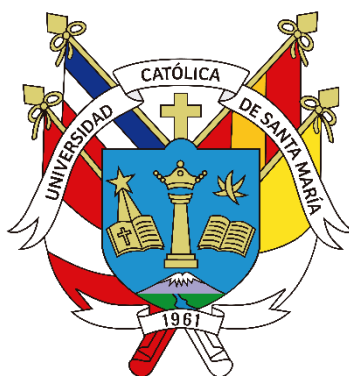


Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola



**Evaluación de las características agronómicas de los suelos del Fundo La
Banda Huasacache - Arequipa y propuesta de mejora**

Tesis presentada por el Bachiller:

Limache Conchacalla, Diana Angelica

ORCID: 0009-0007-5430-4818

para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y Agrícola

Asesor (a):

Mg. Stretz Chávez, Humberto José

ORCID: 0000-0003-0102-8809

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 09 de Junio del 2024

Dictamen: 010155-C-EPIAyA-2024

Visto el borrador del expediente 010155, presentado por:

2015204342 - LIMACHE CONCHACALLA DIANA ANGELICA

Titulado:

**EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS SUELOS DEL FUNDO LA
BANDA HUASACACHE - AREQUIPA Y PROPUESTA DE MEJORA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO AGRONOMO Y AGRÍCOLA

**29500662 - DIAZ VENTO INGRIND MIRNA
DICTAMINADOR**



**44359772 - ORCON ZAMORA VALENTIN RUBEN
DICTAMINADOR**



**43717897 - VELASQUEZ BARBACHAN JUAN PABLO
DICTAMINADOR**



Evaluación de las características agronómicas de los suelos del Fundo La Banda Huasacache - Arequipa y propuesta de mejora

INFORME DE ORIGINALIDAD

33%

INDICE DE SIMILITUD

33%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

17%

2

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

purl.org

Fuente de Internet

1%

4

go.gale.com

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

es.scribd.com

Fuente de Internet

1%

7

mexico.infoagro.com

Fuente de Internet

1%

8

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

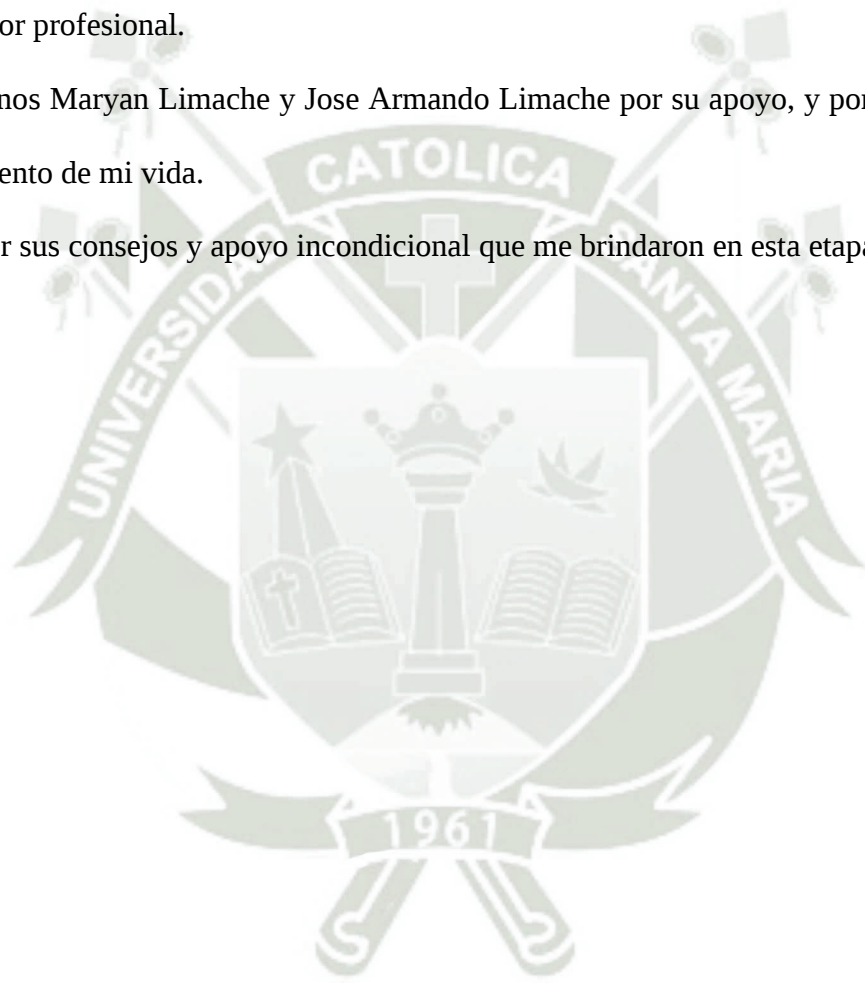
DEDICATORIA

A Dios por ayudarme durante mi carrera profesional y por gozar de su bendición a si también su entera protección.

A mis padres Jose Luis Limache Atayupanqui y Rosa María Conchacalla los cuales me apoyaron, por su amor incondicional, por su enseñanza y sabios consejos durante mi vida que me ayudaron a ser una mejor profesional.

A mis hermanos Maryan Limache y Jose Armando Limache por su apoyo, y por acompañarme en todo momento de mi vida.

A mis tíos por sus consejos y apoyo incondicional que me brindaron en esta etapa de mi vida.



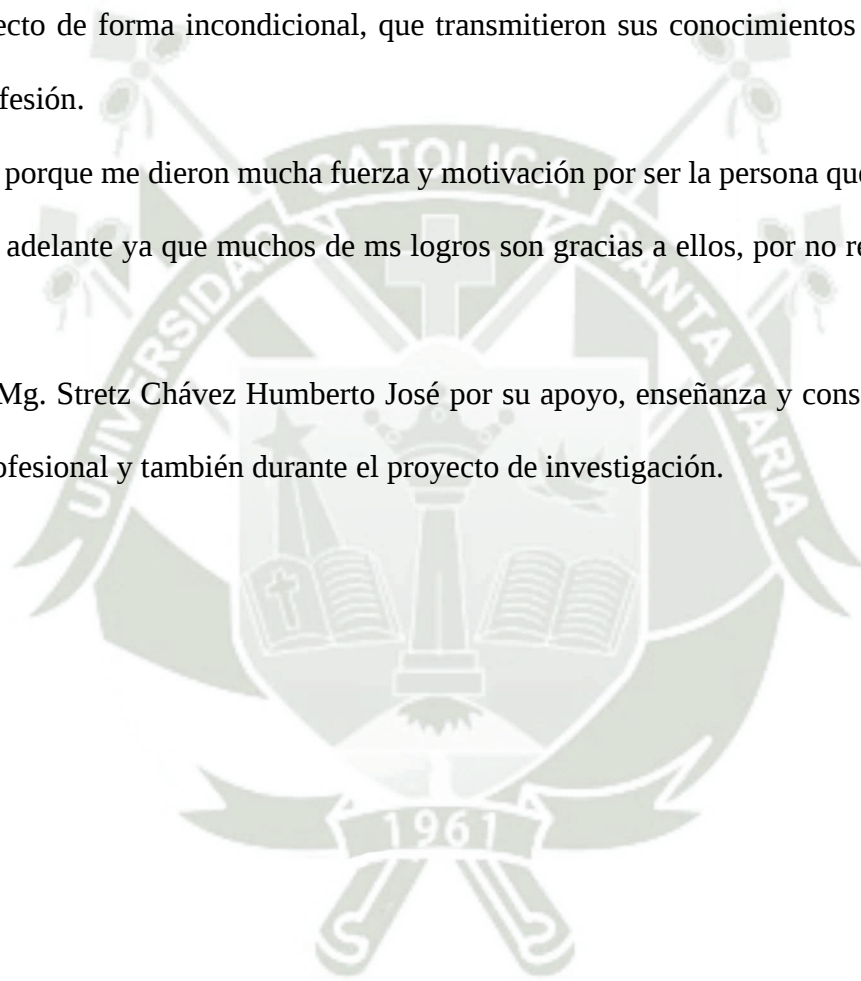
AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Católica de Santa María, Facultad de Ciencias Ingenierías Biológicas y Químicas que me brindaron una buena formación profesional y por su interés en desarrollar nuevas las investigaciones.

A los docentes universitarios de la Carrera de Ingeniería Agronómica y Agrícola que apoyaron a nuestro proyecto de forma incondicional, que transmitieron sus conocimientos e inculcaron el amor a la profesión.

A mis padres porque me dieron mucha fuerza y motivación por ser la persona que soy ahora, por luchar y salir adelante ya que muchos de mis logros son gracias a ellos, por no rendirse y seguir ahí para mí.

A mi asesor Mg. Stretz Chávez Humberto José por su apoyo, enseñanza y consejos durante mi desarrollo profesional y también durante el proyecto de investigación.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo la Banda Huasacache de la Universidad Católica de Santa María, Distrito Hunter, Provincia y Región Arequipa, desde el mes de octubre del 2022 al mes de abril del 2024 y tuvo como objetivo Evaluar las características agronómicas de los suelos del Fundo La Banda Huasacache- Arequipa y plantear propuestas de mejora. Se empleó el Diseño Experimental Completamente al Azar (D.C.A), con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los datos obtenidos de las evaluaciones fueron procesados mediante el análisis de varianza (ANVA) y la Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre tratamientos con un nivel de confianza del 5%. Según los resultados obtenidos, el contenido nutricional del suelo y salinidad obtuvo un pH de suelo alcalino a profundidad de 30,60 y 90 cm, P y N fueron bajos para el contenido nutricional del suelo. Para el análisis de riego la Conductividad Eléctrica es dañino con un 2.61mS/cm igual que el Na. La densidad aparente del suelo que a mayor profundidad se incrementó la densidad aparente en 90 cm de profundidad con 1.57 g/cm³. El tratamiento T1 (buenas características agronómicas) tuvo significancia a mayor altura de planta, mayor contenido de materia seca, contenido de clorofila y área foliar. El contenido nutricional de nutrientes fue bajo para el P, alto para el Ca y Mg contenido normal para los demás elementos evaluados. Los tratamientos T1 y T5 obtuvo con un pH de 8.5 a 8.7. Los tratamientos T3 y T2 tiene como CE con un 6.7 a 8.3 dS/m.

Palabras clave: Características agronómicas, suelos, Huasacache – Arequipa.

ABSTRACT

The present research work was carried out at the Fundo la Banda Huasacache of the Universidad Católica de Santa María, Hunter District, Province and Region Arequipa, from October 2022 to April 2024 and aimed to evaluate the agronomic characteristics of the soils of the Fundo La Banda Huasacache- Arequipa and propose proposals for improvement. The Completely Randomized Experimental Design (D.C.A.) was used, with 5 treatments and 4 replications. The data obtained from the evaluations were processed using the analysis of variance (ANVA) and the Tukey Test to determine significant differences between treatments with a confidence level of 5%. According to the results obtained, the nutritional content of the soil and salinity obtained an alkaline soil pH at depth of 30.60 and 90 cm, P and N were low for the nutritional content of the soil. For the risk analysis, the Electrical Conductivity is harmful with a 2.61mS/cm equal to the Na. The bulk density of the soil increased at a depth of 90 cm to 1.57 g/cm³. The T1 treatment (good agronomic characteristics) was significant at higher plant height, higher dry matter content, chlorophyll content and leaf area. The nutrient nutritional content was low for P, high for Ca and Mg normal content for the other elements evaluated. The T1 and T5 treatments were obtained with a pH of 8.5 to 8.7. The T3 and T2 treatments have an EC of 6.7 to 8.3 dS/m.

Keywords: Agronomic characteristics, soils, Huasacache - Arequipa.

INDICE

CAPITULO I.....	1
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1.Enunciado del problema	1
1.2.Descripción del problema	2
1.3.Justificación	2
1.4.Objetivos	2
1.4.1.Objetivo General.....	2
1.4.2.Objetivo Específicos.....	3
1.5.Hipótesis	3
CAPÍTULO II.....	4
2.MARCO TEORICO	4
2.1 Análisis bibliográfico.....	4
2.1.1 Salinidad en los suelos agrícolas.....	4
2.1.2 Definición de salinidad-sodicidad.....	4
2.1.3 Origen de la salinidad de los suelos	4
2.1.4 Efecto de la salinidad en las plantas.....	5
2.1.5 Inducción de estrés hídrico.....	5
2.1.6 Toxicidad ion especifica	5
2.1.7 Desbalance nutricional.....	6
2.1.8 PH.....	6
2.1.9 Conductividad eléctrica (ce)	7
2.1.10Abonos orgánicos	8
2.1.11Origen e importancia del frijol	9
2.1.12Clasificación taxonómica del frijol	10
2.1.13Morfología.....	10
2.1.14Etapas de desarrollo de la planta de frijol.....	12
2.1.15Temperatura.....	15
2.1.16Humedad.....	16
2.1.17Fotoperiodo.....	17
2.1.18Necesidades hídricas del frejol	17
2.1.19Arquitectura de la planta de frijol.....	18
2.1.20Fisiología del cultivo de frijol	19
2.1.21Variedad Frijol.....	19
2.1.22Enmiendas de suelos salinos	20

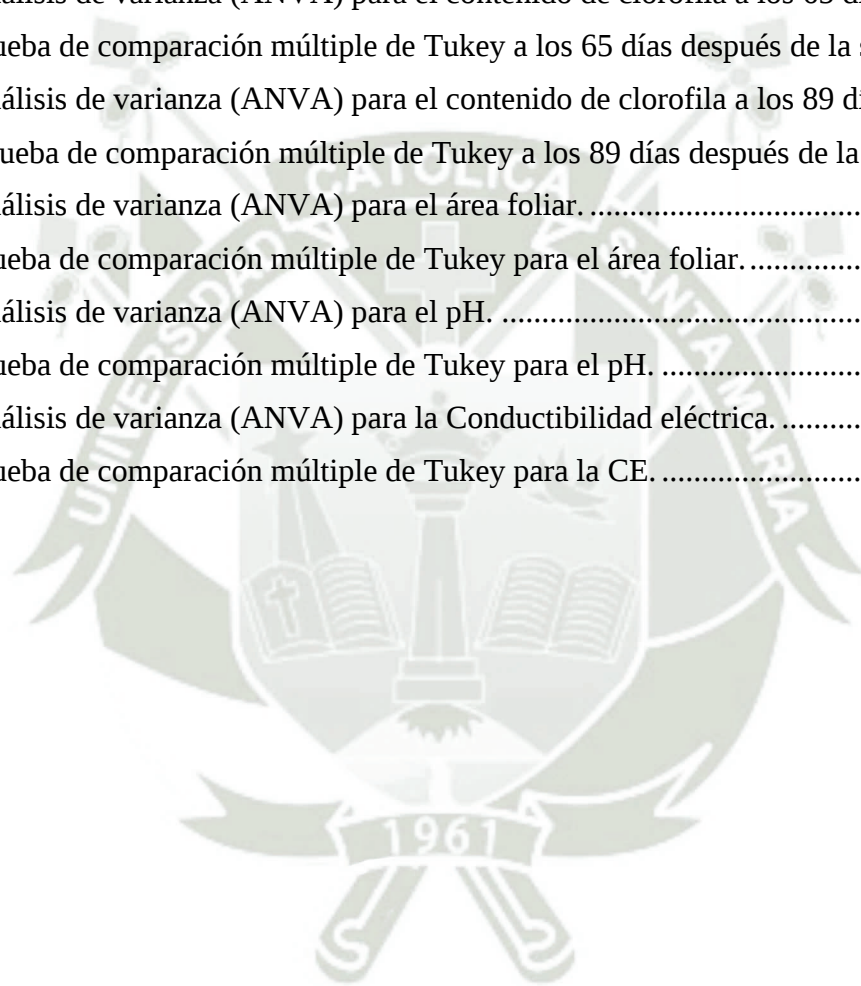
2.1.23	Contenido nutricional de los suelos.....	20
	Nitrógeno en el suelo.....	21
2.1.24	Riego.....	22
2.1.25	Características físicas del suelo	23
2.1.26	EM (Microorganismos Eficaces).....	24
2.2	Antecedentes de Investigación.....	26
CAPITULO III.		29
3.MATERIALES Y METODOS		29
3.1	Materiales.....	29
3.1.1	Localización del trabajo	29
3.1.2	Material biológico	30
3.1.3	Material de laboratorio.....	30
3.1.4	Material e insumos de campo.....	30
3.1.5	Equipos.....	31
3.1.6	Otros materiales	31
3.2	Métodos de muestreo	31
3.2.1	Universo	31
3.2.2	Tamaño de muestra	31
3.2.3	Procedimiento de muestreo	32
3.2.4	Recopilación de la información	32
3.2.5	Variables de respuesta.....	32
3.2.5.1	Variables Independientes.....	32
3.2.5.2	Variables Dependientes	32
3.2.6	Evaluación estadística	32
3.2.6.1	Diseño Experimental	32
3.2.6.2	Unidades Experimentales	32
3.3	Metodología:.....	35
3.3.1	Metodología de la instalación	35
3.3.2	Aplicación de enmiendas	35
3.3.3	Aplicación de Micronutrientes.....	36
3.3.4	Aplicación de Plaguicidas	37
3.3.5	Aplicación preventiva de Fungicida.....	37
3.4	Parámetros evaluados.....	38
3.4.1	Evaluaciones en campo	38
3.4.2	Evaluaciones en invernadero.....	38
CAPITULO IV.....		41

4.RESULTADOS.....	41
4.1 EVALUACIONES DE CAMPO	41
4.1.1 Contenido nutricional del suelo y salinidad	41
4.1.2 Análisis de agua de riego	51
4.1.3 Densidad Aparente del suelo.....	52
4.2 EVALUACIONES EN INVERNADERO	56
4.2.1 Altura de planta	56
4.2.2 Contenido foliar de macronutrientes	62
4.2.3 Contenido total de materia seca	67
4.2.4. Contenido de clorofila.....	68
4.2.4 Área foliar	73
4.2.5 pH de suelo en contenedores bajo condiciones de invernadero	74
4.2.6 Conductibilidad Eléctrica de suelo en contenedores bajo condiciones de invernadero	75
CAPITULO V	76
5.DISCUSION.....	76
5.1 Campo	76
5.1.1 Contenido nutricional del suelo y de salinidad	76
5.1.2 Densidad aparente	77
5.1.3 Análisis de agua riego	77
5.2 Invernadero	77
5.2.1 Altura de planta (cm)	77
5.2.2 Contenido foliar de nutrientes.....	78
5.2.3 Contenido total de materia seca	79
5.2.4 Contenido de clorofila.....	79
5.2.5 Área foliar	80
5.2.6 pH y Conductividad Eléctrica bajo invernadero	80
CAPITULO VI.....	82
6.CONCLUSIONES... ..	82
CAPITULO VII.....	83
7.RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS.....	91

INDICE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de potenciales de hidrogeno	7
Tabla 2. Clasificación de la conductividad eléctrica en niveles de salinización.....	8
Tabla 3. Temperaturas críticas para el frijol en las distintas fases de desarrollo.	16
Tabla 4. Tratamientos del experimento.....	33
Tabla 5. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm	41
Tabla 6. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm	42
Tabla 7. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm	44
Tabla 8. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm	45
Tabla 9. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm.	47
Tabla 10. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm.	48
Tabla 11. Resumen del contenido nutricional del suelo y salinidad a 30 cm de profundidad	50
Tabla 12. Resumen del contenido nutricional del suelo y salinidad a 60 cm de profundidad	50
Tabla 13. Resumen del contenido nutricional del suelo y salinidad a 90 cm de profundidad	51
Tabla 14. Contenido de elementos para el análisis de agua de riego	51
Tabla 15. Densidades aparentes del suelo a diversas profundidades y tablas.	52
Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 13 días de la siembra...	56
Tabla 17. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 15 días después de la siembra.	56
Tabla 18. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 27 días de la siembra.....	57
Tabla 19. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 15 días después de la siembra.	57
Tabla 20. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 36 días de la siembra...	58
Tabla 21. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 36 días después de la siembra.	59
Tabla 22. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 48 días de la siembra.....	59
Tabla 23. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 48 días después de la siembra.	60
Tabla 24. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 61 días de la siembra..	60
Tabla 25. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 61 días después de la siembra.	61
Tabla 26. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 79 días de la siembra..	61
Tabla 27. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 79 días después de la siembra.	62
Tabla 28. Niveles de nitrógeno por tratamiento	62
Tabla 29. Niveles de fosforo por tratamiento.....	63
Tabla 30. Niveles de potasio por tratamiento.....	64
Tabla 31. Niveles de calcio por tratamiento.....	64
Tabla 32. Niveles de magnesio por tratamiento	65
Tabla 33. Niveles de azufre por tratamiento	66

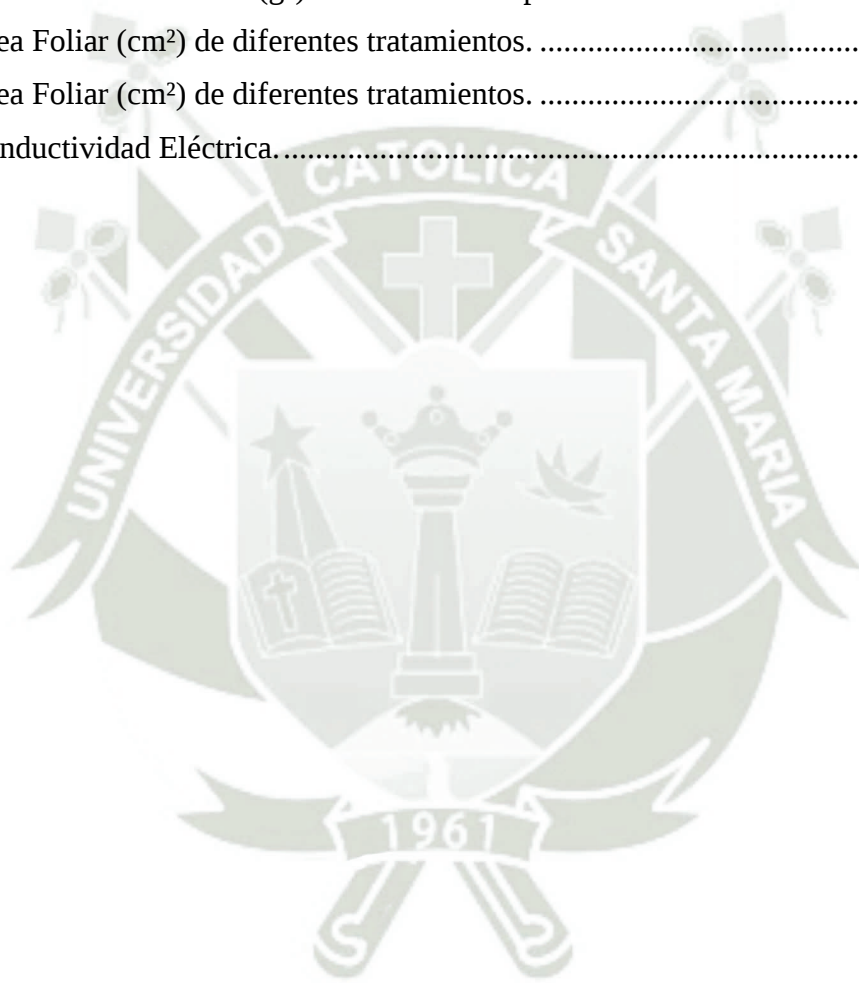
Tabla 34. Contenido foliar de nutrientes por tratamiento	66
Tabla 35. Análisis de varianza (ANVA) para el peso de materia seca (gr).	67
Tabla 36. Prueba de comparación múltiple de Tukey de materia seca (gr/pl.).	67
Tabla 37. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 35 días de la siembra	68
Tabla 38. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 35 días después de la siembra.	69
Tabla 39. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 48 días de la siembra	69
Tabla 40. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 48 días después de la siembra.	70
Tabla 41. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 65 días de la siembra	70
Tabla 42. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 65 días después de la siembra.	71
Tabla 43. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 89 días de la siembra	72
Tabla 44. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 89 días después de la siembra.	72
Tabla 45. Análisis de varianza (ANVA) para el área foliar.	73
Tabla 46. Prueba de comparación múltiple de Tukey para el área foliar.	73
Tabla 47. Análisis de varianza (ANVA) para el pH.	74
Tabla 48. Prueba de comparación múltiple de Tukey para el pH.	74
Tabla 49. Análisis de varianza (ANVA) para la Conductibilidad eléctrica.	75
Tabla 50. Prueba de comparación múltiple de Tukey para la CE.	75



INDICE DE FIGURAS

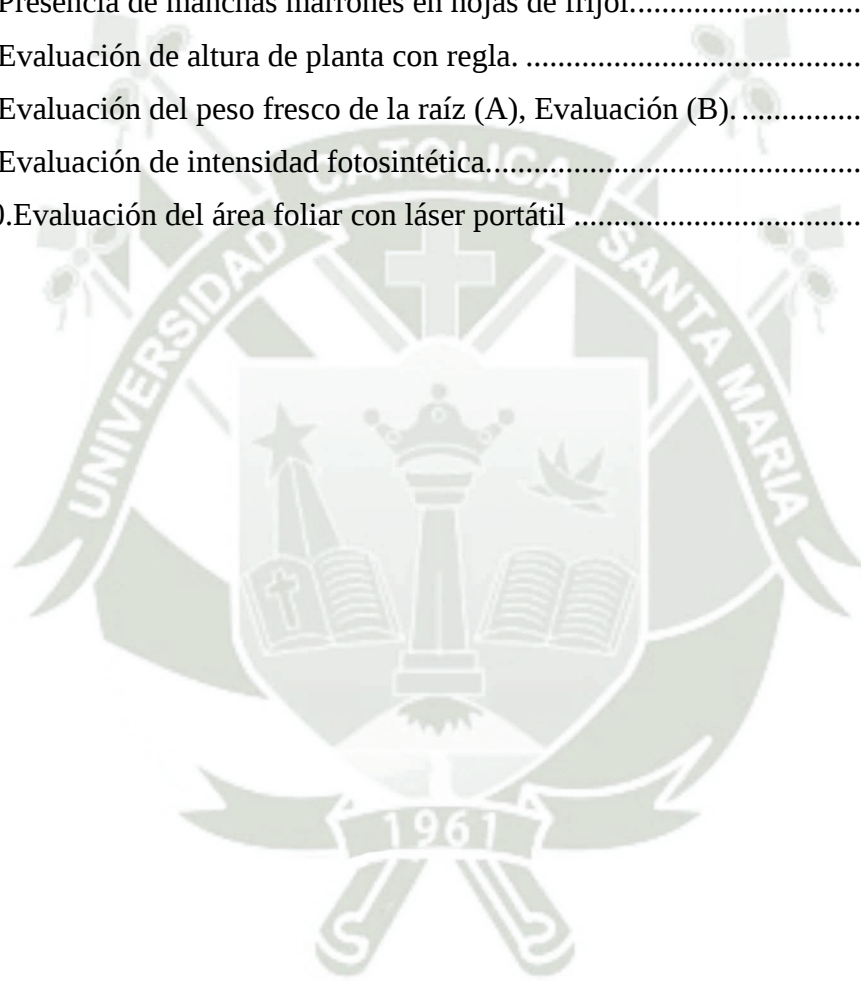
Figura 1. Tres grupos de microorganismos componentes del EM.	24
Figura 2. Ubicación del Área experimental.....	29
Figura 3. Croquis del experimento	34
Figura 4. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.	41
Figura 5. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.	42
Figura 6. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.	43
Figura 7. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.....	43
Figura 8. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.	44
Figura 9. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.	45
Figura 10. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm	46
Figura 11. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.	46
Figura 12. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.	47
Figura 13. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.	48
Figura 14. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.	49
Figura 15. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30, 60 y 90 cm.	49
Figura 16. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm tablada 1B+2B.	53
Figura 17. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm tablada 3B+4B.	53
Figura 18. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm tablada 1A.	54
Figura 19. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm tablada 2A.	54
Figura 20. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm tablada 3A.	55
Figura 21. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm tablada 5B.	55
Figura 22. Altura de planta de frijol (cm) a los 15 días después de la siembra.	56
Figura 23. Altura de planta de frijol (cm) a los 27 días después de la siembra.	58
Figura 24. Altura de planta de frijol (cm) a los 36 días después de la siembra.	59
Figura 25. Altura de planta de frijol (cm) a los 48 días después de la siembra.	60
Figura 26. Altura de planta de frijol (cm) a los 61 días después de la siembra.	61
Figura 27. Altura de planta de frijol (cm) a los 79 días después de la siembra.	62
Figura 28. Comparación del contenido de nitrógeno en la hoja de frijol	63
Figura 29. Comparación del contenido de fosforo en la hoja de frijol	63
Figura 30. Comparación del contenido de potasio en la hoja de frijol	64

Figura 31.Comparación del contenido de calcio en la hoja de frijol	65
Figura 32.Comparación del contenido de magnesio en la hoja de frijol	65
Figura 33.Comparación del contenido de azufre en la hoja de frijol	66
Figura 34.Comparación del peso de materia seca (gr) de diferentes tratamientos	68
Figura 35.Contenido de clorofila (gr) a los 35 días después de la siembra.	69
Figura 36.Contenido de clorofila (gr) a los 48 días después de la siembra.	70
Figura 37.Contenido de clorofila (gr) a los 65 días después de la siembra.	71
Figura 38.Contenido de clorofila (gr) a los 89 días después de la siembra.	72
Figura 39.Área Foliar (cm ²) de diferentes tratamientos.	73
Figura 40.Área Foliar (cm ²) de diferentes tratamientos.	74
Figura 41.Conductividad Eléctrica.	75



