



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas,

Pisco 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORA:

DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

ASESORA:

MG. MARIA ALIAGA MARTINEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad Ambiental y Gestión de Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018-II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) Quisque Espinoza Das Pamela
 cuyo título es: Fiteostabilización del Algaamba (Panicum
jubilata) frente al Tomo (Lepinus mutabilis Sweet)
para la reducción de Nitrógeno en suelos agrícolas

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
 el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número)
DIECISEIS (letras).

Los Olivos 15 de diciembre del 2018.



 PRESIDENTE



 SECRETARIO



 VOCAL



		Representante de la Dirección /		
--	--	---------------------------------	--	--

Dedicatoria

A Dios por haber llegado hasta ese momento de mi vida profesional y también por concederme salud para lograr mis objetivos, a mi madre Rosa Doris Espinoza Muñoz, por haberme apoyado en todo momento y sobre todo en la formación profesional, y a mis hermanos Jessica Quispe Espinoza, Juan Quispe Espinoza y Romy Quispe Espinoza, por el apoyo en todo momento en mi carrera profesional.

Agradecimiento:

Le doy gracias a Dios por bendecirme la vida, darme el apoyo y la fuerza en momentos de dificultad.

Mi agradecimiento a la Dra. María Aliaga Martínez mi asesora de tesis, quien me oriento en la realización de mi presente investigación.

Agradezco a Hitler Román Pérez y al Ing. Jossep Hernán Albuja Quispe por su gran colaboración y discernimiento muy importante para el desarrollo de mi presente investigación.

Declaración Jurada de Autenticidad

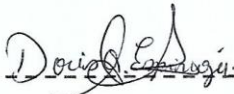
Yo Quispe Espinoza, Doris Pamela identificada con DNI: 76517299, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, me presento con la tesis titulada "Fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018"

Declaro bajo juramento que:

La tesis es de mi auditoria y que toda la documentación, datos e información que acompaño es veraz y autentica.

Por lo que asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, u ocultamiento u omisión tanto en los documentos como información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de noviembre del 2018.

-----

Quispe Espinoza, Doris Pamela

DNI: 76517299

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento a las normas establecidas en la Universidad César Vallejo, para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental, pongo a su disposición la tesis titulada “Fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación.

La investigadora.

ÍNDICE

Página del Jurado.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento	IV
Declaración de autenticidad.....	V
Presentación.....	VI
Indice	VII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática.....	2
1.2 Trabajos Previos	4
1.3 Teorías relacionadas al tema	11
1.3.1 Marco Teórico	11
1.3.2 Marco Legal.....	26
1.4 Formulación del problema.....	27
1.4.1 Problema general	27
1.4.2 Problemas específicos.....	27
1.5 Justificación del estudio	27
1.6 Hipótesis	28
1.6.1 Hipótesis general	28
1.6.2 Hipótesis específicos	29
1.7 Objetivos.....	29
1.7.1 Objetivo general	29
1.7.2 Objetivos específicos.....	30
II. MÉTODO	30
2.1 Diseño de Investigación.....	30
2.2 Variables, operacionalización.....	44
2.2.1 Operacionalización de variables	44
2.3 Población y muestra	46
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	47
2.4.1 Técnica.....	47

2.4.2 Instrumento.....	47
2.4.3 Validez y confiabilidad del instrumento.....	48
2.5 Métodos de análisis de datos	49
2.6 Aspectos éticos	49
III. RESULTADOS	50
3.1 Eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco 2018.....	50
3.2 Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.....	56
3.3 Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.....	63
3.4 Concentración final de Vanadio en la raíz en ambas especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	70
3.5 Evaluación las variaciones de crecimiento de Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.....	75
IV. DISCUSIÓN.....	96
V. CONCLUSIONES	98
VI. RECOMENDACIONES.....	99
VII. REFERENCIAS.....	100
VIII. ANEXOS.....	108

