


Figura 3. Efecto de las SMADs sobre el porcentaje de germinación

Evaluación del fréjol cuarentón a los 10 dds bajo los tratamientos con las SMADs: T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

.2.1.2. Índice de velocidad de germinación (IVG)

Para el IVG, tampoco se presentaron diferencias significativas. Siendo el T3 *Phosphoricum zincum* en donde se obtuvo un mayor número de semillas germinadas por día (5 semillas) mientras que los demás tratamientos como lo son T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y el T5 (control) se mantuvieron en un IVG de 4 semillas por día (Figura 4).

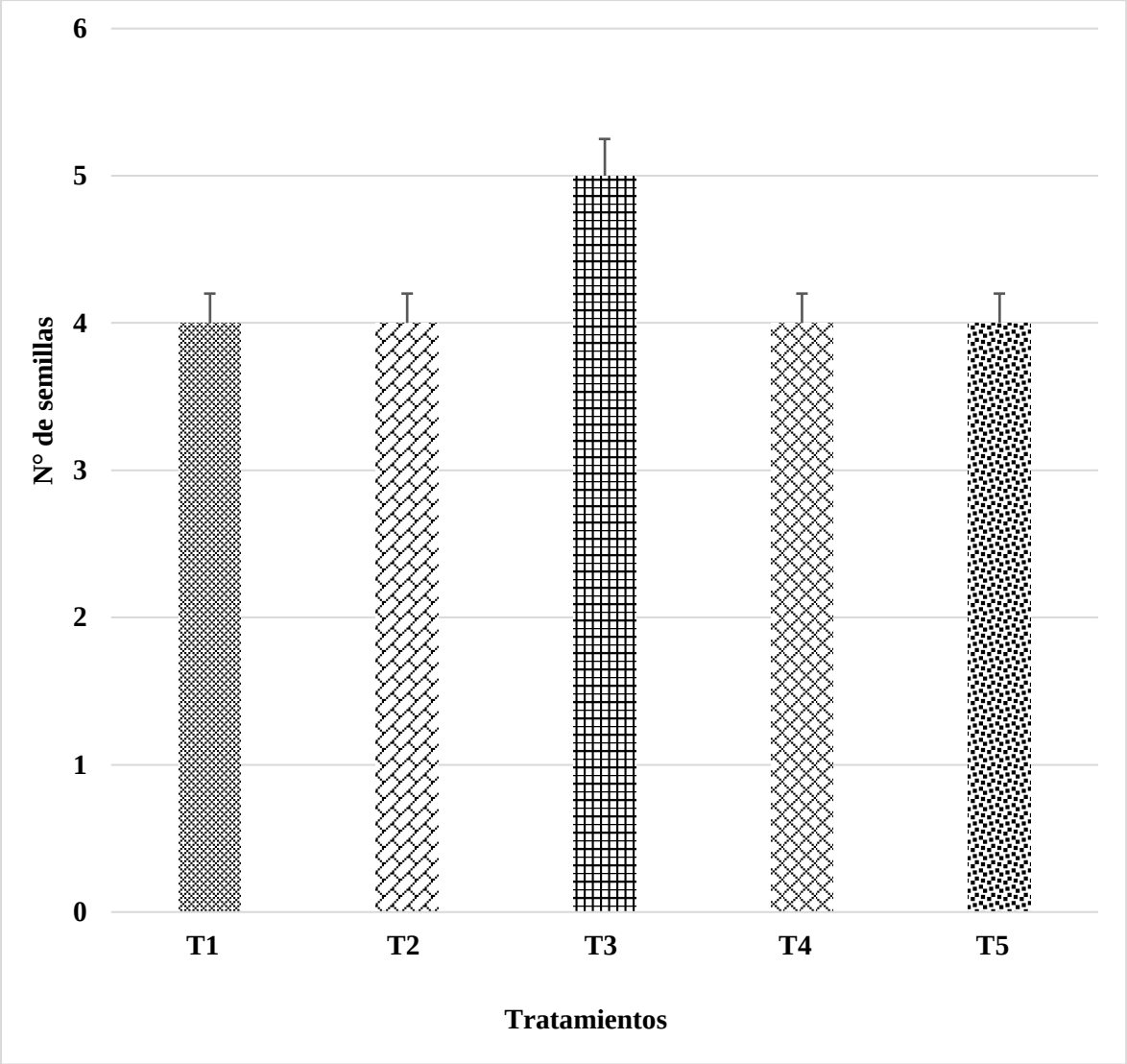


Figura 4. Evaluación del efecto de las SMADs sobre el IVG

Evaluación sobre el índice de velocidad de geminación a los 10 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

4.1.3. Emergencia

4.1.3.1.Porcentaje de emergencia

Para esta variable no se presentaron diferencias significativas (p=0.42), sin embargo, los tratamientos T1 y T3 con *Phosphoricum zincum* en dilución de 13CH y 31CH respectivamente se obtuvo el 100% de plántulas emergidas, evidenciándose el T5 (control) con el porcentaje más bajo (90%) (Figura 5).

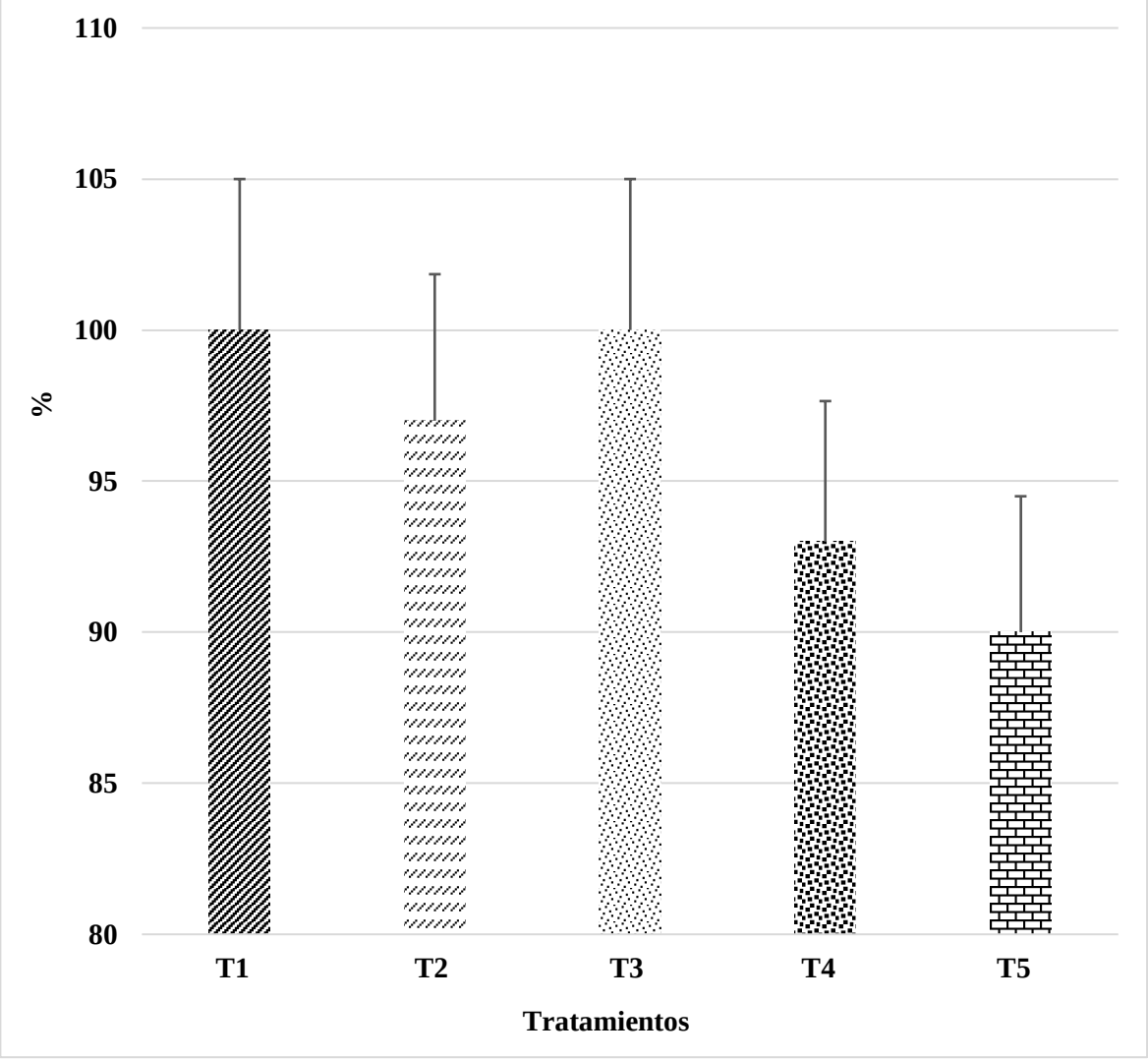


Figura 5. Efecto de las SMADs en el porcentaje de emergencia

Evaluación de las SMADs sobre el porcentaje de emergencia a los 10 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

4.1.3.2. Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Para el IVE no se presentaron diferencias significativas. Se muestra que el T1, T2 y T3 *Phosphoricum zincum* de 13CH, *Silicea terra* 13CH y *Phosphoricum zincum* de 31CH respectivamente en donde se obtuvo un mayor número de plántulas emergidas por día (6 plántulas) mientras que los demás tratamientos como lo son T1 *Phosphoricum zincum* y el T5 (control) se mantuvieron en un IVE de 5 semillas por día (Figura 6).

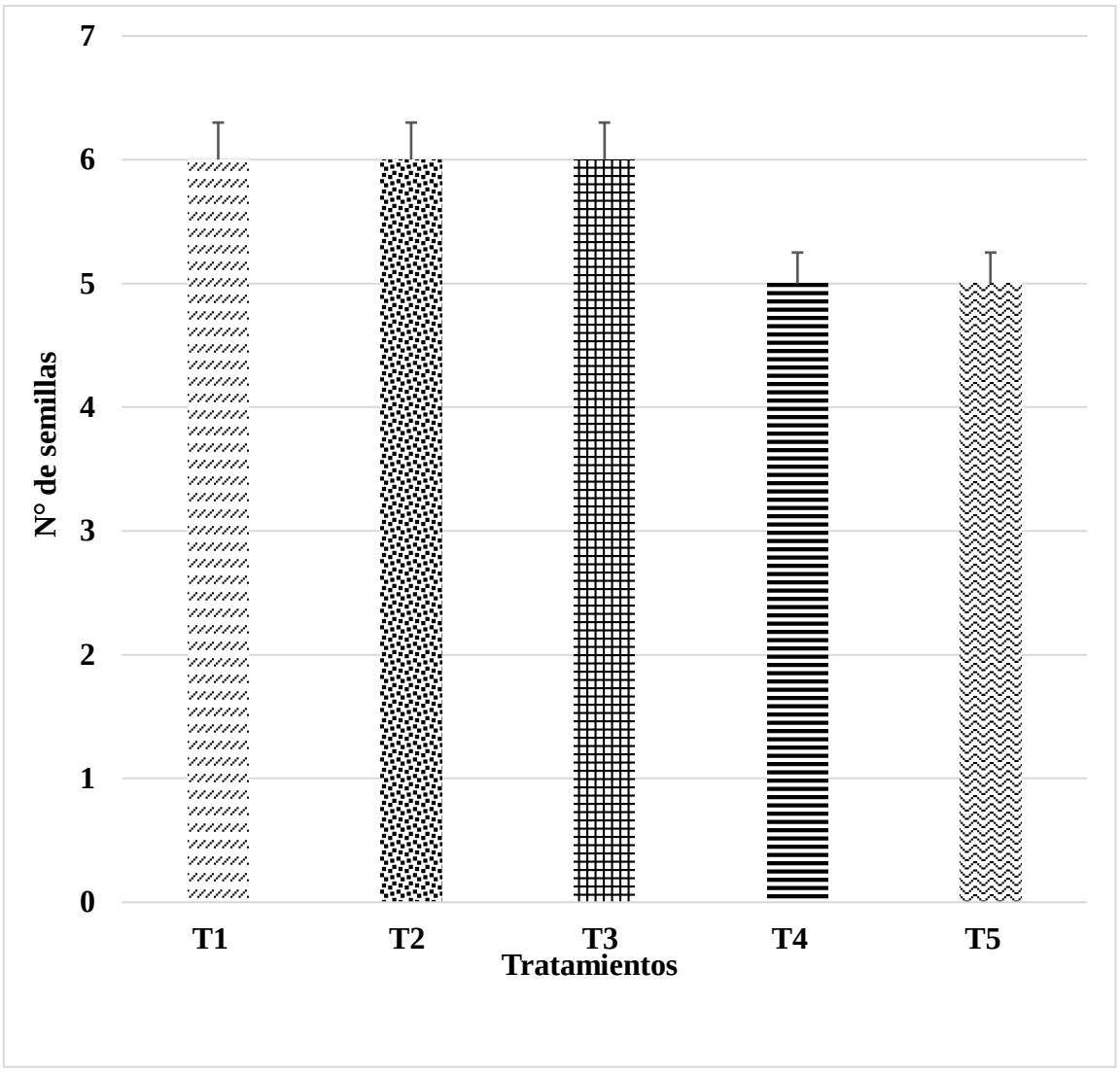


Figura 6. Efecto de las SMADs sobre el IVE

Evaluación de las SMADs sobre el índice de velocidad de emergencia) a los 10 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

4.1.3.3. Altura de planta

La evaluación de altura de planta tomada en la etapa de emergencia, no presentaron diferencias significativas, siendo el coeficiente de variación 6,68%. En el T3 con la SMADs *Phosphoricum zincum* y la dilución de 31CH se obtuvieron plántulas de mayor altura con 14.53 cm, difiriendo del T5 (control) que presentó un promedio de 12.61 cm (Figura 7).