INDICE DE FOTOGRAFIAS

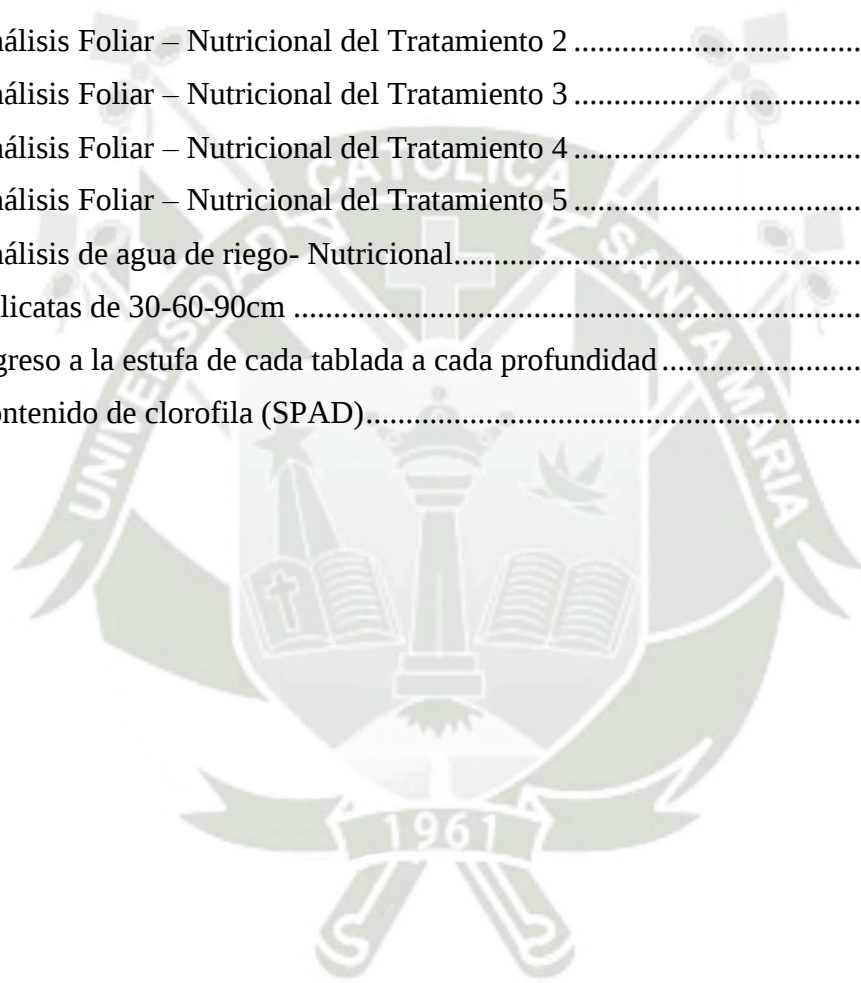
Fotografia 1.Siembra y rotulación de las unidades.....	35
Fotografia 2.Aplicación de enmiendas en diferente unidad experimental	36
Fotografia 3.Deficiencia de micronutrientes en hojas y Aplicación de micronutrientes al cultivo de frijol.....	36
Fotografia 4.Presencia de Trialeurodes vaporariorum	37
Fotografia 5.Aplicación de Tifón 480	37
Fotografia 6.Presencia de manchas marrones en hojas de frijol.....	38
Fotografia 7.Evaluación de altura de planta con regla.	39
Fotografia 8.Evaluación del peso fresco de la raíz (A), Evaluación (B).	39
Fotografia 9.Evaluación de intensidad fotosintética.....	40
Fotografia 10.Evaluación del área foliar con láser portátil	40



INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Altura de planta a los 15 días después de la siembra	91
Anexo 2. Altura de planta a los 27 días después de la siembra	91
Anexo 3. Altura de planta a los 36 días después de la siembra	91
Anexo 4. Altura de planta a los 48 días después de la siembra	92
Anexo 5. Altura de planta a los 61 días después de la siembra	92
Anexo 6. Altura de planta a los 79 días después de la siembra	92
Anexo 7. Contenido de materia seca	93
Anexo 8. Contenido de clorofila (SPAD) a los 35 días después de la siembra	93
Anexo 9. Contenido de clorofila (SPAD) a los 48 días después de la siembra	93
Anexo 10. Contenido de clorofila (SPAD) a los 65 días después de la siembra	94
Anexo 11. Contenido de clorofila (SPAD) a los 89 días después de la siembra	94
Anexo 12. Área Foliar (cm ²)	94
Anexo 13. pH de suelo bajo condición de invernadero	95
Anexo 14. Conductividad eléctrica bajo condición de invernadero	95
Anexo 15. Resultados del análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) a los 79 días después de la siembra del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	95
Anexo 16. Resultados del análisis de varianza (ANVA) para la materia seca (gr) del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	96
Anexo 17. Resultados del análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila (SPAD) del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	96
Anexo 18. Resultados del análisis de varianza (ANVA) para el Área foliar (cm ²) del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	96
Anexo 19. pH de suelo bajo condición de invernadero del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	97
Anexo 20. Conductividad eléctrica bajo condición de invernadero del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	97
Anexo 21. Análisis de Suelo – Salinidad tablada 1A- 30 cm	98
Anexo 22. Análisis del Suelo -Salinidad tablada 1A-60 cm	99
Anexo 23. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1A- 90 cm	100
Anexo 24. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1B+2B - 30 cm	101
Anexo 25. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1B+2B - 60 cm	102
Anexo 26. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1B+2B - 90 cm	103
Anexo 27. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 2A - 30 cm	104
Anexo 28. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 2A - 60 cm	105
Anexo 29. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 2A – 90 cm	106
Anexo 30. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3A – 30 cm	107
Anexo 31. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3A – 90 cm	108

Anexo 32. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3A – 60 cm	109
Anexo 33. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3B+4B – 30 cm.....	110
Anexo 34. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3B+4B – 60 cm.....	111
Anexo 35. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3B+4B – 90 cm.....	112
Anexo 36. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 5B – 30 cm	113
Anexo 37. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 5B – 60 cm	114
Anexo 38. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 5B – 90 cm	115
Anexo 39. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 1	116
Anexo 40. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 2	117
Anexo 41. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 3	118
Anexo 42. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 4	119
Anexo 43. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 5	120
Anexo 44. Análisis de agua de riego- Nutricional.....	121
Anexo 45. Calicatas de 30-60-90cm	122
Anexo 46. Ingreso a la estufa de cada tablada a cada profundidad.....	123
Anexo 47. Contenido de clorofila (SPAD).....	124



CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los suelos salinos, son grupos de suelos con altos contenidos de sales solubles y/o altas cantidades de iones de sodio. Originan un alto potencial osmótico en el suelo que limita el fácil intercambio de agua y nutrientes con las raíces de las plantas. En consecuencia, la mayoría de las plantas tolerantes a la sal son los tipos de vegetación dominantes en estos suelos. A pesar de sus impactos negativos, tienen un potencial económico numeroso si son bien manejadas (Rome, 2021).

Existen diversas alternativas de manejo de suelos para corregir los problemas de acidificación como ser la aplicación de enmiendas calcáreas, uso de fosfato en grandes cantidades y la adición de humus. En este artículo se abordará específicamente la aplicación de enmiendas calcáreas (Ricardo Campillo et al., 2000).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) es una leguminosa importante en el mundo, con una producción global estimada en 27,7 millones de toneladas y un área cosechada de 35,9 millones de hectáreas en el 2021 (FAOSTAT, 2021a). En el Perú, el frijol es un cultivo de gran importancia entre las especies de leguminosas debido a su capacidad de adaptarse a los diferentes climas y suelos del territorio (Cayetano Terrel et al., 2022), de esta manera la producción registrada en el 2021 fue de 91 mil toneladas en un área cosechada de 70,6 mil de hectáreas (FAOSTAT, 2021b).

En las condiciones de Huasacache el agua de regadío presenta problemas de salinidad como consecuencia de su procedencia de filtración y esto en el transcurso de los años ha generado problema de salinidad en los suelos. Ante tal circunstancia es importante evaluar la situación actual de los suelos del Fundo la Banda Huasacache; la calidad de agua y optar por medidas correctivas, razón por la cual se llevó a cabo la presente investigación.

1.1 Enunciado del problema

Los terrenos agrícolas de la zona de Huasacache son regados con aguas provenientes del río Socabaya con un valor representativo de sales minerales, lo cual viene ocasionando problemas en el manejo de estos suelos, limitando además la instalación muchos cultivos de importancia comercial. Es muy posible que el incremento del contenido de sodio también un factor

limitante. Todos estos factores ameritan la evaluación de los diferentes horizontes de suelos y calidad de agua para el planteamiento de propuestas de mejora.

1.2 Descripción del problema

El Fundo La Banda Huasacache propiedad de la Universidad Católica de Santa María es manejado con el uso de aguas provenientes del rio Socabaya con presencia de sales minerales, lo cual vienen ocasionando problemas en el manejo de estos suelos, limitando además la instalación muchos cultivos de importancia comercial. Es muy posible que el incremento del contenido de sodio también un factor limitante. Todos estos factores ameritan la evaluación de los diferentes horizontes de suelos y calidad de agua para el planteamiento de propuestas de mejora.

1.3 Justificación

El presente trabajo de experimentación es justificado, debido a que los suelos de las zonas presentan altos niveles de salinidad debido a la fuente de agua de riego con aporte de sales.

Los suelos agrícolas del Fundo la Banda Huasacache presentan problemas de salinización acompañados a su vez de problemas de sodio, todo ello derivado del uso de agua con alto contenido de solutos. También las aplicaciones de riego bajo la modalidad tradicional por gravedad acentúan el problema al irse incrementando los aportes de sales. La presencia de sodio conlleva a limitaciones en la infiltración del suelo debido a los efectos de compactación que genera el sodio por sus cualidades dispersantes, generando una pobre oxigenación radicular de los cultivos y por tanto bajos rendimientos.

En tal sentido el presente proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar la situación actual de las condiciones de salinidad y nutrición del suelo agrícola del Fundo La Banda Huasacache y definir las medidas correctivas y de manejo de estos suelos en estudio, acompañado del diagnóstico y manejo adecuado del agua de riego.

En muestras de suelo de diferentes partes del fundo se aplicarán tratamientos de enmiendas para definir el óptimo manejo agronómico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar las características agronómicas de los suelos del Fundo La Banda Huasacache-Arequipa y plantear propuestas de mejora.

1.4.2 Objetivo Específicos

- Evaluar los contenidos nutricionales en los diferentes perfiles de suelos.
- Realizar el diagnóstico de la calidad de agua de riego.
- Evaluar en condiciones de invernadero las aplicaciones de enmiendas de mejora.

1.5 Hipótesis

Dado que los suelos del Fundo de Huasacache presenta problemas de salinidad y problemas de sodio, es posible encontrar respuestas favorables a la aplicación de enmiendas.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 Análisis bibliográfico

2.1.1 Salinidad en los suelos agrícolas

La salinidad afecta a la humanidad desde el inicio de la agricultura. Existen registros históricos de migraciones provocadas por la salinización del suelo cultivable.

La actividad antrópica ha incrementado la extensión de áreas salinizadas al ampliarse las zonas de regadío con el desarrollo de grandes proyectos hidrológicos, los cuales han provocado cambios en la composición de sales en el suelo. (Leidi, E. O. y Pardo, J. M, 2002).

En la década del 90 se estimaba que la proporción de suelos afectados por salinidad estaba alrededor de un 10 % del total mundial y que entre un 25 y un 50 % de las zonas de regadío estaban salinizadas. (Rhoades, J.; Kandiah, A y Mashali, 1992).

En la actualidad, no existe referencia alguna de los niveles de áreas afectadas por este factor, pero, sí está claro, que esta situación se agudiza cada día más en las áreas cultivadas a nivel mundial, producto de la falta de conciencia medioambiental y de la explotación de los recursos hídricos irracionalmente, además de otros factores edafoclimáticos que influyen directamente sobre la salinidad de los suelos. (Rhoades, J.; Kandiah, A y Mashali, 1992).

2.1.2 Definición de salinidad-sodicidad

El término salinidad se refiere a la presencia en el suelo de una elevada concentración de sales que perjudican a las plantas por su efecto tóxico y la disminución del potencial osmótico del suelo. La situación más frecuente de salinidad en los suelos es por NaCl.

2.1.3 Origen de la salinidad de los suelos

(Álvarez, A.; Baños, R. y Otero, 2008) El origen de la salinidad puede ser explicado por dos vías:

La primera es natural, ya sea por la cercanía y la altura sobre el nivel del mar, la intemperización y la existencia de sales también son causas primarias de salinidad que se agudizan en condiciones heterogéneas de microtopografía y las propiedades fisicoquímicas del perfil del suelo, como son: la textura, la estructura, la porosidad, la permeabilidad, la capacidad de retención de humedad y de intercambio catiónico juegan un papel importante.

La segunda causa, es el resultado de las incorrectas prácticas agrícolas del suelo y el mal manejo del agua para el riego, lo cual permite la movilidad de las sales dentro del suelo y el transporte de estas a nuevos sitios. Esto es conocido como proceso de salinidad antrópica o secundaria, convirtiéndose la salinización de los suelos en una consecuencia del desarrollo de la sociedad humana.

2.1.4 Efecto de la salinidad en las plantas

El estrés salino causa reducción en el crecimiento y en el desarrollo de las plantas porque estas pueden sufrir tres tipos de estrés. Asimismo, se plantea que, como consecuencia de la combinación de estos estreses, un cuarto estrés se manifiesta en plantas expuestas a condiciones de salinidad (Nawaz, K.; Hussain, K.; Majeed, A.; Khan, F.; Afghan S. y Ali, 2010).

Estos son detallados a continuación:

- Inducción de estrés hídrico.
- Toxicidad ion específica, debido la alta concentración de sodio y cloruro.
- Desbalance nutricional, debido a los altos niveles de sodio y cloruro que reducen la captación de K^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} .
- Incremento de la producción de especies reactivas de oxígeno que dañan las macromoléculas.

2.1.5 Inducción de estrés hídrico

Se ha discutido ampliamente los efectos provocados por la salinidad en el potencial hídrico (ψ) de las plantas, llegando a la conclusión de que los componentes del potencial se afectan en condiciones de alta salinidad. La presencia en exceso de solutos en la solución del suelo produce una disminución del potencial osmótico y, consecuentemente, del ψ . Por tanto, el balance hídrico de la planta en general se encuentra afectado, ya que, para mantener un gradiente entre el suelo y las hojas, que permita continuar con la absorción de agua, se debe generar un potencial hídrico mucho más negativo que el de la solución del suelo. Toxicidad ion específica.

La toxicidad por iones puede reducir la productividad de los cultivos y eventualmente causan el fracaso total de las cosechas (Nawaz, K.; Hussain, K.; Majeed, A.; Khan, F.; Afghan S. y Al, 2010). (Pei-Chun, 2007) La toxicidad ocurre como resultado de la captación y acumulación en las plantas de ciertos iones tóxicos disueltos en el agua de riego. Estos iones

tóxicos en el caso específico de la salinidad incluyen principalmente el sodio (Na^+), el cloruro (Cl^-) y el sulfato (SO_4^{2-}).

2.1.6 Desbalance nutricional

El desbalance iónico en condiciones de alta salinidad del suelo se produce en las células debido a la acumulación excesiva de iones Na^+ y Cl^- que reduce la captación de otros nutrientes minerales tales como K^+ , Ca^{2+} , y Mn^{2+} (Karimi, S.; Rahemi, M.; Maftoun, M. E. y Tavallali, 2009).

El Na^+ compite con la toma de K^+ a través de cotransportadores $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ y puede también bloquear transportadores específicos de K^+ de las células de las raíces en condiciones salinas (Zhu, 2003). El déficit de K^+ inicialmente conduce a clorosis, la que, al persistir el déficit, conduce a necrosis (Gopa, R. y Dube, 2003).

El K^+ es necesario para la osmorregulación y la síntesis de proteínas, manteniendo la turgencia de la célula y estimulando la fotosíntesis (Freitas, J. B. S.; Chagas, R. M.; Almeida, I. M. R.; Cavalcanti, F. R. y Silveira, 2001), por ello, (Ashraf, 2004) es que el incremento de los niveles de Na^+ incide en cambios de la actividad enzimática resultando en cambios en el metabolismo de la célula y a lo largo de toda la planta, disminuyendo así la habilidad de la planta para crecer.

2.1.7 PH

El pH es una medida de la acidez (pH bajo = ácido) o alcalinidad (pH alto = básico o alcalino) del medio. El pH del medio de cultivo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles (solubles o insolubles) para su absorción. Por tal motivo, los problemas nutritivos más comunes ocurren en los cultivos cuando el pH se encuentra fuera del rango óptimo.

Efecto del pH sobre las plantas

El pH influye sobre la actividad microbiana y sobre la disponibilidad de los diferentes elementos esenciales para el crecimiento vegetal. Esto produce la delimitación de un pH óptimo para cada especie cultivada. Si observamos la tabla vemos que el pH ideal de los suelos es el comprendido entre 6 y 7. Pero el pH agrónomicamente ideal es el que resulta de las características físicas, químicas y biológicas del suelo y las exigencias del cultivo (Soriano Soto Maria Desamparados, 2021).

Se atribuye a los suelos arcillosos un pH óptimo superior al de los suelos arenosos. El pH de los primeros interesa que sea ligeramente elevado porque así garantizamos la presencia del ion Ca^{2+} necesario para conseguir una buena estructura.

En la tabla 1 se ve la clasificación y posibles condiciones en cada rango de pH, el rango óptimo de fertilidad se da con pH entre 5,5 y 7,5 debido a la máxima disponibilidad de macronutrientes y metales como Fe, Al y Mn que requieren pequeñas cantidades por las plantas.

Tabla 1. Clasificación de potenciales de hidrogeno

Rango de pH	Clasificación del suelo	Posibles condiciones
< 4,5	Extremadamente ácido	Desfavorables
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido	Toxicidad por Al(III) y Mn(II)
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido	Exceso de metales pesados; deficiencia de Ca, K, N, Mg, P, S Escasa actividad bacteriana
5,6 – 6,0	Medianamente ácido	Adecuado
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido	Alta disponibilidad de nutrientes
6,6 – 7,3	Neutro	Mínima toxicidad
7,4 – 7,8	Medianamente básico	Suelos con presencia de CaCO_3
7,9 – 8,4	Básico	Poca disponibilidad de P y B Deficiencia de metales pesados
8,5 – 9,0	Ligeramente alcalino	Suelos con presencia de MgCO_3
9,1 – 10,0	Alcalino	Presencia de Na_2CO_3 (intercambio)
> 10,0	Fuertemente alcalino	Elevado Na intercambiable Movilidad de P como Na_3PO_4 Poca actividad microbiana

Fuente: Adolfo Bruno Marchese (2015)

2.1.8 Conductividad eléctrica (ce)

La CE de un suelo (CEs) cambia con el contenido en humedad, disminuye en capacidad máxima (pues se diluye la solución) y aumenta en el punto de marchitamiento (se concentran las sales). Se ha aceptado que la medida de la CEs se hace sobre el extracto de saturación a 25°C (Soriano Soto María Desamparados, 2021).

Los suelos con elevadas conductividades eléctricas impiden el buen desarrollo de las plantas, ya que contiene asimismo una elevada cantidad de sales. Cada cultivo es capaz de sobrevivir en rangos algo diferentes de conductividad, dependiendo del tipo de sales que tiene el suelo (Soriano Soto María Desamparados, 2021).

En la tabla 2 se clasifica según los tipos de suelos salinos y el efecto de las plantas, lo que quiere decir los suelos salinos poseen un CE menos a 2 dS/m y los cultivos poseen un

desarrollo adecuado a diferencia en los suelos con CE entre 2 y 16 dS/m, el desarrollo vegetal se ve afectado por la presencia de sales y posee distintas tolerancias. En los suelos con CE mayor a 16 dS/m no es posible que tenga un desarrollo vegetal excepto a plantas muy tolerantes a estas condiciones (Marchese Adolfo, 2015).

Tabla 2. Clasificación de la conductividad eléctrica en niveles de salinización

CE (dS/m)	Clase de suelo	Efecto en las plantas
< 2	No salino	No significativo
2 – 4	Poco salino	Cultivos sensibles afectados
4 – 8	Moderadamente salino	La mayoría afectadas
8 – 16	Altamente salino	Solo crecen cultivos tolerantes
> 16	Extremadamente salino	Solo crecen cultivos muy tolerantes

Fuente: Adolfo Bruno Marchese (2015)

La conductividad eléctrica del suelo es una medida de concentraciones de sales, puede ser muy baja pero nunca nula. Las sales son buenas para los organismos que las consumen disueltas en el agua, el exceso puede afectar tanto al crecimiento de las plantas con la actividad de los microorganismos del suelo (Cremona María et al., 2020).

El pH y la conductividad eléctrica son dos propiedades que tienen identidades muy diferentes, cada uno tiene su comportamiento y condiciona de manera particular distintos procesos y reacciones del suelo y brindan diferente información a la hora de toma de decisiones. Es un proceso fundamental para el desarrollo de las plantas, los microorganismos y la vida total del suelo. Son propiedades que cambian con una dinámica variable según el sistema de producción (Cremona María et al., 2020).

2.1.9 Abonos orgánicos

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

Los abonos orgánicos derivados de residuos vegetales y animales han sido utilizados para mejorar la calidad biológica, física y química del suelo. Los abonos orgánicos más conocidos son: la semolita de arroz, melaza, bagazo de molinos azucareros, cachaza, raquis de tallos de banano, cáscara de naranja, estiércol bovino, pollinaza y gallinaza (González-Mancilla et al., 2013).

Un abono orgánico es un recurso orgánico capaz de proporcionar diferentes cantidades de

nutrientes esenciales, dependiendo del tipo de abono, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, al suelo o a las plantas. Los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En las propiedades biológicas, los abonos orgánicos aportan diferentes tipos de microorganismos al suelo, también favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y de los microorganismos aerobios. Así, se constituyen en una fuente de energía para los microorganismos, los cuales se multiplican más rápidamente (Mora Delgado et al., 2019).

El abono orgánico es una fuente de vida bacteriana para el suelo y es necesario para la nutrición de las plantas, posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo que permiten que las plantas los asimilen de mejor manera a un óptimo desarrollo de cultivos. Los abonos orgánicos aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que también mejoran la condición física (estructura), incrementa la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo, calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas (Figueroa Nancy, 2010).

2.1.10 Origen e importancia del frijol

Su domesticación se produjo en México, Centro América y Perú, en épocas antiguas y probablemente, en forma independiente, partiendo de un ancestro silvestre ampliamente extendido y polimórfico. Originario de América Central, el sur de México y sud América; en estos lugares se cultiva desde épocas precolombinas. Hoy en día se encuentran especies silvestres en ciertos lugares de sud América (Lira, 1994; Marechal et al., 1978 y Delgado, 1985; citado por Adra, 2002 y Buena salud, 2004).

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa de grano, que se siembra en todo el mundo, y es uno de los alimentos básicos en la región Andina (Ramos, 1981). La proteína del frijol cuesta menos que la de las carnes y que la de los cereales, a pesar de ser de mejor calidad que la de estos (Camarena et al., 2009).

Según Guzmán et al. (2002), el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América colocó al frijol en el mismo grupo que las nueces, carnes, pescados, aves y semillas; es decir, que su consumo podría ser sustituido por alguno de estos productos. Además, Andina (2016b) aseguró que el consumo de legumbres es valioso para alcanzar la seguridad alimentaria.

2.1.11 Clasificación taxonómica del frijol

La Sección Phaseolus es la más importante y abarca más de 45 especies. Su importancia económica es debida principalmente al frijol *P. vulgaris*, especie cultivada tanto en regiones templadas como subtropicales.

García (2016) señala la siguiente clasificación taxonómica para el frijol común: la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Familia: Fabaceae

Género: Phaseolus

Especie: Phaseolus vulgaris L.

Nombre Común: Frijol, frejol, caraota, poroto, friosol, fagiol, feijao, judia, bean, habichuela y alubia.

Según Salas (2004), la morfología y fisiología del frijol se relacionan con el comportamiento productivo de la planta, el cual se manifiesta en forma diferente según el medio ambiente y las técnicas del cultivo utilizadas.

2.1.12 Morfología

Raíz

Debouck & Hidalgo, (1984), sostiene que en los primeros estados de crecimiento el sistema radicular está formado por la radícula, la que se convierte posteriormente en la raíz principal de la cual se ramifica las raíces secundarias y posteriormente las terciarias y otras subdivisiones. Según CIAT (1984) Es superficial, es decir, la mayoría de las raíces se ubica en los primeros veinte centímetros de suelo. El sistema radicular consta de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales confiriéndole la forma de un cono. Según COVECA, (2011) la raíz penetra en el suelo a profundidades que varían de 90 a 120 cm., y poseen pequeñas nudosidades que son colonias de bacterias que fijan el nitrógeno molecular atmosférico.

Tallo

El CIAT, (1984), describe que el frejol tiene un Tallo herbáceo, cilíndrico o angular, subglabro o pubescente, tallos menores a 1 m de altura, tallos de 1-2m de altura, tallos sólidos, tallos o ramas jóvenes escasamente a densamente peluda, con presencia de pelos uncinulados, de colores verde, rosado o morado así mismo puede ser erecto, semipostrado y postrado dependiendo al hábito de crecimiento de la variedad de frijoles. Crecimiento indeterminado (plantas trepadoras o guiadoras) y crecimiento determinado (presentan una inflorescencia terminal). Espinoza, E. (1,990)

Hojas

Vergaray (1998) reporta que, las plantas de frijol presentan hojas simples y compuestas. Las simples, que se denominan también primarias, son las que se forman en la semilla durante la embriogénesis, a continuación del nudo cotiledonar. A partir del tercer nudo se desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas, de tres folíolos, un peciolo y un raquis presentan variación en cuanto a tamaño color y pilosidad esta variación está relacionada con la variedad y con las condiciones ambientales de luz y humedad (COVECA, 2011).

Flor e inflorescencia

Las flores son hermafroditas y zigomorfas. La flor del frijol es una típica flor papilionácea. El periantio consta de un cáliz integrado por cinco sépalos más o menos soldados y de una corola de color variable (blanco, amarillo, rosa) con cinco pétalos libres: uno superior muy desarrollado (estandarte o vexilo) dos laterales (alas) y dos inferiores (en conjunto se denominan quilla, la cual se encuentra enrollada). El androceo está formado por 10 estambres libres o unidos por los filamentos en uno (monadelfos) o dos haces (diadelfos: 9 + 1). El gineceo con ovario súpero y monocarpelar. Las inflorescencias aparecen en racimos terminales en las plantas de hábito de crecimiento determinado, y axilares en las de hábito indeterminado. 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). La morfología floral del frijol favorece el mecanismo de autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma (CIAT 1984).

El fruto

-Es una vaina que se compone de un pericarpio carnoso y de semillas las distintas variedades poseen pericarpio carnoso, jugoso y tierno, en el interior de las partes carnosas no se forman

capas de cutícula, así como tampoco en el borde de las vainas se forman fibras duras (hilos). Los frutos de la habichuela alcanzan la maduración económica aproximadamente a los 16 o 17 días después de la floración (COVECA, 2011)

Semilla

La semilla no posee albumen, por tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. La semilla tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de fríjol (CIAT, 1984).

2.1.13 Etapas de desarrollo de la planta de frijol

Durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de la escala del desarrollo del cultivo. Por ello, es importante dejar claros algunos conceptos, antes de entrar a definir las etapas de desarrollo de la planta de frijol.

a) Crecimiento

Generalmente, se entiende por crecimiento al cambio en volumen o en peso. Es un fenómeno cualitativo que puede ser medido con base en algunos parámetros tales como anchura, longitud, acumulación de materia seca, número de nudos, índice de área foliar, etc.

b) Desarrollo

El desarrollo es cualitativo; se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de eventos sucesivos. Por ejemplo, la aparición de botones florales o racimos marca el cambio de la fase vegetativa a la fase reproductiva de la planta (CIAT, 1983).

Fase vegetativa

Según el (CIAT, 1983). Describe que la fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada. En esta fase se forma mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción. En la fase vegetativa el desarrollo de los meristemas terminales del tallo y de las ramas produce nudos en los cuales se forman complejos axilares susceptibles de un desarrollo posterior, a continuación, se describen las etapas de desarrollo:

Etapas V0: Germinación

El proceso de germinación empieza cuando la semilla se hidrata y se hincha. Por lo tanto; ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones. Posteriormente emerge la radícula. Luego esta se convierte en raíz primaria y sobre ellas las raíces secundarias y terciarias. El hipocótilo también crece quedando los cotiledones al nivel del suelo. Termina en este momento la etapa de germinación.

Etapa V1: Emergencia

Esta etapa se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo, y se considera cuando el 50% de la población, presenta los cotiledones al nivel del suelo. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su máximo tamaño. Cuando éste se encuentre completamente erecto, los cotiledones comienzan a separarse y se nota que el epicótilo ha empezado a desarrollarse. Luego las hojas primarias empiezan a desplegarse, separarse y abrirse completamente.

Etapa V2: Hojas primarias

La etapa V2 comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para el cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50 % de las plantas presenta esta característica. Las hojas primarias del frijol son unifoliadas y opuestas, están situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegadas. Al inicio de esta etapa se puede observar la primera hoja trifoliada que comienza su crecimiento, los cotiledones se arrugan y pierden su forma.

EtapaV3: Primera hoja trifoliada

La etapa se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50% de las plantas del cultivo presenta la primera hoja trifoliada desplegada, se inicia la etapa V3. Tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada como el peciolo de esta última son todavía cortos; al comienzo de ella, la primera hoja trifoliada se encuentra debajo de las hojas primarias. También se puede observar en esta etapa la segunda hoja trifoliada de tamaño muy reducido todavía; los cotiledones se han secado completamente, y por lo regular se han caído.

Etapa V4: Tercera hoja trifoliada

Cuando el 50% de las plantas del cultivo ha desplegado su tercera hoja trifoliada la Etapa V4 se considera iniciada; en ese momento, dicha hoja se encuentra todavía debajo de la segunda

(hoja) trifoliada. En la axila de cada hoja se encuentra una triada de yemas que pueden originar estructuras vegetativas y/o reproductivas; generalmente, las yemas de los nudos que están por debajo de la tercera hoja trifoliada se desarrollan como ramas. El tipo de ramificación principalmente el número y la longitud de las ramas dependen de factores como el genotipo y las condiciones de cultivo, entre otros.

Fase reproductiva

Cuando las yemas apicales de las plantas de hábito de crecimiento determinado se desarrollan en botones florales y en las yemas axilares de las plantas de hábito de crecimiento indeterminado se desarrolla el primer racimo. Aquí termina la fase vegetativa y empieza la fase reproductiva de la planta. En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración. En el hábito de crecimiento indeterminado, el desarrollo de estructuras vegetativas continúa durante esta fase, la planta produce nuevos nudos, ramas y hojas, mientras que, en las plantas de hábito de crecimiento determinado, al empezar la fase reproductiva, cesa el desarrollo de nuevas estructuras.

Etapas R5: prefloración

La etapa R5, se inicia cuando en el 50% de las plantas aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos según sea el hábito de crecimiento. En las variedades de los tipos II, III y IV, los primeros racimos florales aparecen en la axila de una de las hojas trifoliadas inferiores del tallo principal o de las ramas de la planta. En las variedades determinadas los primeros botones florales generalmente en el nudo superior del tallo principal; la aparición del primer botón floral depende de factores como el genotipo, la temperatura, el fotoperiodo, y otros.