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia	110
Anexo 02: Ficha de resultados de análisis de suelo.....	111
Anexo 03: Ficha de resultados de análisis foliar	113
Anexo 04: Ficha de registro de crecimiento de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).	115
Anexo 05: Norma Técnica de Suelos de Ecuador	117
Anexo 06: Resultados de análisis de suelos	119
Anexo 07: Condiciones iniciales del suelo	120
Anexo 08: Resultados caracterización de suelo	122
Anexo 09: Resultados de rutina de suelos	124
Anexo 10: Resultados de concentración de Vanadio es la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	126
Anexo 11: Resultados de concentración de Vanadio es la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).	127
Anexo 12: Resultados de análisis foliar iniciales con Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) sin adicionar compost.....	128
Anexo 13: Resultados de análisis foliar iniciales del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) agregando compost.....	129
Anexo 14: Resultados de análisis foliar iniciales del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin adicionar compost.....	130
Anexo 15: Resultados de análisis foliar iniciales del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) agregando compost.....	131
Anexo 16: Resultados de análisis foliar intermedios con Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) sin adicionar compost.....	132
Anexo 17: Resultados de análisis foliar intermedios del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) agregando compost.....	133
Anexo 18: Resultados de análisis foliar intermedios del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin adicionar compost.....	134
Anexo 19: Resultados de análisis foliar intermedios del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) agregando compost.....	135
Anexo 20: Resultados de análisis foliar final con Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) sin adicionar compost.....	136

Anexo 21: Resultados de análisis foliar final del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) agregando compost.....	137
Anexo 22: Resultados de análisis foliar final del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin adicionar compost.....	138
Anexo 23: Resultados de análisis foliar final del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin adicionar compost.....	139
Anexo 24: Resultados de análisis foliar final del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin adicionar compost.....	140
Anexo 25: Fotografías	141
Anexo 26: Resultados de identificación Taxonómica de las especies.....	148
Anexo 27: Resultados final de Rutina de suelos	149
Anexo 28: Resultados final de Caracterización de suelos	150
Anexo 29: Observaciones en el período del desarrollo de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	151

LISTA DE TABLAS

Tabla 01. Contenido de nutrientes de compost	14
Tabla 02. Taxonomía del Algarrobo (<i>Prosopis Juliflora</i>).....	16
Tabla 03. Composición química de la especie Algarrobo (<i>Prosopis Juliflora</i>)	16
Tabla 04. Taxonomía del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)..	18
Tabla 05. Agroquímicos	19
Tabla 06. Productos que siembra la comunidad regantes Toma de León....	20
Tabla 07. Resultados fisicoquímicos del suelo agrícola.....	21
Tabla 08. Clasificación de potencial de hidrógeno.....	24
Tabla 09. Porcentaje de carbonatos y su clasificación	25
Tabla 10. Norma Técnica de Suelos de Ecuador	26
Tabla 11. Tratamiento aplicados al suelos contaminado por Vanadio	31
Tabla 12. Distribución del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) en el área de estudio	40
Tabla 13. Distribución del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) en el área de estudio.	41
Tabla 14. Distribución del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en el área de estudio.....	42
Tabla 15. Distribución del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en el área de estudio.....	43
Tabla 16. Matriz de operacionalización de variables	45
Tabla 17. Coordenadas de muestreo de suelos	47
Tabla 18. Técnicas e instrumentos	47
Tabla 19. Análisis fisicoquímicos inicial del suelo agrícola	50
Tabla 20. Concentración de Vanadio en el suelo agrícola	51
Tabla 21. Porcentaje de eficiencia de Vanadio en suelos agrícola.....	53
Tabla 22. Prueba de Normalidad	54
Tabla 23. Anova para los distintos tratamientos.....	55
Tabla 24. Concentración de Vanadio en especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	56
Tabla 25. T ₁ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	56
Tabla 26. T ₁ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	57
Tabla 27. T ₂ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	58
Tabla 28. T ₂ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	58
Tabla 29. T ₃ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	59
Tabla 30. T ₃ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	59
Tabla 31. Resultado de concentración final de Vanadio en suelo agrícola	61
Tabla 32. Prueba de muestras relacionadas T- student.....	62

Tabla 33. Resultado estadístico para la investigación.....	62
Tabla 34. Concentración de Vanadio en especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	63
Tabla 35. T ₁ -Resultados: Análisis foliar Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	63
Tabla 36. T ₁ -Resultados: Análisis foliar Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	64
Tabla 37. T ₂ -Resultados: Análisis foliar Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	64
Tabla 38. T ₂ -Resultados: Análisis foliar Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	65
Tabla 39. T ₃ -Resultados: Análisis foliar Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	65
Tabla 40. T ₃ -Resultados: Análisis foliar Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	66
Tabla 41. Resultados de concentración final de Vanadio en suelo agrícola.....	68
Tabla 42. Prueba de muestras relacionadas T- student.....	68
Tabla 43. Resultado estadístico para la investigación.....	68
Tabla 44. Concentración final del Vanadio en la raíz de las especies.....	70
Tabla 45. Análisis ANOVA de un factor.....	73
Tabla 46. HSD Tukey.....	74
Tabla 47. Altura del tallo de la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	75
Tabla 48. Promedio de crecimiento de ramas de la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	76
Tabla 49. Promedio de crecimiento de hojas de la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	78
Tabla 50. Altura del tallo de la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	79
Tabla 51. Promedio de crecimiento de ramas de la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	80
Tabla 52. Promedio de crecimiento de hojas de la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	82
Tabla 53. Altura del tallo de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	83
Tabla 54. Promedio de crecimiento de ramas de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	85
Tabla 55. Promedio de crecimiento de hojas de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	86
Tabla 56. Altura del tallo de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	88
Tabla 57. Promedio de crecimiento de ramas de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	89