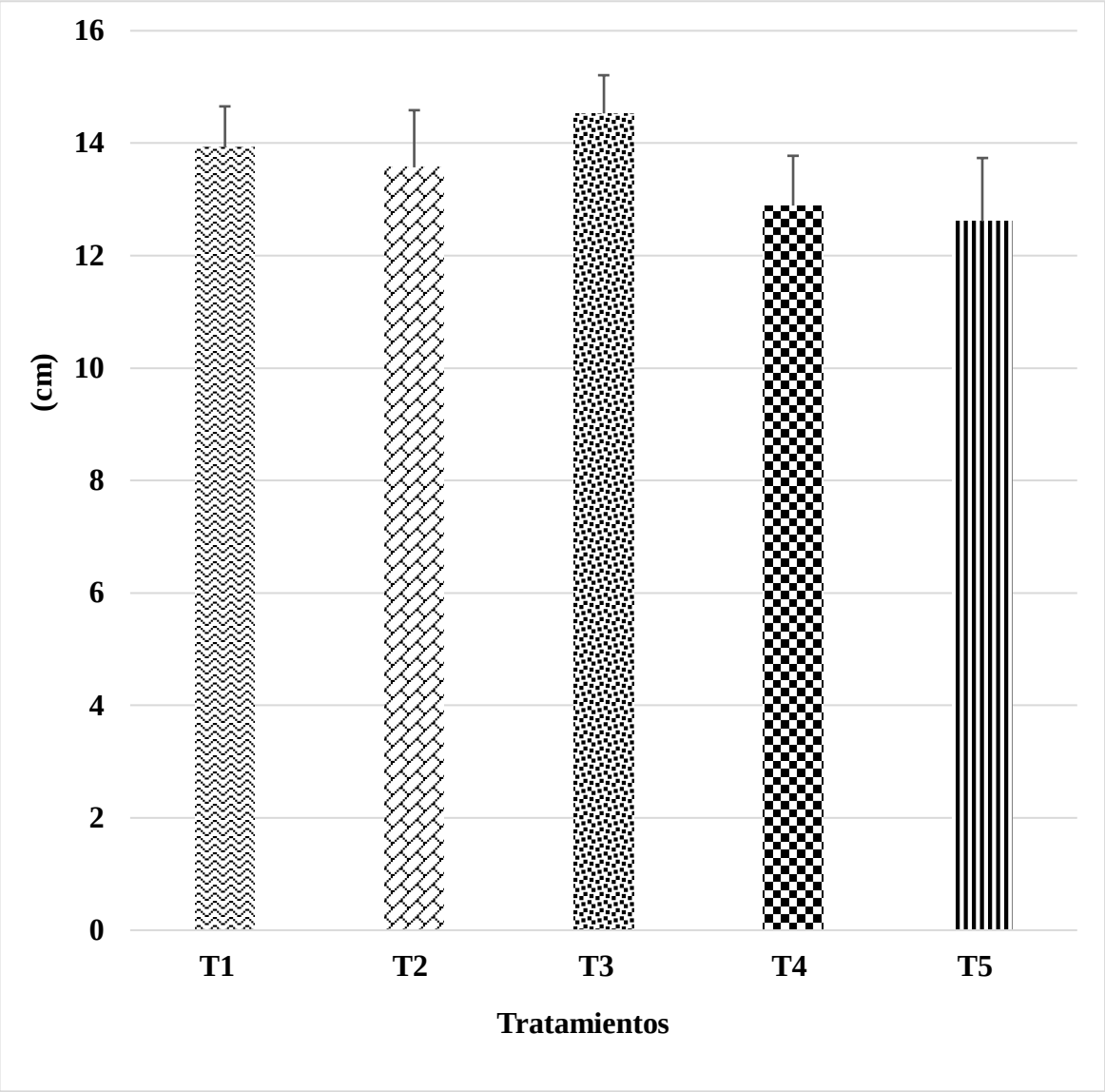


Figura 7. Efecto de las SMADs en la altura de planta en etapa de emergencia

Evaluación de las SMADs en la variable altura de planta en la etapa de la emergencia a los 10 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

4.1.3.4. Longitud de raíz

Los tratamientos no presentaron diferencias significativas siendo el coeficiente de variación 27,05%. El T3 *Phosphoricum zincu*m con la dilución de 31CH registró la mayor longitud radicular en la etapa de emergencia con 7,23 cm sin presentar diferencias significativas con el T5 (control) que presentó un promedio de 4,6 cm, sin embargo, si se muestran diferencias estadísticas ya que los promedios de los demás tratamientos oscilan entre 4,6 y 6,65 cm (Figura 8).

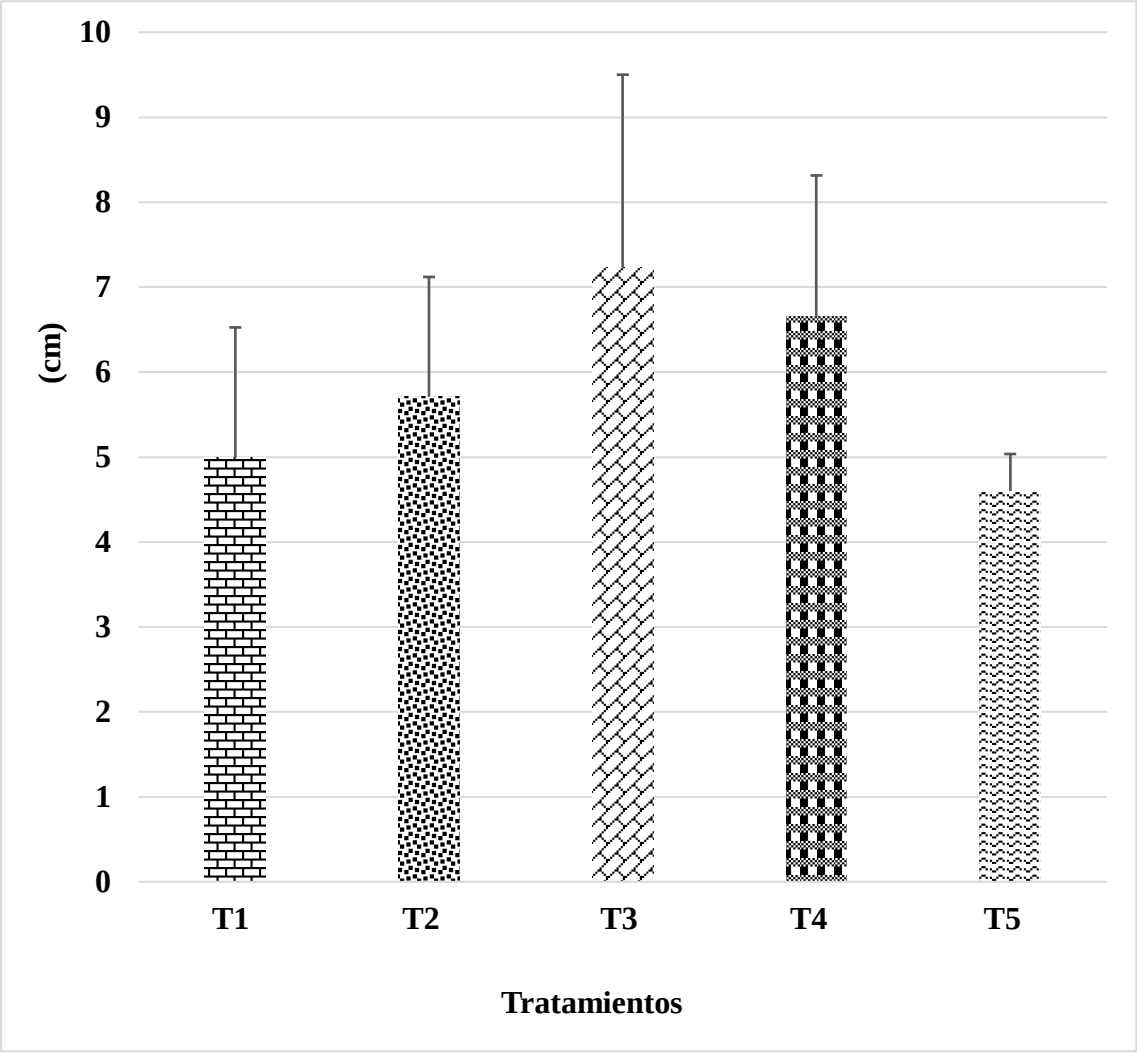


Figura 8. Efecto de las SMADs en la longitud radícula en etapa de emergencia

Evaluación de las SMADs en la longitud radicular en la etapa de la emergencia a los 10 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

4.1.4. Desarrollo vegetativo

4.1.4.1. Altura de planta

A continuación, se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de altura de planta en los diferentes tratamientos en donde se pudieron notar promedios con diferencias significativas siendo el coeficiente de variación de 6,03%. Presentando los promedios más altos con 52 y 51,75 cm el T4 *Silicea terra* de 31CH y el T2 *Silicea terra* de 13CH respectivamente, siendo T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH y T5 (control) los tratamientos con los promedios más bajos que oscilan entre 42,3 y 40,65 cm respectivamente (Figura 9).

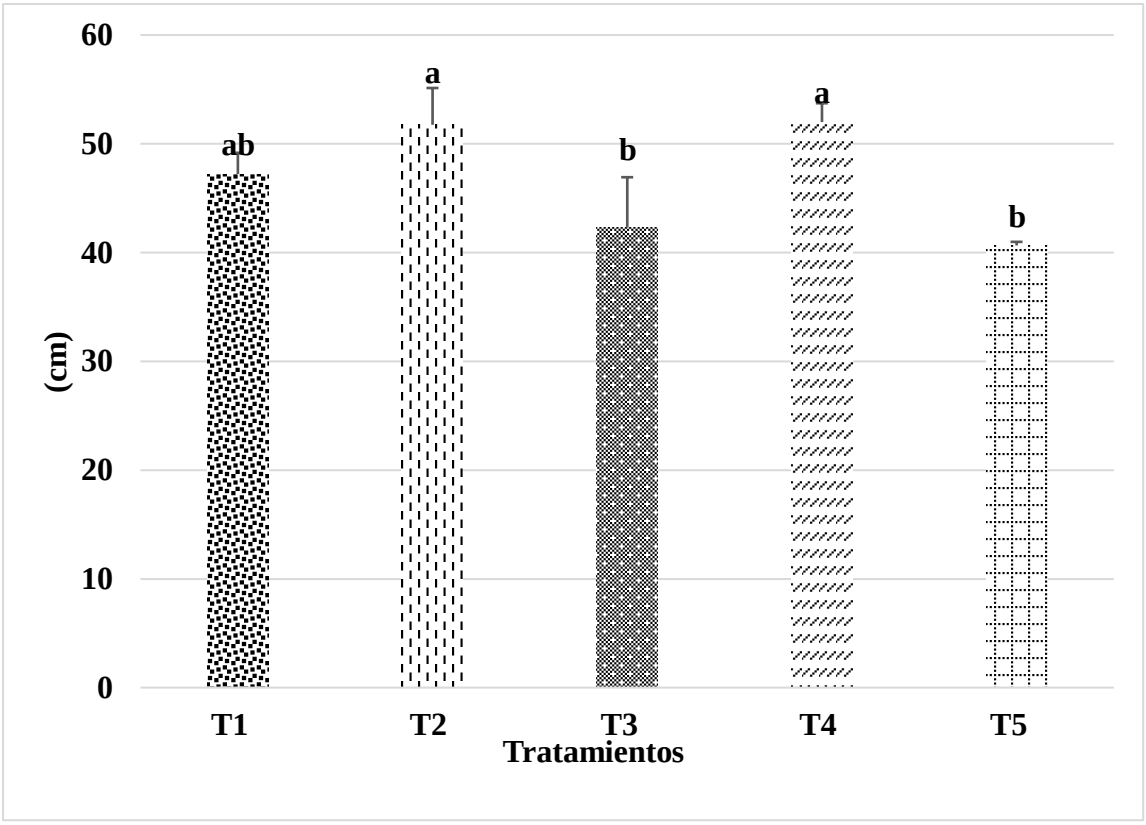


Figura 9. Efecto de las SMADs en altura de planta en desarrollo vegetativo

Evaluación de las SMADs en la altura de planta en la etapa de desarrollo vegetativo a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios $p > 0.05$ (prueba de Tukey).