Etapas R6: floración

Cuando está abierta la primera flor en el 50% de las plantas del cultivo, se ha iniciado la etapa R6. La primera flor abierta corresponde al primer botón formado; por lo tanto, en las variedades de Tipo I la floración empieza en el último nudo del tallo principal y continúa en forma descendente, mientras que en las variedades de los Tipos II, III y IV empieza en la parte baja de la planta y continúa en formas ascendente. Las ramas siguen el mismo orden de floración que el tallo principal, es decir, descendente en la variedad de Tipo I y ascendente en las de los Tipos II, III y IV.

Etapas R7: formación de las vainas

Después de la fecundación de la flor, la corola se marchita y la vaina empieza a crecer. Cuando aparece la primera la primera vaina en el 50% de las plantas del cultivo se considera iniciada la etapa R7; en ese momento, la corola puede estar desprendida o puede colgar aun del extremo inferior de las vainas, la Etapa R7 termina cuando las vainas han alcanzado su máxima longitud.

Etapa R8: llenado de vainas

La Etapa R8 empieza cuando el 50% de las plantas del cultivo la primera vaina cesa de alargarse y empieza a llenarse debido al crecimiento de las semillas; esto se puede comprobar mirando las vainas por el lado de las suturas, se observan los abultamientos correspondientes a las semillas en crecimiento. Al final de la etapa, las semillas comienzan a pigmentarse, comenzando alrededor del hilum, luego la pigmentación se extiende a toda la testa; en algunos genotipos las valvas de las vainas también empiezan a pigmentarse. En las variedades de Tipo I en desarrollo vegetativo del tallo principal termina antes de la floración, mientras que las de Tipo II, III y IV termina generalmente en la etapa R8. Esta etapa tiende a prolongarse en los tipos III y IV más que en el II, aunque existen variaciones dentro de cada hábito según sea el genotipo. En la etapa R8 se observa también el inicio de la defoliación de las plantas.

Etapa R9: maduración

Se inicia cuando la primera vaina del 50% de las plantas del cultivo cambia su color verde por amarillo o pigmentado; las hojas, empezando por las inferiores, adquieren un color amarillo y se caen. Todas las partes de la planta se secan y en particular las semillas, cuyo contenido de agua baja hasta llegar a un 15%; las semillas toman entonces su color final y la planta está lista para la cosecha.

2.1.14 Temperatura

Los estudios realizados indican que las temperaturas por debajo de 12 °C o superiores a 40 °C influyen en el proceso de producción (Camarena et al., 2010).

Tabla 3. Temperaturas críticas para el frijol en las distintas fases de desarrollo.

TEMPERATURA	°C
Temperatura óptima del suelo	15 – 20
Temperatura ambiente óptima de germinación	20 – 30
Temperatura mínima de germinación	10
Temperatura óptima durante el día	21 - 28
Temperatura óptima durante la noche	16 - 18
Temperatura máxima biológica	35 – 37
Temperatura mínima biológica	10 -14
Temperatura mínima letal	0 – 2
Temperatura óptima de polinización	15 – 25

FUENTE: RIOS Y QUIROS (2002).

Se considera la temperatura óptima para el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de frijol esta entre 18 °C a 21 °C, estas condiciones coinciden con la estación de primavera en la costa peruana. Las temperaturas mínimas que puede soportar el cultivo para su desarrollo normal están relacionado a las diferentes etapas del periodo vegetativo, así se tiene para la germinación 8 °C, para la floración 15 °C y para la madurez de 18 °C a 20 °C (Laing, 1979).

2.1.15 Humedad

La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase es del 60% al 65%, y posteriormente oscila entre el 65% y el 75%. Humedades relativas muy elevadas favorecen en el desarrollo de las enfermedades patológicas interfiriendo la fecundación de las plantas, es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad. El cultivo puede ser afectado por una atmosfera excesivamente seca o cálida. (Benacchio, 1982)

2.1.16 Fotoperiodo

En relación con el fotoperiodo, en “general es una especie de días cortos; los días largos tienden a demorar la floración y retardar la madurez; las variedades de tipo arbustivo pertenecientes a las razas Nueva Granada y Mesoamérica, tienden a ser insensibles al fotoperiodo” (White e Izquierdo, 1989, Citado en Morales, 2007, p.21).

La duración óptima del día para inducir la floración es de 8 a 14 horas. La reducción de luz promueve el retraso del crecimiento, lo que afecta negativamente el rendimiento. Los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales, tienen importantes implicaciones para la duración del desarrollo y el comportamiento de los cultivos. la luminosidad no es fácil de modificar, pero es posible manejarla; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables de fotoperiodo (Ríos y Quirós, 2002; Vargas, 2013)

La eficiencia fotosintética, se calcula entonces por la cantidad de carbohidratos con relación a la luz que cae sobre la tierra. Otro factor es la energía solar que la planta puede absorber, la que a su vez es una función del área foliar. Se acostumbra a expresar el área foliar de un cultivo con el término de índice de área foliar (IAF), el cual es la cantidad de área foliar por un área de terreno (m^2), con lo cual se puede decir que, si el IAF aumenta, hay un buen incremento en la radiación y un buen aprovechamiento por la planta. A su vez, hay que señalar el tamaño y la orientación espacial de las hojas, lo cual afecta a la intercepción de la radiación. Las hojas pequeñas y bien espaciadas aprovechan más eficientemente la radiación, que las hojas grandes entrejuntas y que sombrean a las hojas inferiores (White, 1988).

2.1.17 Necesidades hídricas del frejol

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Se estima que más del 60% de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren por falta de agua (White, 1985).

La época más crítica para el cultivo son 15 días antes de la floración y 18-22 días antes de la madurez de las primeras vainas, los 15 días previos a la cosecha deberían ser secos (Benacchio, 1982).

Arteaga (1982), encontró que un régimen de riego de 2 002 m^3/ha con un intervalo de 8 y 18 días siendo el menor valor en la etapa de plena floración, logró un rendimiento del orden de

2334 kg/ha a diferencia de un riego de 2122 m³/ha y 2087 m³/a los cuales dieron un rendimiento de 1725 y 1024 kg/ha respectivamente.

2.1.18 Arquitectura de la planta de frijol

Las plantas de frijol son arbustivas o postradas. Estos dos tipos de frijol han sido clasificados en diferentes categorías basadas en hábitos de crecimiento. Una clasificación ha sido propuesta por el CIAT, el cual sugiere una clave para identificar los cuatro principales hábitos de crecimiento. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de estos hábitos de crecimiento de los subtipos (CIAT, 1979):

Tipo I

Hábito de crecimiento determinado, yemas terminales reproductivas en el tallo principal y las ramas, limitada o ninguna formación de nudos y hojas después de 15 iniciada la floración. Ramas y tallo principal generalmente fuerte y erecto. Ramas y tallo principal débil, postrado, con alguna habilidad trepadora.

Tipo II

Hábito de crecimiento indeterminado, yemas terminales del tallo y las ramas, vegetativas, hay producción de hojas después de iniciada la floración tanto del tallo como las hojas fuertes y erectas. Guía terminal (indeterminados excesivamente alargados y débiles) ausente, por tanto, carece de habilidad trepadora. Guía terminal de longitudes variables y por tanto posee cierta habilidad trepadora.

Tipo III

Hábito de crecimiento indeterminado, ramas relativamente débiles y abiertas, semipostradas. Carga de vainas concentrada en la parte basal de la planta. Su máximo rendimiento se logra en monocultivo. Ramas relativamente cortas, guía de tallo principal y/o en las ramas son pequeñas cuando se presentan y poseen débil habilidad trepadora. Ramas largas, a menudo postradas, con guía del tallo principalmente larga y habilidad trepadora moderada.

Tipo IV

Hábito de crecimiento indeterminado. Tallo y ramas muy débiles y excesivamente largos, con fuerte habilidad trepadora. Necesita apoyo para lograr rendimientos máximos. Carga de vainas distribuida a todo lo largo de la planta. Carga de vainas principalmente en la parte superior de la planta.

2.1.19 Fisiología del cultivo de frijol

Fotosíntesis

La planta realiza el proceso de la fotosíntesis principalmente en los cloroplastos de las hojas. Esta energía de la luz solar en los cloroplastos se transforma en ATP y NADPH, que es utilizada por la planta para realizar sus funciones de toma y distribución de nutrimentos, para los procesos metabólicos, la síntesis y reparación de tejido y otros.

En las plantas C3, como el frijol, el primer producto de la fotosíntesis es un compuesto de tres carbonos. Con este mecanismo, la fijación de bióxido de carbono depende de una serie de reacciones que implican la pérdida de carbono y energía; este proceso se denomina foto respiración. Esto reduce la eficiencia fotosintética de la planta, comparada con las de vía metabólica C4 (Gómez de Enciso & Valencia G., 1988).

Respiración

En la respiración, los organismos aeróbicos descomponen las moléculas de agua, bióxido de carbono, también durante este proceso se transforma y se utiliza el ATP que se capturo durante la fotosíntesis. A través de la respiración la planta obtiene la energía que requiere para la formación de tejidos, el transporte de nutrimentos, la reparación de tejidos dañados y para otros procesos vitales. La planta de frijol es de vía metabólica C3 por lo tanto la respiración es permanente incluido en la fotosíntesis. Los factores que afectan a la respiración son: de mantenimiento y otro de crecimiento (Gómez de Enciso & Valencia G., 1988).

Respiración para el crecimiento

Para la respiración de crecimiento varía según los órganos de la planta de frijol; también el requerimiento de los carbohidratos varía, dependiendo de los tejidos. Conociendo la composición de los otros tejidos, también se pueden estimar sus requerimientos energéticos. Por ejemplo, si la semilla de frijol contiene 70% de carbohidratos, 3% de aceites y grasas, 2% de lignina y 25% de proteína, su requerimiento energético total sería de 1.47 g de carbohidrato por gramo de semilla producida (Gómez de Enciso & Valencia G., 1988).

2.1.20 Variedad Frijol

La variedad Canario Camanejo es de crecimiento indeterminado y tiene una floración en toda la planta. Se desarrolla en óptimas condiciones en el valle de Camaná, Región Arequipa; desde el nivel del mar hasta los 280 metros de altitud siendo su adaptación a este piso ecológico es tolerante a la Roya amarilla (*Uromyces appendiculatus* P.), al Virus del mosaico común

(VCM)y el Oídium. Los especialistas de la Estación Experimental Agraria Santa Rita vienen trabajando en el mantenimiento y conservación de esta variedad (INIA, 2014).

2.1.21 Enmiendas de suelos salinos

Encalar es el proceso de aplicar cales o enmiendas al suelo para corregir su acidez. En este proceso se dan reacciones de neutralización, es decir, la cal reduce la acidez del suelo, aumentando el pH (Giron Torres Josue, 2019).

Entre los materiales más comunes de cales o enmiendas están:

- Carbonato de calcio o cal agrícola
- Óxido de calcio
- Hidróxido de calcio
- Cal dolomita o carbonato doble de calcio y magnesio
- Carbonato de magnesio, conocido también como magnesita
- Óxido de magnesio (Giron Torres Josué, 2019).

La adición de yeso agrícola (sulfato de Ca hidratado) a la superficie del suelo o al agua de riego ayuda a evitar problemas de bajas velocidades de infiltración y encostramientos. El yeso aumenta la concentración total de sales del agua de riego y suministra Ca divalente para reemplazar el sodio (Info Agrónomo, 2018).

Beneficios del uso del yeso en agricultura

- El calcio contenido en el yeso participa en los procesos de floculación de partículas, especialmente arcillas, lo que permite la agregación y estructuración del suelo.
- Es usado en la rehabilitación de suelos salino-sódicos, desplazando al sodio por calcio en el complejo de intercambio para posteriormente lixiviarlo mediante el riego.
- La aplicación de yeso minimiza o previene la formación del encostramiento superficial del suelo, que se produce por la depositación de partículas finas en suspensión sobre este. Esto favorece la emergencia de semillas en el caso de cultivos, y la mejor penetración del agua en el suelo (Info Agrónomo, 2018).

2.1.22 Contenido nutricional de los suelos

Los nutrientes es aquel elemento químico que en mayor o menor proporción son necesarios para un desarrollo en las plantas, estas toman del suelo, por las raíces, y del aire por las hojas. No depende solo del estado químico del suelo sino por varios factores como el clima local, estructura física (Info Agro, 2015).

Tras una evaluación técnica es posible elegir la cantidad adecuada de fertilizante a añadir, pasos seguir para conseguir un abonado racional son los siguientes:

1. Hacer un análisis del suelo para conocerse riqueza en elementos fertilizantes y poder adoptar la fórmula de abonado más conveniente.
2. Elegir el abono adecuado, utilizando el que tenga un equilibrio semejante a las necesidades del suelo manifestadas en el análisis.
3. Aplicar, según las necesidades del cultivo y el nivel de nutrientes, las cantidades necesarias para obtener una producción óptima (Info Agro, 2015).

Nitrógeno en el suelo

El nitrógeno es un elemento fundamental en la materia vegetal, ya que es un constituyente básico de las proteínas, ácidos nucleicos, clorofilas, etc. Las plantas lo absorben principalmente por las raíces en forma de NH_4^+ y de NO_3^- . El nitrógeno permite el desarrollo de la actividad vegetativa de la planta, causando el alargamiento de troncos y brotes y aumenta la producción de follaje y frutos. Sin embargo, un exceso de nitrógeno debilita la estructura de la planta creando un desequilibrio entre las partes verdes y las partes leñosas, siendo la planta más sensible al ataque de plagas y enfermedades (Info Agro, 2015).

Fósforo en el suelo

El fósforo forma parte en la composición de ácidos nucleicos, así como las sustancias de reserva en semillas y bulbos. Contribuye a la formación de yemas, raíces y a la floración, así como a la lignificación. Una falta de fósforo provoca un ahogo de la planta, crecimiento lento, una reducción de la producción, frutos más pequeños y una menor expansión de las raíces. La mayor parte del fósforo presente en el suelo no es asequible a las plantas y su emisión en la solución de suelo es muy lenta (Info Agro, 2015).

Potasio en el suelo

Siempre se encuentra en forma inorgánica, y en parte en equilibrio reversible entre la fase en solución y la fácilmente cambiante, dependiendo de la temperatura.

Las plantas difieren en su capacidad de utilizar las distintas formas de potasio, según la capacidad de intercambio catiónico de la raíz. Las plantas leguminosas poseen el doble de capacidad de cambio que las gramíneas (Info Agro, 2015).

2.1.23 Riego

La actividad del riego no es una práctica usual por parte de los productores de fríjol, en cambio con la implementación de pequeños sistemas de riegos en las diferentes zonas agrícolas del país, se ha encontrado que el fríjol es una alternativa de producción ya sea para grano de exportación o producción de semilla. (Gudiel Escoto Norman, 2004).

Frecuencia del riego

El agua es un factor crítico de importancia en la producción para obtener un buen rendimiento. Se puede decir que el cultivo de fríjol es muy sensible al contenido de humedad en el suelo, especialmente cuando la textura es pesada. El exceso de humedad o la poca disponibilidad de agua puede producir efectos nocivos en la producción. En todas las etapas de crecimiento, la planta requiere de 5 riegos y una lámina de agua de 270 mm, para un mayor rendimiento en la producción de fríjol. Las etapas de floración y fructificación son las etapas más críticas del cultivo desde el punto de vista de la disponibilidad de agua en el suelo. (Gudiel Escoto Norman, 2004).

Volumen de agua

El volumen de agua requerido por plantación de frijol puede variar, Láminas de agua de 5 a 6 centímetros que equivalen a 500 y 600 m³ /ha por cada riego son los volúmenes más recomendables. El volumen total neto requerido incluyendo el riego de machaco, varía de 3 600 m³ /ha a 4 000 m³ /ha. Esto aplicando de 4 a 5 riegos, con una duración de 5 a 6 horas por cada riego, aproximadamente. (Angel Valladolid Ch, 2001.INIA).

Forma de aplicación

Los riegos normalmente se hacen en surcos rectos que varían de 50 a 150 m de longitud, dependiendo de la pendiente y el tipo de suelo. El caudal de agua que discurre por los surcos debe ser bajo, de modo que facilite la infiltración rápida del agua y evite la erosión en suelos con pendientes de hasta 2 %. Para suelos con pendientes de 2 a 8 % se recomienda hacer curvas de nivel. No se debe regar al pie de la planta para evitar daños por el complejo de pudriciones de la raíz. El riego puede ser a surco seguido o en surcos alternos. Esta segunda modalidad consiste en regar primero unos surcos alternos y luego, en el próximo riego, los otros que no fueron regados la vez anterior. Da buenos resultados sobre todo en suelos con

problemas de sales. El riego por surcos alternos involucra además una economía de mano de obra y de agua. (Angel Valladolid Ch, 2001.INIA).

2.1.24 Características físicas del suelo

Se evalúa por la inspección visual o por el tacto se puede describir con precisión es incluso se puede medir. En el caso del suelo, las características físicas son:

1. Textura
2. La estructura
3. La densidad
4. La porosidad (Mi sistema solar, 2019).

Textura del suelo

El suelo se conforma por partículas de diversos tamaños, causada por los materiales minerales que lo constituyen, los elementos del suelo según su tamaño se establecen en muchas clasificaciones que adquieren los términos de grava, arena, limo y arcilla. la textura de un suelo se puede medir con exactitud en un laboratorio (Mi sistema solar, 2019).

Estructura del suelo

La estructura del suelo se distribuye en diferentes proporciones que se demuestra los diversos tamaños que existen de las partículas sólidas que lo conforman los materiales finos como la arcilla, el limo con gran abundancia con relación al volumen lo que los conforma una serie específicas como:

- Cohesión
- Adherencia
- Absorción de agua
- Retención de agua
- Materiales formados por tamaños arena (Mi sistema solar, 2019).

La estructura del suelo afecta la infiltración del agua, el drenaje, la aireación, la penetración de las raíces, influye así en la productividad del suelo y en las labores de labranza (Mi sistema solar, 2019).

Densidad del suelo

Es una característica que sirve para saber que tan juntas o separadas están las partículas de materia, también se puede determinar que la densidad puede adquirir la porosidad completa del suelo, lo cual se divide en dos tipos de densidades: densidad aparente y densidad real (Mi sistema solar, 2019).

En los suelos la densidad es una propiedad muy variada que se influye mediante otras propiedades como la textura, porosidad y del contenido de materia orgánica (Magallanes Beltrán Jose Luis, 2018).

La densidad real es una de las más importantes propiedades del suelo, este tipo de densidad de los suelos poseen cantidades anormales de minerales pesados oscilan dentro de la constante $D_r = 2.65 \text{ g/cm}^3$ (Magallanes Beltrán Jose Luis, 2018).

2.1.25 EM (Microorganismos Eficaces)

Es una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en alimentos (Banco Interamericano, 2009).

El EM contiene:

- Lactobacillus, es similar a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos.
- Levaduras, las que se emplean para elaborar el pan, cervezas o vinos.
- Bacterias fototróficas o fotosintéticas, habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas (Banco Interamericano, 2009).

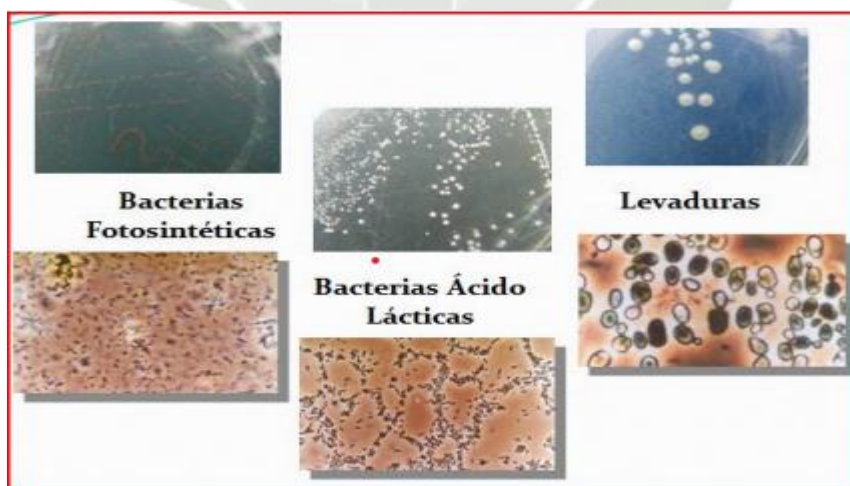


Figura 1. Tres grupos de microorganismos componentes del EM.

En términos generales, el EM induce que la materia orgánica se descomponga rápido por la vía de fermentación y no de la putrefacción. Es una concentración de microorganismos en estado latente que necesita ser activado para su uso en las distintas aplicaciones del EM (Banco Interamericano, 2009).

Beneficios del uso de Microorganismos Eficaces®

- Estimulan el crecimiento radicular, mejoran la disponibilidad de nutrientes y optimizan su absorción.
- Acelera la descomposición de la materia orgánica.
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Reduce los problemas de salinidad en los suelos.
- Disminuye las poblaciones de nemátodos y patógenos en los suelos.
- Bio-estimulante foliar e inductor de defensas de las plantas (Agro Peru,2022).



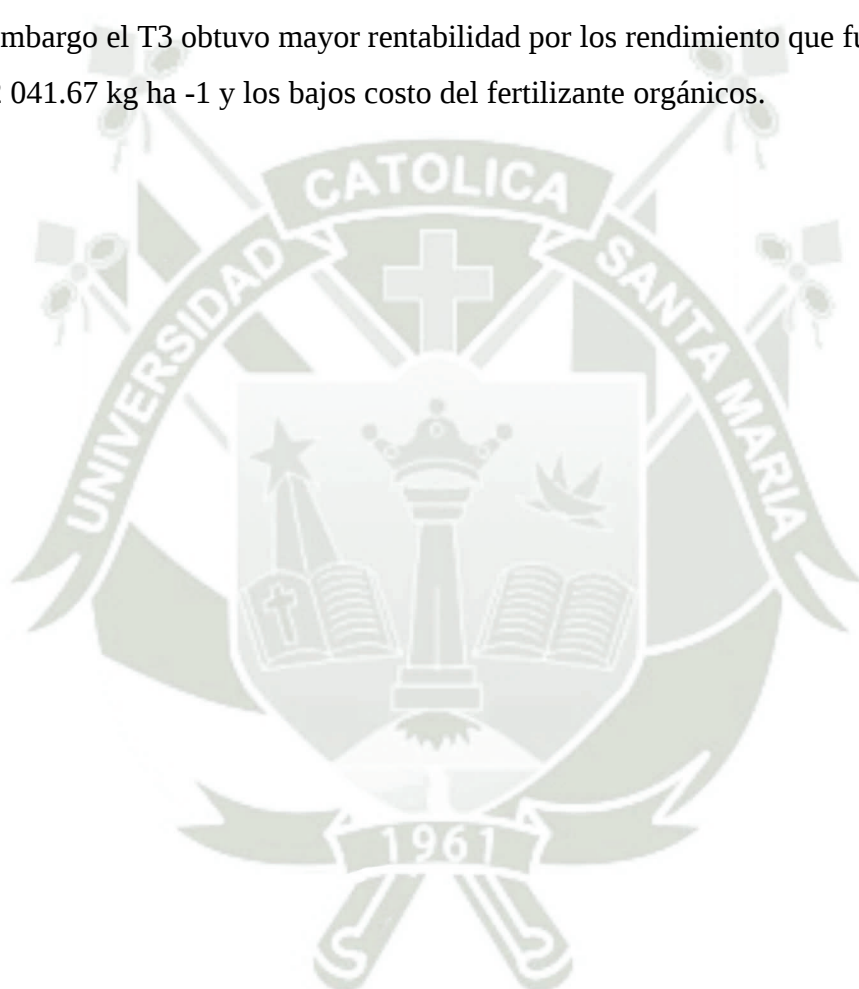
2.2 Antecedentes de Investigación

- Pérez Huamán Esther (2019), el objetivo de su investigación fue determinar el efecto de la incorporación de dos fuentes de materia orgánica: vaca y gallinaza enriquecida con microorganismos eficientes en el crecimiento y en la producción del cultivo de frijol caupí en un inceptisols de Pucallpa. Donde presento como resultado que los tratamientos a base de abonos enriquecido con microorganismos eficientes tuvieron un mejor comportamiento que los abonos sin procesar y el testigo para la variable altura de planta y porcentaje de floración, de igual manera los tratamientos a base de abonos enriquecidos con microorganismos eficientes mejoraron las características.
- Hoyos-Carvajal et al. (2015), el trabajo de investigación tuvo como objetivo de probar y prospectar el uso agrícola de aislamientos nativos colombianos, siete aislamientos previamente seleccionados en pruebas in vitro fueron probados para medir su efecto sobre los niveles de nutrientes y variables de crecimiento en frijol bajo condiciones de invernadero. Donde en la floración se midió el área foliar, numero de nudos y materia seca asi como la concentración foliar de N, P, K, S, Mg, Ca, Fe, Zn, B, Cu, Mn.
- Ricse Gala Edison (2018), realizo una investigación donde el objetivo de esta investigación es determinar el efecto de la dolomita, magnocal, cal y yeso agrícolas en las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo acido y en la producción del cultivo de Phaseolus vulgaris L. variedad norteña. Donde presento como resultado que al aplicar la enmienda con dolomita disminuye la materia orgánica (1.90 a 1.64%), la acidez cambiabile (0.48 a 0,34 me.100g). el magnocal mejora el pH, así mismo disminuye la materia orgánica, la acidez cambiabile y el porcentaje de saturación de aluminio, la densidad aparente y aumenta la respiración microbiana, mejorando las propiedades biológicas del suelo acido. La cal agrícola solo eleva el pH. Al aplicar la enmienda con dolomita ayuda a la mayor producción del número de flores, numero de vainas, número total de granos y peso de granos incrementando así la producción del cultivo de frijol.
- Hernández Rosas Jakes (2022), en su trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de fuentes materias

orgánicas (estiércol de vacuno, lombricompost, fast biol y guano de isla) y sistemas de siembras (lampa y matraca) sobre el rendimiento y la calidad de grano seco de frijol var. “Blanco Molinero” bajo sistema de labranza cero y riego por goteo. Donde presento como resultado diferencias altamente significativas en el valor factor abonamiento, donde el abonamiento con estiércol de vacuno obtuvo el mayor rendimiento, seguido de los abonamientos con lombricompost y testigo; no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento con el factor sistema de siembra.

- Yui Augusto (2018), realizo una investigación donde el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de biodesinfección del suelo con la incorporación de la lenteja de agua (*Lemna minor*) como abono verde en la incidencia de las enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* en el rendimiento en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Donde presento como resultado que el uso de la dosis de 75t/ha de *Lemna minor* fue la que obtuvo mejores resultados en altura de planta, acumulación de materia seca y en la reducción de la incidencia de *Rhizoctonia solani* en frijol a diferencia de las otras dosis.
- Lara Acosta et al. (2019), El trabajo tuvo como objetivo determinar la concentración más efectiva de una mezcla de oligogalacturónidos (Pectimorf®) en combinación con el inoculante Azofert® (a base de rizobios), en el desarrollo vegetativo de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Cuba Cueto-25-9-N. Donde se realizaron dos experimentos en condiciones controladas. En el primer experimento las semillas fueron tratadas con la mezcla de Azofert® y Pectimorf® previo a la siembra y en el segundo experimento, se evaluó la aspersión foliar de Pectimorf® en la etapa vegetativa V3. Según los resultados de esta investigación, La mayoría de los indicadores morfoagronómicos evaluados se estimularon con la aspersión foliar de Pectimorf® a las concentraciones de 1, 5 y 100 mg L⁻¹. Sin embargo, sólo la masa seca radical se estimuló con 10 mg L⁻¹ de Pectimorf® cuando se aplicó a las semillas inoculadas.
- Martínez Alemán Marina, Narváez Calero Luis et al. (2021), se evaluaron diferentes dosis tipos de fertilizantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) así también, se comparó la rentabilidad de la fertilización

orgánica, sintética y combinada en el cultivo de frijol. los resultados de las variables de crecimiento, no presentaron diferencia estadística en altura de planta, Diámetro de tallo, Sin embargo, se encontró diferencia significativa en T3 con el menor número de hojas con 4.8, y área foliar con 45.5cm² en evaluación de los componentes de rendimientos el que presento el mayor rendimiento kg ha⁻¹ fue el T2 con un número de vainas por planta de 12.32, de la variables granos por vaina no se encontró diferencia significancia sin embargo el T3 obtuvo mayor rentabilidad por los rendimiento que fueron de 2 041.67 kg ha⁻¹ y los bajos costo del fertilizante orgánicos.



CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Localización del trabajo

El campo experimental se instaló en el invernadero del Fundo “La Banda Huasacache” ubicado en el distrito de Hunter, provincia y departamento de Arequipa.

Ubicación Geográfica:

- ❖ Latitud Sur: $16^{\circ} 27' 28.91''$
- ❖ Longitud Oeste: $71^{\circ} 34' 0.7''$
- ❖ Altitud: 2204 m.s.n.m.

Ubicación Política:

- ❖ Distrito: Hunter
- ❖ Provincia: Arequipa
- ❖ Región: Arequipa

Figura 2. Ubicación del Invernadero en el Fundo “La Banda “Huasacache.



Fuente: Google earth

3.1.2 Material biológico

- Semillas de Frijol Canario Camanejo, obtenido del Valle de Camaná en el año 2022.

3.1.3 Material de laboratorio

- Beaker 100ml
- Balanza digital BH
- Probetas
- Bagueta
- Papel toalla
- Agua destilada
- Papel Bulky

3.1.4 Material e insumos de campo

- Wincha
- Cuaderno de campo
- Pulverizador
- Lampa
- Macetas
- Costal
- Zaranda
- Manguera
- Balde
- Jarra medidora 500ml
- Colador de tela
- Tijera de podar
- Marcador
- Regla
- Biofertilizante
- Adherente Vigorfol
- Insecticida Tifon 480
- Fungicida Folicur
- Benomil

3.1.5 Equipos

- Clorofilometro (KONICA MINOLTA) SPAD502PLUS
- Conductímetro (Orión) 011510
- PH metro digital (HANNA) HI-98103
- Estufa esterilizadora de convección natural (SELECTA)
- Medidor de área foliar laser portátil (Bio-Science) CI-202

3.1.6 Otros materiales

- Computador
- Papel bond tamaño INEN A-4
- Bolsa de papel Kraft
- Materiales de oficina
- Plantilla de Excel

3.2 Métodos de muestreo

3.2.1 Universo

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Fundo de Huasacache, en el distrito de Hunter, provincia de Arequipa bajo condiciones de Invernadero en 40 contenedores de 8 kilos en el cual se instaló las unidades experimentales.

3.2.2 Tamaño de muestra

La muestra estuvo constituida por contenedores o macetas de 8 kilos con 3 plantas/maceta y 6 plantas por unidad experimental. En total se tuvo 5 tratamientos para el muestreo correspondiente. El experimento se dividió en 20 unidades experimentales o contenedores y 4 repeticiones por tratamiento.