Tabla 58. Promedio de crecimiento de hojas de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	91
Tabla 59. Altura final del tallo del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	92
Tabla 60. Altura final del tallo del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	93
Tabla 61. Análisis ANOVA de un factor.....	95
Tabla 62. HSD Tukey	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Fitoestabilización	13
Figura 02: Características del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	15
Figura 03: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	15
Figura 04: Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	18
Figura 05: USDA Textura del suelo	22
Figura 06: Dinámica de los metales pesados en el suelo.....	25
Figura 07: Área del estudio en la comunidad regante Toma de León	32
Figura 08: Fórmula de porcentaje de eficiencia.. ..	33
Figura 09: Partición de muestras de suelos	36
Figura 10: Mapa de localización del área del proyecto.....	46
Figura 11: Concentración de Vanadio (V) en suelo agrícola	52
Figura 12: Absorción de Vanadio (V) en la raíz del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	60
Figura 13: Absorción de Vanadio (V) en la raíz del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	66
Figura 14: Absorción de Vanadio en raíz del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	70
Figura 15: Absorción de Vanadio en raíz del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	71
Figura 16: Absorción de Vanadio en la raíz del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	72
Figura 17: Altura del tallo del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	75
Figura 18: Promedio de crecimiento de ramas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	77
Figura 19: Promedio de crecimiento de hojas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	78
Figura 20: Altura del tallo del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	80
Figura 21: Promedio de crecimiento de ramas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	81
Figura 22: Promedio de crecimiento de hojas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	82
Figura 23: Altura del tallo del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	84
Figura 24: Promedio de crecimiento de ramas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	85
Figura 25: Promedio de crecimiento de hojas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	87
Figura 26: Altura del tallo del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	88
Figura 27: Promedio crecimiento ramas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	90
Figura 28: Promedio crecimiento hojas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	91
Figura 29: Altura final del tallo de la especie Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>).....	92
Figura 30: Altura final del tallo de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	93

RESUMEN

El presente trabajo investigación con un diseño experimental, donde se investigó soluciones a la problemática de contaminación de suelo agrícola por Vanadio, que se encuentra en la Comunidad Regantes Toma de León en el distrito de Independencia, Pisco. Estos suelos agrícolas tienen un elevado contenido de Vanadio 44.71 mg/kg, excediendo con la Norma Técnica de Suelos de Ecuador que establece una concentración de 25 mg/kg de Vanadio en suelo agrícola. Por ello, se aplicó en el mismo terreno las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) (sin compost y agregando compost) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (sin compost y agregando compost) en un área total de 225 m², donde se realizó análisis en diferentes tiempos (inicio, intermedio y final) obteniendo resultados de absorción en ambas especies (raíz, tallo y hoja), se realizó un seguimiento de crecimiento (altura del tallo, promedio de crecimiento de ramas y promedio de crecimiento de hojas) de ambas especies. Se determinó que ambas especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) absorben el elemento Vanadio solo en la raíz reduciendo la concentración inicial del elemento. El tratamiento que obtuvo mayor eficiencia fue de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost obteniendo una absorción en la raíz 30.9 ppm, tallo 0.2 ppm y hoja 0.1 ppm reduciendo en un 93.28% respectivamente.

Palabras claves: suelo agrícola, Vanadio, Algarrobo (*Prosopis juliflora*), Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), absorción.

ABSTRACT

The present investigation was developed with an experimental design, where the solution to the problem of contamination of agricultural soil by vanadium was investigated, which is found in the community of Regantes Toma de León in the district of Independencia, Pisco. These agricultural soils have a high vanadium content of 44.71 mg / kg, exceeding the Soils Technical Standard of Ecuador that establishes a concentration of 25 mg / kg vanadium in agricultural soil. Therefore, the Algarrobo species (*Prosopis juliflora*) (without compost and adding compost) were applied in the same field against the Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (without compost and adding compost) in a total area of 225 m², where analysis was carried out at different times (beginning, intermediate and final) obtaining absorption results in both species (root, stem and leaf), growth was monitored (height of the stem, average growth of branches and average growth of leaves) of both species. It was determined that both Algarrobo (*Prosopis juliflora*) and Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) species absorbed the vanadium element only in the root, reducing the initial concentration of the element. The treatment that was more efficient was Tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) adding compost obtaining an absorption in the root 30.9 ppm, stem 0.2 ppm and leaf 0.1 ppm reducing by 93.28% respectively.