4.1.4.2. Longitud de raíz

A continuación, se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de longitud de raíz en los tratamientos en donde se pudieron notar promedios con diferencias significativas siendo el coeficiente de variación de 11,63%. Presentando el mayor promedio con 43,92 cm el T2 con la SMADs *Silicea terra* de 13CH, siendo los T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH y T5 (control) con los promedios más bajos que oscilan entre 27,28 y 24,14 cm (Figura 10).

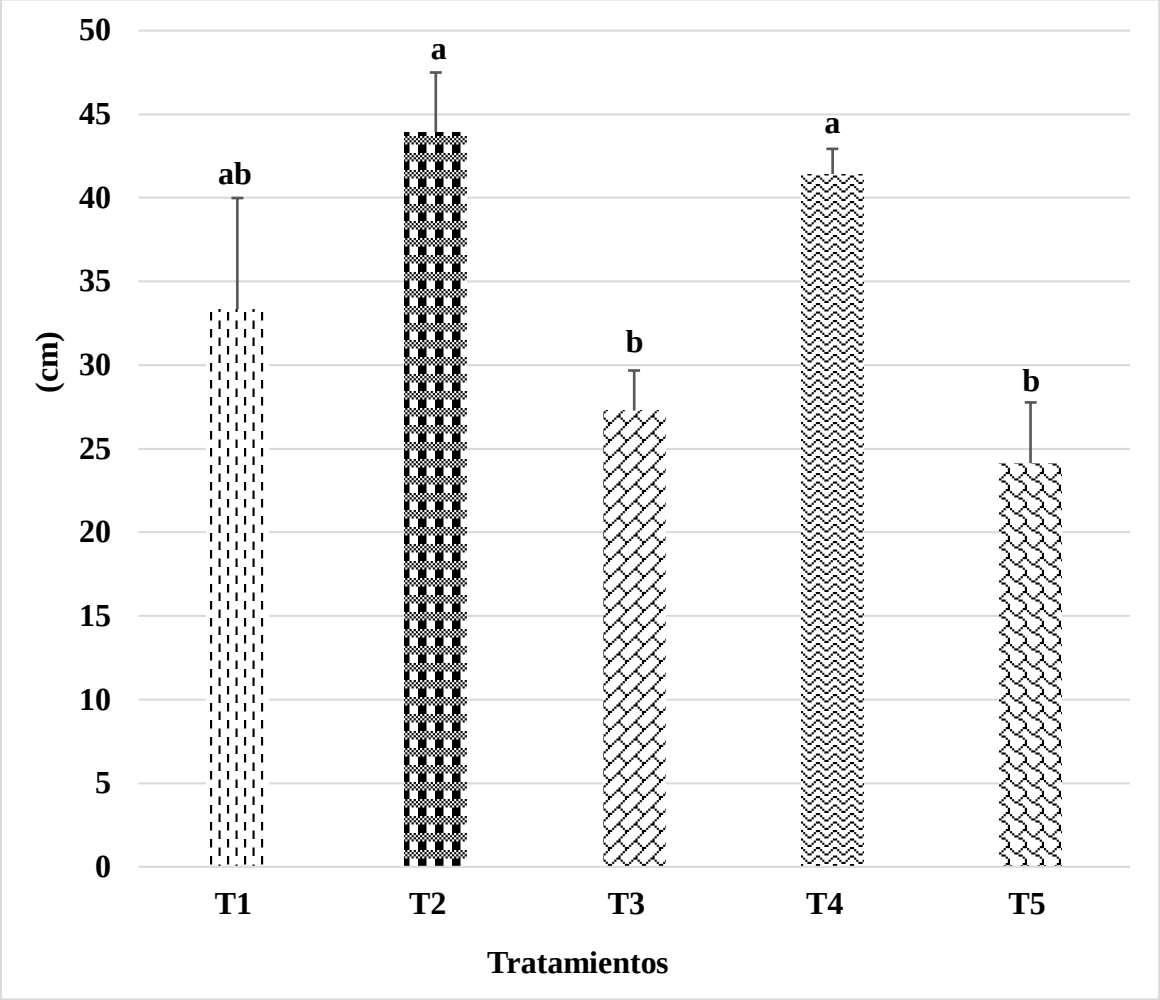


Figura 10. Efectos de las SMADs en longitud radicular en etapa de desarrollo

Evaluación de las SMADs en la longitud radicular en la etapa de desarrollo vegetativo a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios $p > 0.05$ (prueba de Tukey).

4.1.4.3. Diámetro del tallo

Se muestra la evaluación del diámetro de tallo en todos los tratamientos en donde se evidenció entre sus promedios que no hay diferencias significativas siendo el coeficiente de variación de 28,65%. A pesar de no haber diferencias significativas se observan valores de medias mayores en los diferentes tratamientos en donde refleja que los promedios más altos los obtuvieron los T2 *Silicea terra* de 13CH y el T4 *Silicea terra* de 31CH con 0,87 cm, cm siendo los T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH y el T5 (control) los que presentaron el promedio más bajo de 0,53 cm (Figura 11).

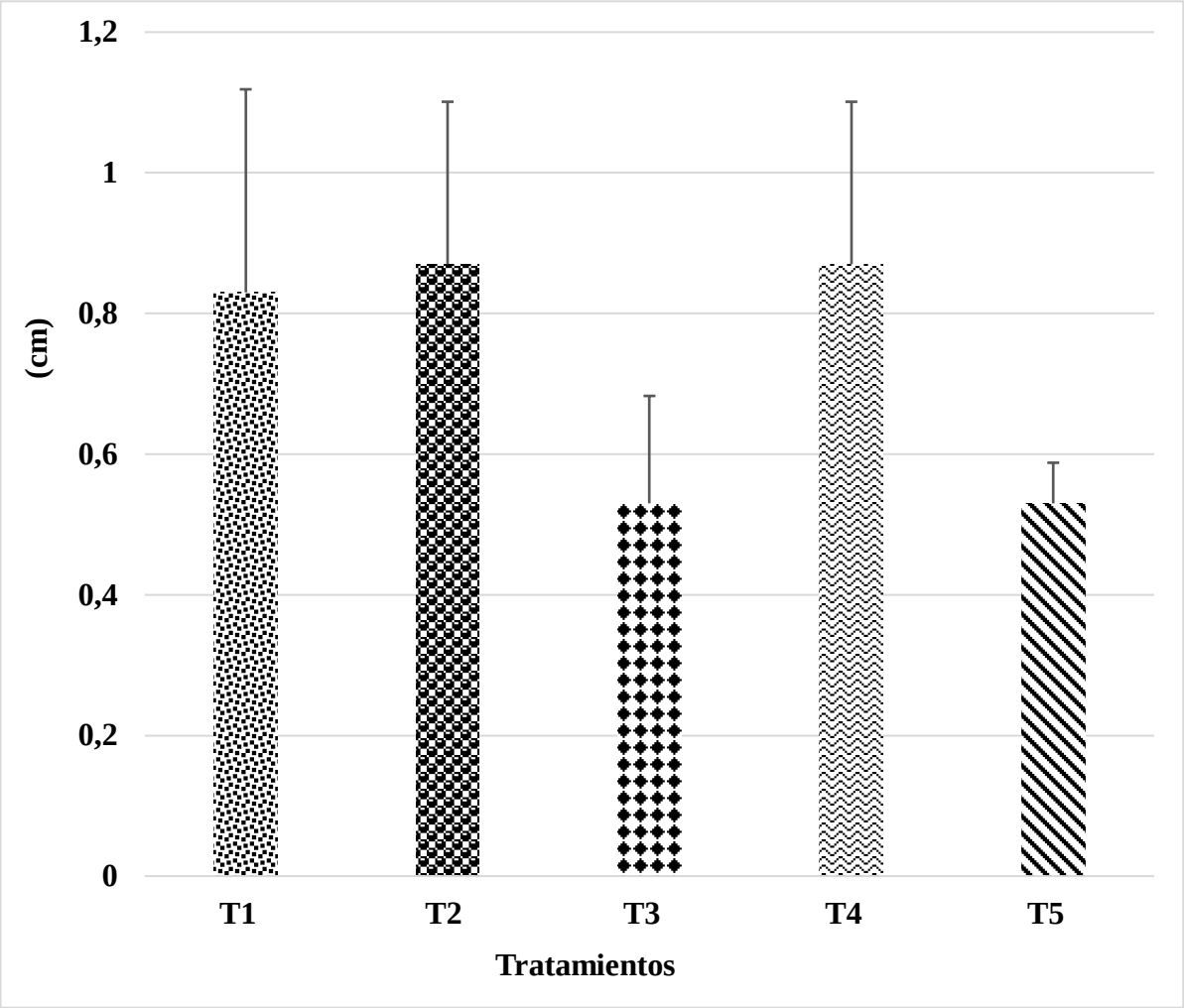


Figura 11. Efecto de las SMADs sobre diámetro de tallo a los 64 dds.

Evaluación de las SMADs en el diámetro del tallo a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

4.1.4.4. Peso fresco de la planta

Los tratamientos 1 y 3 *Phosphoricum zincum* 13CH y *Silicea terra* 31CH respectivamente, de acuerdo al Análisis de Varianza presentaron entre sus promedios diferencias significativas siendo el coeficiente de variación de 19,77%. De acuerdo a los promedios obtenidos se muestra el mayor peso fresco de la planta en el T2 *Silicea terra* de 13CH con 121,25 gr y el promedio más bajo respecto a los demás tratamientos lo presentó el T5 (control) con 53,14 gr (Figura 12).

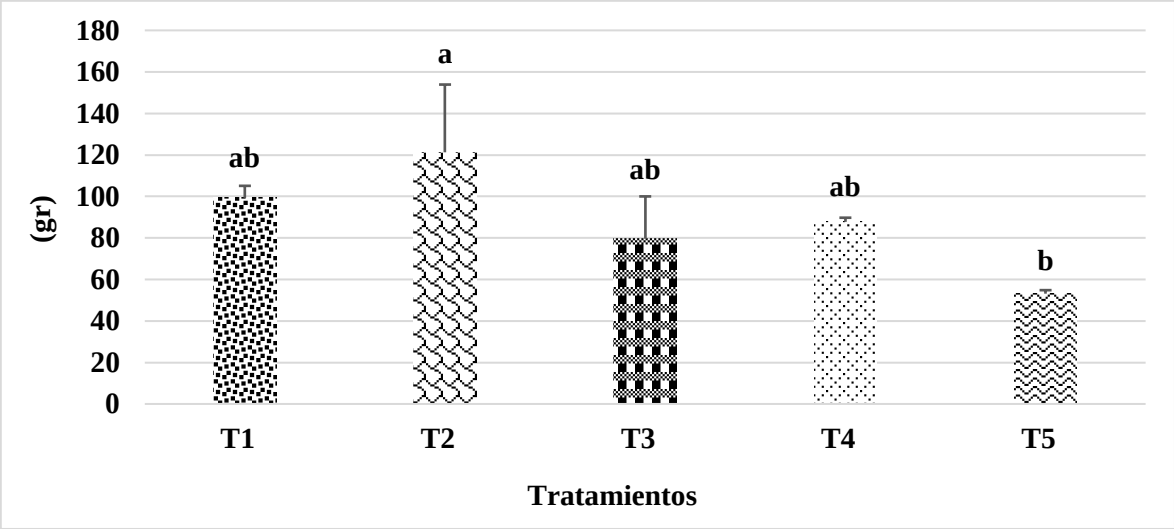


Figura 12. Efecto de las SMADs en el peso fresco

Evaluación de las SMADs en el peso fresco de la planta a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios p > 0.05 (prueba de Tukey).