Unidad Experimental (U.E)

- Número de unidades experimentales:20
- Largo:6.5 m
- Ancho:3.75
- Área: 24.3 m²
- N° de plantas por U.E.:6
- N° total de plantas: 120

3.2.3 Procedimiento de muestreo

El muestreo se realizó en cada una de las unidades experimentales considerando 4 plantas seleccionadas para altura de planta; 3 plantas para nivel de clorofila; 1 planta para materia seca; 3 planta para área foliar.

3.2.4 Recopilación de la información

a. En el campo

Se recopiló la información de campo en base a mediciones de los diversos parámetros en estudio según etapa fenológica correspondiente y de acuerdo con el momento de evaluación de cada variable.

b. En la biblioteca

Se realizó la recopilación de artículos científicos y de trabajos de investigación relacionados con el tema, tanto en forma virtual y en físico.

3.2.5 Variables de respuesta

3.2.5.1 Variables Independientes

Dosis de enmiendas de suelos tanto orgánico y químicos.

3.2.5.2 Variables Dependientes

Altura de la planta, contenido foliar de macronutrientes, materia seca total, contenido de clorofila y área foliar.

3.2.6 Evaluación estadística

3.2.6.1 Diseño Experimental

El diseño que se empleó fue Diseño Bloque Completo al Azar (D.B.C.A), con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los datos obtenidos de las evaluaciones se procesaron mediante el análisis de varianza (ANVA) correspondiente y la prueba para determinar diferencias significativas entre tratamientos fue la Prueba de Tukey ($p = 0,05$).

3.2.6.2 Unidades Experimentales

El campo estuvo dividido en 20 unidades experimentales y cada una de ellas con 5 tratamientos y cuatro repeticiones.

Tabla 4. Tratamientos del experimento

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo (suelo preparado)
T2	Suelo Huasacache Tablada 1A + 15.2gr/maceta (Yeso agrícola) enmienda con sulfato de calcio
T3	Suelo Huasacache Tablada 1A + 15.2gr/maceta (Yeso agrícola) enmienda con sulfato de calcio + MO (400gr)
T4	Suelo Huasacache Tablada 1A+ Enmienda con MO (400gr) + EM 100 ml/maceta
T5	Suelo Huasacache Tablada 1A + sin enmienda



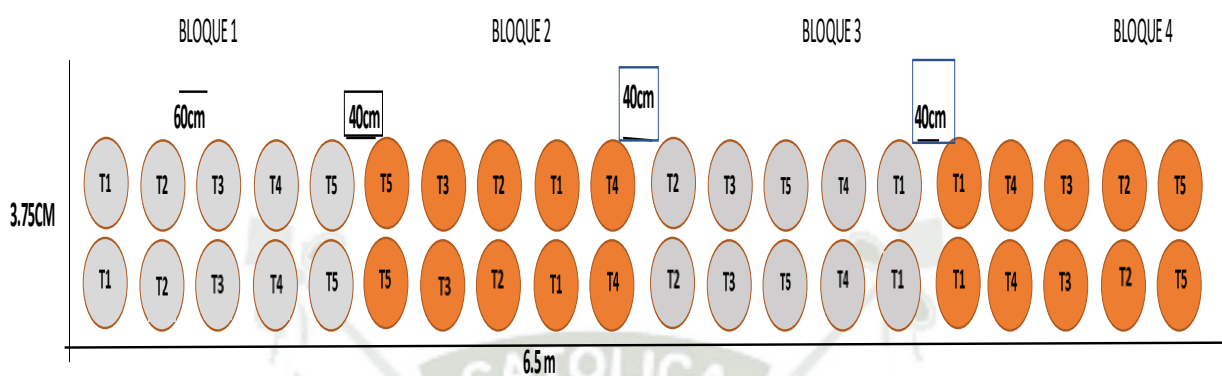


Figura 3. Croquis del experimento

3.3 Metodología:

3.3.1 Metodología de la instalación

Siembra del Cultivo y Rotulación de las unidades experimentales

La siembra del cultivo de frijol canario se realizó el 16 de octubre del 2023. Las semillas fueron desinfectadas con Benzomil 500. Se realizó la siembra con 10 semillas por maceta y se llevó a cabo la colocación de carteles para la identificación de unidades experimentales, para sus respectivas evaluaciones durante el periodo del cultivo de frijol. Para ello se efectuó el pintado de maderas cortadas con una longitud de 15 cm y se hicieron secar por 24 horas, después se procedió a pegar con láminas de 10 x 8 cm de acrílico con ayuda de terocal.

Fotografía 1. Siembra y rotulación de las unidades



3.3.2 Aplicación de enmiendas

Las enmiendas utilizadas en el presente trabajo fueron: yeso agrícola (15.2 gr/maceta), materia orgánica (400 gr) y EM (10 ml /maceta) en las distintas unidades experimentales consistió en el momento de la siembra tomando en cuenta la necesidad nutricional del cultivo y el contenido nutricional de las enmiendas.

Fotografía 2. Aplicación de enmiendas en diferente unidad experimental



Tratamiento sin enmienda

Adicionalmente fue establecido un tratamiento a manera de un suelo agrícola Huasacache sin la aplicación o uso de alguna enmienda.

3.3.3 Aplicación de Micronutrientes

Se examinó las hojas de frijol y se vio una deficiencia de Micronutrientes en para esto se realizó la preparación del fertilizante. Se observó una clorosis intervenal en las hojas superiores del cultivo de frijol (Fotografía 3). Se asperjó con Fetrilon Combi 1 el 23 de noviembre del 2023. Las cantidades aplicadas fueron: 5gr de Fetrilon Combi 1+ 1.25 ml de Vigorfol en 5 litros de agua. Se procedió a la aplicación del fertilizante con ayuda de la pulverizadora.

Fotografía 3. Deficiencia de micronutrientes en hojas y Aplicación de micronutrientes al cultivo de frijol



3.3.4 Aplicación de Plaguicidas

Se observó la presencia de pequeñas moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo del frijol alimentándose en el envés de las hojas donde succiona la savia.

Fotografía 4. Presencia de *Trialeurodes vaporariorum*



Se llevó a cabo la preparación del insecticida. Se fumigó contra la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) el 15 de diciembre del 2023. Las cantidades aplicadas fueron: 10 ml de Tifón 480 + 1.25 ml de Vigorfol en 5 litros de agua. Se procedió a la aplicación del insecticida con ayuda de la pulverizadora de 5 litros.

Fotografía 5. Aplicación de Tifón 480



3.3.5 Aplicación preventiva de Fungicida

Se analizó la presencia de pequeñas manchas marrones (Antracnosis) en el cultivo del frijol.

Fotografía 6. Presencia de manchas marrones en hojas de frijol.



Se ejecutó la preparación del fungicida. Se fumigó de forma preventiva el 20 de noviembre del 2023. Las cantidades aplicadas fueron: 5 gr de Benomil + 1.25 ml de Vigorfol en 5 litros de agua. Se procedió a la aplicación del fungicida con ayuda de la pulverizadora de 5 litros.

3.4 Parámetros evaluados

3.4.1 Evaluaciones en campo

- Se evaluó el contenido nutricional de suelo y salinidad en profundidad de 30cm; 60cm y 90cm
- Se analizó de agua de riego para determinación de salinidad y aportes nutricionales.
- Se determinó las características físicas del suelo: densidad aparente desde cada profundidad.

3.4.2 Evaluaciones en invernadero

- **Altura de plantas (cm)**

Esta variable se midió con una frecuencia de 15 días desde la aparición de hojas verdaderas hasta antes de la floración. Se utilizó una regla de 30 cm y posterior con una wincha para realizar las mediciones. Se efectuó un total de 6 mediciones durante la ejecución del experimento.

Fotografía 7. Evaluación de altura de planta con regla.



- **Contenido foliar de nutrientes**

Se tomó las muestras foliares para determinar el contenido de macro y microelementos que consistirá un muestreo para el total de tratamientos.

- **Peso seco por Planta (gr)**

Se determinó en base a la totalidad de plantas de cada unidad experimental (hoja-tallo- raíz), las cuales se secaron en una estufa convencional por 48 horas a una temperatura de 105 °C, posteriormente se determinó el peso seco de cada planta expresada en gramos en una balanza digital.

Fotografía 8. Evaluación del peso fresco de la raíz (A), Evaluación (B).



- **Evaluación del contenido de Clorofila (SPAD)**

Se evaluó cada 15 días el contenido de clorofila en 3 plantas por cada unidad experimental utilizando el equipo clorofilometro SPAD 502 PLUS. La evaluación del contenido de clorofila se realizó en el tercio superior de la planta y en el tercio inferior de la misma. Se realizó 4 tomas de datos durante toda la investigación.

Fotografía 9. Evaluación de intensidad fotosintética.



- **Área foliar (cm²)**

Se determinó al momento de la cosecha, se tomaron 1 planta por tratamiento de forma aleatoria y se midió utilizando un medidor de área foliar láser portátil.

Fotografía 10. Evaluación del área foliar con láser portátil



CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 EVALUACIONES DE CAMPO

4.1.1 Contenido nutricional del suelo y salinidad

A. Tablada 1A

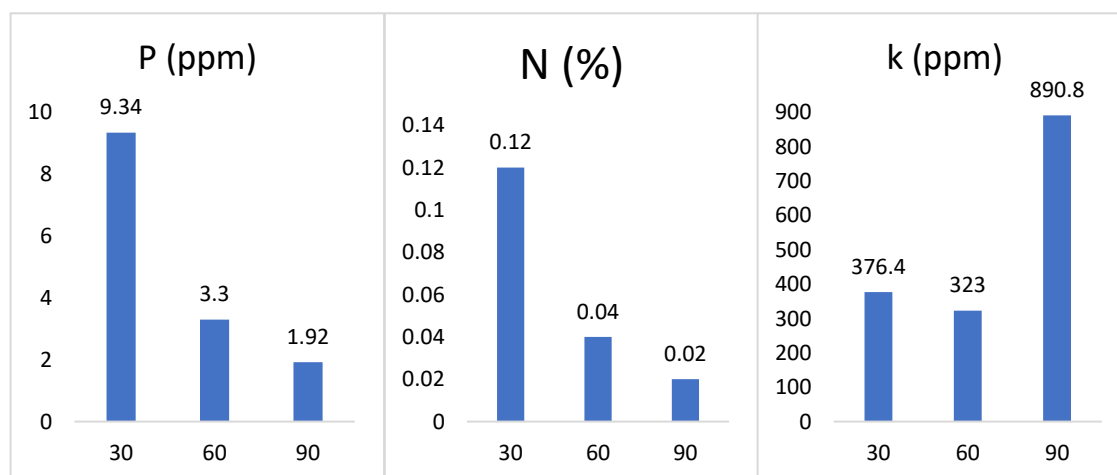
En la tabla 5. Se observa el Análisis de fertilidad y salinidad evaluados a distintas profundidades de 30, 60 y 90 cm de la tablada 1A.

Tabla 5. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm

Tablada 1A			
Parametro	30	60	90
Textura	Franco	F. Arenoso	F. Arenoso
C.calcio	1.99 (m)	0.22 (b)	0.04 (b)
CE	2.10 (ml)	1.16 (b)	1.21 (b)
Ph	8.26 (al)	8.30 (al)	8.23 (al)
Fosforo	9.34 (m)	3.30 (b)	1.92 (b)
Nitrogeno	0.12 (m)	0.04 (b)	0.02 (b)
Potasio	376.40 (m)	323.00 (m)	890.80 (m)
PSI	9.41 (m)	12.21 (m)	21.40 (ma)
C.I.C.E.	15.08 (m)	8.13 (b)	8.79 (b)
Cloruro	8.11 (m)	4.73 (n)	5.14 (n)
Sulfato	11.89 (m)	7.28 (n)	6.54 (n)
Carbonato	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato	2.35 (n)	1.87 (n)	2.02 (n)

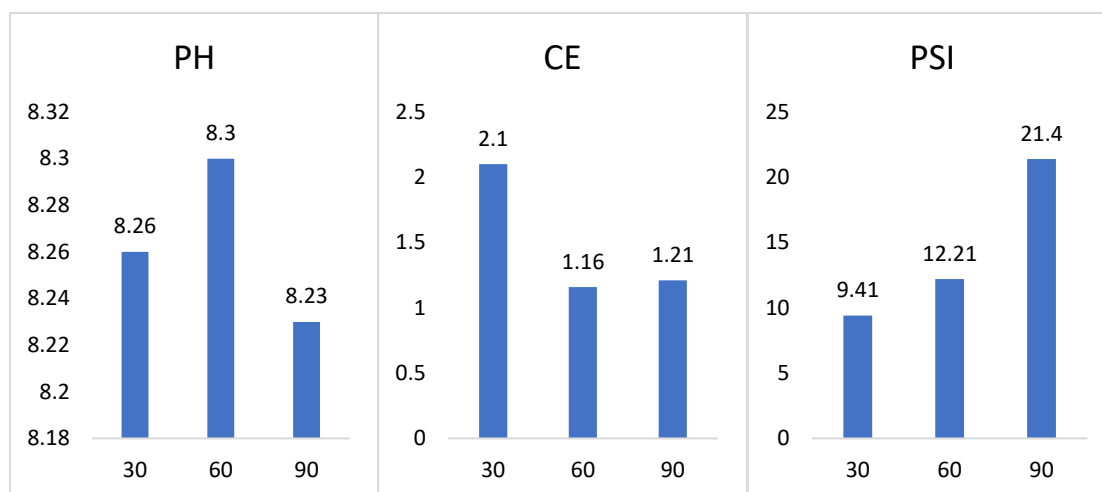
Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

Figura 4. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.



El análisis de interpretación de los resultados de laboratorio referidas a las características agronómicas de los suelos del Fundo de la Banda Huasacache, mostrados en los gráficos anteriores, permite observar que a profundidad de 90 cm se encuentra menor contenido de P, N y alto contenido de K, este último favorable para los cultivos.

Figura 5. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.



B. Tablada 2A

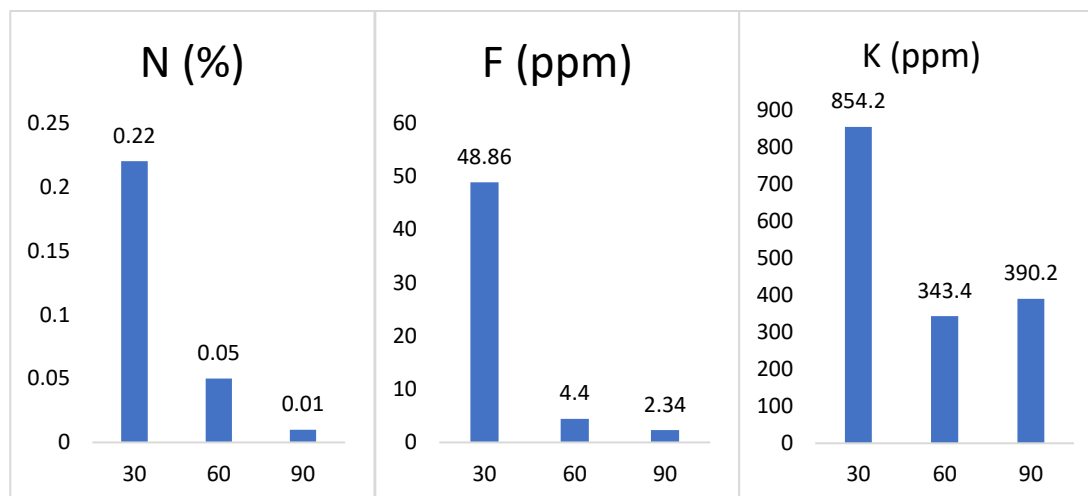
En la tabla 6. Se observa el Análisis de fertilidad y salinidad donde se verá los distintos valores a profundidades de 30, 60 y 90 cm de la tablada 2A.

Tabla 6. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm

Tablada 2A			
Parametro	30	60	90
Textura	Franco F. Arenoso	F. Arenoso	F. Arenoso
C.calcio	2.96 (m)	0.70 (b)	0.04 (b)
CE	3.07 (ml)	2.17 (ml)	2.42 (ml)
Ph	8.08(al)	8.21(al)	8.07 (al)
Fosforo	48.86 (a)	4.40 (b)	2.34 (b)
Nitrogeno	0.22 (a)	0.05 (b)	0.01 (b)
Potasio	854.20 (a)	343.40 (m)	390.20 (m)
PSI	6.22 (b)	7.52 (m)	11.20 (m)
C.I.C.E.	20.39 (a)	11.58 (b)	7.34 (b)
Cloruro	16.49 (n)	11.08 (n)	12.84 (n)
Sulfato	14.65 (n)	12.07 (n)	11.34 (n)
Carbonato	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato	1.83 (n)	1.31 (n)	0.78 (n)

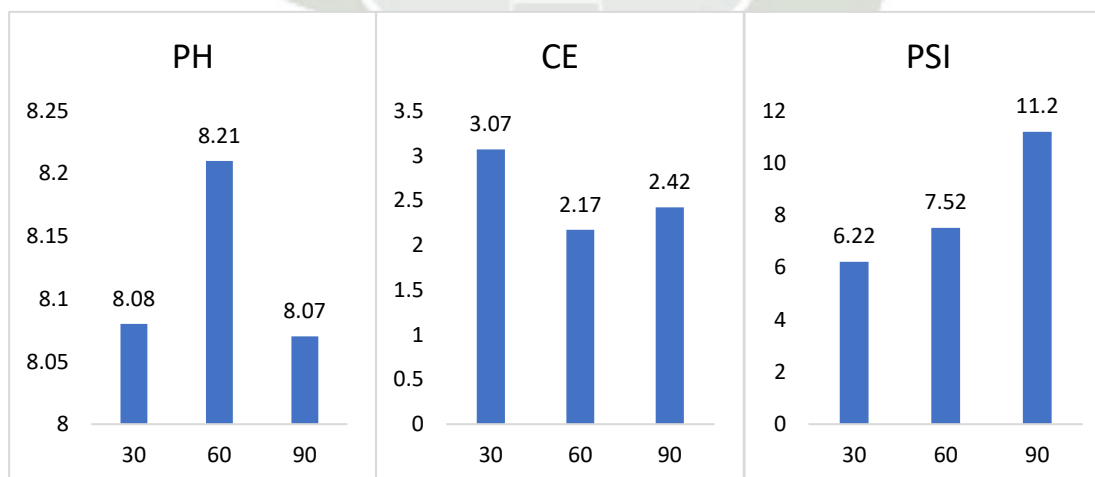
Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

Figura 6. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.



De igual manera, el análisis de interpretación de los resultados de laboratorio referidas a las características agronómicas de los suelos del Fundo de la Banda Huasacache, mostrados en los gráficos anteriores, permite observar que a profundidad de 90 cm se encuentra menor contenido de P y N y alto contenido de K, se puede observar que a profundidad de 30 cm tiene mayor contenido de N, P y K.

Figura 7. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.



C. Tablada 3 A

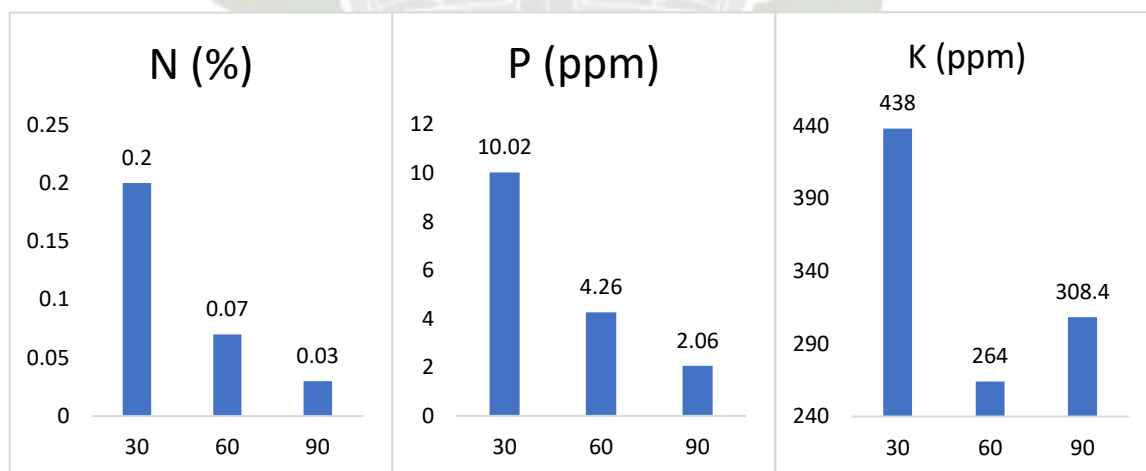
En la Tabla 7. Se observa el Análisis de fertilidad y salinidad donde se verá los distintos valores a profundidades de 30, 60 y 90 cm de la tablada 3A.

Tabla 7. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm

Tablada 3A			
Parametro	30	60	90
Textura	F. Arcilloso	Franco	F. Arenoso
C.calcio	3.21 (m)	0.24 (b)	0.03 (b)
CE	1.79 (b)	2.16 (ml)	2.00 (ml)
Ph	8.12 (al)	8.09 (al)	7.57 (al)
Fosforo	10.02 (m)	4.26 (b)	2.06 (b)
Nitrogeno	0.20 (m)	0.07 (b)	0.03 (b)
Potasio	438.00 (m)	264.00 (b)	308.40 (b)
PSI	5.79 (b)	6.95 (b)	6.78 (b)
C.I.C.E.	22.54 (a)	13.92 (m)	8.70 (b)
Cloruro	7.84 (n)	10.81 (n)	10.81 (n)
Sulfato	9.98 (n)	12.73 (n)	11.27 (n)
Carbonato	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato	1.53 (n)	0.97 (n)	0.71 (n)

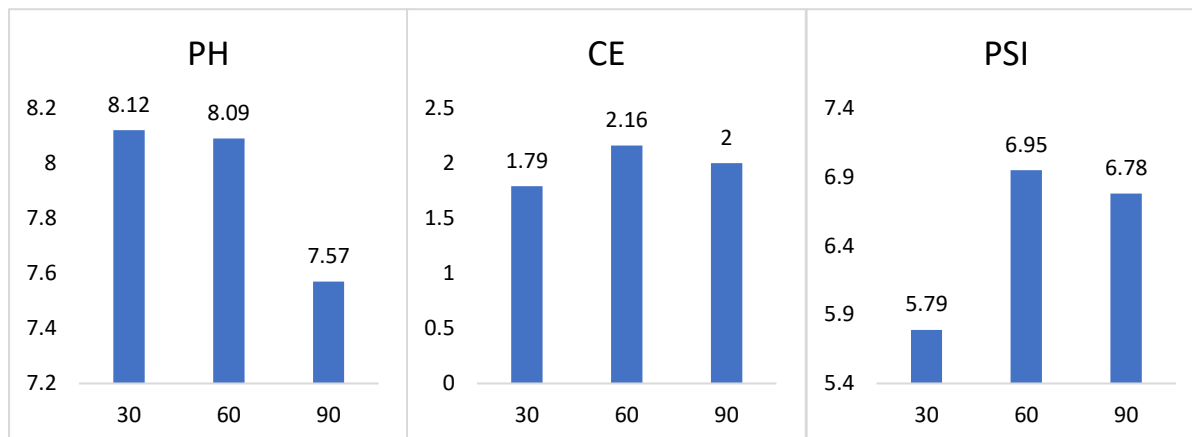
Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

Figura 8. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.



En la Figura 8, el análisis de interpretación de los resultados de laboratorio referidas a las características agronómicas de los suelos del Fundo de la Banda Huasacache, mostrados en los gráficos anteriores, permite observar que a profundidad de 90 cm se encuentra menor contenido de P y N y alto contenido de K, también puede observar que a profundidad de 30 cm tiene mayor contenido de N, P y K.

Figura 9. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.



D. Tablada 1B +2B

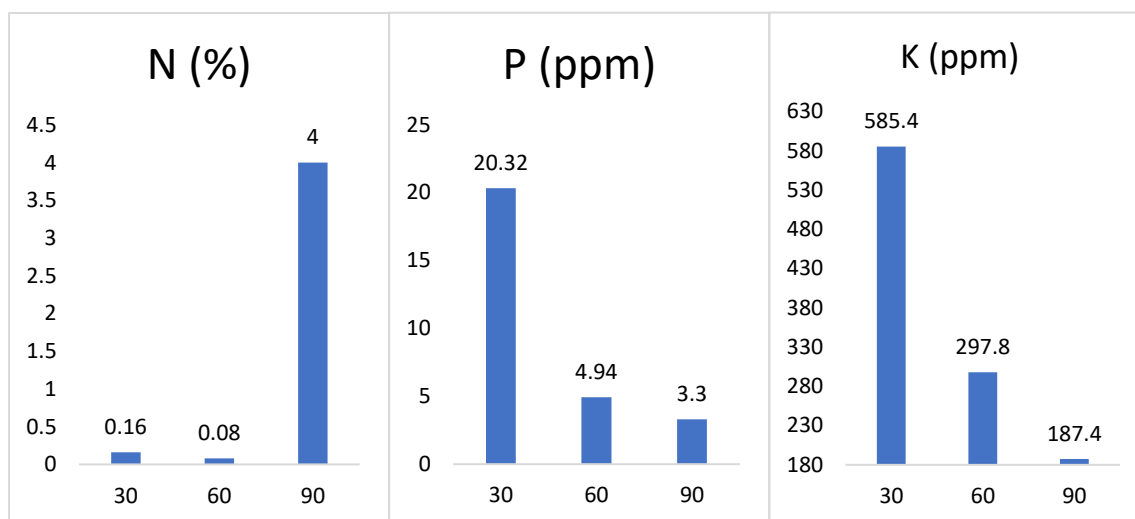
En la Tabla 8. Se observa el Análisis de fertilidad y salinidad donde se verá los distintos valores a profundidades de 30, 60 y 90 cm de la tablada 1B +2B.

Tabla 8. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm

Tablada 1B + 2B			
Parametro	30	60	90
Textura	Franco	Franco	F. Arenoso
C.calcio	2.46 (m)	0.40 (b)	0.03 (b)
CE	5.47 (m)	4.01 (l)	3.17 (l)
Ph	8.15 (al)	8.06 (al)	8.09 (al)
Fosforo	20.32 (a)	4.94 (b)	3.30 (b)
Nitrogeno	0.16 (m)	0.08 (b)	0.04 (b)
Potasio	585.40 (m)	297.80 (b)	187.40 (b)
PSI	7.04 (m)	12.16 (m)	14.21 (m)
C.I.C.E.	17.80 (m)	13.37 (m)	9.63 (b)
Cloruro	28.92 (n)	23.65 (n)	18.65 (n)
Sulfato	21.71 (a)	15.64 (n)	14.67 (n)
Carbonato	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato	1.76 (n)	0.93 (n)	0.71 (n)

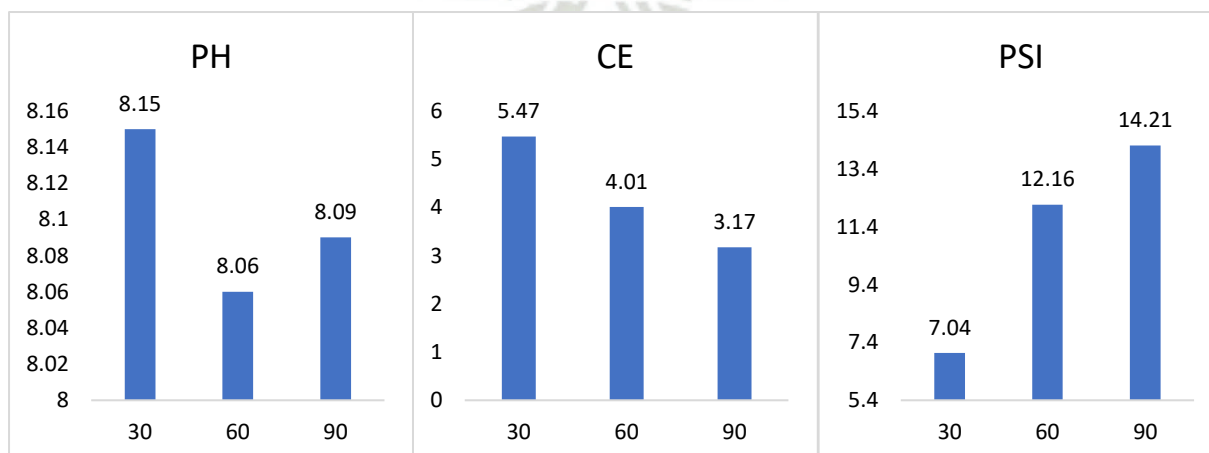
Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

Figura 10. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm



Se puede observar en la figura anterior que el análisis de interpretación de los resultados de laboratorio referidas a las características agronómicas de los suelos del Fundo de la Banda Huasacache, mostrados en los gráficos anteriores, permite observar que a profundidad de 90 cm se encuentra mayor contenido de N y menor contenido de P y K, también puede observar que a profundidad de 30 cm tiene menor contenido de N y mayor contenido de P y K.

Figura 11. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.



E. Tablada 3B+4B

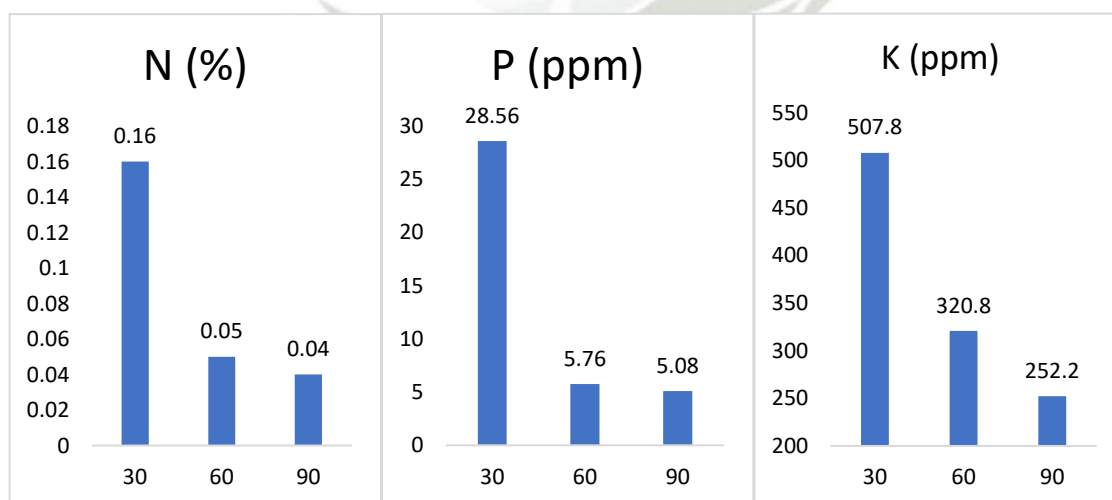
En la Tabla 9. Se observa el Análisis de fertilidad y salinidad donde se verá los distintos valores a profundidades de 30, 60 y 90 cm de la tablada 3B +4B.