Keywords: agricultural soil, vanadium, carob tree (*Prosopis juliflora*), Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), absorption.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las poblaciones del mundo utilizan agroquímicos para la reducción, fiscalización y anulación de una plaga presente en sus cultivos, asimismo presentan un riesgo para la salud de los pobladores que se encuentran en contacto directo con los agroquímicos, si bien el uso de estos puede traer beneficios para los cultivos, también puede ocasionar daños ambientales, ocasionando la infertilidad del suelo, alterando sus propiedades fisicoquímicas por metales pesados Cd, Cr, Zn, Ba, V, Zn, entre otros.

Los suelos agrícolas vienen siendo afectados por el uso excesivo de agroquímicos por los agricultores, estas sustancias químicas son tóxicas para los organismos del suelo, también son tóxicos al medio ambiente, ya que se libera abiertamente al medio ambiente ocasionando contaminación de suelos, generando la degradación del suelo paulatinamente, del mismo modo causa pérdidas económicas a los agricultores, por esta razón se indaga el desarrollo de nuevas tecnologías naturales para el tratamiento de suelos, que sean eficaces, amigable con el medio ambiente y opten menores costos. La fitorremediación se basa con el empleo de plantas para reducir contaminantes en el suelo, por lo tanto, el tipo de planta pueden concentrar sustancias mediante el proceso de fitoestabilización, ya que la planta procesa metales pesados a partir de la absorción y acumulación en la raíz, reduciendo las cantidades de concentración de metal pesado que se localiza en suelos agrícolas (Jaramillo y Flores, 2012).

Los pobladores de la comunidad sector Toma de León (Fundo Santa Julia) - Pisco, no cuentan con los recursos económicos suficientes para remediar los suelos contaminados por agroquímicos, por ello se empleó dos tipos de plantas naturales Algarrobo (*Prosopis Juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), los cuales fueron de fácil plantación, además no necesita de inversiones mayores, y es aprovechada para la silvicultura e inmigración de áreas verdes (Rojas, 2016). El objetivo principal de la presente investigación fue determinar la eficiencia del Algarrobo (*Prosopis Juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la reducción de concentración de Vanadio en suelos agrícolas en la comunidad regantes Toma de León – Pisco, 2018.

1.1 Realidad problemática:

En la actualidad, la contaminación por metales pesados en el suelo, principalmente se da en el sector agricultura, debido a su empleo intenso directamente a los suelos agrícolas, con la intención de acelerar las cosechas y adquisición de alimentos como también materias primas para elaborar cualquier tipo de cosas. Indistintamente, otras actividades antropogénicas también hacen uso indiscriminado, lo cual provoca una degradación progresiva del suelo. (Martí, et al., 2011).

Los pobladores de la comunidad regantes Toma de León (Fundo Santa Julia), emplean la práctica de rotación de cultivo, el cual aporta un tiempo de descanso corto al suelo, sembrando cultivos que sean menores de cuatro meses, para así evitar la explotación del suelo agrícola y también evitar algunas enfermedades que puede subsistir en un tiempo, sin embargo no es suficiente, ya que el uso en exceso de agroquímicos continuamente degrada y empobrece los suelos, el cual se ve reflejado en la disminución de cosechas de cada período, es por ello, que la población no posee conocimientos acerca de técnicas para reducir los metales pesados que contienen estos agroquímicos. Por ello, los pobladores buscan la manera de tratar los suelos agrícolas contaminado por metales pesados como el Vanadio mediante la aplicación de plantas naturales como (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), el cual absorbe el metal pesado por la raíz, finalmente logrando reducir la concentración de Vanadio en los suelos agrícolas. Por esta razón, se realizó el presente proyecto para beneficiar al medio ambiente, optar por bajos costos y sean eficaces (Varun, Rohan y Joao, 2011).