Figura 13. Peso de las plantas

Diferencia de los tratamientos: T1 (*Phosphoricum zincum* 13 CH – 99,33 gr), T2 (*Silicea terra* 13 CH – 121,25 gr), T3 (*Phosphoricum zincum* 31 CH – 79,64 gr), T4 (*Silicea terra* 31 CH 87,75 gr) y T5 (control 53,14 gr).

4.1.4.5. Peso fresco de la raíz

Los tratamientos 1 y 3 *Phosphoricum zincum* 13CH y *Silicea terra* 31CH respectivamente, presentaron entre sus promedios diferencias significativa según el Análisis de Varianza siendo el coeficiente de variación de 25,29%. Según los promedios obtenidos se muestra el mayor peso fresco de raíz en el T1 *Phosphoricum zincum* de 13CH con 46,56 gr, los T2 *Silicea terra* de 13CH, T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH y T4 *Silicea terra* de 31CH presentaron promedios que oscilan entre 30 y 40,50 gr los cuales comparten características según lo indica el análisis estadístico y el promedio más bajo en comparación con los demás tratamientos se evidenció en el peso del T5 (control) con 22,67 gr (Figura 14).

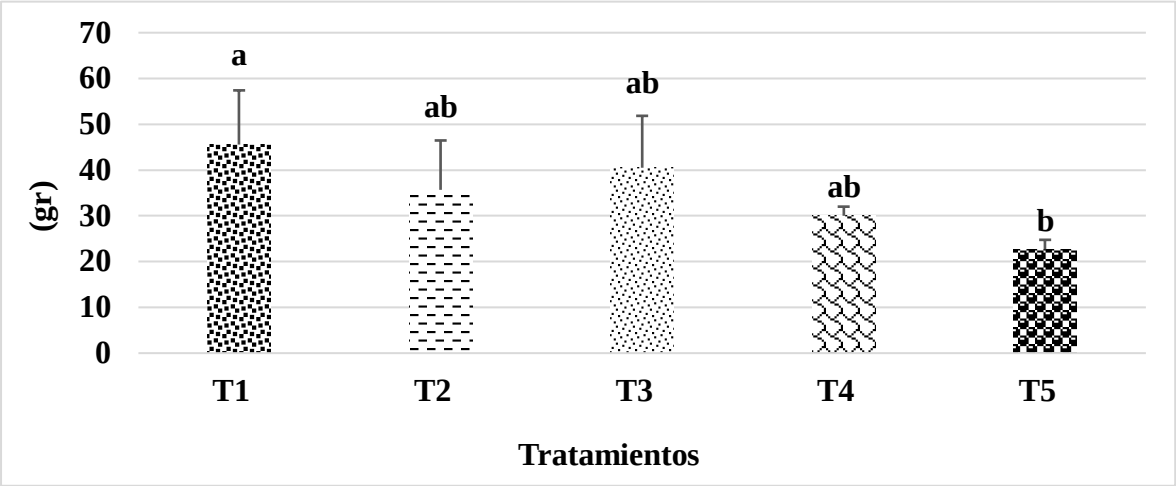


Figura 14. Efecto de las SMADs en el peso fresco de raíz

Evaluación del efecto de las SMADs en el peso fresco de la raíz a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios p > 0.05 (prueba de Tukey).

Figura 15. Peso radicular

Diferencia de raíz de los tratamientos: T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH – 46,56 gr), T2 (*Silicea terra* 13CH – 35,67 gr), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH – 40,50 gr), T4 (*Silicea terra* 31CH – 30 gr) y T5 (control 22,67 gr)

4.1.4.6. Peso seco de la planta

Los tratamientos *Phosphoricum zincum 13CH* y *Silicea terra 31CH*, dentro del experimento presentaron entre sus promedios diferencias significativa según el Análisis de Varianza siendo el coeficiente de variación de 10,81%. De acuerdo a los promedios obtenidos se muestra el mayor peso seco de la planta en el T2 *Silicea terra* de 13CH con 35,25 gr y el promedio más bajo en comparación con los demás tratamientos se mostró en el peso del T5 (control) con 19,69 gr (Figura 16).

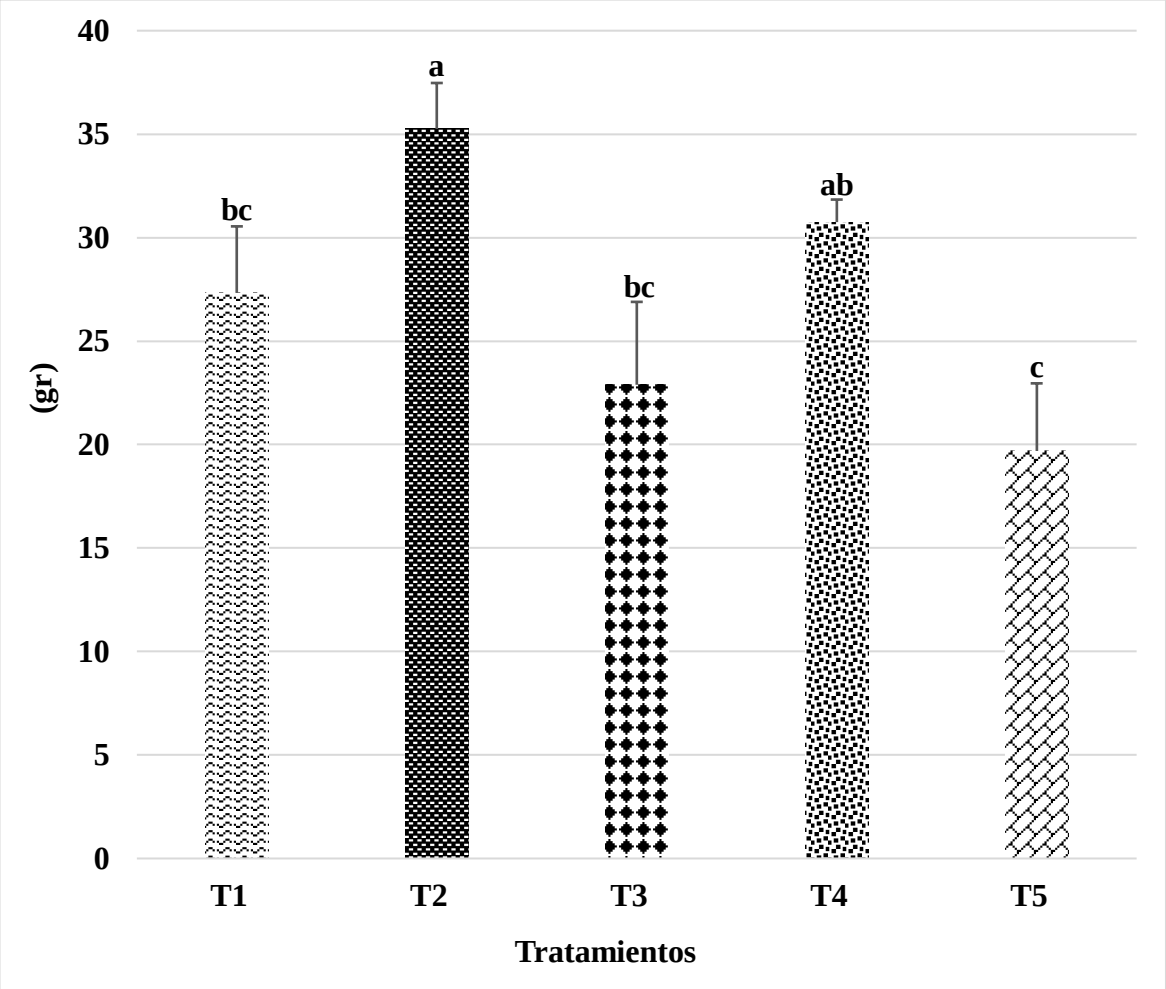


Figura 16. Efecto de las SMADs en el peso seco de la planta

Evaluación de las SMADs en el peso seco de la planta a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios $p > 0.05$ (prueba de Tukey).

4.1.4.7. Peso seco de la raíz

Los tratamientos *Phosphoricum zincum* 13CH y *Silicea terra* 31CH presentaron entre sus promedios diferencias significativas según el Análisis de Varianza siendo el coeficiente de variación de 11,82%. Se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de las SMADs en el peso seco de la raíz en los cuáles el T1 *Phosphoricum zincum* de 13CH y T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH muestran los valores más altos 11, 22 y 11,14 gr respectivamente y el tratamiento de menor promedio fue el T5 (control) con 5,72 gr (Figura 17).

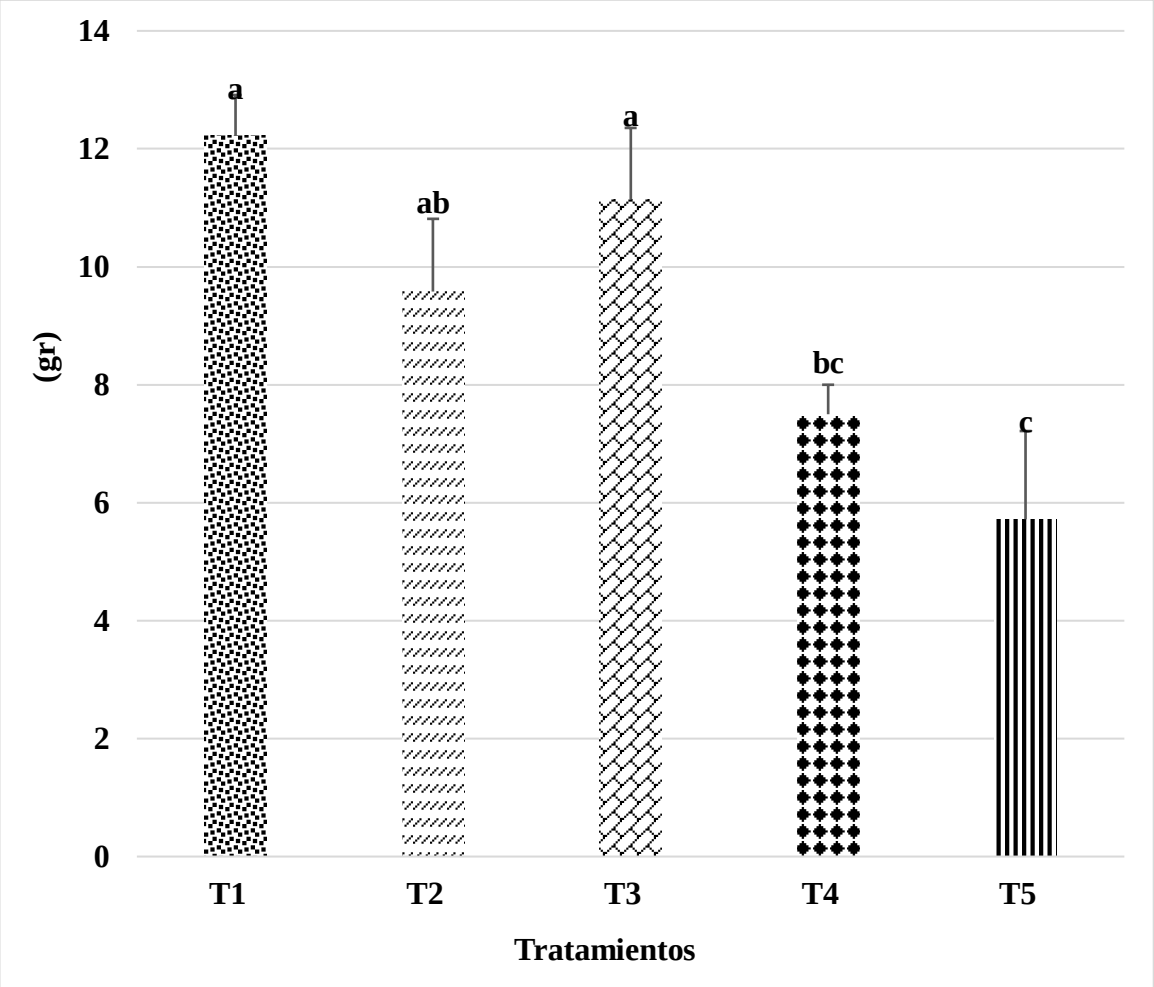


Figura 17. Efecto de las SMADs en el peso seco de la raíz

Evaluación de las SMADs en el peso seco de la raíz a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios $p > 0.05$ (prueba de Tukey).