Tabla 9. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm.

Tablada 3B + 4B			
Parametro	30	60	90
Textura	Franco	F. Arenoso	F. Arenoso
C.calcio	2.08 (m)	0.07 (b)	0.02 (b)
CE	3.19 (ml)	2.62 (ml)	2.92 (ml)
Ph	8.19 (al)	8.25 (al)	8.17 (al)
Fosforo	28.56 (a)	5.76 (b)	5.08 (b)
Nitrogeno	0.16 (m)	0.05 (b)	0.04 (b)
Potasio	507.80 (m)	320.80 (m)	252.20 (b)
PSI	6.56 (b)	10.45 (m)	12.61 (m)
C.I.C.E.	17.82 (m)	10.56 (b)	9.64 (m)
Cloruro	14.46 (n)	11.89 (n)	14.73 (n)
Sulfato	17.15 (n)	15.55 (n)	15.48 (n)
Carbonato	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato	1.49 (n)	0.93 (n)	0.78 (n)

Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

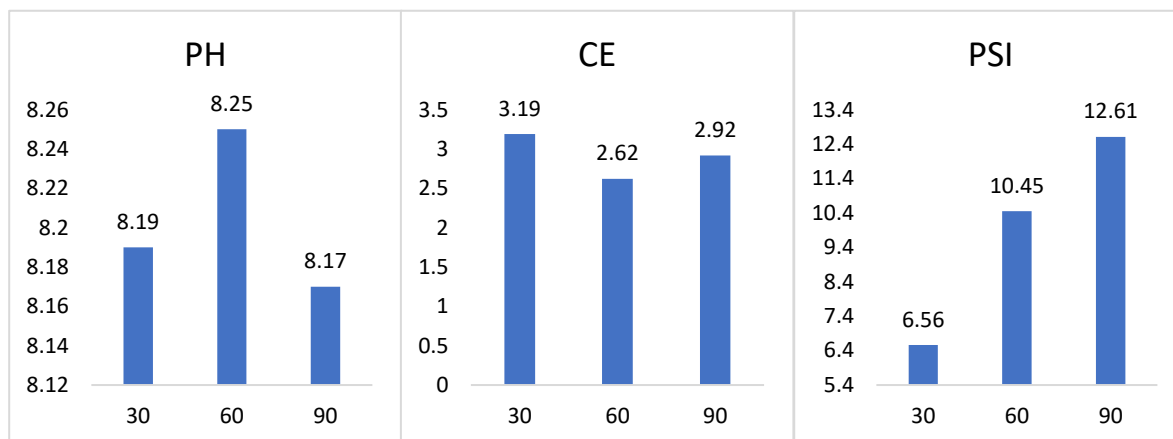
Figura 12. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.



De igual manera, el análisis de interpretación de los resultados de laboratorio referidas a las características agronómicas de los suelos del Fundo de la Banda Huasacache, mostrados en

los gráficos anteriores, permite observar que a profundidad de 90 cm se encuentra menor contenido de N, P y K. Se puede observar que a profundidad de 30 cm tiene mayor contenido de N, P y K.

Figura 13. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30 60 y 90 cm.



F. Tablada 5B

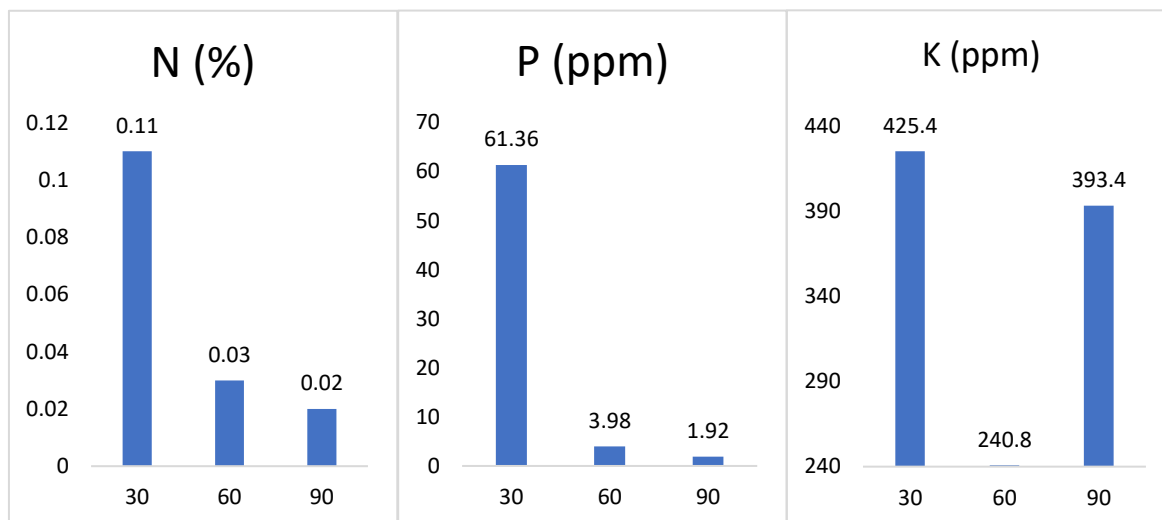
En la Tabla 10. Se observa el Análisis de fertilidad y salinidad donde se verá los distintos valores a profundidades de 30, 60 y 90 cm de la tablada 5B.

Tabla 10. Análisis de fertilidad y salinidad de suelo a profundidades 30,60 y 90 cm.

Tablada 5B			
Parametro	30	60	90
Textura	F. Arenoso	F. Arenoso	F. Arenoso
C.calcio	0.82 (b)	0.09 (b)	0.05 (b)
CE	2.17 (ml)	1.57 (ml)	1.33 (b)
Ph	8.05 (al)	8.31 (al)	8.18 (a)
Fosforo	61.36 (a)	3.98 (b)	1.92 (b)
Nitrogeno	0.11 (m)	0.03 (b)	0.02 (b)
Potasio	425.40 (m)	240.80 (b)	393.40 (m)
PSI	5.53 (b)	7.40 (m)	14.52 (m)
C.I.C.E.	14.65 (m)	9.20 (b)	6.78 (b)
Cloruro	9.73 (n)	6.62 (n)	5.27 (n)
Sulfato	11.73 (n)	8.63 (n)	7.43 (n)
Carbonato	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato	1.72 (n)	0.90 (n)	0.82 (n)

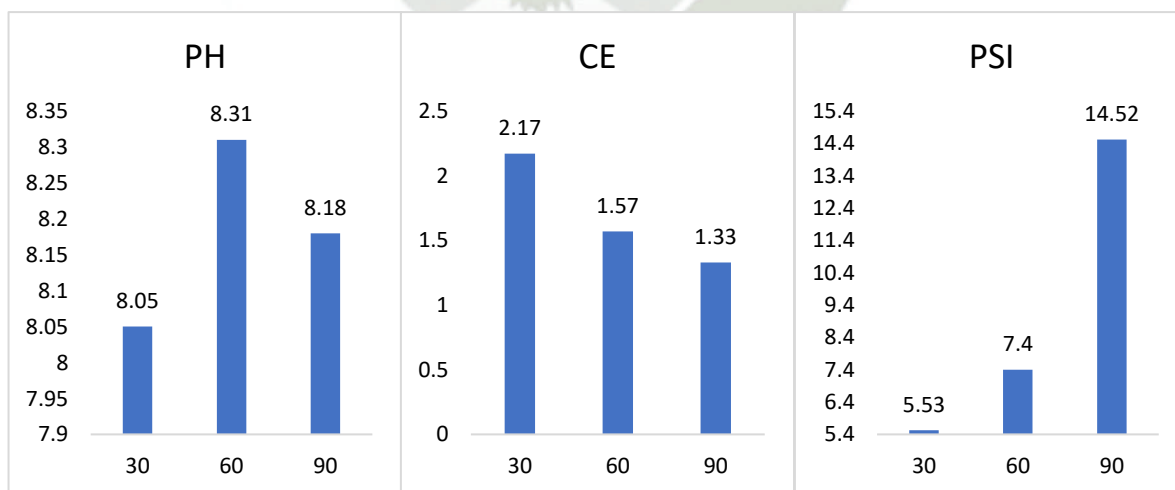
Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

Figura 14. Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en profundidades 30 60 y 90 cm.



El análisis de interpretación de los resultados de laboratorio referidas a las características agronómicas de los suelos del Fundo de la Banda Huasacache, mostrados en los gráficos anteriores, permite observar que a profundidad de 90 cm se encuentra menor contenido de K y menor contenido en N y P. Se puede observar que a profundidad de 30 cm tiene mayor contenido de N, P y K, lo cual es beneficioso para los cultivos.

Figura 15. Valores de pH, conductibilidad eléctrica (dS/m) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en profundidades 30, 60 y 90 cm.



A continuación, se presenta los cuadros respectivos resumidos respecto al contenido nutricional y de salinidad de los suelos evaluados:

Tabla 11. Resumen del contenido nutricional del suelo y salinidad a 30 cm de profundidad

Paramentros	Contenido Nutricional a 30 cm de profundidad						$\bar{x}$
	T 1A	T 2A	T 3A	T 1B+2B	T 3B+4B	T 5B	
textura	Franco	Franco	F. Arcilloso	Franco	Franco	F. Arenoso	
C calcio (%)	1.99 (m)	2.96 (m)	3.21 (m)	2.46 (m)	2.08 (m)	0.82 (b)	2.25 (m)
Ce (dS/m)	2.10 (ml)	3.07 (ml)	1.79 (b)	5.47 (m)	3.19 (ml)	2.17 (ml)	2.96 (ml)
Ph	8.26 (al)	8.08(al)	8.12 (al)	8.15 (al)	8.19 (al)	8.05 (al)	8.14 (al)
Fosforo (ppm)	9.34 (m)	48.86 (a)	10.02 (m)	20.32 (a)	28.56 (a)	61.36 (a)	29.74 (a)
Nitrogeno (%)	0.12 (m)	0.22 (a)	0.20 (m)	0.16 (m)	0.16 (m)	0.11 (m)	0.16 (m)
Potasio (ppm)	376.40 (m)	854.20 (a)	438.00 (m)	585.40 (m)	507.80 (m)	425.40 (m)	531.2 (m)
PSI (%)	9.41 (m)	6.22 (b)	5.79 (b)	7.04 (m)	6.56 (b)	5.53 (b)	6.76 (b)
CI.C.E. (mEq/100g)	15.08 (m)	20.39 (a)	22.54 (a)	17.80 (m)	17.82 (m)	14.65 (m)	18.05 (m)
Cloruro (mEq/L)	8.11 (m)	16.49 (n)	7.84 (n)	28.92 (n)	14.46 (n)	9.73 (n)	14.26 (n)
Sulfato (mEq/L)	11.89 (m)	14.65 (n)	9.98 (n)	21.71 (a)	17.15 (n)	11.73 (n)	14.52 (n)
Carbonato (mEq/L)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato (mEq/L)	2.35 (n)	1.83 (n)	1.53 (n)	1.76 (n)	1.49 (n)	1.72 (n)	1.78 (n)

Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

El cuadro resumen de la Tabla 11, determina que la mayoría de los casos hay alto contenido de fosforo; contenido medio de potasio y nitrógeno, demostrando un suelo con buenas propiedades agronómicas, pero que a su vez puede ser mejorado con aportes de fertilizantes y materia organica.

Tabla 12. Resumen del contenido nutricional del suelo y salinidad a 60 cm de profundidad

paramentros	Contenido Nutricional a 60 cm de profundidad						$\bar{x}$
	T 1A	T 2A	T 3A	T 1B+2B	T 3B+4B	T 5B	
textura	F. Arenoso	F. Arenoso	Franco	Franco	F. Arenoso	F. Arenoso	
C calcio (%)	0.22 (b)	0.70 (b)	0.24 (b)	0.40 (b)	0.07 (b)	0.09 (b)	0.29 (b)
Ce (dS/m)	1.16 (b)	2.17 (ml)	2.16 (ml)	4.01 (l)	2.62 (ml)	1.57 (ml)	2.28 (ml)
Ph	8.30 (al)	8.21(al)	8.09 (al)	8.06 (al)	8.25 (al)	8.31 (al)	8.20 (al)
Fosforo (ppm)	3.30 (b)	4.40 (b)	4.26 (b)	4.94 (b)	5.76 (b)	3.98 (b)	4.44 (b)
Nitrogeno (%)	0.04 (b)	0.05 (b)	0.07 (b)	0.08 (b)	0.05 (b)	0.03 (b)	0.05 (b)
Potasio (ppm)	323.00 (m)	343.40 (m)	264.00 (b)	297.80 (b)	320.80 (m)	240.80 (b)	298.30 (b)
PSI (%)	12.21 (m)	7.52 (m)	6.95 (b)	12.16 (m)	10.45 (m)	7.40 (m)	9.45 (m)
CI.C.E. (mEq/100g)	8.13 (b)	11.58 (b)	13.92 (m)	13.37 (m)	10.56 (b)	9.20 (b)	11.13 (b)
Cloruro (mEq/L)	4.73 (n)	11.08 (n)	10.81 (n)	23.65 (n)	11.89 (n)	6.62 (n)	11.46 (n)
Sulfato (mEq/L)	7.28 (n)	12.07 (n)	12.73 (n)	15.64 (n)	15.55 (n)	8.63 (n)	11.98 (n)
Carbonato (mEq/L)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato (mEq/L)	1.87 (n)	1.31 (n)	0.97 (n)	0.93 (n)	0.93 (n)	0.90 (n)	1.15 (n)

Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

De igual manera el cuadro resumen de la Tabla 12, permite observar que el contenido de fosforo es bajo en todas las tablas evaluadas al igual que el nitrógeno, mientras que el contenido de potasio ha fluctuado entre medio a bajo.

Tabla 13. Resumen del contenido nutricional del suelo y salinidad a 90 cm de profundidad

paramentros	Contenido Nutricional a 90 cm de profundidad						$\bar{X}$
	T 1A	T 2A	T 3A	T 1B+2B	T 3B+4B	T 5B	
textura	F. Arenoso	F. Arenoso	F. Arenoso	F. Arenoso	F. Arenoso	F. Arenoso	
C calcio (%)	0.04 (b)	0.04 (b)	0.03 (b)	0.03 (b)	0.02 (b)	0.05 (b)	0.03 (b)
Ce (dS/m)	1.21 (b)	2.42 (ml)	2.00 (ml)	3.17 (l)	2.92 (ml)	1.33 (b)	2.17 (ml)
Ph	8.23 (al)	8.07 (al)	7.57 (al)	8.09 (al)	8.17 (al)	8.18 (a)	8.05 (al)
Fosforo (ppm)	1.92 (b)	2.34 (b)	2.06 (b)	3.30 (b)	5.08 (b)	1.92 (b)	2.77 (b)
Nitrogeno (%)	0.02 (b)	0.01 (b)	0.03 (b)	0.04 (b)	0.04 (b)	0.02 (b)	0.03 (b)
Potasio (ppm)	890.80 (m)	390.20 (m)	308.40 (b)	187.40 (b)	252.20 (b)	393.40 (m)	403.73 (m)
PSI (%)	21.40 (ma)	11.20 (m)	6.78 (b)	14.21 (m)	12.61 (m)	14.52 (m)	13.45 (m)
Cl.C.E. (mEq/100g)	8.79 (b)	7.34 (b)	8.70 (b)	9.63 (b)	9.64 (m)	6.78 (b)	8.48 (b)
Cloruro (mEq/L)	5.14 (n)	12.84 (n)	10.81 (n)	18.65 (n)	14.73 (n)	5.27 (n)	11.24 (n)
Sulfato (mEq/L)	6.54 (n)	11.34 (n)	11.27 (n)	14.67 (n)	15.48 (n)	7.43 (n)	11.12 (n)
Carbonato (mEq/L)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)	<0.02 (n)
Bicarbonato (mEq/L)	2.02 (n)	0.78 (n)	0.71 (n)	0.71 (n)	0.78 (n)	0.82 (n)	0.97 (n)

Simbología: b (Bajo), al (Alcalino), m (Medio), ma (Muy alto), n (Normal), ml (Muy ligero), a (Alto).

El comportamiento de los contenidos nutricionales de NPK es similar a la profundidad de 60cm, es decir; bajo contenido de fosforo en todas las tabladas, bajo contenido de nitrógeno en todos los casos y finalmente contenido medio a bajo de potasio. Estas consideraciones serán importantes para condiciones de frutales con gran profundidad radicular.

4.1.2 Análisis de agua de riego

Tabla 14. Contenido de elementos para el análisis de agua de riego.

Parametros	unidad	Resultados
Ph		8.72 (I)
CE	mS/cm	2.61 (d)
Calcio (Ca)	mEq-g/L	9.05 (I)
Magnesio (Mg)	mEq-g/L	6.28 (I)
Sodio (Na)	mEq-g/L	10.23 (d)
Potasio (K)	mEq-g/L	0.70 (I)
Amonio (NH ₄ ⁺)	mEq-g/L	< 0.01
Cloruro (Cl ⁻)	mEq-g/L	5.27 (I)
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	mEq-g/L	14.19 (d)
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mEq-g/L	0.19 (b)
Carbontato (CO ₃ ⁻²)	mEq-g/L	<0.02 (I)
Bicarbonato GCO ₃ ⁻	mEq-g/L	5.71 (d)
Fosforo H ₂ PO ₄ ⁻¹)	mEq-g/L	<0.01
Cobre (Cu)	ppm	0.04
Zinc (Zn)	ppm	0.01
Manganeso (Mn)	ppm	0.15
Hierro (Fe)	ppm	6.40 (d)
Boro (B)	ppm	3.69

S: I (Intermedio), d (Dañino), b (Bueno)

La interpretación de la Tabla 14 anterior muestra que el agua de regadío presenta una clasificación C4S1. Esto significa que como tipo de agua C4 no es adecuado para el riego de plantas salvo aquellas muy tolerantes y con un manejo especial, esto deducido por el alto contenido de salinidad con un valor de 2.61 dS/m. sin embargo con respecto a la calidad S1, luego del cálculo de la RAS con un valor de 3.69 indica que es un agua adecuada para la mayoría de los suelos, de escaso peligro de condiciones toxicas salvo para aquellos cultivos muy sensibles al sodio.

El contenido de bicarbonato del agua de regadío se encuentra en un nivel dañino tanto para los cultivos como para el suelo, esto representa que a lo largo del tiempo es posible la acumulación de sodio en los suelos. El carbonato si bien es cierto presenta un contenido intermedio en el agua de regadío, pero es un indicativo de posible riesgo de sodificación del suelo. Con respecto al cloruro se puede indicar que esta en un nivel intermedio y puede comprometer aquellos cultivos sensibles al cloro en el agua de regadío.

4.1.3 Densidad Aparente del suelo

Tabla 15. Densidades aparentes del suelo a diversas profundidades y tabladas.

Densidad aparente del suelo a diversas profundidades g/cm ³			
Tabladas	30 cm	60 cm	90 cm
1B+2B	1.32	1.36	1.56
3B+4B	1.39	1.50	1.61
1A	1.28	1.39	1.40
2A	1.13	1.30	1.58
3A	1.21	1.23	1.61
5B	1.39	1.44	1.67
Promedio	1.29	1.37	1.57

En la tabla anterior se puede apreciar que a mayor profundidad se incrementa la densidad aparente del suelo. Esta tendencia se puede ver en las siguientes figuras:

Figura 16. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm
tablada 1B+2B.

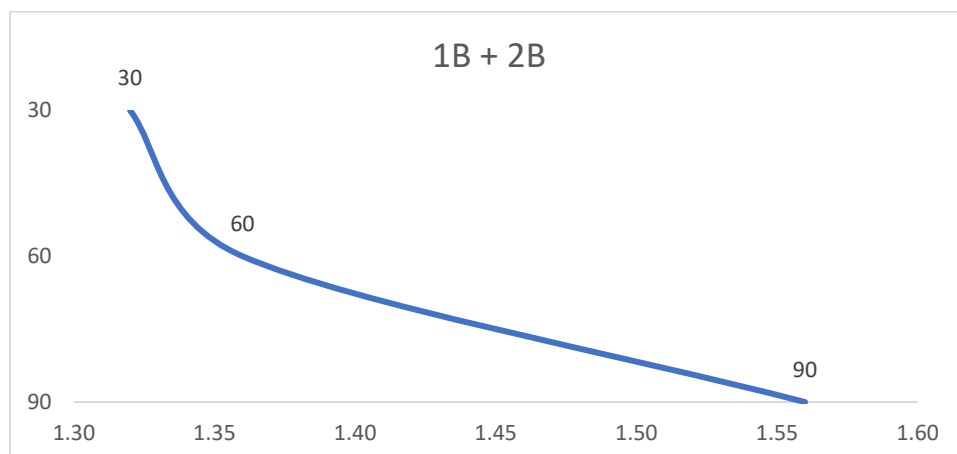


Figura 17. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm
tablada 3B+4B.

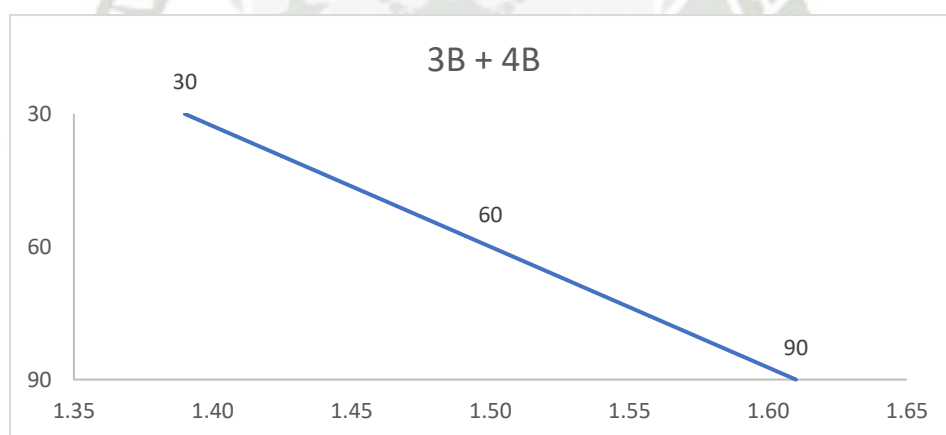


Figura 18. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm
tablada 1A.

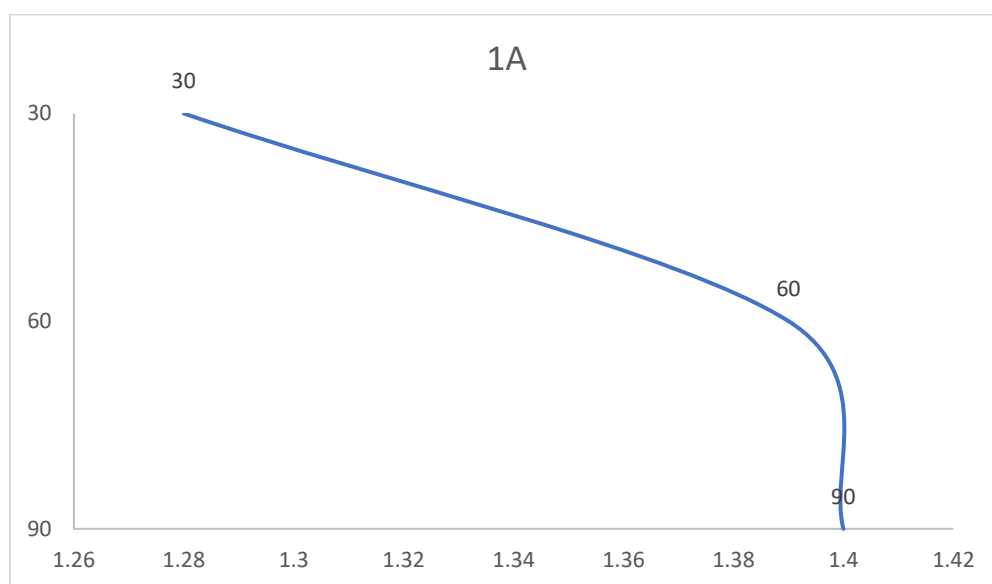


Figura 19. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm
tablada 2A.

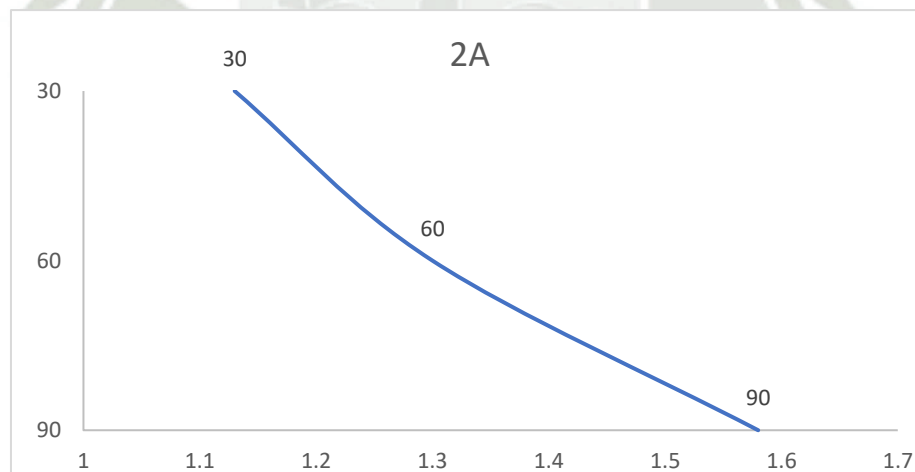


Figura 20. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm
tablada 3A.

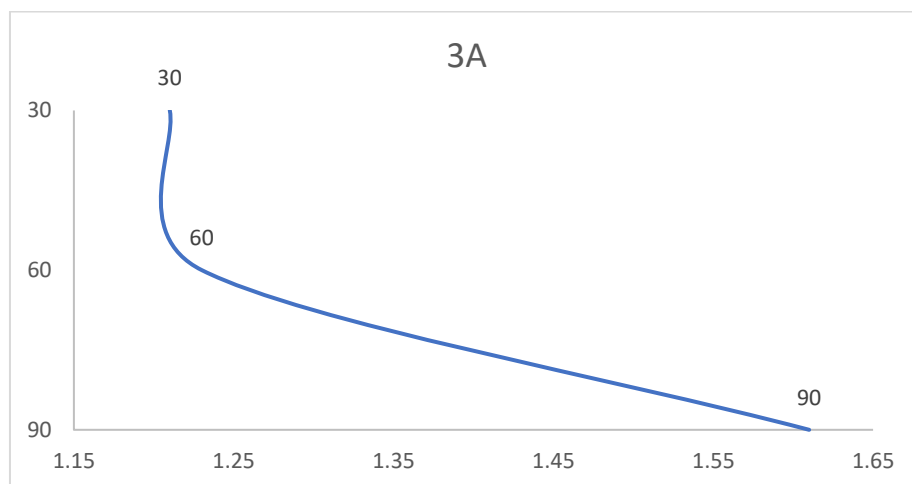
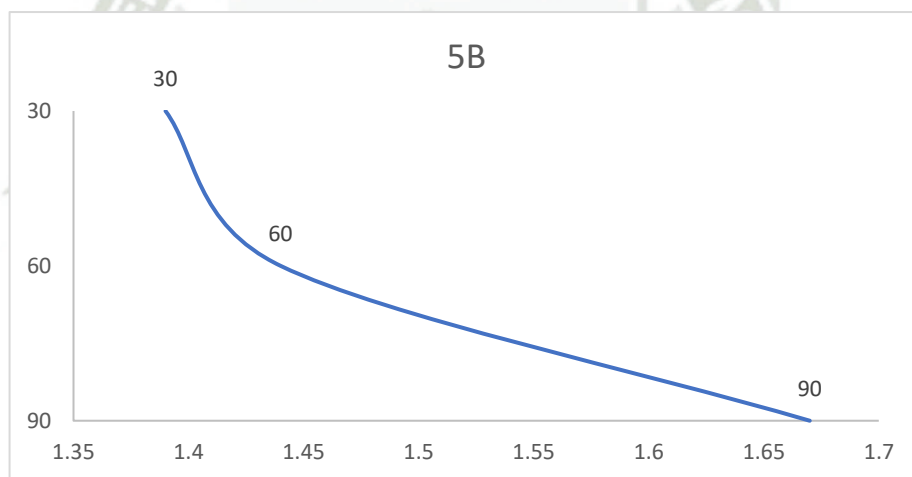


Figura 21. Densidad aparente del suelo a profundidades de 30 60 y 90 cm
tablada 5B.



4.2 EVALUACIONES EN INVERNADERO

4.2.1 Altura de planta

a. Altura de planta a los 15 días después de la siembra

En la Tabla 16 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta evaluada a 15 días de la siembra y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos y bloques. El coeficiente de variabilidad 8.17% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 15 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	5.59	1.40	6.24	3.26	*
Bloques	3	2.68	0.89	3.99	3.49	*
Error	12	2.69	0.22			
Total	19	10.96				

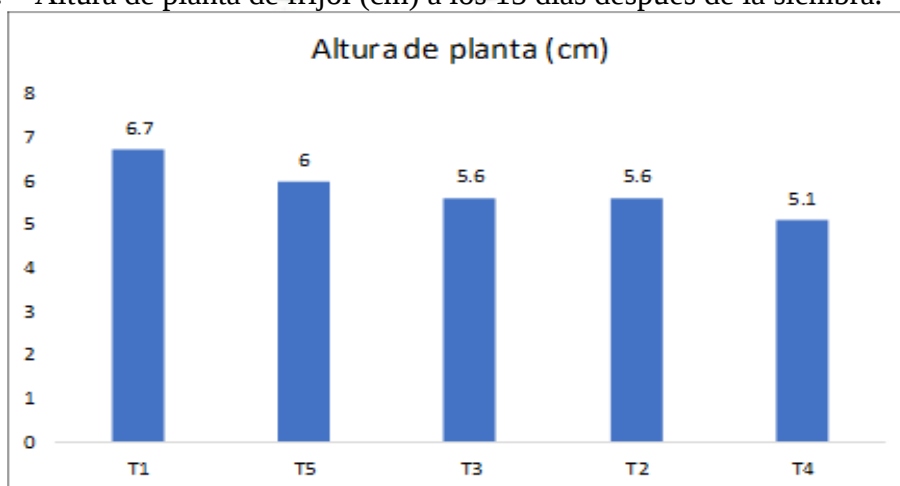
CV 8.17 %

En tabla 17 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que los tratamientos T1 y T5 superan significativamente en altura de planta a los demás tratamientos.