Estudios realizados en los suelos agrícolas de la comunidad regantes Toma de León, los resultados obtenidos respecto a los niveles de concentración de metales pesados, fueron: Aluminio (6524 mg/kg), Magnesio (2814 mg/kg), Manganeso (199,2 mg/kg), Silicio (1,8 mg/kg), Titanio (486,7), Vanadio (44,71 mg/kg) y Zinc (25,57 mg/kg). Por lo tanto, se realizó la contrastación de dichos metales con la Norma Técnica de suelo de Ecuador. Donde el Vanadio sobrepasó el valor establecido de 25 mg/kg a 44,71 mg/kg, por lo tanto, el suelo agrícola de la comunidad presenta contaminación por Vanadio debido al uso indiscriminado de los agroquímicos, por ello cada cosecha de algodón u otro producto que la comunidad siembra disminuye su producción de quintales de algodón, desde el 2006 se obtiene en

promedio 2,50 qq., Wendt (1992) realizó una investigación en Texas el cual aplicó como nutriente el elemento Vanadio en los cultivo de algodón, asimismo se analizó que una mínima concentración de 0.056 kg/ha se obtiene buenos resultados en el desarrollo de las plantas, por lo tanto si el elemento Vanadio está en exceso disminuye proporcionalmente baja la cosecha de algodón baja (p.9). También, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), muestra que en el año 2017 los productos agrícolas de baja producción resaltan en - 62.88% de algodón (INEI, 2017). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) menciona que la fuente principal de ingresos para los agricultores es de 51,9% en el cultivo de algodón (FAO, 2017).

Debido a los resultados obtenidos, se llevó a cabo la búsqueda de plantas naturales, que tengan la capacidad de absorber metales pesados, no obstante, dichas plantas sean amigables, protectoras con el medio ambiente y sean de bajo costo en la reducción de Vanadio en el suelo agrícola. También estos recursos pueden ser manejado para la recuperación de suelos que posean problemas de salinidad, como también mejorar el suelo al incrementar cantidad de materia orgánica (Arévalo, 2015). Es por ello, que la presente investigación se expone la siguiente problemática ¿Cuánto será la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018?

1.2 Trabajos previos

PENTREATH, V. (2015). Argentina. Desarrolló una investigación cuantitativa-experimental, empleando la especie *Prosopis denudans* como un indicador biológico en un área contaminado con petróleo, se experimentó en treinta muestras de suelos, por el método de biopilas agregando nutrientes y agua. Se colocó 25 gramos de suelo y 20 semillas en cada capsula Petri, para luego adicionar agua destilada por cinco días donde se controló la germinación de las semillas, al finalizar calculó el porcentaje final de germinación y longitud de raíz para analizar la fitotoxicidad. Los resultados de Índice de Germinación, se estableció en tres categorías, la interpretación del índice inhibición de germinación fueron valores menores a 50% el cual indica que hay una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas, los intervalos de 50% – 80% indica que hay una moderada presencia de sustancias fitotóxicas y mayores de 80% fueron considerados leves. Los resultados obtenidos de la muestra de suelo no contaminado mediante el análisis de Hidrocarburos Totales de petróleo tuvieron un resultado menor de 10mg/kg^{-1} de materia seca, para las muestras de suelos en áreas contaminadas por petróleo oscilaron entre 13 muestras $100 - 1000\text{ mg kg}^{-1}$ de residuo seco, 4 de las muestras $1001 - 10\,000\text{ mg kg}^{-1}$ de residuo seco y los últimos 13 muestras fueron mayores $10\,001\text{ mg kg}^{-1}$. Por lo tanto, el empleo de la planta *Prosopis denudans* es más resistentes en suelos contaminados por petróleo que el bioindicador lechuga (*L. sativa L.*).

AGUILERA et al. (2010). México. Realizó una investigación experimental, empleando la especie *Prosopis glandulosa* para evaluar el desarrolló en suelo contaminado con selenio, la finalidad de esta investigación fue estimar el impacto del selenio en dicha especie. Por ende, se preparó una solución de Hoagland para la germinación y crecimiento de la planta, este nutriente contiene $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.036M, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.239M, KH_2PO_4 0.096M, KNO_3 0.025M, $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ 0.104M, FeCl_3 $4.48 \times 10^{-3}\text{M}$, H_3BO_3 $2.31 \times 10^{-3}\text{M}$ $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $3.890 \times 10^{-4}\text{M}$, MoO_3 $6.94 \times 10^{-6}\text{M}$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $3.697 \times 10^{-5}\text{M}$ y $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ $4.405 \times 10^{-5}\text{M}$. Se añadió hipoclorito de sodio a la semilla para la germinación de la especie *Prosopis juliflora* y lo enjuagó con agua desionizada estéril. En unas toallas mojadas se colocó seis semillas y se llevó en un contenedor de 1 litro y 25 mililitros de Hoagland y en cada solución contenía selenio (selenato de sodio Na_2SeO_4) de 0, 0.01, 0.1, 10 y 100 mg/L. En una cama