4.1.4.8. Número de vainas

Los tratamientos *Phosphoricum zincum* 13CH y *Silicea terra* 31CH presentaron entre sus promedios diferencias significativas según el Análisis de Varianza siendo el coeficiente de variación de 11,15%. Se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de las SMADs en cuanto al número de vainas por cada planta en los cuáles el T2 *Silicea terra* de 13CH mostró superioridad en comparación con los demás tratamientos con 35 vainas por planta, siendo T5 (control) el que presentó el menor promedio con 16 vainas por planta (Figura 18).

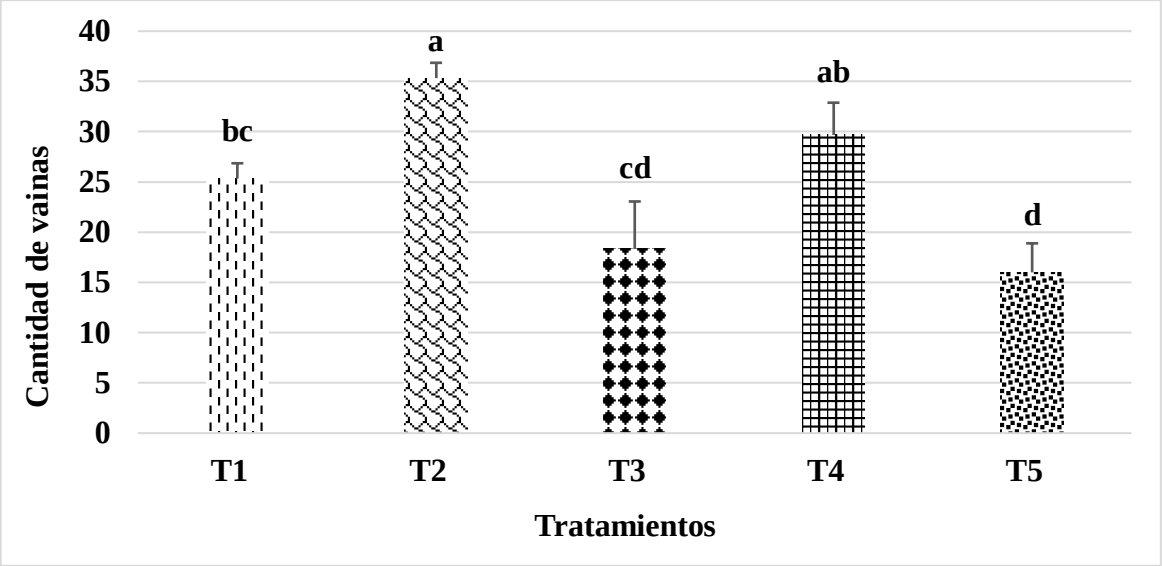


Figura 18. Efecto de las SMADs en el número de vainas

Evaluación de las SMADs en el número de vainas a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios p > 0.05 (prueba de Tukey).

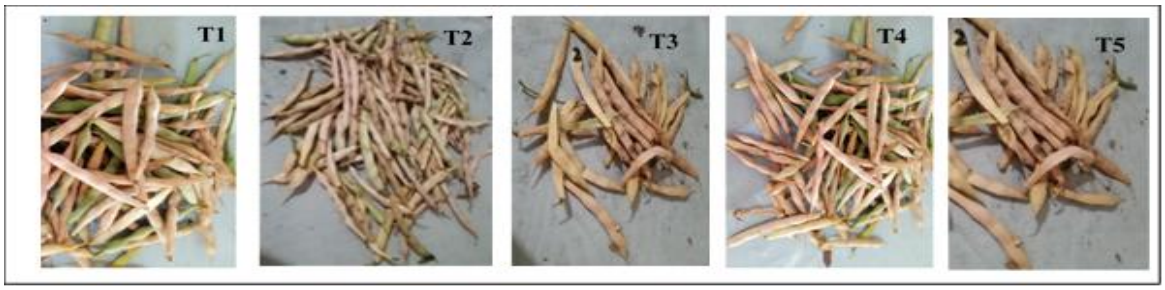


Figura 19.Número de vainas por planta

Cantidad de vainas de los tratamientos: T1 (Phosphoricum zincum 13CH – 25), T2 (Silicea terra 13CH – 35), T3 (Phosphoricum zincum 31CH – 18), T4 (Silicea terra 31CH – 30) y T5 (control - 16).

4.1.4.9. Número de granos por vainas

Los tratamientos *Phosphoricum zincum* 13CH y *Silicea terra* 31CH no presentaron diferencias significativas según el Análisis de Varianza siendo el coeficiente de variación de 17,98%. Se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de las SMADs en cuanto al número de granos por vaina por cada planta en los cuáles entre los tratamientos no se muestran diferencias significativas, pero si existen valores mayores de media siendo el T2 *Silicea terra* de 13CH el de mayor promedio con 5 granos por vaina y los demás tratamientos T1 *Phosphoricum zincum* de 13CH, T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH, T4 *Silicea terra* de 31CH y T5 (control) oscilan entre 3 y 4 granos por vaina (Figura 20).

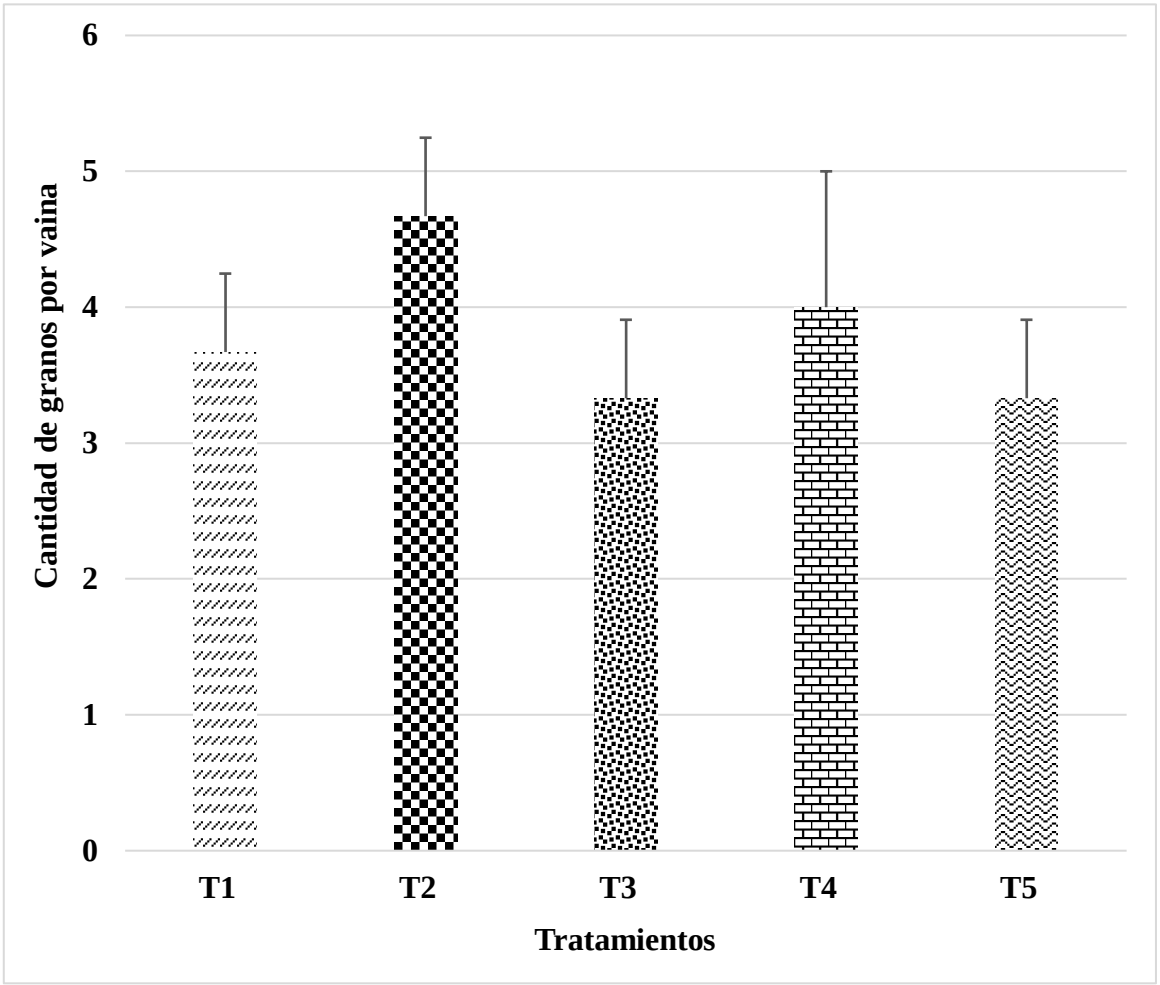


Figura 20. Efecto de las SMADs en el número de granos por vaina

Evaluación de las SMADs en el número de granos por vaina a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES.

4.1.4.10. Número de granos por planta

Los tratamientos *Phosphoricum zincum* 13CH y *Silicea terra* 31CH presentaron entre sus promedios diferencias significativas según el Análisis de Varianza siendo el coeficiente de variación de 19,34%. Se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de las SMADs en cuanto al número de granos por planta en los cuáles el T2 *Silicea terra* de 13CH mostró superioridad en comparación con los demás tratamientos con 154 granos por planta y los promedios más bajos oscilan entre 53 y 63 granos por planta del T5 (control) y T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH respectivamente (Figura 21).

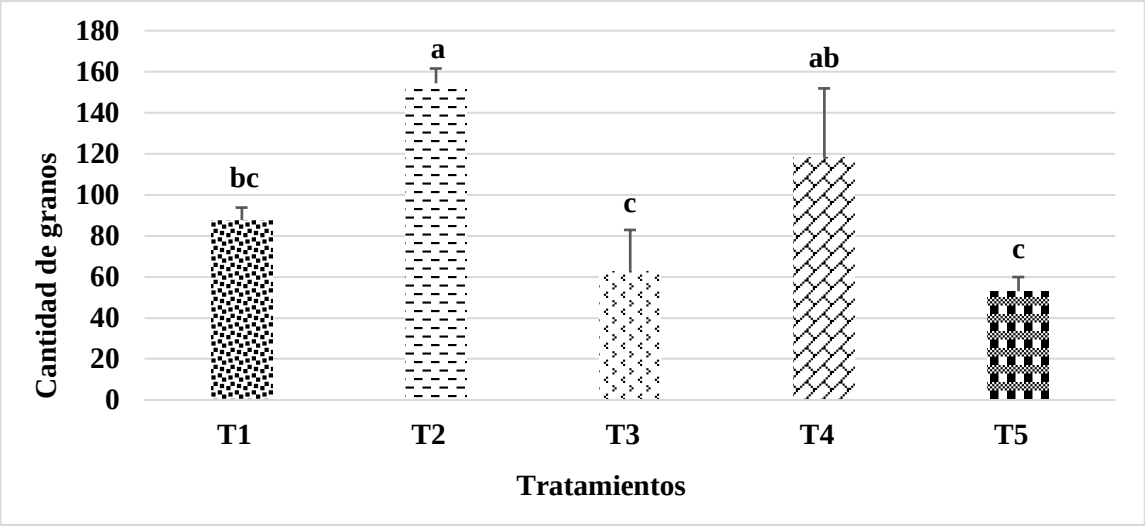


Figura 21. Efecto de las SMADs en el número de granos por planta

Evaluación de las SMADs en el número de granos por planta a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios p > 0.05 (prueba de Tukey).

Figura 22. Número de granos por planta

Producción de los tratamientos: T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH – 88), T2 (*Silicea terra* 13CH – 154), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH – 63), T4 (*Silicea terra* 31CH – 118) y T5 (control - 53).

4.1.4.11. Peso de 100 granos (gr)

Los tratamientos *Phosphoricum zincum* 13CH y *Silicea terra* 31CH presentaron entre sus promedios diferencias significativas según el Análisis de Varianza siendo el coeficiente de variación de 4,20%. Se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de las SMADs en cuanto al peso de granos por tratamiento en los cuáles el T2 *Silicea terra* de 13CH y el T4 *Silicea terra* de 31CH mostraron superioridad en comparación con los demás tratamientos con 59,25 y 58,33 gr respectivamente y el promedio más bajo lo presentó el T5 (control) con 45,42 gr (Figura 23).