Tabla 17. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 15 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significancia (5%)
T1	6.7	a
T5	6	ab
T3	5.6	bc
T2	5.6	bcd
T4	5.1	bcd

Figura 22. Altura de planta de frijol (cm) a los 15 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias alturas de planta con valores entre 6.7 cm (T1) y 5.1 cm (T4).

b. Altura de planta a los 27 días después de la siembra

En la Tabla 18 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta evaluada a 27 días de la siembra y se puede apreciar que en tratamiento tiene diferencia significativa y en bloques no tiene diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad 9.57% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 18. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 27 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamiento	4	7.037	1.75925	5.670427075	3.26	*
Bloques	3	2.972	0.99067	3.193123825	3.49	NS
Error	12	3.723	0.31025			
Total	19	13.732				

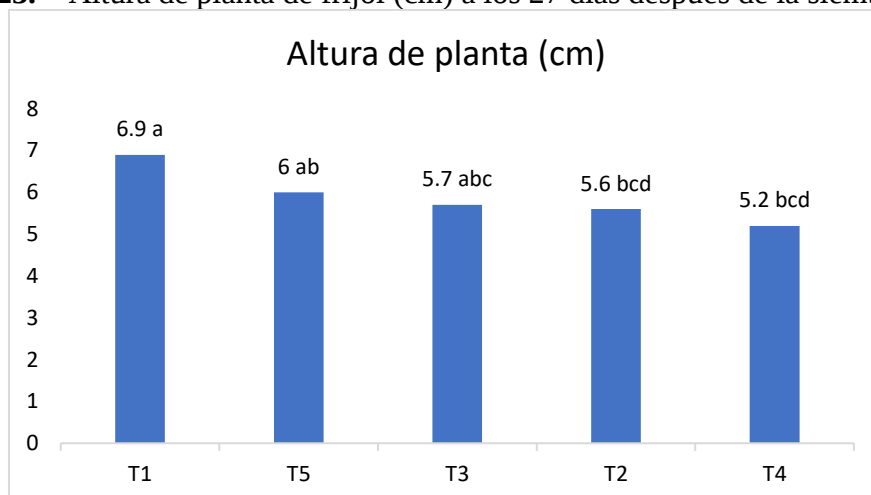
CV 9.57 %

En la Tabla 19 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que los tratamientos T1, T5 y T3 superan significativamente en altura de planta a los demás tratamientos.

Tabla 19. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 27 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significancia (5%)
T1	6.9	a
T5	6	ab
T3	5.7	abc
T2	5.6	bcd
T4	5.2	bcd

Figura 23. Altura de planta de frijol (cm) a los 27 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias alturas de planta con valores entre 6.9 cm (T1) y 5.2 cm (T4).

c. Altura de planta a los 36 días después de la siembra

En la Tabla 20 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta evaluada a 36 días de la siembra y se puede apreciar no hay diferencias significativas entre tratamientos y bloques. El coeficiente de variabilidad 18.19% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 20. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 36 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	19.497	4.87425	3.25184856	3.26	NS
Bloques	3	2.258	0.75267	0.50214043	3.49	NS
Error	12	17.987	1.49892			
Total	19	39.742				

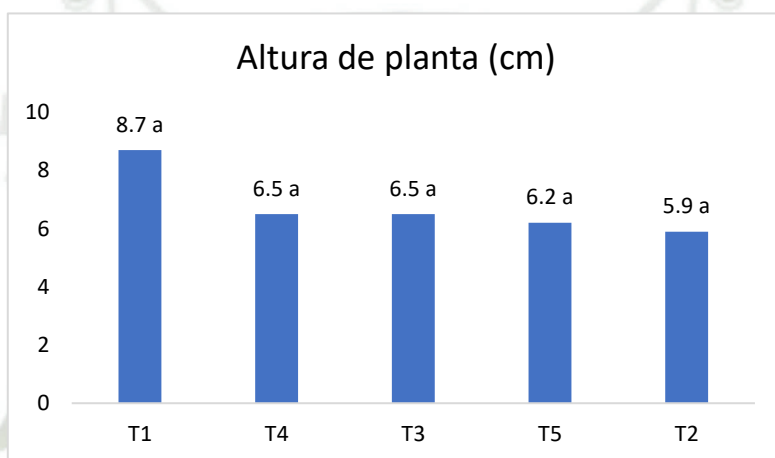
CV 18.19 %

En la Tabla 21 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que los tratamientos T1, T4, T3, T5 y T2 superan significativamente en altura de planta.

Tabla 21. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 36 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significancia (5%)
T1	8.7	a
T4	6.5	a
T3	6.5	a
T5	6.2	a
T2	5.9	a

Figura 24. Altura de planta de frijol (cm) a los 36 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias alturas de planta con valores entre 8.7 cm (T1) y 5.9 cm (T2).

d. Altura de planta a los 48 días después de la siembra

En la Tabla 22 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta evaluada a 48 días de la siembra y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos y no hay diferencias significativas en bloques. El coeficiente de variabilidad 19.23% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 22. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 48 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	86.308	21.577	8.061145704	3.26	*
Bloques	3	1.29	0.43000	0.160647572	3.49	NS
Error	12	32.12	2.67667			
Total	19	119.718				

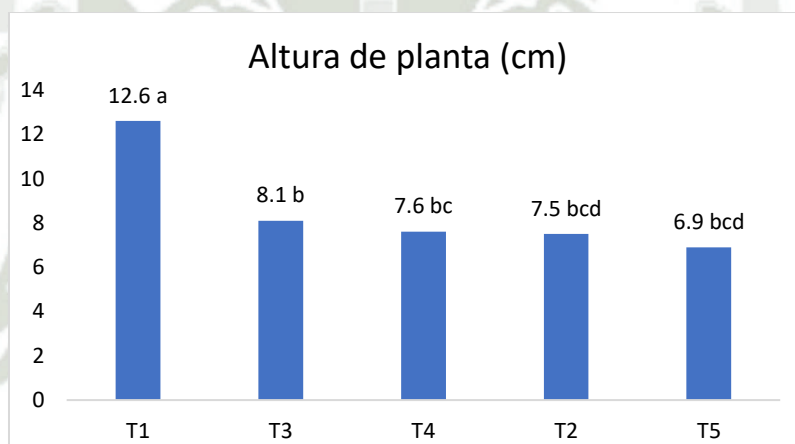
CV 19.23 %

En la Tabla 23 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que el tratamiento T1 supera significativamente en altura de planta a los demás tratamientos.

Tabla 23. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 48 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significancia (5%)
T1	12.6	a
T3	8.1	b
T4	7.6	b c
T2	7.5	b c d
T5	6.9	b c d

Figura 25. Altura de planta de frijol (cm) a los 48 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias alturas de planta con valores entre 12.6 cm (T1) y 6.9 cm (T5).

e. Altura de planta a los 15 días después de la siembra

En la Tabla 24 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta evaluada a 61 días de la siembra y se puede apreciar que no hay diferencias significativas entre tratamientos y bloques. El coeficiente de variabilidad 27.16% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 24. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 61 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	46.25	11.5625	1.591644298	3.26	NS
Bloques	3	25.6135	8.53783	1.175281621	3.49	NS
Error	12	87.174	7.26450			
Total	19	159.0375				

CV

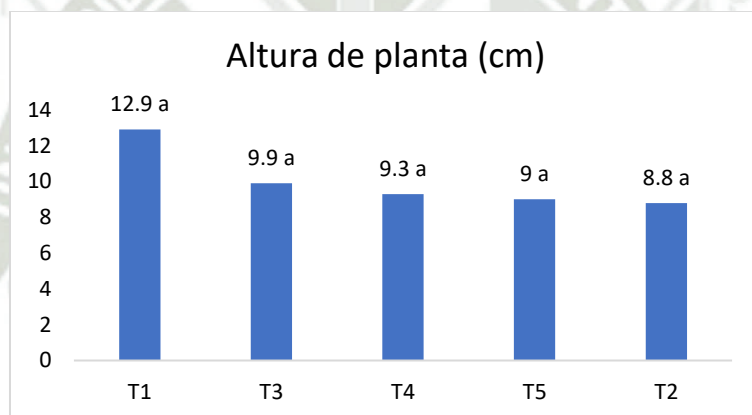
27.16 %

En la Tabla 25 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que los tratamientos T1, T3, T4, T5 y T2 superan significativamente en altura de planta.

Tabla 25. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 61 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significancia (5%)
T1	12.9	a
T3	9.9	a
T4	9.3	a
T5	9	a
T2	8.8	a

Figura 26. Altura de planta de frijol (cm) a los 61 días después de la siembra



Se puede observar en la figura anterior las diferencias alturas de planta con valores entre 12.9 cm (T1) y 8.8 cm (T2).

En la Tabla 26 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta evaluada a 79 días de la siembra y se puede apreciar que hay diferencias significativas entre tratamientos y en bloques no hay diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad 26.56% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 26. Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta de frijol a los 79 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	1387.27	346.82	14.39	3.26	*
Bloques	3	221.23	73.74	3.06	3.49	NS
Error	12	289.27	24.11			
Total	19	1897.77				

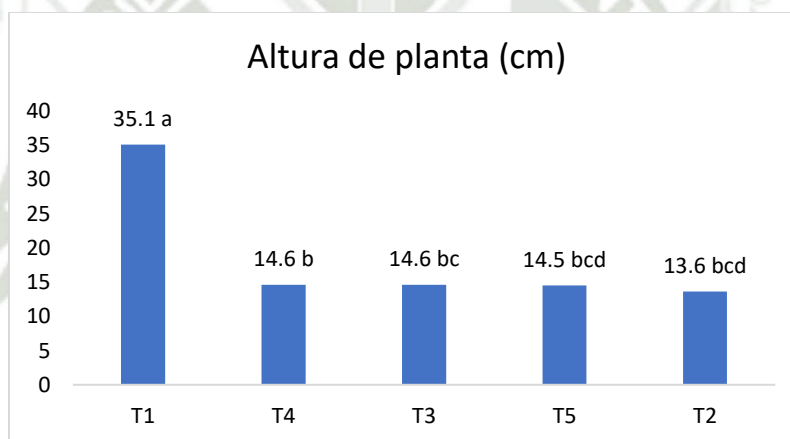
CV 26.56 %

En la Tabla 73 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que el tratamiento T1 supera significativamente en altura de planta a los demás tratamientos.

Tabla 27. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 79 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significancia (5%)
T1	35.1	a
T4	14.6	b
T3	14.6	b c
T5	14.5	b c d
T2	13.6	b c d

Figura 27. Altura de planta de frijol (cm) a los 79 días después de la siembra



Se puede observar en la figura anterior las diferencias alturas de planta con valores entre 35.1 cm (T1) y 13.6 cm (T2).

4.2.2 Contenido foliar de macronutrientes

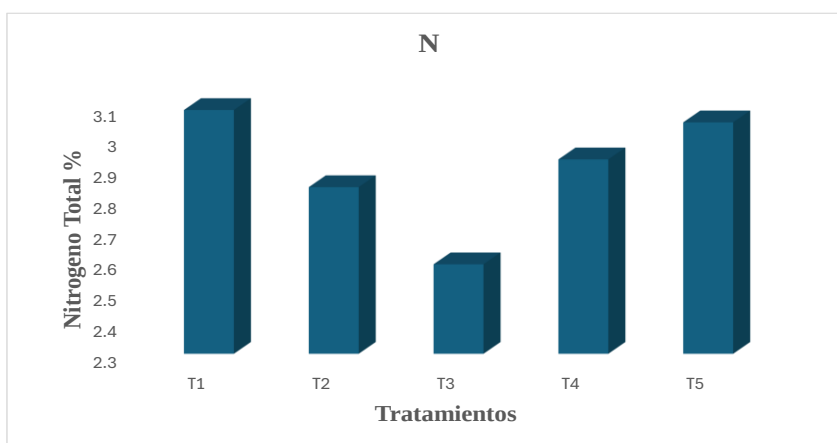
Nitrógeno total (%)

En la Tabla 28 se observa el porcentaje de Nitrógeno total que se encuentran en las hojas de frijol por tratamiento. Donde se observa que el T1 y T5 obtuvieron la mayor concentración de este elemento en las hojas con 3.09% y 3.05 % de nitrógeno. También se observa en la Figura 28 la comparación de los niveles de nitrógeno que tuvieron las hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) por cada tratamiento.

Tabla 28. Niveles de nitrógeno por tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5
Nitrogeno Total %	3.09	2.84	2.59	2.93	3.05

Figura 28. Comparación del contenido de nitrógeno en la hoja de frijol



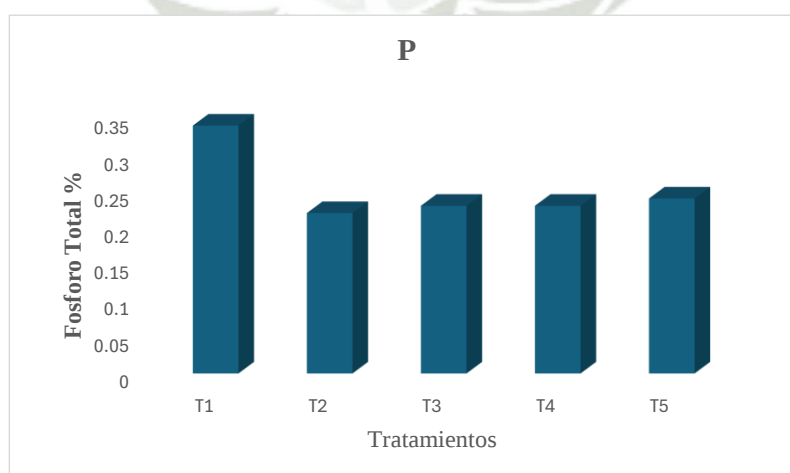
Fosforo Total %

En la Tabla 29 se observa el porcentaje de fósforo total que se encuentran en las hojas de frijol por tratamiento. Se observa que el T1 obtuvo la mayor concentración de este elemento en las hojas con 0.34% de fósforo. También se observa en la Figura 29 la comparación de los niveles de fósforo que tuvieron las hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por cada tratamiento.

Tabla 29. Niveles de fósforo por tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5
Fosforo Total %	0.34	0.22	0.23	0.23	0.24

Figura 29. Comparación del contenido de fósforo en la hoja de frijol



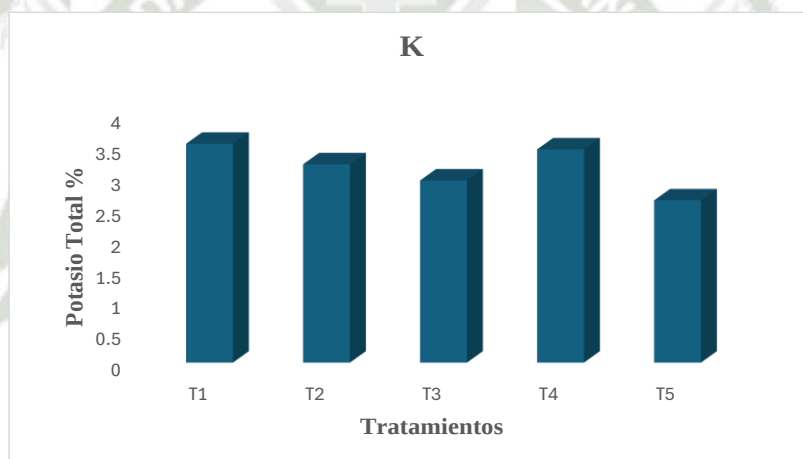
Potasio Total %

En la Tabla 30 se observa el porcentaje de magnesio total que se encuentran en las hojas de frijol por tratamiento. Se observa que el T1, T2 y T4 obtuvieron la mayor concentración de este elemento en las hojas con 3.52%, 3.19% y 3.43% de potasio. También se observa en la Figura 30 la comparación de los niveles de magnesio que tuvieron las hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por cada tratamiento.

Tabla 30. Niveles de potasio por tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5
Potasio Total %	3.52	3.19	2.93	3.43	2.61

Figura 30. Comparación del contenido de potasio en la hoja de frijol



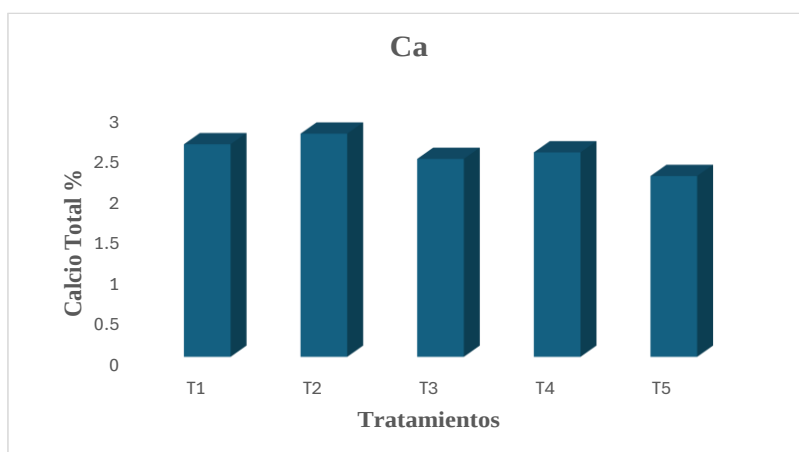
Porcentaje de calcio Total

En la Tabla 31 se observa el porcentaje de calcio total que se encuentran en las hojas de frijol por tratamiento. Se observa que el T1 y T2 obtuvieron la mayor concentración de este elemento en las hojas con 2.61% y 2.74% de calcio. También se observa en la Figura 31 la comparación de los niveles de calcio que tuvieron las hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por cada tratamiento.

Tabla 31. Niveles de calcio por tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5
Calcio Total %	2.61	2.74	2.43	2.51	2.22

Figura 31. Comparación del contenido de calcio en la hoja de frijol



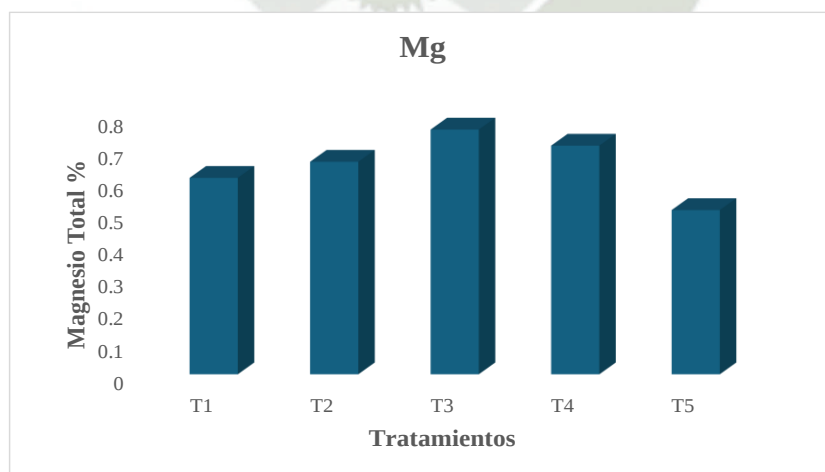
Magnesio Total %

En la Tabla 32 se observa el porcentaje de magnesio total que se encuentran en las hojas de frijol por tratamiento. Se observa que el T3 y T4 obtuvieron la mayor concentración de este elemento en las hojas con 0.76% y 0.71% de magnesio. También se observa en la Figura 32 la comparación de los niveles de magnesio que tuvieron las hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) por cada tratamiento.

Tabla 32. Niveles de magnesio por tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5
Magnesio Total %	0.61	0.66	0.76	0.71	0.51

Figura 32. Comparación del contenido de magnesio en la hoja de frijol



Azufre Total %

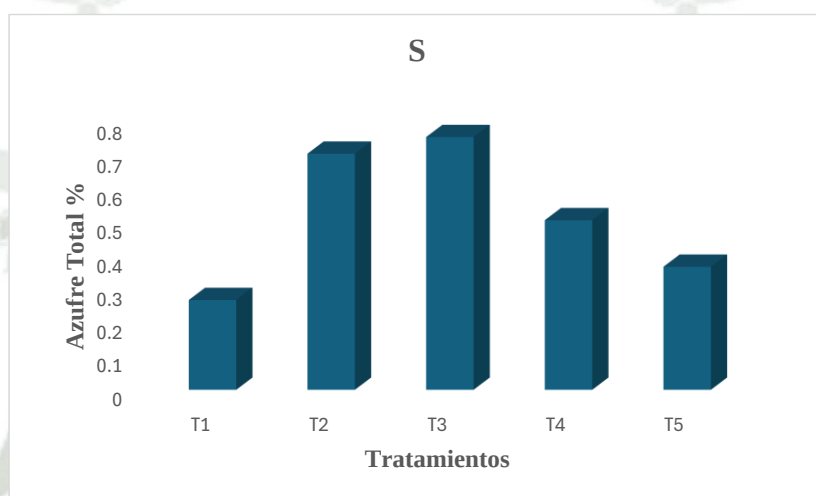
En la Tabla 33 se observa el porcentaje de azufre total que se encuentran en las hojas de frijol por tratamiento. Se observa que el T2 y T3 obtuvieron la mayor concentración de este elemento en las hojas con 0.71% y 0.76% de azufre. También se observa en la Figura 33 la

comparación de los niveles de azufre que tuvieron las hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por cada tratamiento.

Tabla 33. Niveles de azufre por tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5
Azufre Total %	0.27	0.71	0.76	0.51	0.37

Figura 33. Comparación del contenido de azufre en la hoja de frijol



Resumen del contenido nutricional de nutrientes

La Tabla 34 se presenta la cantidad de N, P, K, Ca, Mg y S total que se encuentran en las hojas de frijol por tratamiento. También se observa los límites fisiológicos de nutrientes en la hoja de frijol representada en letras según Howeler, (1983).

Tabla 34. Contenido foliar de nutrientes por tratamiento

	T1	T2	T3	T4	T5
Nitrogeno Total %	3.09 a	2.84 b	2.59 b	2.93 b	3.05 n
Fosforo Total %	0.34 n	0.22 b	0.23 b	0.23 b	0.24 b
Potasio Total %	3.52 a	3.19 a	2.93 n	3.43 a	2.61 b
Calcio Total %	2.61 a	2.74 a	2.43 a	2.51 a	2.22 a
Magnesio Total %	0.61 n	0.66 n	0.76 n	0.71 n	0.51 n
Azufre Total %	0.27 n	0.71 a	0.76 a	0.51 a	0.37 n

Alto=a, Normal=n, Bajo= b

4.2.3 Contenido total de materia seca

Los datos registrados de materia seca por planta a momento de la cosecha presentaron pesos entre 3.40 gr hasta los 19.80 gr. Se puede observar que el tratamiento T1 obtuvo numéricamente el mayor peso promedio de materia seca por planta.

En la Tabla 35 se presenta el análisis de varianza del peso de materia seca por planta, se observa que existe diferencias significativas entre tratamientos y no existe diferencias significativas en bloques. El coeficiente de variabilidad 26.93% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 35. Análisis de varianza (ANVA) para el peso de materia seca (gr).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	296.63908	74.15977	13.35914	3.26	*
Bloques	3	47.21446	15.73815	2.835072	3.49	NS
Error	12	66.61484	5.551237			
Total	19	410.46838				

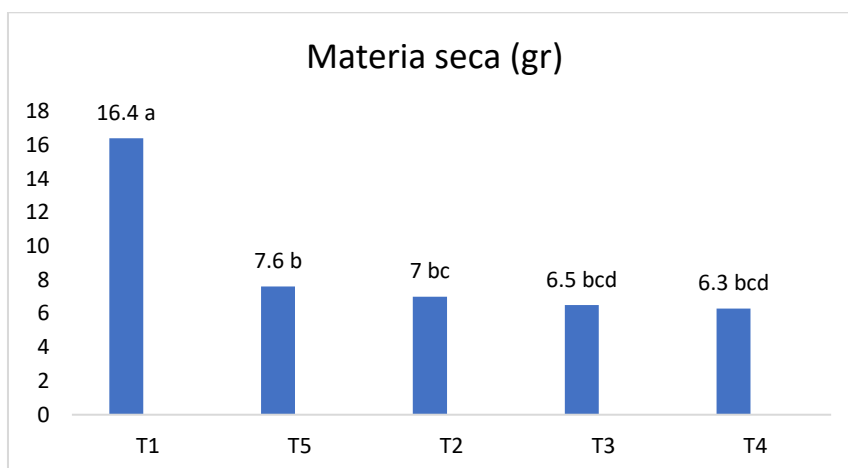
CV 26.93 %

En la tabla 36 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que el tratamiento T1 supera significativamente en materia seca a los demás tratamientos.

Tabla 36. Prueba de comparación múltiple de Tukey de materia seca (gr/pl.).

Tratamientos	Materia seca (gr)	significancia (5%)
T1	16.4	A
T5	7.6	B
T2	7	b c
T3	6.5	b c d
T4	6.3	b c d

Figura 34. Comparación del peso de materia seca (gr) de diferentes tratamientos



Se puede observar que en la figura 30, gráficamente los resultados encontrados del peso de materia seca de los diferentes tratamientos con valores de 16.4 gr (T1) y 6.30 gr (T4).

4.2.4. Contenido de clorofila

En la Tabla 37 se presenta el análisis de varianza para el contenido de clorofila (SPAD) evaluada a 35 días de la siembra y se puede apreciar que no hay diferencias significativas entre tratamientos y en bloques. El coeficiente de variabilidad 7.97% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 37. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 35 días de la siembra

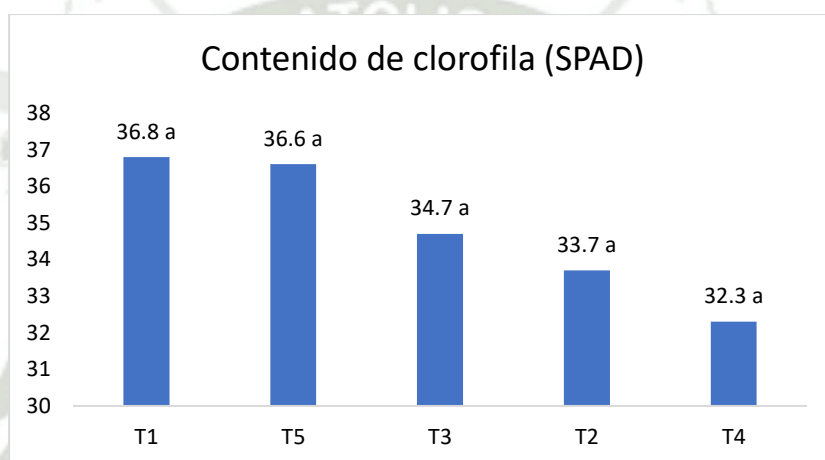
FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	59.457	14.86425	1.934966317	3.26	NS
Bloques	3	1.1895	0.3965	0.051614723	3.49	NS
Error	12	92.183	7.681916667			
Total	19	152.8295				
CV				7.97 %		

En la tabla 38 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que los tratamientos T1, T5, T3, T2 y T4 no difieren entre si significativamente en contenido de clorofila.

Tabla 38. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 35 días después de la siembra.

Tratamientos	Fotosíntesis (SPAD)	Significancia (5%)
T1	36.8	a
T5	36.6	a
T3	34.7	a
T2	33.7	a
T4	32.3	a

Figura 35. Contenido de clorofila (gr) a los 35 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior el contenido de clorofila con valores entre 36.8 SPAD (T1) y 32.3 SPAD (T4).

En la Tabla 39 se presenta el análisis de varianza para el contenido de clorofila (SPAD) evaluada a 48 días de la siembra y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad 10.06% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 39. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 48 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	338.467	84.61675	8.7287	3.26	*
Bloques	3	10.6135	3.537833333	0.364948	3.49	NS
Error	12	116.329	9.694083333			
Total	19	465.4095				

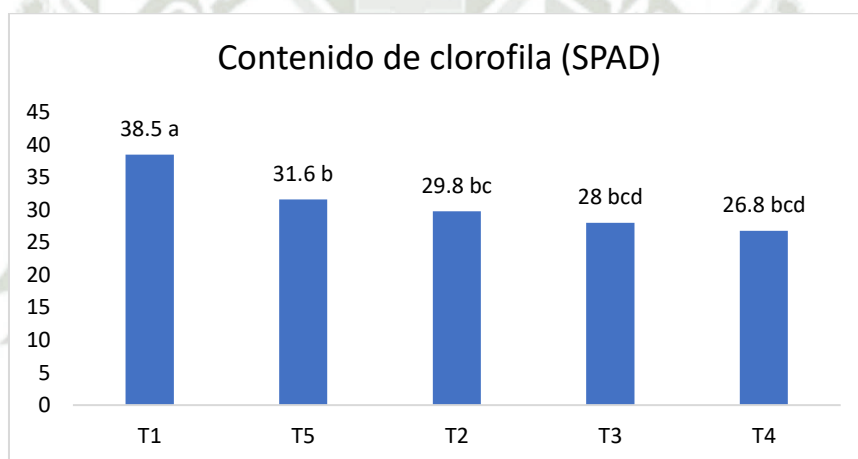
CV 10.06 %

En el cuadro 40 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que el tratamiento T1 supera significativamente en contenido de clorofila a los demás tratamientos.

Tabla 40. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 48 días después de la siembra.

Tratamientos	Fotosíntesis (SPAD)	Significancia (5%)
T1	38.5	a
T5	31.6	b
T2	29.8	b c
T3	28	b c d
T4	26.8	b c d

Figura 36. Contenido de clorofila (gr) a los 48 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias de contenido de clorofila con valores entre 38.5 SPAD (T1) y 26.8 SPAD (T4).

En la Tabla 41 se presenta el análisis de varianza para el contenido de clorofila (SPAD) evaluada a 65 días de la siembra y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad 12.07% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 41. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 65 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	556.543	139.13575	9.837028	3.26	*
Bloques	3	11.376	3.792	0.268098	3.49	NS
Error	12	169.729	14.14408333			
Total	19	737.648				

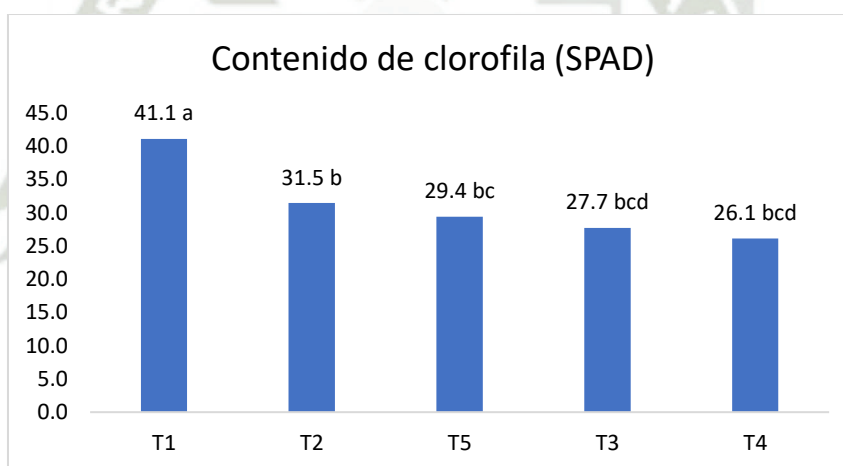
CV 12.07 %

En la tabla 42 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que el tratamiento T1 supera significativamente en contenido de clorofila a los demás tratamientos.