de crecimiento se dejó germinar por tres días oscuro y luego se aplicó fotoperíodos de luz/oscuridad durante doce horas. Después de seis días aplicó el sistema de hidroponía, lo cual se trasladó quince plántulas en un vaso de litro con la solución de Hoagland y diferentes concentraciones de selenio ya mencionado anteriormente, donde se colocó en una cámara de crecimiento con fotoperíodos por tres semanas. Se evaluó la fitotoxicidad de cada plantín, luego evaluaron la elongación de raíz, tallo y hoja y por último midieron la clorofila con el medidor de clorofila electrónico SPAD-502. Los resultados de la investigación fue que en las plántulas de *Prosopis Glandulosa* a más concentración de selenio las hojas son afectadas, con una concentración de 0 ppm de selenio la elongación de raíz tuvo 16 cm, de tallo 5 cm y hojas 2 cm, con una concentración de 0.1 ppm de Selenio la elongación de raíz tuvo una longitud de 14 cm, de tallo tuvo 6 cm y hojas 2 cm, con una concentración 0.1 ppm de Selenio la elongación de raíz tuvo una longitud 12 cm, el tallo 7 cm y en las hojas 2 cm y con la concentración de 10 ppm de selenio la elongación en la raíz tuvo una longitud de 6 cm, el tallo 4 cm y las hojas menor de 1 cm. Por lo tanto, la *Prosopis Glandulosa* solo tolera concentraciones de selenio menores a 10 mg. L⁻¹.

MICHEL (2016). México. Realizó una investigación experimental, bioacumulación y cambios en el aparato fotosintético de *Prosopis Juliflora* exponiéndolo a suelo contaminado con cobre, procedió a eliminar los patógenos en las semillas se esterilizó con Hipoclorito de Sodio (NaClO) al 1% luego se enjuagó con agua destilada, después lo sembraron con arena de tamaño 6 a 9 mm con una temperatura en el día de 30 - 34°C, por la noche 28 - 30°C, fotoperíodos por doce horas de luz y con una humedad de sesenta por ciento. Una vez que germinaron las semillas se colocó en macetas de 500 ml que contenía arena de cuarzo y turba (5% suelo, 20% arena y 30% turba), diariamente se regó las plantas con agua esterilizado y se añadió una solución de Hoagland sin cobre cada dos semanas. En recipientes plásticos agregaron Sulfato de Cobre con un pH 5.5 por 2 días, utilizó un método cultivando plantas usando disoluciones minerales, se seleccionó plantas que tenían la edad de 1 año y 10 meses y que tenían las mismas características para exponerlo al contaminante. Luego de los dos días se recogieron las raíces, hojas y tallos para luego realizar análisis, lo cual pesaron 5 gramos de cada uno de ellas para luego secarlo durante 3 días a una temperatura 70 °C, luego se añadió ácido nítrico al 85% por una noche, de ahí lo enjuagó con agua destilada y luego se determinó la concentración de cobre de cada muestra mediante el espectrofotómetro de

emisión óptica, usando patrones de 50, 20, 5, 0.5 mg L⁻¹. Para la medición de la capacidad de absorber cobre en una planta, se calculó por el factor de bioconcentración. Se calculó la translocación relativa de cobre en las raíces y partes aéreas. Usaron Analizador de Eficiencia de Plantas para medir la fluorescencia de clorofila. Los resultados obtenidos, en las plantas que estuvo expuesta en concentraciones de 10 y 50 mM de Cu⁺² fue de 0.16 ± 0.036 , 0.306 ± 0.002 , lo cual fueron muy bajas, con la concentración de 100 mM Cu⁺² obtuvieron 0.81 ± 0.04 . Sin embargo, la medición de fluorescencia de clorofila, se realizó por análisis biofísico de láminas, lo cual se mostró una disminución en la concentración más alta de metal por un día de exposición. Por lo tanto, la planta *Prosopis juliflora* exponiendo a concentraciones muy altas causa efectos negativos en el fotosistema. También es una planta remediadora para la fitorremediación de metales pesados ya que se adecuan en climas áridos y semiáridos.