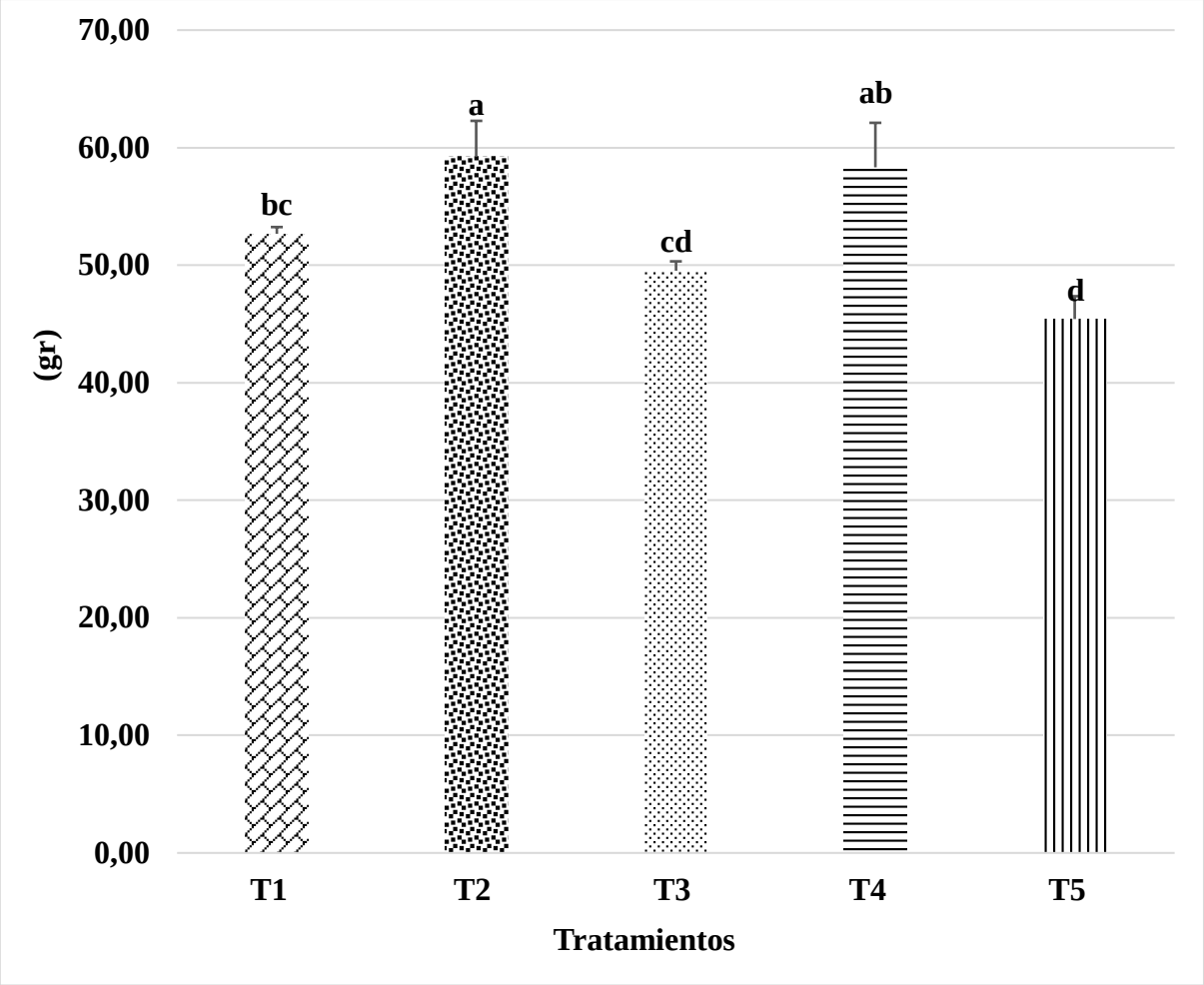


Figura 23. Efecto de las SMADs en el peso de 100 semillas

Evaluación de las SMADs en el peso de 100 granos por tratamiento a los 64 dds en los T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control – agua). Las barras de error indican ±ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios $p > 0.05$ (prueba de Tukey).

4.1.4.12. Floración

Se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de la influencia que tienen los tratamientos en la etapa de floración en donde se evidenció que el T2 *Silicea terra* de 13CH y el T4 *Silicea terra* de 31CH cumplió con el 50% de floración a los 33 dds y los T1 *Phosphoricum zincum* de 13CH y T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH se demoró 2 días más es decir que cumplió con el 50% de la plantación florecida a los 35 dds siendo el T5 (control) el que más días demoró en florecer mostrando un promedio de 36 dds en los que cumplió con el 50% de floración (Figura 24).

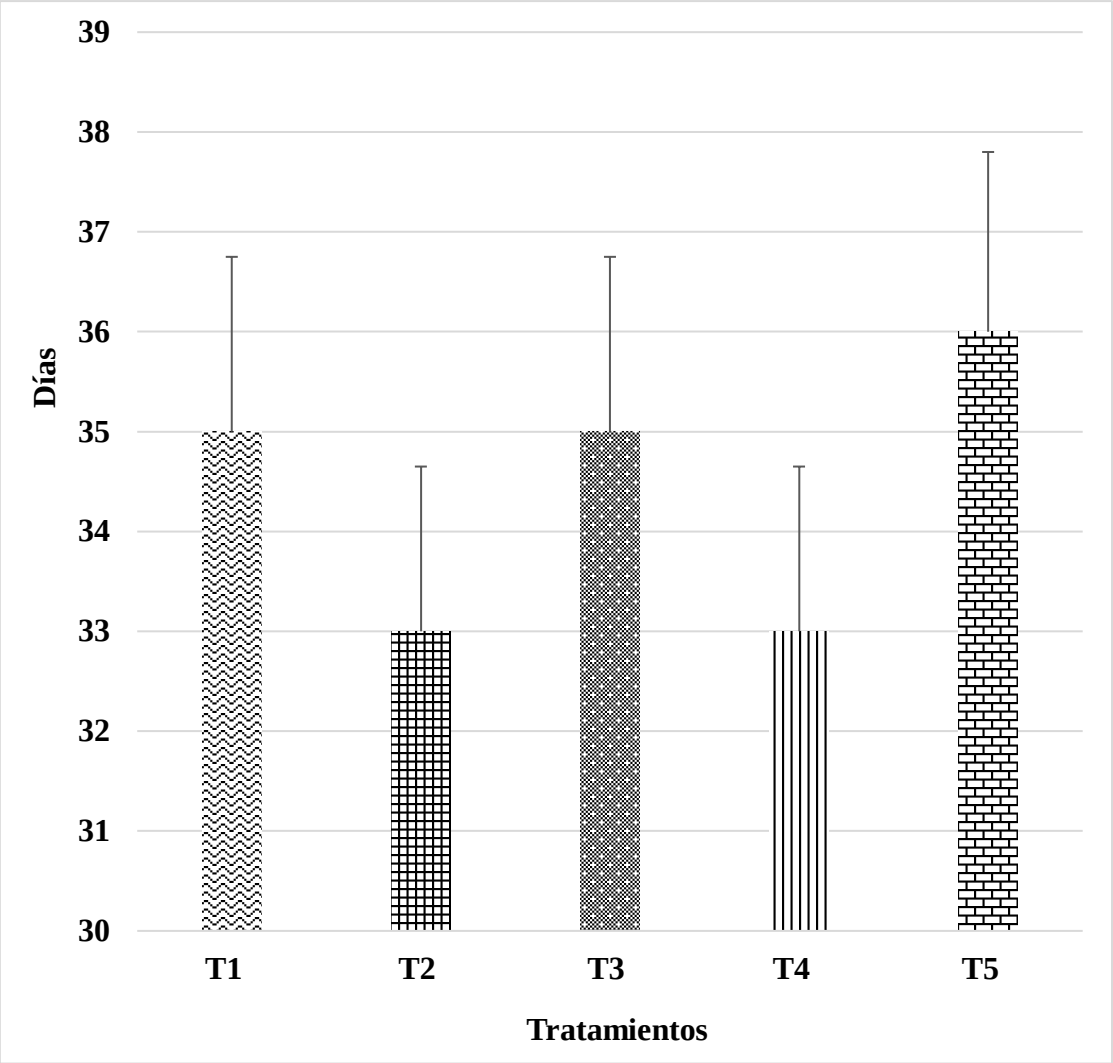


Figura 24. Efecto de las SMADs en la floración

Evaluación de las SMADs en la etapa de floración en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en los tratamientos T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zicum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control).

4.1.4.13. Rendimiento (kg)

Se muestran los promedios obtenidos de la evaluación de las SMADs en cuanto al rendimiento de cada tratamiento en lo que se evidenció que el T2 *Silicea terra* de 13CH mostró superioridad en comparación con los demás tratamientos con 1,50 kg y el tratamiento de menor promedio fue el T5 (control) con 0,65 kg (Figura 25).

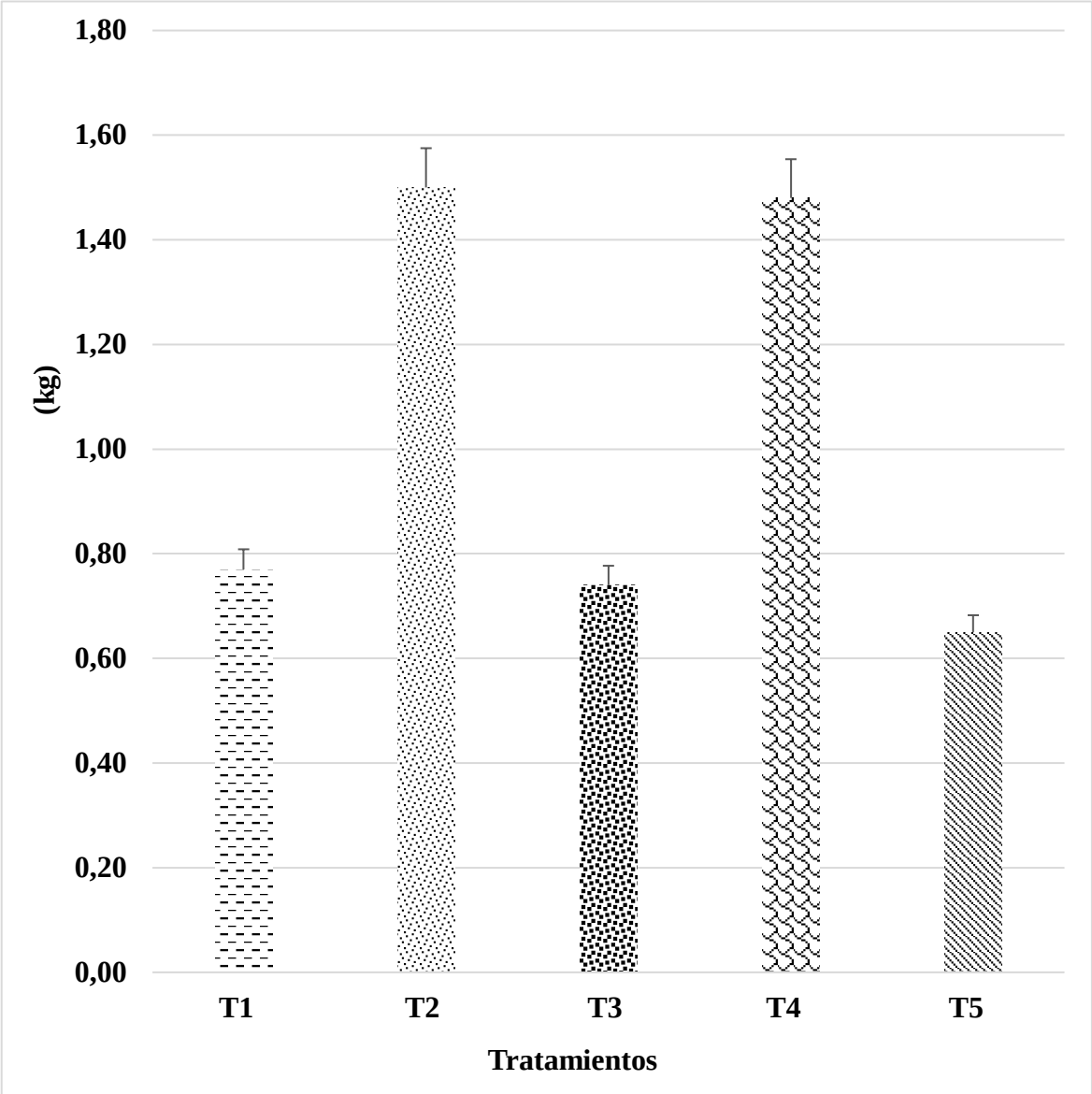


Figura 25. Efecto de las SMADs en el rendimiento

Evaluación de las SMADs en el rendimiento del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en los tratamientos T1 (*Phosphoricum zincum* 13CH), T2 (*Silicea terra* 13CH), T3 (*Phosphoricum zincum* 31CH), T4 (*Silicea terra* 31CH) y T5 (control).