Tabla 42. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 65 días después de la siembra.

Tratamientos	Fotosíntesis (SPAD)	Significancia (5%)
T1	41.1	A
T2	31.5	B
T5	29.4	b c
T3	27.7	b c d
T4	26.1	b c d

Figura 37. Contenido de clorofila (gr) a los 65 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias de contenido de clorofila con valores entre 41.1 SPAD (T1) y 26.1 SPAD (T4).

En la Tabla 43 se presenta el análisis de varianza para el contenido de clorofila (SPAD) evaluada a 89 días de la siembra y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad 10.93% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 43. Análisis de varianza (ANVA) para el contenido de clorofila a los 89 días de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	311.733	77.93325	6.280086	3.26	*
Bloques	3	22.7	7.566667	0.609744	3.49	NS
Error	12	148.915	12.40958			
Total	19	483.348				

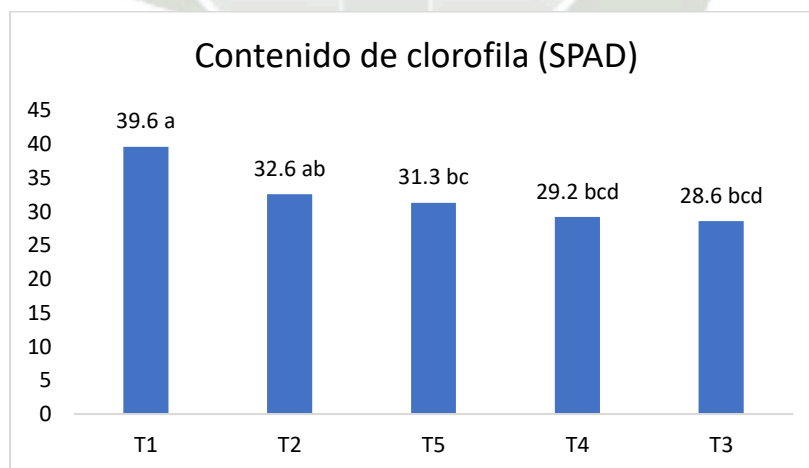
CV 10.93 %

En la tabla 44 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que los tratamientos T1 y T2 supera significativamente en contenido de clorofila a los demás tratamientos.

Tabla 44. Prueba de comparación múltiple de Tukey a los 89 días después de la siembra.

Tratamientos	Fotosíntesis (SPAD)	Significancia (5%)
T1	39.6	a
T2	32.6	ab
T5	31.3	b c
T4	29.2	b c d
T3	28.6	b c d

Figura 38. Contenido de clorofila (gr) a los 89 días después de la siembra.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias de contenido de clorofila con valores entre 39.6 SPAD (T1) y 28.6 SPAD (T3).

4.2.4 Área foliar

En la Tabla 45 se presenta el análisis de varianza para el área foliar y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad 18.84% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 45. Análisis de varianza (ANVA) para el área foliar.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	2482525.3	620631.3	46.64817	3.26	*
Bloques	3	84421.688	28140.56	2.115114	3.49	NS
Error	12	159654.18	13304.51			
Total	19	2726601.2				

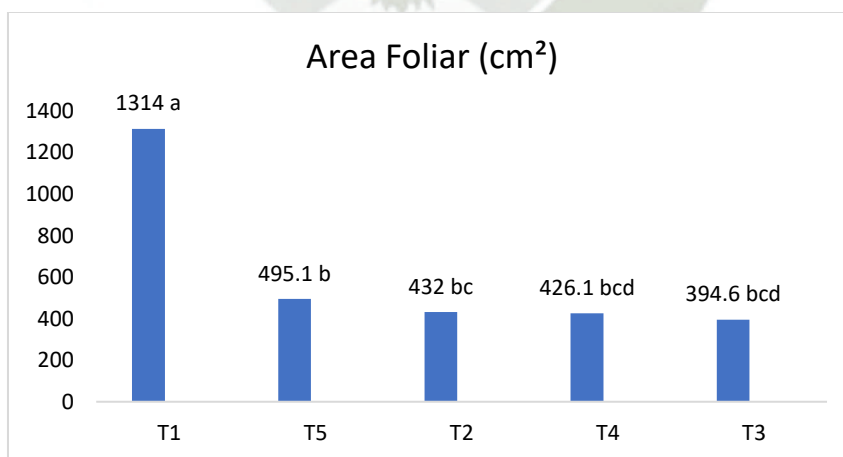
CV 18.84 %

En la tabla 46 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que el tratamiento T1 supera significativamente en el área foliar a los demás tratamientos.

Tabla 46. Prueba de comparación múltiple de Tukey para el área foliar.

Tratamientos	Area Foliar (cm ²)	significancia (5%)
T1	1314	a
T5	495.1	b
T2	432	b c
T4	426.1	b c d
T3	394.6	b c d

Figura 39. Área Foliar (cm²) de diferentes tratamientos.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias de contenido de clorofila con valores entre 1314 cm² (T1) y 394.6 cm² (T3).

4.2.5 pH de suelo en contenedores bajo condiciones de invernadero

En la Tabla 47 se presenta el análisis de varianza para el Ph y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad 1.07% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 47. Análisis de varianza (ANVA) para el pH.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	0.20423	0.051057	6.233493	3.26	*
Bloques	3	0.026735	0.008912	1.088005	3.49	NS
Error	12	0.09829	0.008191			
Total	19	0.329255				

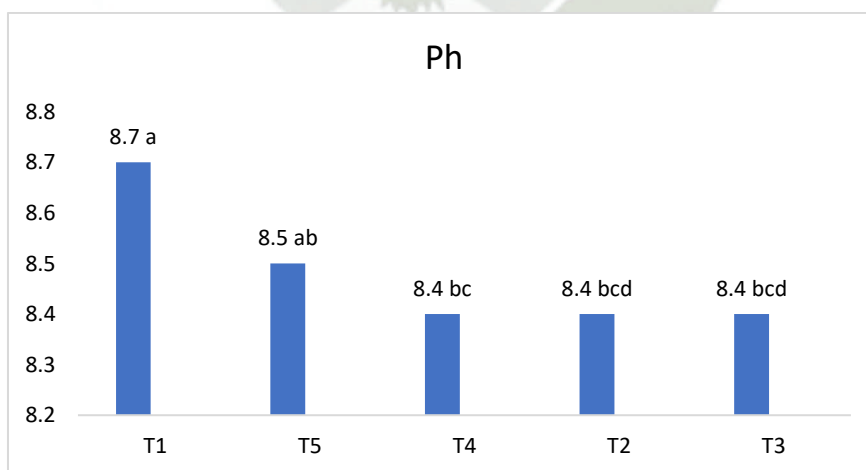
CV 1.07 %

En la tabla 48 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que el tratamiento T1 y T5 supera significativamente en el pH a los demás tratamientos.

Tabla 48. Prueba de comparación múltiple de Tukey para el pH.

Tratamientos	Ph	significancia (5%)
T1	8.7	a
T5	8.5	ab
T4	8.4	b c
T2	8.4	b c d
T3	8.4	b c d

Figura 40. Área Foliar (cm²) de diferentes tratamientos.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias de pH con valores entre 8.7 (T1) y 8.4 (T3).

4.2.6 Conductibilidad Eléctrica de suelo en contenedores bajo condiciones de invernadero

En la Tabla 49 se presenta el análisis de varianza para la conductibilidad eléctrica y se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad 20.46% es aceptable demostrando la uniformidad de datos.

Tabla 49. Análisis de varianza (ANVA) para la Conductibilidad eléctrica.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Significancia
Tratamientos	4	89.64657	22.41164	17.19564	3.26	*
Bloques	3	4.885735	1.628578	1.249549	3.49	NS
Error	12	15.63999	1.303333			
Total	19	110.1723				

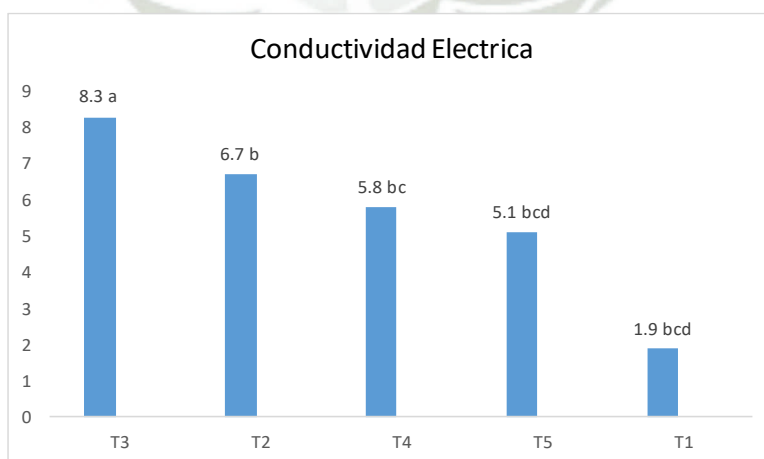
CV 20.46 %

En la Tabla 50 se presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey y se destaca que los tratamientos T3 y T2 supera significativamente en la CE a los demás tratamientos.

Tabla 50. Prueba de comparación múltiple de Tukey para la CE.

Tratamientos	CE	significancia (5%)
T3	8.3	a
T2	6.7	ab
T4	5.8	b c
T5	5.1	b c d
T1	1.9	b c d e

Figura 41. Conductividad Eléctrica.



Se puede observar en la figura anterior las diferencias de conductibilidad eléctrica con valores entre 8.3 (T3) y 1.9 (T1).

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

5.1 Campo

5.1.1 Contenido nutricional del suelo y de salinidad

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 12, se tiene que, a los 30 cm de profundidad, en promedio, el contenido de fosforo es alto con un valor de 29.74 ppm de P. el contenido de nitrógeno y contenido de potasio es medio. Según menciona (Mosquera Harley et al., 2022) es aceptable que un contenido mayor a 28.21ppm de P refleja una alta concentración de este elemento; para el nitrógeno valores superiores a 0.34% considerados como altos y potasio superior a 0,38 ppm de K.

En términos promedio de pH con un valor de 8.4 denota suelos alcalinos y conductibilidad eléctrica promedio obtenido (2.96 dS/m) presenta un valor ligero. el porcentaje de sodio intercambiable no demuestra riesgos para el suelo por efecto del sodio intercambiable. (Duarte Rubén et al., 2021) en concentraciones de sales (CE), menciona que al aplicar estiércol al suelo puede incrementar la salinidad, en la profundidad de 0-30 cm el contenido de sales en el suelo aumento de 1.61 a 3.13 dS/m con la aplicación del tratamiento composta.

Con respecto al contenido nutricional y salinidad a los 60 cm de profundidad (Tabla 13), los valores promedios a nivel de las tablas evaluadas presentan bajo contenido de fósforo (4.44 ppm), bajo contenido de nitrógeno (0.05 %), y bajo contenido de potasio (298.30 ppm). Así mismo el pH con un valor de 8.20 determina suelos alcalinos, pero con ligero contenido de sales (CE =2.28 dS/m). El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) fue de 9.45 % considerado como valor medio. Según (Duarte Rubén et al., 2021), en un trabajo de investigación encontró en la capa de 30-60 cm el incremento de 1.74 a 2.2 dS/m para ambos tratamientos y en el contenido N y P en el suelo fueron muy deficientes en ambas profundidades.

La evaluación realizada a los 90 cm de profundidad (Tabla 14) presento también bajo contenido fosforo (2.77 ppm), bajo contenido de nitrógeno (0.03%), contenido medio de potasio (403.73 ppm), pH alcalino (8.20) salinidad media (2.17 dS/m) y 13.45 % de PSI. Se puede observar que a mayor profundidad de suelo se incrementa el PSI iniciando con 6.76% (30cm), luego 9.45 % (60 cm) y 13.45 % (90cm). De igual manera el carbonato de calcio presenta un mayor valor a los 30 cm de profundidad (2.25 %) mientras que a los 60

y 90 cm se registran valores de 0.29 % y 0.03 % de carbonato de calcio. El contenido de calcio, carbonato de calcio, sodio en la investigación realizada por (Mosquera Harley et al., 2022) también ha mostrado tendencia similar con un mayor contenido en las capas superiores y menores valores a mayor profundidad del suelo.

5.1.2 Densidad aparente

La densidad aparente promedio de los suelos evaluados (Tabla 15) presentan la tendencia que a mayor profundidad mayor densidad así; a los 30 cm se encontró 1.29 g/cm³, a los 60 cm 1.37 g/cm³ y a los 90 cm de profundidad 1.57 g/cm³. Estos valores demuestran que son suelos de textura media a ligera. Los valores bajos de densidad aparente en el suelo pueden indicar un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida y una disminución en la infiltración del agua (Castro Yenny, 2021). De igual manera la densidad aparente por debajo de 1.3 g/cm³ es considerado bajo, indicando una buena condición porosa del suelo (FAO, 2009).

Visto los resultados anteriores se puede afirmar también que, a mayor profundidad, al incrementarse la densidad aparente del suelo, favorece un mejor drenaje del agua.

5.1.3 Análisis de agua riego

De acuerdo de la Tabla 14, referida al análisis de agua de regadío de Huasacache se observa un pH 8.72 un valor que sobrepasa los rangos adecuados. Sela (2021) indica que la calidad de agua buena esta entre 5.5 a 6.5 dS/m. En cuanto a la CE se encuentra en un rango dañino por ser elevado, como también el contenido de bicarbonato. Al respecto (Sela, 2021) indica que los altos contenidos de bicarbonato en el agua de riego pueden generar altos concentraciones de sodio de manera gradual disminuye la fertilidad química, física y biológica del suelo Huasacache. Por lo anterior las aguas de regadío de Huasacache tienen una tendencia salina y sodificante que amerita un manejo adecuado de suelo a base de enmiendas, fertilizantes y también permitir un buen drenaje, y el manejo de cultivos bajo un sistema de riego presurizado.

5.2 Invernadero

5.2.1 Altura de planta (cm)

El análisis de varianza para esta variable determino diferencia significativa entre tratamientos con coeficiente de variabilidad de 26.56% siendo aceptable, la prueba de comparación de tukey realizada al final de campaña a los 79 dds determina que el T1 con suelo testigo de buenas propiedades físicas y químicas determina una mayor altura de

planta con 35.1 cm siendo superior a los demás tratamientos que tuvieron enmiendas con el suelo de Huasacache y también sin enmienda en este suelo. Al respecto (Pérez Huamán Esther 2019), En su trabajo investigación fue determinar el efecto de la incorporación de dos fuentes de materia orgánica: vaca y gallinaza enriquecida con microorganismos eficientes. Donde presento como resultado que los tratamientos a base de abono enriquecido con microorganismos eficientes tuvieron un mejor comportamiento que los abonos sin procesar y el testigo para la variable altura de planta, de igual manera los tratamientos a base de abonos enriquecidos con microorganismos eficientes mejoraron las características. Quiere decir que la planta va respondiendo gradual y fenológicamente en función de los factores ambientales y la absorción de los nutrientes del suelo y los abonos enriquecidos con ME.

Las enmiendas aplicadas no mostraron efectos sobre esta variable, ya sea las aplicaciones de Yeso agrícola, MO y combinación de dichos productos. Al respecto, (Ricse Gala Edison 2018) indica que la aplicación de yeso agrícola con enmienda solo eleva el pH. Es importante tener en cuenta también que estas enmiendas requieren de un tiempo para su efecto en el suelo el cual se recomienda aplicar algunos meses antes del inicio de campaña.

Es importante indicar también que la enmienda aplicada a base de compost, proveniente de marca registrada toma un valor de 5.6 dS/m de conductibilidad Eléctrica siendo un valor muy elevado que puede haber afectado el crecimiento de la planta.

5.2.2 Contenido foliar de nutrientes

(Hoyos-Carvajal et al., 2015) En la investigación realizada en condiciones de Colombia, se evaluó diversas dosis foliares de aislamientos de *Trichoderma* spp y se cuantificó la absorción de diferentes nutrientes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en dos tipos de suelo, obteniéndose como resultado la concentración foliar de elementos: N (3.27% a 5.93%), Ca (0.59% a 4.54%), Mg (0.20% a 0.58%) y K (0.49% a 3.51%). En la investigación realizada (Tabla 34), se tiene como resultado que N (3.09 % a 3.05%) y P (0.22% a 0.34) obtuvo un bajo valor de contenido foliar a lo que se puede apreciar a lo reportado por Hoyos (2015) que, si obtuvo un mayor contenido, en tanto que Ca (2.22% a 2.74%) alcanzo mayor de concentración de contenido foliar en esta investigación.

Se puede indicar además en relación con la concentración foliar, el nitrógeno y fosforo fueron bajos en todos los tratamientos, calcio alcanzo un valor alto en los diversos tratamientos. En los demás nutrientes el contenido predominante fue medio (Tabla 34).

Visto lo anterior, las aplicaciones en la mayoría de los tratamientos han promovido un rango normal de concentración de los elementos nutritivos que significa que si hubo un aporte favorable para el cultivo. Es importante resaltar que se encontró alta concentración foliar de B en los tratamientos T2, T3, T4 y T5.

5.2.3 Contenido total de materia seca

El análisis de varianza para esta variable determinó que existe diferencia significativa entre tratamientos con coeficiente de variabilidad de 26.93% siendo aceptable, la prueba de comparación de Tukey determinó que el T1 fue significativamente superior a los otros tratamientos, con un peso de materia seca por planta de 16.4 g/planta, indicando que el suelo testigo tiene buenas propiedades físicas y químicas. Al respecto (Hernández Rosas Jakes 2022), en su trabajo de investigación solo encontró significación estadística para el factor principal abonamiento en cuanto al contenido de materia seca en frijol. El coeficiente de variabilidad fue de 21, 3%, el cual se ubica dentro del rango permitido para los trabajos de campo.

Yui Augusto (2018), indica que la variable de peso seco de la raíz da como resultado que existe diferencia significativa entre los tratamientos así, el T1(suelo estéril) acumuló mayor contenido de peso seco con un promedio en la raíz con 3.23 g a diferencia del T2(suelo sin incorporación de biomasa) donde el peso seco promedio acumulado fue de 0.30 g.

Lo anterior demuestra que el suelo con buenas características físicas y químicas ha favorecido una mejora de nutrientes, mayor crecimiento y por tanto una mayor acumulación de materia seca.

5.2.4 Contenido de clorofila

El análisis de varianza para esta variable se puede apreciar diferencia significativa entre tratamientos con coeficiente de variabilidad 10.93% siendo bajo. La prueba de comparación de Tukey realizada al final de la campaña a los 89 dds determina que el T1 con suelo testigo de buenas propiedades físicas, químicas y T2 con suelo Huasacache + enmienda con sulfato de calcio (yeso agrícola) determina un mayor contenido de clorofila con 39.6 SPAD y 32.6 SPAD siendo superior a los demás tratamientos que tuvieron enmiendas con el suelo de Huasacache y también suelo de Huasacache sin enmienda, similar respuesta se encontró para las evaluaciones realizadas a los 35 dds, 48 dds, 65 dds, 89 dds. Al respecto (Lara Acosta et al., 2019), realizó una investigación en frijol canario

aplicando Pectimorf y Azofert-F en Cuba, encontró niveles de clorofila entre 33.01 SPAD a 39.28 SPAD, a pesar de que las plantas tratadas con Pectimorf no mostraron diferencias significativas con relación a los controles si hubo diferencias entre tratamientos.

Según el manual del medidor de clorofila SPAD-502Plusel, menciona que el contenido de clorofila, representado por el valor SPAD medido, se incrementa en proporción con la cantidad de nitrógeno presente en la hoja para una especie vegetal determinada, indicando una planta más sana (KONICA MINOLTA, 2009)

5.2.5 Área foliar

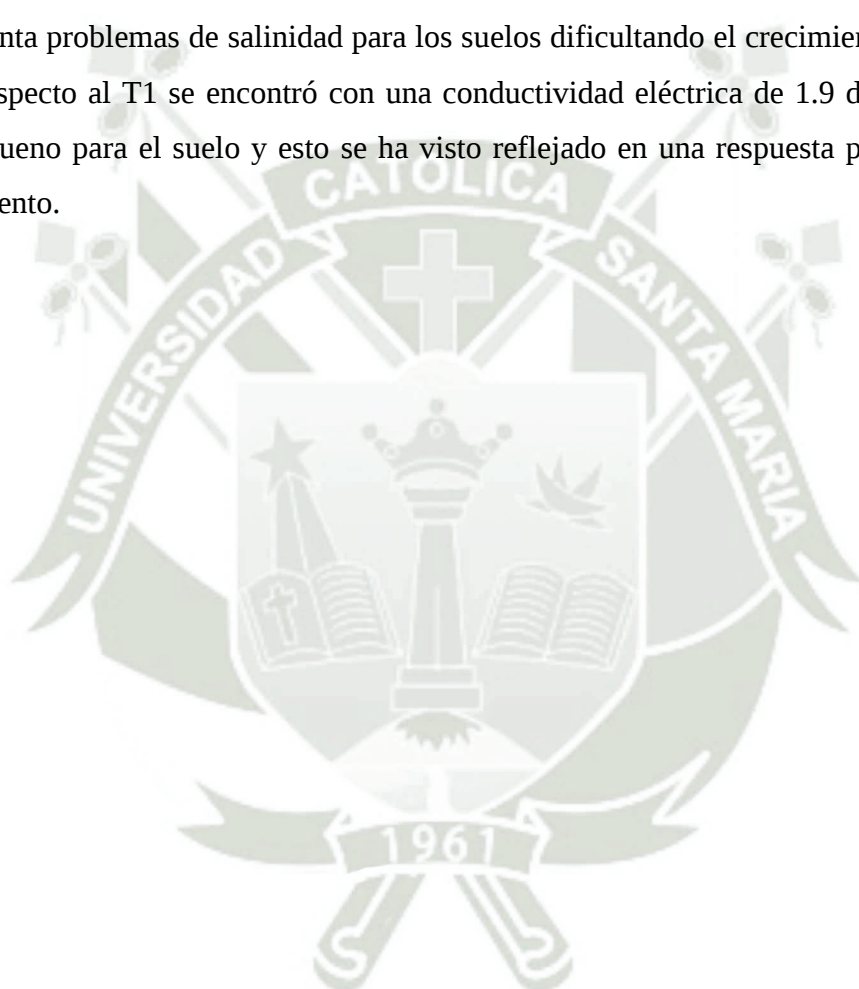
El análisis de varianza para esta variable se puede apreciar diferencias significativas entre tratamientos con coeficiente de variabilidad 18.84% siendo aceptable, la prueba de comparación de tukey realizada determina que el T1 con suelo testigo de buenas propiedades físicas y químicas determina con un área foliar de 1314 cm² siendo superior a los otros tratamientos que tuvieron enmiendas con el suelo de Huasacache y también suelo de Huasacache sin enmienda. Al respecto (Martínez Alemán Marina et al., 2021) realizó una investigación y habla que el aumento del área foliar conduce a una mayor capacidad fotosintética, lo que indica un mayor crecimiento de las raíces, mayor materia seca y mayores rendimientos referente a los resultados de evaluaciones, las enmienda presentaron diferencia significativa, esto demuestra la eficiencia del efecto de los tratamientos en la variable.

Es importante decir que las enmiendas orgánicas tardan mayor tiempo en reaccionar bajo las condiciones del suelo y favorecer una adecuada nutrición para las plantas.

5.2.6 pH y Conductividad Eléctrica bajo invernadero

Estas variables se evaluaron a la finalización del experimento, en el sustrato de las macetas y se determinó diferencias significativas entre tratamientos en ambos casos con coeficiente de variabilidad de 1.07% y 20.46%. el Ph obtenido para los tratamientos T1 y T5 fue significativamente superior a los demás tratamientos con valores entre 8.7 y 8.5. esto refleja que corresponden a suelos alcalinos los mismos que pueden tener influencia sobre la disponibilidad de nutrientes. Así (Sela, 2021) menciona que los suelos con valores de Ph entre 6.5 a 7 presenta una mejor disponibilidad de nutrientes favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la planta. Sin embargo, se puede observar el T1 con sustrato elaborado refleja un valor alto valor de Ph posiblemente influenciado por el contenido de piedra poma utilizada en la mezcla.

Con respecto a la conductividad eléctrica de los tratamientos se encontraron valores significativamente superiores para el T3 y T2 que en ambos casos coinciden con la enmienda de yeso. (Sela, 2021) menciona que la aplicación de enmienda como el yeso favorecen que el sodio presente en el complejo de cambio puede salir a la solución suelo por efecto del desplazamiento del catión calcio, elemento que va a incorporándose al complejo de cambio. Esto puede explicarse en parte el alto valor salinidad encontrado. (Sela, 2021) indica también que valores de conductibilidad eléctrica mayores de 4.0 dS/m representa problemas de salinidad para los suelos dificultando el crecimiento del cultivo. Con respecto al T1 se encontró con una conductividad eléctrica de 1.9 dS/m siendo un valor bueno para el suelo y esto se ha visto reflejado en una respuesta positiva en este tratamiento.



CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

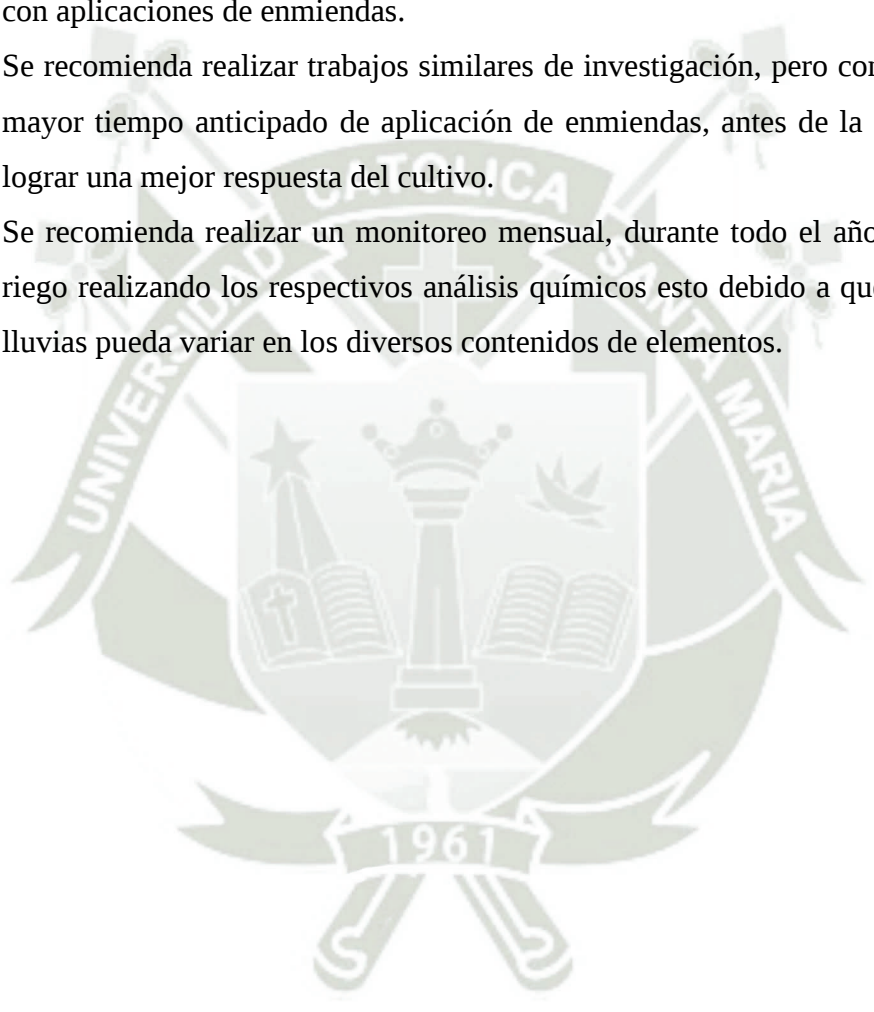
Bajo las condiciones de ejecución de la presente investigación se tiene las siguientes conclusiones:

- a) Se evaluaron los contenidos nutricionales en los diferentes perfiles de suelos encontrándose que los macronutrientes han presentado mayores valores a los 30 cm de profundidad tanto para el N (medio), P(alto) y K(medio). A los 60 y 90 cm de profundidad estos elementos han estado predominantemente en rangos bajos. La salinidad del suelo en todos los casos ha sido ligera y el pH ha reflejado una tendencia alcalina. El PSI ha presentado mayores valores en relación directa con la profundidad.
- b) El diagnóstico realizado sobre la calidad de agua de riego, ha presentado una clasificación C4S1 siendo no adecuado para el riego de plantas, salvo aquellas muy tolerantes y con un manejo especial, esto deducido por el alto contenido de salinidad con un valor de 2.61 dS/m; de igual manera existe cierto peligro del uso de agua por la presencia de sodio.
- c) La evaluación en condiciones de invernadero de las aplicaciones de enmienda de mejora bajo condiciones de invernadero en el cultivo de frijol, determino que el suelo preparado, a su vez con bajo contenido de salinidad final (1.9 dS/m), significativamente presento mayor altura de planta, contenido de materia seca, clorofila y área foliar superior a los demás tratamientos que tenían suelo de Huasacache.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

- a) En función de los resultados obtenidos, se sugiere como propuesta de mejora para los suelos evaluados, el manejo adecuado de la salinidad del suelo y agua de regadío, el mismo que puede ser bajo un sistema de riego presurizado por goteo y con aplicaciones de enmiendas.
- b) Se recomienda realizar trabajos similares de investigación, pero considerando un mayor tiempo anticipado de aplicación de enmiendas, antes de la siembra, para lograr una mejor respuesta del cultivo.
- c) Se recomienda realizar un monitoreo mensual, durante todo el año, del agua de riego realizando los respectivos análisis químicos esto debido a que el aporte de lluvias pueda variar en los diversos contenidos de elementos.