ABDELMOTELEB, et al. (2018). México. Realizó una investigación experimental lo cual usaron Nanopartículas de plata de *Prosopis glandulosa* y *Pluchea sericea* para inhibir el *Fusarium solani* en plantas de algodón transgénicas, añadieron hipoclorito de sodio al 0.5 % para desinfectar las semillas luego de ello enjuagó con agua destilada, después en unas macetas de 300 ml colocaron una mezcla de arena de cuarzo y turba lo cual fue antes esterilizada por dos horas en autoclave con una temperatura de 121°C, las semillas estuvieron sometidos a fotoperíodos durante doce horas con 60% de humedad. La biorreducción de iones de plata va formar las nanopartículas de plata (AgNP) cuando cambia el color de amarillo a marrón con una temperatura de 25°C, la *Prosopis glandulosa* tuvo un tamaño de partícula de 421 nm y de *Pluchea Sericea* de 59.20 nm. El hongo *Fusarium solani* fue originada en caldo de patata-dextrosa durante 5 días a 28°C, se secó el suelo con una temperatura de 25 a 28°C por tres semanas. Luego que germinó las semillas, fueron llevados a unas macetas de 200 ml que contenía arena de cuarzo y suelo infestado con el hongo *Fusarium solani*, añadieron una proporción de 3:1 v/v no infestada para luego tener una concentración final de 1×10^5 conteo g⁻¹ suelo de propágulos del hongo. Luego las plántulas se dividieron en tres muestras, la primera fue inoculados (control), la siguiente muestra con AgNP inoculados de *Prosopis glandulosa* y la tercera inoculados más el AgNPs de *Pluchea Sericea*. A los treinta días usaron en parámetro de hojas portátil para medir la conductancia de las estomas en las hojas. La evaluación morfológica, de la inoculación del hongo en las

raíces laterales de cada plántula, lo cual se clasificó con el número de raíces de segundo orden usando estereomicroscopio. Los resultados fueron que la adición de AgNPs de la *Prosopis glandulosa*, presento la mayor disminución de propágulos de hongos por otro lado, con la otra planta *Pluchea Sericea* fue menor en la disminución del hongo en las plantas de algodón. También se mostró un aumento de conductancia de estomas después de treinta días de exposición. Por ello, los resultados indicaron que las nano partículas de planta conseguidos por las ambas plantas tienen la potencia de impedir el crecimiento del hongo *Fusarium solani*.

VARUN, D´SOUZA y JOAO. (2018). India. Realizó una investigación experimental, lo cual usaron la planta *Prosopis juliflora* para evaluar la descontaminación de suelos contaminado con plomo y cadmio, esta investigación se hizo en el río Yumuna, ya que está expuesta a la contaminación de residuos comerciales y domésticas, por lo tanto, tiene la necesidad de remediar la contaminación de metales en suelos y agua, por lo tanto, aplicaron el uso de la planta *Prosopis juliflora* para remediar. Las plantas nativas silvestres pueden ser mejores fitorremediadores. La aplicación fue en corto tiempo, donde recolectaron las plantas de *Prosopis juliflora* para evaluar las características de acumulación y la tolerancia de plomo y cadmio. Recolectaron muestras de suelo con una profundidad de 5 a 15 centímetros, luego con un tamiz de 20 y fueron almacenados en bolsas de polietileno para luego ser llevado a laboratorio para analizar, analizaron el pH, la conductividad del suelo y el carbono orgánico. Los resultados obtenidos fueron que en la mayor concentración de cadmio y plomo fueron en zonas industriales en la planta de la raíz con 134 mg/kg de plomo y 4.1 mg/kg de cadmio. En la parte de las hojas de *Prosopis juliflora* está en el rango de 5.6 a 83.1 mg/kg, lo cual la mayor concentración se dio en la raíz de dicha planta. En conclusión, el uso de la planta *Prosopis juliflora* como remediador efectivo de metales pesados.

TAISMA, (2017). Venezuela. Desarrollo una investigación explorativa aplicada, lo cual se realizó en zonas rurales en la Península Paraguaná, lo cual su objetivo principal de esta investigación fue de indagar los principales usos de la planta *Prosopis juliflora* por los habitantes de las diferentes comunidades. En Venezuela, esta planta no es muy utilizado, por lo tanto, estudios realizados anteriormente, le dan más importancia para la alimentación animal como también para la obtención de gomas, por lo tanto, son muy escasos el uso

medicinal de esta planta en ese país. El estudio se efectuó en el año 2012 y se extendió dos años, las personas encargadas de este estudio tuvieron que visitar a cada comunidad y conversar con los pobladores para lograr información acerca del empleo de la planta *Prosopis juliflora*. Posteriormente, se obtuvieron casi noventa y uno en reportes de uso medicinal, los entrevistadores fueron un total de cincuenta y uno entre mujeres y hombres de dichas localidades. Los resultados obtenidos fueron que la gran mayoría de las personas hacen uso frecuente para las lesiones, oftalmológicas y la función sexual masculina. También es utilizada para infecciones en los ojos, desordenes estomacales, enfermedades de la piel y heridas simples. También otros resultados fueron que para el uso de tratamiento de la diabetes y el colesterol en sangre no lo usan frecuentemente.