4.1.4.14. Relación de rendimiento del cultivo por hectárea y tratamientos de estudio

Los datos que se muestran en (Tabla 6), indican cuántas plantas entran en una hectárea y cuantos kg se cosechan en la misma considerando que la densidad de siembra es de 0.6 m entre surcos x 0.3 m entre plantas dando un total de 55.555 plantas por hectárea. Realizando la siguiente operación (30 (plantas de cada tratamiento) x 430 kg/ha) / 55.555 plantas/ha, se evidenció que las SMADs y sus distintas concentraciones utilizadas permiten obtener un buen rendimiento dentro de cada tratamiento, pero a pesar de todos los tratamientos resultó beneficioso en cuanto a rendimiento el T2 *Silicea terra* de 13CH permitió el mayor peso con 1,50 kg.

Tabla 6. Rendimiento de los tratamientos frente a una producción por hectárea del cultivo, expresado en kg/ha.

Tratamiento	**Plantas por tratamiento**	**Plantas por 1 ha**	**Peso cosecha 1 ha**	**Peso de cosecha por tratamiento (Kg)**	**Peso cosecha en Kg por 30 plantas en 1 ha**	**Diferencia: 30 Pl/ha por 30 Pl/ Trat. (Kg)**
T1: *Phosphoricum zincum* 13CH	30	55555	430	0,77	0,23	0,54
T2: *Silicea terra* 13CH				1,5		1,27
T3: *Phosphoricum zincum* 31CH				0,74		0,51
T4: *Silicea terra* 31CH				1,48		1,25
T5: Control - agua				0,65		0,42

Tabla 7. Proyección a costo de producción por hectárea tras la implementación de los tratamientos

COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR HECTÁREA					
LABORES	**PRODUCTOS**	**UNIDADES/HA**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**TOTAL**
A. Costos Directos				**$**	**350,8**
Preparación del suelo	Maquinaria agrícola	Ha	1	$50	50
Semilla	Cuarentón EVG-6	libras	30	$2,00	60
Siembra	Espeque	Jornal	6	$12	72
				$	**182**
Pre emergentes 0-2 dds	Prowl 400 EC (Pendimentalina)	Litro	1	$20,00	20
	Aplicaciòn	Jornal	2	$12	24
				$	**44**
Producto químico comercial	Evergreen	Litro	2	$24,15	34
	Aplicaciòn	Jornal	1	$12	12
				$	**46**
Aplicación de SMADs	*Phosfhoricum zincum*	ml	40	$8	8
	Phosfhoricum zincum	ml	37	$7,4	7,4
	aplicación	Jornal	2	$12	24
				$	**39,4**
Aplicación de SMADs	*Silicea terra*	ml	40	$8	8
	Silicea terra	ml	37	$7,4	7,4
	Aplicación	Jornal	2	$12	24
				$	**39,4**
	Cosecha	qq	30	1	30
	Transporte	qq	30	0,5	15
COSTO TOTAL (A+B)				**$**	**395,8**
Ingreso Bruto		**qq**	30	34	**1020**
Retención del 1% a Materia Primas Agrícolas				**$**	**-**
Ingresos Netos		**$**		**$**	**624,2**

4.2. Discusión

El uso de los diferentes tratamientos con soluciones minerales, mejoraron significativamente variables de respuesta evaluadas en este trabajo. En este sentido podemos destacar que al aplicar *Silicea terra* en dinamizaciones de 13CH, la germinación presentó un porcentaje superior en relación al grupo control en donde se observó el menor porcentaje de germinación. En este sentido, Bonilla, (2017) determina que la sustancia *Silicea terra* disminuyó el porcentaje de germinación en semillas de tomate, Probablemente esto sucedió debido a que el silicio (de donde deriva la *Silicea terra* utilizada dentro de la investigación) es de gran ayuda para las plantas de esta especie lo contrario que sucedió en el caso del tomate que es un cultivo bastante susceptible a factores bióticos y abióticos y que además la aplicación del silicio no fue suficiente para que haya una germinación acorde.

Sin embargo, Cervantes, (2018) indica que con la aplicación de *Silicea terra* de 7CH, *Phosphoricum acidum* de 7CH y *Natrum muriaticum* de 31CH en semillas de nabo (*Brassica napus l.*) resultó el mayor porcentaje de germinación en comparación con los demás tratamientos lo cual coincide con los resultados de esta investigación expuestos en el párrafo anterior.

En la evaluación del porcentaje de emergencia los tratamientos en los que se usó *Phosphoricum zincum* en ambas concentraciones de emergieron en su totalidad. Además, en cuanto a las variables de altura de planta y longitud radicular en la misma etapa no se presentaron diferencias significativas, sin embargo, el T3 *Phosphoricum zincum* de 31CH mostró superioridad ante los demás tratamientos, al contrario de la investigación realizada por Guerra, (2019) efectuado en el cultivo de *Lactuca sativa* manifiesta que la interacción 31CH de *Silicea terra* fue la que mostró mayor porcentaje de emergencia alcanzando el 90 % en comparación al control que registró 71,7 %.

Esto se dio probablemente debido a que el fósforo ayuda a que las plantas se desarrollen correctamente, ya que un 100% de emergencia me indica un buen cultivo que solo dependerá del complemento, que sería un acorde manejo agronómico, sin embargo, no se deja de lado que en el desarrollo vegetativo esta SMADs no dio buenos resultados a pesar de contar con el mismo manejo agronómico de los demás tratamientos y para eso se mantiene la hipótesis de que las plantas no asimilaron este nutriente esto debido a la presencia de plagas como la mosca blanca lo cual ocasionó que las plantas se queden más pequeñas, de menor follaje

inclusive sus vainas vanas en algunos casos lo cual se evidenció en el rendimiento, lo antes mencionado se constata con la información que manifiesta Salguero, Mancía, & González, (1992) en donde indica que este tipo de plagas succionan la savia de las plantas generalmente en el envés de las hojas e inclusive hay una interrupción en la fotosíntesis debido a la presencia de la misma. En el caso de plantaciones en invernaderos como fue realizada esta investigación, si la población de esta plaga es alta puede llegar a ocasionar la muerte de las plantas.

Respecto a las variables morfométricas que fueron evaluadas en la etapa de campo la altura de planta presentó mejores características en los tratamientos 2 y 4 en los que se usó *Silicea terra* esto se dio probablemente debido a que el silicio aporta en el desarrollo y crecimiento de las plantas, mientras que en el caso del peso de la planta el T2 mostró superioridad ante los demás tratamientos, lo cual concuerda con lo realizado por Cervantes, (2018) demuestra que el uso de *Silicea terra* en su caso de 7CH incidió en el peso fresco con 1020 gr y en el peso seco con 49,67 gr en las plantas de nabo (*Brassica napus* l.) mostrando superioridad ante el tratamiento control en el peso fresco con 400 gr y en el peso seco con 32,19 gr.

En otra investigación realizado por Almeida, (2002) registró un incremento en el peso fresco en plantas de albahaca *(Ocimum basilicum* L.) luego de haber aplicado los preparados homeopáticos de *Silicea terra* de 30CH lo cual indica que esta sustancia definitivamente induce el aumento de peso en las plantas. De igual manera Tichavsky, (2007) menciona la importancia y función de *Silicea terra* en las plantas ya que esta interviene de forma directa en la nutrición de las plantas provocando que las mismas sean vigorosas y a su vez fortalecen sus tejidos.

En el caso de la longitud radicular y peso de la misma estas presentaron una particularidad ya que en el caso de la longitud de raíz *Silicea terra* presentó mejores resultados en comparación con los demás tratamientos. De acuerdo al trabajo de investigación realizado por Guerra, (2019) en el cultivo de lechuga a nivel de invernadero muestra que todos los tratamientos con sustancias homeopáticas incluyendo al testigo no presentaron diferencias significativas, si no numéricas en donde el uso de *Silicea terra* 7CH alcanzó la mayor longitud radicular con 2,13 cm, superior a los demás tratamientos que presentaron valores que oscilan entre 1,77 y 2,03. Mientras que en el peso de raíz en el T1 *Phosphoricum zincum*

obtuvo el promedio más alto, probablemente esto se pudo dar debido a que el fósforo beneficia el desarrollo radicular y eso fue en lo que se evidenció en los resultados de esta investigación que los tratamientos con *Phosphoricum zincum* presentaron mayor biomasa de raíces.

En la etapa de floración en los tratamientos 2 y 4 que tenían *Silicea terra* de 13CH y 31CH este proceso se dio más rápido en comparación con los demás tratamientos, todos bajo las mismas condiciones, con esto se puede decir que la aplicación de las SMADs en los cultivos agrícolas y especialmente en esta etapa favorece a la planta acortando los días de floracion, lo mismo sucedió en la investigación realizada Nuñez, (2017) en donde resultó que al aplicar *Natrum muriaticum* de 7CH y 13CH acortara los días a floración presentando plantas con mayor número de flores.

Respecto al rendimiento en kg/ha a pesar de que todas las SMADs dieron buenos resultados, los tratamientos 2 y 4 en los que se usó *Silicea terra* de 13CH y 31CH respectivamente mostraron los promedios más altos los mismos que oscilan entre 1,48 y 1,50 kg en comparación con los demás tratamientos especialmente con el T5 control que fue el más bajo con 0,65 kg, en la investigación realizada por Cervantes, (2018) se evidencia cómo influye *Silicea terra* en cuanto al rendimiento en kg/ha del cultivo de nabo (*Brassica napus* l.) obteniendo 30 875 kg/ha del cultivo antes mencionado, y además se compara con el rendimiento en kg/ha que normalmente tiene el fréjol sin aplicación de SMADs que es de 430 kg/ha, para lo cual se asume la buena aceptación que tiene *Silicea terra* por parte de las plantas en cuanto a rendimiento (no olvidar considerar que la cantidad de kg/ha que se cosecha va a depender de cuantas plantas y a que distancia están siendo cultivadas).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Tras la aplicación de las SMADs el T2 *Silicea terra* de 13CH dio mejores resultados a nivel *in vitro* en cuanto al porcentaje de germinación alcanzando un 97%, en comparación con el T5 control que obtuvo un 83% mientras que en lo que respecta el IVG el T3 *Phosphoricum zincum* en la dilución de 31CH fue donde se obtuvo un mayor número de semillas germinadas por día (5 semillas).

- En cuanto al porcentaje de emergencia se obtuvo el 100% en los tratamientos en los que se usó *Phosphoricum zincum.*

- En la etapa del desarrollo vegetativo o respondieron con mejores características agronómicas como: altura de planta en donde se mostraron valores entre 51.75 y 52 cm, peso fresco y seco de planta en donde se evidenciaron valores de 121.25 y 35.22 gr respectivamente, en cuanto a longitud de raíz el mayor dato fue de 43.92 cm , número de vainas por planta en donde se cosecharon 35 vainas por planta todo esto en los tratamientos en los que se utilizó *Silicea terra* en comparación, en cuanto al peso fresco y seco de la raíz los valores más altos fueron 46.56 y 11.22 gr respectivamente en comparación con el T5 de 22.67 gr

- Las SMADs *Silicea terra* y *Phosphoricum zincum* en concentraciones de 13CH y 31CH estudiadas dentro de esta investigación mostraron mejor respuesta en el rendimiento del cultivo de fréjol (*P. vulgaris L*) en kg/ha, sin embargo, el T2 (*Silicea terra* de 13CH) mostró superioridad con 1,50 kg en comparación a los demás tratamientos.

5.2.Recomendaciones

- Realizar un experimento mezclando las SMADs *Silicea terra* y *Phosphoricum zincum* para beneficio de las raíces ya que *Silicea terra* muestra buenos resultados en longitud radicular y *Phosphoricum zincum* en biomasa de raíz lo cual permite que la planta absorba mejor los nutrientes.

- Generar nuevas investigaciones en las que se evalúe el efecto de las SMADs en cultivos a campo abierto.

- Utilizar las SMADs en cultivos de campo abierto para conocer a profundidad la incidencia de las mismas frente a la interacción ecológica del medio ambiente.