REFERENCIAS

- Adolfo Bruno Marchese (2015). Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro del Lloc.
- Álvarez, a.; baños, r. Y otero, l. Salinidad y uso de aguas salinas para la irrigación de cultivos y forrajes en cuba. Ciencia y tecnología ganadera, 2008, vol. 2, no. 1, p. 1-12.
- Andina. (17 de julio de 2016b). Perú tiene el mayor potencial de américa latina para exportar legumbres. Agencia peruana de noticias andina. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-tiene-mayor-potencial-america-latina-paraexportar-legumbres-621641.aspx>
- Arteaga, m. L. 1982. Efecto del régimen de riego en el rendimiento de tres variedades de frijol. Tesis ing. Agrónomo. Unalm, lima - Perú. 127 p.
- Ashraf, m. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora, 2004, vol. 199, p. 361-376.
- Acosta Lara Danurys et al., 2019. Pectimorf y Azofert- F en el crecimiento de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- Angel Valladolid Ch, 2001.INIA. El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Costa del Perú.
- Agro Perú, 2024. Biofertilizantes líquidos con tecnología EM-Microorganismos Eficaces.
- Banco Interamericano de Desarrollo- Convenio Fondo Especial de Japón, 2009. Manual práctico de uso de EM.
- Benacchio, s.s. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. Fonaiap- centro nacional de investigación agropecuarias. Ministerio de agricultura y cría. Venezuela. 202 p.

- Camarena, m. F; huaringa, j.a.; mostacero, n. E. 2009. Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frijol común (*phaseolus vulgaris* l.). Primera edición. Universidad nacional agraria la molina. -consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica. 232p.
- Camarena, m., huaringa, j. & mostacero, n. (2010). Mejoramiento genético de especies del género *phaseolus* mediante metodologías convencionales e innovadoras con el fin de incrementar la producción y la oferta exportable del frijol común *phaseolus vulgaris* l. Lima, Perú: universidad nacional agraria la molina.
- Campillo Ricardo, 2008. Encalado de los suelos. Caracterización y manejo de enmiendas calcáreas.
- Castro Sánchez Yenny, 2021. Propiedades físicas y químicas e los suelos en sistema silvopastories en amazonas y San Martin.
- Ciat (centro internacional de agricultura tropical). 1979. Programa de frijol: -----informe de resultados. Colombia. P. 77-78
- Cayetano Terrel, P., Peña Pineda, K. M., Olivarez Rivera, E. L., & Vargas Cisneros, S. M. (2022). *Estudio de Vigilancia Tecnológica en el Cultivo del Frijol*.
- Ciat 1984. Morfología de la planta de frijol común (*phaseolus vulgaris* l.). Centro internacional de agricultura tropical. Colombia
- Ciat. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Fernández, Fernando; gepts, Paul; López, marciliano. Producción Ospina o, Héctor f. Colaboración Rigoberto. Cali, Colombia. CIAT 26p. (serie: 04sb-09.03).
- Coveca. (2011). Monografía del frijol. Comisión veracruzana de comercialización agropecuaria. Del gobierno del estado de Veracruz. 25 p.

- Cremona María Victoria et al., 2020. Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: el pH y la conductividad eléctrica.
- Debouck, d; hidalgo, r; (1984). Morfología de la planta de frijol común (*phaseolus vulgaris* l.). Cali, Colombia.
- Delgado Salinas a. 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in north and central America. Phd thesis, university of Texas, Austin, Texas, usa, 363 p.
- Duarte Rubén Macías et al., 2021. Respuesta de la composta sobre la fertilidad, humedad del suelo, contenido nutrimental en hojas y productividad en olivo.
- Espinoza, e, et al. 1990. Manejo del cultivo de frijol. Lima – Perú 50 p.
- FAOSTAT. (2021a). Cultivos y productos de ganadería, mundial.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/qcl>
- FAOSTAT. (2021b). Cultivos y productos de ganadería, Perú.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/qcl>
- Freitas, j. B. S.; chagas, r. M.; Almeida, i. M. R.; Cavalcanti, f. R. Y Silveira, j. A. G. Expression of physiological traits related to salt tolerance in two contrasting cowpea cultivars. Documentos EMBRAPA meionorte, 2001, vol. 56, p. 115-118.
- Figueroa Nancy puente, 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana.
- García, y. (2016). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en testa y grano de 54 poblaciones nativas de frijol común (*phaseolus vulgaris* l.). Tesis. Para obtener el grado de maestro en ciencias alimentarias. Universidad veracruzana. Instituto de ciencias básicas. Xalapa de Enríquez, Veracruz, México.
- González-mancilla, a., rivera-cruz, m. Del c., Freddy Ortiz García, c., almaraz-suárez, j. J., trujillo-narcía, a., & cruz-navarro, g. (2013). Uso de fertilizantes orgánicos para la mejora de propiedades químicas y microbiológicas del suelo y del

crecimiento del cítrico citranetroyer.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0186-29792013000200003

Gómez de enciso, c., & valencia g., c. (1988). Conceptos básicos de la fisiología del frijol.

<https://books.google.com.pe/books?id=eeooww3driyc&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Gopa, R. y Dube, B. K. Influence of variable potassium on barley metabolism. Ann. Agric. Res., 2003, vol. 24, p. 73-77

Gudiel Escoto Norman, 2004. Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. El cultivo de frijol

Guzmán, s.; acosta, j.; Álvarez, m.; García, s.; loarca, g. (2002). Calidad alimentaria y potencial nutraceutico del frijol (*phaseolus vulgaris* l.). Agricultura técnica en México, 28(2): 159–173.

Hernández Rosas Smith Yakes, 2022. Abonos orgánicos y siembra del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con labranza cero y riego por goteo en la molina.

Hoyos-Carvajal et al. (2015). Efectos de diversos aislamientos de *Trichoderma* spp. en la absorción de nutrientes en frijol (*Phaseolus vulgaris*) en dos tipos de suelo

Inía. (2014). Frijocanariocamanejo.

https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/64/1/tripfrijol_canario_camanejo.pdf

Info agrónomo, 2018. Guía técnica de uso de yeso agrícola.

Info Agro, 2015. Nutrientes presentes en el suelo.

Karimi, S.; Rahemi, M.; Maftoun, M. E. y Tavallali, 2009. Effects of Long-term Salinity on Growth and Performance of Two Pistachio (*Pistacia* L.) Rootstocks. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, vol. 3, no. 3, p. 1630-1639.

Laing, d. (1979). Adaptación del frijol común, CIAT-curso Colombia.

Leídi, e. O. Y pardo, j. M. Tolerancia de los cultivos al estrés salino: qué hay de nuevo.

Revista de investigaciones de la facultad de ciencias agrarias, 2002, no. 2, p. 1-12

Lira, r. 1994. Fisiología vegetal. México. Editoriales trillas.

Martínez Alemán Marina, Narváez Calero Luis et al., 2021. Fertilización orgánica y sintética en el crecimiento y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Masatepe, Masaya.

Mora delgado, j., silva parra, a., & escobar, n. (2019). Bioindicadores en suelos y abonos orgánicos. Sello editorial universidad del Tolima.

Magallanes Beltrán Jose Luis, 2018. Propiedades físicas de los suelos, un recurso natural prestador de servicios biológicos y ambientales.

Mi sistema solar, 2019. Propiedades físicas del suelo.

Mosquera Harley Quinto et al., 2022. Contenido de nutrientes, acidez y textura del suelo en áreas degradadas por la minería en el Choco biogeográfico.

Nawaz, K.; Hussain, K.; Majeed, A.; Khan, F.; Afghan S. y Ali. 2010. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. African Journal of Biotechnology, vol. 9, no. 34, p. 5475-5480.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2009. Guía para la descripción de suelos. Roma. 99 pág.

Pei-chun, the use of plant growthpromoting rhizobacteria (pgpr) and an arbuscular mycorrhizal fungus (amf) to improve plant growth in saline soils for phytoremediation. [thesis of master], university of waterloo, 2007, p. 127.

Pérez Huamán Esther (2019), Influencia de dos fuentes de materia orgánica enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) en un inceptisols de Pucallpa.

Ramos, f. 1981. Herencia de tres diferentes tipos de reacción a roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de maestría. Facultad de agronomía, universidad nacional de Colombia, Bogotá. 54 p.

Rhoades, j.; Kandiah, a y mashali, a. The use of saline waters for crop production. Fao irrigation and drainage paper. 1992, p. 48.

Ramos agüero, d., & Terry Alfonso, e. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. 35, 52–59. [Http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007)

Ricse gala, Édison Roberto, 2018, efecto de enmiendas en un suelo ácido con cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., variedad norteña – Satipo para optar el título de ing. En ciencias agrarias.

Ríos, b; Quiroz d. 2002. El frijol (*P. vulgaris* L.) Cultivo, beneficio y variedades. Convenio fenalce. Medellín. 193p.

Rome, 2021. Mapeo de suelos afectados por salinidad, especificaciones técnicas y directrices para los países.

Salas, h. (2004). Respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) A diferentes dosis de fertilización en sistemas agrícolas que aprovechan escurrimientos. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de: ingeniero agrónomo en irrigación universidad autónoma agraria Antonio narro. División de ingeniería. Buenavista saltillo; Coahuila, México.

Soriano Soto Maria Desamparados, 2021. pH del suelo.

Torres Girón Josué, 2019. Uso y cálculo de enmiendas del suelo en el cultivo del café.

- Vergaray, p. 1998. Ensayo de rendimiento y sus componentes en 15 variedades de frijol (phaseolus vulgaris l.) Tipo panamito. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM. Lima-Perú.
- White j. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. En: frijol investigación y producción. Editado por: Fernández, f; schoonhoven, a y López, m. CIAT, Cali. Co. 43-60.
- White, j.w. And j. Castillo. 1988. Studies at CIAT on mechanisms of drought tolerance in bean. P. 146-164. In j.w. White, g. Hoogenboom, f. Ibarra, and s. Singh (eds). Research on drought tolerance in coramon bean. Documento de trabajo no. 41. CIAT; Cali, Colombia.
- White, J. y J. Izquierdo. 1989. FRIJOL: Fisiología del potencial de rendimiento y la tolerancia al estrés. CIAT-FAO. Santiago, Chile. 91 p.
- Yui Chang Augusto, 2018. Incorporación de biomasa de Lemna minor y su efecto en la incidencia de Rizhoptonia solani en frijol común.
- Zhu, J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. Current Opinion in Plant Biology, 2003, vol. 6, p. 441-445.

ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta a los 15 días después de la siembra

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7.4	6	5.9	4.9	5.9
R2	7.2	5.8	6.2	5.3	6.6
R3	6.9	4.8	5.4	5.2	6
R4	5.3	5.6	4.9	5.1	5.4
SUMA	26.8	22.2	22.4	20.5	23.9
PROMEDIO	6.7	5.6	5.6	5.1	6.0

Anexo 2. Altura de planta a los 27 días después de la siembra

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7.2	6.2	5.6	5	5.5
R2	8	5.7	6.4	5.3	6.6
R3	7.2	4.8	5.4	5.1	5.6
R4	5.3	5.6	5.2	5.2	5.5
PROMEDIO	6.9	5.6	5.7	5.2	5.8

Anexo 3. Altura de planta a los 36 días después de la siembra

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7.3	6.4	7.1	5.9	7.6
R2	10.1	7.3	6.3	6	6.3
R3	9.6	5.2	6.2	7.8	4
R4	7.6	4.6	6.2	6.4	6.7
PROMEDIO	8.7	5.9	6.5	6.5	6.2

Anexo 4. Altura de planta a los 48 días después de la siembra

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	11.4	7.7	8.3	6.8	7
R2	15.7	9.1	7.5	5.5	6.8
R3	12.7	7.2	7.3	8.8	5.9
R4	10.6	5.8	9.1	9.1	7.9
PROMEDIO	12.6	7.5	8.1	7.6	6.9

Anexo 5. Altura de planta a los 61 días después de la siembra

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	14.2	8.3	9.2	7.3	8.8
R2	18.3	10.7	9.8	8.1	9.2
R3	5.2	8.6	9.9	10.5	7.1
R4	13.7	7.6	10.7	11.4	9.9
PROMEDIO	12.9	8.8	9.9	9.3	8.8

Anexo 6. Altura de planta a los 79 días después de la siembra.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	21.1	10.1	11.1	7.9	14.4
R2	40.5	18	13.8	13.9	12.4
R3	42.7	11.8	15.7	11.6	16
R4	36.2	14.5	17.9	24.8	15.3
PROMEDIO	35.13	13.60	14.63	14.55	14.53

Anexo 7. Contenido de materia seca.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	16.28	8.9	4.8	3.4	9.8
R2	10.6	5.4	6	4.8	6.1
R3	19.8	6.4	7.2	5.9	5
R4	18.9	7.4	7.8	11	9.5
PROMEDIO	16.4	7.0	6.5	6.3	7.6

Anexo 8. Contenido de clorofila (SPAD) a los 35 días después de la siembra.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	34.9	34.4	31.8	33.4	39.8
R2	37.9	34.6	35.8	28.3	35.3
R3	39.9	31.8	33.3	35.7	34.1
R4	34.5	33.8	37.8	31.7	37.1
PROMEDIO	36.8	33.7	34.7	32.3	36.6

Anexo 9. Contenido de clorofila (SPAD) a los 48 días después de la siembra.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	33.6	32.2	25.5	25.8	35.5
R2	41.2	28.1	27.4	23.7	30.2
R3	40.9	31.1	26.6	27.9	28.9
R4	38.3	27.7	32.6	29.8	31.9
PROMEDIO	38.5	29.8	28.0	26.8	31.6

Anexo 10. Contenido de clorofila (SPAD) a los 65 días después de la siembra.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	42.5	33.1	21.8	20	33.6
R2	39.6	33.1	30.7	28.3	29.1
R3	41.2	32.8	26	27.2	26.4
R4	41.1	26.8	32.4	29	28.5
PROMEDIO	41.1	31.5	27.7	26.1	29.4

Anexo 11. Contenido de clorofila (SPAD) a los 89 días después de la siembra.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	37.5	32.6	22.2	24	35.7
R2	38.2	36	29.7	31.8	28.4
R3	42.3	32.4	29.3	31.1	28.7
R4	40.3	29.4	33	29.7	32.5
PROMEDIO	39.6	32.6	28.6	29.2	31.3

Anexo 12. Área Foliar (cm²).

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	1427.5	350.7	288.2	229.1	625.6
R2	1195.3	445.8	328.1	369.7	372.9
R3	1306.6	438.3	498.1	427.7	354.4
R4	1326.5	493	463.8	678.7	627.5
PROMEDIO	1314.0	432.0	394.6	426.3	495.1

Anexo 13. pH de suelo bajo condición de invernadero.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	8.71	8.46	8.41	8.34	8.52
R2	8.65	8.4	8.34	8.36	8.56
R3	8.63	8.42	8.24	8.5	8.35
R4	8.69	8.36	8.6	8.49	8.5
PROMEDIO	8.7	8.4	8.4	8.4	8.5

Anexo 14. Conductividad eléctrica bajo condición de invernadero.

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	2.68	5.32	7.05	5.54	4.62
R2	1.89	4.66	7.94	6.79	4.81
R3	1.63	7.92	9.24	5.33	4.64
R4	1.52	9.04	9.04	5.53	6.4
PROMEDIO	1.9	6.7	8.3	5.8	5.1

Anexo 15. Resultados del análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) a los 79 días después de la siembra del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamientos	4	1387.27	346.82	14.39	3.26
Bloques	3	221.23	73.74	3.06	3.49
Error	12	289.27	24.11		
Total	19	1897.77			
				CV	26.56 %

**Anexo 16.Resultados del análisis de varianza (ANVA) para la materia seca (gr)
del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).**

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamientos	4	296.64	74.16	13.36	3.26
Bloques	3	47.214	15.74	2.835	3.49
Error	12	66.615	5.551		
Total	19	410.47			
				CV	26.93 %

**Anexo 17.Resultados del análisis de varianza (ANVA) para el contenido de
clorofila (SPAD) del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).**

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamientos	4	311.733	77.93	6.280085955	3.26
Bloques	3	22.7	7.567	0.609743814	3.49
Error	12	148.915	12.41		
Total	19	483.348			
				CV	10.93 %

**Anexo 18.Resultados del análisis de varianza (ANVA) para el Área foliar (cm²)
del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).**

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamientos	4	2482525	620631.3	46.65	3.26
Bloques	3	84421.7	28140.56	2.115	3.49
Error	12	159654	13304.51		
Total	19	2726601			
				CV	18.84 %

Anexo 19. pH de suelo bajo condición de invernadero del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamientos	4	0.2042	0.051	6.233	3.26
Bloques	3	0.0267	0.009	1.088	3.49
Error	12	0.0983	0.008		
Total	19	0.3293			

CV 1.07 %

Anexo 20. Conductividad eléctrica bajo condición de invernadero del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamientos	4	89.647	22.41	17.2	3.26
Bloques	3	4.8857	1.629	1.25	3.49
Error	12	15.64	1.303		
Total	19	110.17			

CV 20.46 %

Anexo 21. Análisis de Suelo – Salinidad tablada 1A- 30 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-01S -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1A - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	44.18	%		
Limo	36.01	%		
Arilla	19.81	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	42.70	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.99	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	2.10	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.26		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	9.34	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.07	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.12	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	376.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amónico
Calcio	9.42	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.35	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.42	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.89	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	9.41	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	15.08	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	8.11	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	11.89	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	4.17	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.35	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	9.24	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	8.56	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	6.80	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.64	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	3.64	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S : Estado de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico-Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 22. Análisis del Suelo -Salinidad tablada 1A-60 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-02S -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1A - 60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	64.19	%		
Limo	22.99	%		
Arilla	12.82	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	33.86	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.22	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.16	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.30		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	3.30	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.69	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	323.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amónico
Calcio	4.72	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.61	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.99	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.81	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	12.21	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	8.13	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	4.73	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	7.28	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	1.17	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.87	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	4.43	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	1.63	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	9.00	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.41	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.36	ppm (")	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S : Estado de Saturación.
(1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm (") : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 23. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1A- 90 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-035 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1A - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	68.15	%		
Limo	20.01	%		
Arilla	11.84	%	MES - 001	Bouyucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	25.29	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.04	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.21	dS / m	MES - 004	Ele drométrico
pH (1V1) a Temp. 23.9 °C	8.23		MES - 005	Ele drométrico
Fósforo Disponible	1.92	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.34	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.02	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	890.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	3.16	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.48	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.88	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	2.27	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	21.40	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	8.79	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	5.14	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argenométrico
Sulfato	6.54	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.59	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2.320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.02	mEq / L	SM 2.320 B	Volumétrico
Calcio	2.87	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	1.21	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	9.60	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.48	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.04	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

NOTAS:

E.S : Extracción de Saturación.
(1:1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(L) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods.

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization.

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 24. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1B+2B - 30 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-045 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1B + 2B - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	42.17	%		
Limo	36.02	%		
Arcilla	21.81	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	49.65	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	2.46	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	5.47	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.15		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	20.32	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.76	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.16	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	585.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	11.73	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.47	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.25	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.35	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	7.04	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	17.80	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	28.92	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	21.71	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	9.84	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2.320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.76	mEq / L	SM 2.320 B	Volumétrico
Calcio	21.15	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	12.45	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	27.32	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.99	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	8.16	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S : Extracción de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 25. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1B+2B - 60 cm.


VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-055 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 1B + 2B - 60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	48.14	%		
Limo	32.02	%		
Arcilla	19.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	42.24	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.40	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	4.01	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1V) a Temp. 23.9 °C	8.06		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	4.94	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.38	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.08	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	297.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	8.16	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.86	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.63	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.72	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	12.16	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	13.37	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	23.65	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	15.64	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	3.59	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.93	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	13.89	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	8.47	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	20.79	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.96	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	7.12	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S : Extracción de Saturación
(1:1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization.

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.



MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 26. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 1B+2B - 90 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-06S -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : 1B + 2B - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	62.18	%		
Limo	22.01	%		
Arilla	15.81	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	34.71	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.03	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	3.17	dS / m	MES - 004	Ele drométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.09		MES - 005	Ele drométrico
Fósforo Disponible	3.30	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.69	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	187.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	6.13	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.67	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.37	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.46	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	14.21	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	9.63	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	18.65	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	14.67	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	1.56	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.71	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	8.99	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	5.51	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	19.02	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.49	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	8.20	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA

E.S : Extracción de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(L) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 27. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 2A - 30 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-075 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : 2A - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	36.19	%	MES - 001	Bouyoucos
Limo	41.99	%		
Arcilla	21.82	%		
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	52.32	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	2.96	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	3.07	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 24 °C	8.08		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	48.86	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	3.79	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.22	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	854.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	12.63	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	4.43	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.27	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	2.06	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	6.22	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	20.39	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	16.49	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argenlométrico
Sulfato	14.65	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	4.60	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.83	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	11.14	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	6.92	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	15.80	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.37	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	5.72	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S : Extrado de Saturación.
(1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrofotómetro de Absorción por Llama.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 28. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 2A - 60 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-085 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 2A - 60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	53.15	%		
Limo	28.01	%		
Arcilla	18.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	41.70	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.70	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	2.17	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.21		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	4.40	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.86	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.05	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	343.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	7.50	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.36	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.87	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.85	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	7.52	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	11.58	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	11.08	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	12.07	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	2.40	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.31	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	8.53	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	4.63	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	12.52	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.79	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.20	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

NOTAS:

E.S. : Extracto de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico efectivo.
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 29. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 2A – 90 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
MATRIZ : SUELO AGRÍCOLA

ANÁLISIS N° : 759-095 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : 2A - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	53.17	%	MES - 001	Bouyoucos
Limo	33.02	%		
Arcilla	13.81	%		
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	31.07	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.04	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	2.42	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.07		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	2.34	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.17	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.01	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	390.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	4.21	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.34	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.82	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.96	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	11.20	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	7.34	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	12.84	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	11.34	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	2.26	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.78	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	8.44	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	4.49	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	12.67	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.32	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.92	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

DONDE:

E.S : Entado de Saturación
(1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Mas a / Masa
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standar Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 30. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3A – 30 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-105 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 3A - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	39.14	%		
Limo	42.02	%		
Arcilla	27.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	57.63	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	3.21	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.79	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.12		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	10.02	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	3.45	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.20	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	438.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	15.57	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	4.58	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.30	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.09	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	5.79	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	22.54	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	7.84	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	9.98	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	3.21	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.53	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	7.12	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	3.88	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	10.42	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.57	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.16	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S : Estado de Saturación
(1/1) : Relación litra a litro de Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo
% : litro a litro
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization

FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 31. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3A – 90 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 799-125 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : 3A - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	64.19	%		
Limo	20.99	%		
Ardilla	14.82	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	31.82	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.03	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C	2.00	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.8 °C	7.57		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	2.06	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.52	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.03	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	308.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	6.11	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.24	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.59	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.77	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	6.78	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	8.70	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	10.81	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	11.27	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.32	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.71	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	7.50	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	4.97	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	10.67	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.72	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	4.12	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S. : Estado de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico-Effective
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization
FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 32. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3A – 60 cm.



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-11S-2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 3A - 60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	44.18	%		
Limo	34.01	%		
Arcilla	21.81	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	47.69	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.24	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C.	2.16	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (V1) a Temp. 23.8 °C	8.09		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	4.26	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.21	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.07	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	264.00	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	9.82	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.49	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.97	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.65	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	6.95	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	13.92	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	10.81	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	12.73	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	1.30	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.97	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	9.87	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	5.13	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	10.33	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.52	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	3.40	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

NOTAS:

E.S. : Extracto de Saturación
(T.T.T) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
ISO : International Organization for Standardization
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 33. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3B+4B – 30 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-13S -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : 3B + 4B - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	49.15	%		
Limo	29.01	%		
Arcilla	21.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	44.74	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	2.08	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	3.19	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.8 °C	8.19		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	28.56	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.76	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.16	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	507.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	11.76	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.70	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.17	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.20	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	6.56	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	17.82	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	14.46	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	17.15	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	4.86	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.49	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	13.33	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	7.30	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	14.95	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.31	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	8.16	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S. : Extracto de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

ISO : International Organization for Standardization

FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 34. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3B+4B – 60 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-14S-2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 3B + 4B - 60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	61.17	%	MES - 001	Bouyoucos
Limo	22.02	%		
Arcilla	16.81	%		
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	37.80	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.07	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C.	2.62	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.8 °C	8.25		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	5.76	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.86	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.05	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	320.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	6.87	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.80	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.10	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.79	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	10.45	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	10.56	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	11.89	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	15.55	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	2.99	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volúmetrico
Bicarbonato	0.93	mEq / L	SM 2320 B	Volúmetrico
Calcio	7.37	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	4.48	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	18.00	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.84	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	6.36	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S. : Extracto de Saturación
(1 / 1) : Relación Masa de Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 35. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 3B+4B – 90 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PRECIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-155 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 3B + 4B - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	64.14	%		
Limo	20.02	%		
Arcilla	15.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	35.38	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.02	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	2.92	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.8 °C	8.17		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	5.08	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.69	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	252.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	6.18	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.63	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.22	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.62	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	12.61	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	9.64	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	14.73	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	15.48	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	2.69	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.78	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	8.73	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	5.12	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	18.80	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.73	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	5.80	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

LEGENDA:

E.S : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 36. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 5B – 30 cm.


VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 799-16S-2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 5B - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	60.18	%	MES - 001	Bouyoucos
Limo	20.01	%		
Arcilla	19.81	%		
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	34.96	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.82	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C.	2.17	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.05		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	61.36	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.90	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.11	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	425.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	9.80	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.00	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.81	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.03	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	5.53	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	14.65	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	9.73	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	11.73	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	3.47	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.72	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	8.36	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	5.08	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	10.85	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	1.62	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	5.32	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

NOTAS:

E.S. : Extracto de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
ISO : International Organization for Standardization
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 37. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 5B – 60 cm.



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-175 -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : 5B - 60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	68.19	%	MES - 001	Bouyoucos
Limo	15.99	%		
Ardilla	15.82	%		
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	34.91	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.09	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C.	1.57	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.9 °C	8.31		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	3.98	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.52	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.03	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	240.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	6.36	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.57	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.68	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.59	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	7.40	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	9.20	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	6.62	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	8.63	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	3.52	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.90	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	4.26	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	2.55	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	11.65	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.63	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	5.72	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

CONDE

E.S. : Extracto de Saturación
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo
% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
ppm(*) : mg / L

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
ISO : International Organization for Standardization
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 38. Análisis del suelo – Salinidad Tablada 5B – 90 cm.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 799-18S -2023
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : 5B - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	70.15	%		
Limo	18.01	%		
Arilla	11.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	27.94	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.05	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	1.33	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	8.18		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	1.92	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.34	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.02	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	393.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	3.66	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.15	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.98	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.98	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	14.52	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	6.78	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	5.27	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	7.43	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	2.53	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.82	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	2.39	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	1.32	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	11.09	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.78	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	1.04	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

DONDE:

E.S : Estado de Saturación.
(1/1) : Relación litro de Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Methods.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 39. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 1.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
MATRIZ : HOJAS DE FRIJOL

ANÁLISIS N° : 133-01F-2024
LUGAR : Arequipa
FECHA DE RECEP. : 22/01/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : T 1

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N %)	3.09	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P %)	0.34	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K %)	3.52	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca %)	2.61	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg %)	0.61	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S %)	0.27	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Boro Total (B ppm)	174.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:-

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 40. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 2.



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ANÁLISIS N° : 133-02F -2024

PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

LUGAR : Arequipa

MATRIZ : HOJAS DE FRIJOL

FECHA DE RECEP. : 22/01/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : T 2

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N _T)	2.84	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.22	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	3.19	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	2.74	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.66	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.71	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Boro Total (B)	488.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65 °C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 41. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 3.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ANÁLISIS N° : 133-03F -2024

PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

LUGAR : Arequipa

MATRIZ : HOJAS DE FRUJOL

FECHA DE RECEP. : 22/01/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : T 3

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N _T)	2.59	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.23	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	2.93	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	2.43	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.55	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.76	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Boro Total (B)	411.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico

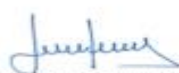
Los resultados están expresados en muestra seca a 65 °C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 42. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 4.



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ANÁLISIS N° : 133-04F - 2024

PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

LUGAR : Arequipa

MATRIZ : HOJAS DE FRIJOL

FECHA DE RECEP. : 22/01/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : T 4

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N %)	2.93	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P %)	0.23	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K %)	3.43	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca %)	2.51	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg %)	0.71	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S %)	0.51	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Boro Total (B ppm)	395.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 43. Análisis Foliar – Nutricional del Tratamiento 5.



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ANÁLISIS N° : 133-05F -2024

PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

LUGAR : Arequipa

MATRIZ : HOJAS DE FRIJOL

FECHA DE RECEP. : 22/01/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : T 5

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N %)	3.05	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P %)	0.24	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K %)	2.61	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca %)	2.22	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg %)	0.51	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S %)	0.37	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Boro Total (B ppm)	518.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 44. Análisis de agua de riego- Nutricional.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ANÁLISIS N° : 110-01A-2024

PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

LUGAR : Arequipa

MATRIZ : AGUA DE RIEGO

FECHA DE RECEP. : 06/01/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA - NUTRICIONAL MUESTRA : MUESTRA N. 01

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a 26 °C	8.72		EPA 150.1	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C.	2.61	mS / cm	EPA 120.1	Electrométrico
Calcio (Ca)	9.05	mEq-g /L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio (Mg)	6.28	mEq-g /L	EPA 242.1	FAAS
Sodio (Na)	10.23	mEq-g /L	EPA 273.1	FAAS
Potasio (K)	0.70	mEq-g /L	EPA 258.1	FAAS
Amonio (NH ₄ ⁺)	< 0.01	mEq-g /L	UNE 77028:1983	Volumétrico
Cloruro (Cl ⁻)	5.27	mEq-g /L	SM 4500 Cl-B	Argentométrico
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	14.19	mEq-g /L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato (NO ₃ ⁻)	0.19	mEq-g /L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato (CO ₃ ²⁻)	< 0.02	mEq-g /L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	5.71	mEq-g /L	SM 2320 B	Volumétrico
Fósforo (H ₃ PO ₄ ⁻³)	< 0.01	mEq-g /L	SM 4500-P BJE	Colorimétrico
Cobre (Cu)	< 0.01	ppm	EPA 220.1	FAAS
Zinc (Zn)	0.04	ppm	EPA 289.1	FAAS
Manganeso (Mn)	0.01	ppm	EPA 243.1	FAAS
Hierro (Fe)	0.15	ppm	EPA 236.1	FAAS
Boro (B)	6.40	ppm	ISO 9390 : 1990	Colorimétrico
R. A. S.	3.69		MEA - 002	Cálculo Matemático

LEYENDA:

R.A.S. : Relación de Adición de Sodio
ppm : mg / L
MEA : Método propio del Laboratorio.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 45. Calicatas de 30-60-90cm.



Anexo 46. Ingreso a la estufa de cada tablada a cada profundidad.



Anexo 47. Contenido de clorofila (SPAD)