- Evaluar *Silicea terra* en concentración de 13CH en más cultivos de interés para las zonas aledañas como, por ejemplo: maíz, soya, etc.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

Agromática. (16 de diciembre de 2020). *Ácido fosfórico (y cómo usarlo con éxito en tus plantas)*. Obtenido de Agromatica.es: https://www.agromatica.es/el-acido-fosforico-en-la-agricultura-moderna/

Aguilar, A. J. (2013). Homeopatía y cambio climático. *Pacarina del Sur*, Vol 5, N°17.

Almeida, A. (2002). Resposta do manjericão (Ocimum basilicum L.) à aplicação de preparações homeopáticas. *Tese de mestrado.* Universidade Federal de Viçosa., Brasil.

Alvarado, M. A., Jirón, G. J., Mazón, S. J., Granados, R. Y., & Abasolo, P. F. (2017). La agrohomeopatía: una alternativa para el control del patógeno *Fusarium oxysporum* f. sxp. Lycopersici. *El misionero del agro*, 55 - 65.

Álvarez, . A., González, L. , Urquiola, A., García, M., & Monteagudo, R. (2007). influencia del método de secado y el tiempo de almacenamiento en estante de las hojas de Erythroxylum minutifolium griseb sobre la actividad citotóxica y antiherpética tipo 1. *Revista Cubana de Química*, 33-35.

Amaya, P., & Juarez, B. (1981). Fréjol y Chícharo*:* Manual para educación agropecuaria. Mexico: Trillas SA.

Arias, R. J., Rengifo, M. T., & Jaramillo, C. M. (2007). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de fríjol voluble.* Colombia: FAO.

Armando, U. J., Rosas, U. P., Ramírez, R. J., & Ulloa, R. B. (2011). El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, N° 8.

Atilio, C. C., & Reyes, C. C. (2008). *Programas de granos básicos.* La Libertad: CENTA.

Avello, M., Avedaño, C., & Mennickent, S. (2009). Aspectos generales de la homeopatía. *Revista médica de Chile*, Vol.137 - N°1.

Bazurto, V. M. (2019). Manejo agronómico del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condición de humedad a capacidad de campo en la zona de Mocache. *Tesis de pregrado.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

Bonilla, M. B. (2017). Evaluación del efecto de sustancias homeopáticas en tres etapas del desarrollo en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones controladas. *Tesis de pregrado.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

Cevallos, D. (2008). Evaluación de la adaptabilidad de 20 variedades y líneas de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano rojo y amarillo en el valle de Intag, Imbabura. *Tesis de pregrado.* Escuela, Santo Domingo.

Cervantes, M. J. (2018). Efectos de la aplicación de sustancias homeopáticas en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica napus l.*). *Tesis de pregrado.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

Chiluisa, Y. J. (2020). Determinación del tiempo de drenaje en el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) durante la etapa de floración. *Tesis de pregrado.* Universidad Agraria del Ecuador, Milagro.

Chilig, P. K. (2017). Alternativas etológicas para el control de plagas en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet). sector plaza arenas, parroquia Pujilí, provincia Cotopaxi 2017. *Tesis de pregrado.* Universidad técnica de Cotopaxi, Latacunga.

CIAT. (1984). Guía de estudio. Morfología de la planta de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali.

Conforme, D. M. (2019). Comportamiento agronómico y productivo del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad cuarentón, bajo aplicación de inoculante y abonos orgánicos en el cantón Mocache, 2019. *Tesis de pregrado.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

Corral, M. J. (2015). Alternativas preventivas y de control de plagas y enfermedades en las plantas. En Procuraduría agraria, *Autogestión productiva y sustentabilidad agraria* (págs. 211 - 230). México: SEDATU.

Cuch, A. N. (2018). Introducción a la agrohomeopatía. España: Federación española de médicos homeópatas.

Dumes, D. J. (2013). Evaluar las características agronómicas y fitosanitarias de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L), con cuatro dosis de humus de lombriz. *Tesis de pregrado.* Universidad Técnica estatal de Quevedo, Quevedo.

Echegaray, R. J., Echegaray, G. P., Mosquera, F. A., & Gerrikaetxebarria, P. J. (2011). Homeopatía. principales remedios homeopáticos. *Centro podológico Gallego*, 226 - 233.

Eizayaga, J. (2012). ¿En qué consiste la homeopatía? . *Universidad Maimónides Departamento de homeopatía*, 1.

Fernández, F., Gepts, P., & López, M. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris* L.*).* Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Garcés, F. F., Aguirre, C. A., Garcés, E. R., Díaz, O. E., Sanchéz, M. F., & Prieto, B. O. (2013). Enfermedades y componentes de rendimiento en dieciséis genotipos de fréjol en Quevedo, Ecuador. *Ciencia y tecnología*, Vol 6 - N°2.

Garcés, F. F., Olmedo, Z. I., Garcés, E. R., & Díaz, C. T. (2015). Potencial agronómico de 18 líneas de fréjol F6 en Ecuador. *IDESIA*, Vol 33 - N° 2.

García, B. M., Ojeda, S. C., Batista, S. D., Abasolo, P. F., & Mazón, S. J. (2019). Respuesta del frjiol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán a la aplicación de medicamentos homeopáticos. *Terra latinoamericana*, Vol 38 - N°1.

Guerra, F. W. (2019). Efecto del uso de sustancias homeopáticas en variables morfométricas del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) bajo las condiciones controladas. *Tesis de grado.* Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

Henry, M. (2017). Física y química de las altas diluciones. *Revista Médica de Homeopatía*, 41 - 52.

Huacarpuma, C. Y. (2017). Momentos de aplicación de biol y microorganismos eficaces en el rendimiento de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. canario mediante riego por goteo en zonas áridas. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.

Johnson, T., & Boon, H. (2007). Where Does Homeopathy Fit in Pharmacy Practice? *American Journal of Pharmaceutical Education*, Vol 71 - N°1.

Lanuza, G. J. (2013). *Libro blanco de la homeopatía.* España: Universidad de Zaragoza.

Maguire. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for Seedling Emergences and Vigor . *Crop Science*, 176 - 177.

Maldonado, G. A., Díaz, D. M., Rodríguez, H. C., Martínez, T. S., & Ruíz, E. F. (2015). Efecto de productos homeoáticos en el crecimiento y la floración de *Aphelandra suarrosa* var. snowflake (Acanthaceae). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol 6 - N°6.

Martillo, G. J., Martínez, C. T., Centenaro, Q. P., Morán, C. C., Martínez, A. F., & Macías, J. C. (2017). Efectos de la aplicación de *Trichoderma harzianum*, para el control de Roya *Uromyces phaseoli* en cinco distanciamientos de siembra del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L. en la provincia del Guayas. *El misionero del agro*, 5.

Martínez, T. S., Rodríguez, H. C., Ramírez, V. G., Romero, N. J., Ruíz, E. F., Perez, P. R., & Florean, M. F. (2019). Aplicación homeopática de venenos, plantas y barrenillo, para obtención de frutos de *Capsicum annuum* sin *Anthonomus eugenii* Cano, 1894. *Entomología agrícola*, Vol 06.

Matute, Z. C. (2013). Evaluación agronómica de quince cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la estación experimental del austro "Bullcay"; mediante el apoyo de la investigación participativa con enfoques de género para la sierra del Ecuador. *Tesis de pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca, Cuenca

Mazón, S. J., Ojeda, S. C., Aguero, F. Y., Batista, S. D., Batista, S. D., García, B. M., & Abasolo, P. F. (2020). Efecto de medicamentos homeopáticos en la germinación y crecimiento inicial de *Salicornia bigelovii* (Torr.). *Terra latinoamericana*, Vol 38 - N°1.

Mazón, S. J., Ojeda, S. C., García, B. M., Batista, S. D., Gurrola, M. A., & Mesa, Z. E. (2020). Efectos de medicamentos homeopáticos en indicadores fisiológicos y del desarrollo inicial del frijol Yorimón (Vigna unguiculata L., Walp.). *TERRA LATINOAMERICANA*, 125-135.

Meneses, M. N. (2017). Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista médica de homeopatía*, Vol 10, N°1.

Moraes, B. N. (2013). Efecto de preparados homeopáticos en indicadores de calidad de suelos provenientes de manejo convencional. *Tesis de maestría.* CATIEC, Turrialba.

Nuñez, C. K. (2017). Evaluación de sustancias homeopáticas y su efecto en plantas de pepino (*Cucumis sativus*) bajo condiciones controladas. *Tesis de pregrado.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

Ohlenschlaeger, F. (2021). *Natural Revista*. Obtenido de La agromeopatía: https: //natural revista.com/la-agrohomeopatia/

Ochoa, T. E. (2013). Evaluación agronómica de 120 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Taura, provincia del Guayas. *Tesis de pregrado.* Universidad de Guayaquil - facultad de ciencias agrarias, Guayaquil.

Paez, L. A. (2016). Agromeopatía: una tecnología no convencial para la agricultura campesina. *(Tesis de doctorado en ciencias agrarias).* Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo.

Rios , M., & Quiroz , J. (2007). El fríjol (*Phaseolus vulgaris* L)*:* cultivo, beneficio y variedades. Colombia: Produmedios.

Rivas, E., Ceceña, C., & Guajardo, G. (1996). Acción de 9 fármacos homeopáticos sobre la germinación de esporas de *Alternaria solani* y semillas de trigo y tomate. *Boletín mexicano de homeopatía*, 44 - 46.

Ruíz, E. F. (2011). Los agronosodes y la producción agropecuaria. *Centro Regional universitario del Anáhuac*, 1 - 13.

Ruiz, E. F. (2015). *Autogestión productiva y sustentabilidad agraria.* México: SEDATU.

Salguero, V., Mancía, J. E., & González, G. (1992). *Manejo integrado de plagas en frijol (Phaseolus vulgaris L.).* México: CIAT - BID - PROFIJOL.

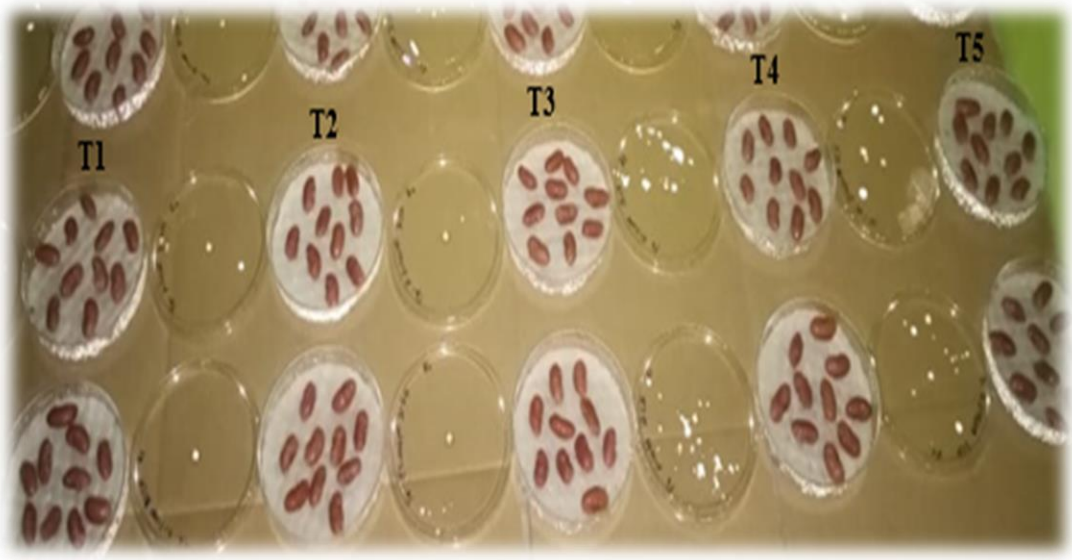
Sandoval, G. E. (2016). Evaluación agronómica de nueve líneas avanzadas y dos variedades de frijol negro (L.), en el municipiode Ipala, Departamento de Chiquimula, Guatemala. *Tesis de pregrado*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Chiquimula.

Tichavsky, M. R. (2007). *Manual de Agromehopatía.* Monterrey: Instituto Comenius en colaboración con la Secretaría de Desarrollo Social.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de germinación.



Anexo 2. Prueba de emergencia.

Anexo 3. Limpieza del terreno dentro del invernadero

Anexo 4. Mezcla y preparación de sustrato

Anexo 5. Establecimiento de los tratamientos en fundas

Anexo 6. Curado y sembrado de semilla

Anexo 7. Sustancias minerales altamente diluidas (SMADs).

Anexo 8. Preparación de las SMADs

Anexo 9. Aplicación de las SMADs a través del riego en la etapa de campo.

Anexo 10. Aplicación del abono foliar en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris L)*.

Anexo 11. Visita del Director del proyecto de investigación