HAMMOND, ROOT, MAIER Y CHOROVER (2018), titulado mecanismo de secuestro de arsénico por *Prosopis juliflora* durante la fitoestabilización de relaves de minas metalíferas, realizó una investigación experimental, en una zona que está contaminado por arsénico debido a los relaves mineros en Iron King Mine y Humboldt Smelter Superfund que se encuentra en el centro de Arizona. Emplearon el método de remediación a largo plazo de bajo costo lo que implica la fitoestabilización el cual va contener las partículas de los relaves como es el arsénico. En la zona contenía concentraciones de arsénico de 4g/kg de arsenopirita, *Prosopis juliflora* se encontró en dos sitios, las cuales se cosecharon 1 – 3 años de crecimiento, se recolectaron unas muestras de este árbol y posteriormente se lleva al laboratorio y lo almacenaron a una temperatura de -15°C. En cuatro macetas se sembraron treinta semillas de *Prosopis juliflora* cada una con una profundidad de 0.5 centímetros, luego estas plantas produjeron 6+/-3 plantas y se cosecharon de 1 – 3 plantas de cada maceta para el análisis de fitoacumulación de metal. En el laboratorio se trituró a mano el tejido, y se almacenaron, de ahí se sometieron a digestión asistida por microondas por el método EPA para determinar el contenido del metal por espectrometría. La parte de la raíz se recolectó en el campo y se lavaron y secaron para ser incrustado en cera Paraplast Plus, microtomizados en secciones de 30 micrómetros y fueron colocados en portaobjeto. Los resultados obtenidos de la investigación en el tejido radicular de las plantas *Prosopis Juliflora* obtuvieron concentraciones disimiles en la parte de la raíz en un tiempo de tres meses Selenio 105 ($\mu\text{mol g}^{-1}$), Hierro 9 ($\mu\text{mol g}^{-1}$). El contenido de azufre en la raíz estuvo dentro del rango, plantas

con hojas, raíces completas, epidermis y corteza. Para finalizar, el establecimiento de un límite de vegetación en zonas de relaves proporcionó una barrera física que ayuda en la contención superficial de Arsénico y Hierro, los minerales que contienen arsénico se desarrolló en la epidermis de la raíz como resultado de arsénico barrido e inmovilizaron las aguas intersticiales durante la formación de placas férricas, el arsénico reducido ya que no se detectó en los relaves ni fuera de la raíz, se inmovilizó por complejación con tiolatos como fitoquelatinas que se modelaron con arsénico y se almacenó en vacuolas en la parte de la raíz.

Según JARA, et al. (2014). Realizó una investigación experimental para la Revista Peruana de Biología, emplearon cinco especies alto andinas en suelo contaminado de metales pesados por el método de fitorremediación, donde el objetivo planteado fue analizar cuatro plantas de la sierra peruana para comprender los potenciales de capacidad fitorremediadora, las cuales fueron: *Lupinus ballianus*, *Brassica rapa*, *Solanum nitidum* y *Fuertesimalva echinata* aplicados en un tratamiento in situ, suelos con elevadas concentraciones de zinc, plomo y cadmio. Empleando como invernadero el área de lechaqui en la provincia de Canta – Lima. Los resultados obtenidos fueron que las 4 especies de plantas altoandinas tienen la capacidad de acumulación de metales pesados en las raíces de la planta, los análisis obtenidos fueron que la especie *Solanum nitidum* acumuló 576 mg/kg, *Brassica rapa* acumuló 758.8 mg/kg, *Fuertesimalva echinata* acumuló 854.5 mg/kg y *Lupinus ballianus* acumuló 992.8 mg/kg. En conclusión, se descubrió la capacidad de la especie *Lupinus ballianus* como planta fitoestabilizadora en suelos agrícolas contaminados por metales pesados como zinc, plomo y cadmio, finalmente logran paulatinamente adaptarse y conseguir resultados más óptimos.

Según PASTOR, et al. (2002). Realizaron una investigación cuantitativa experimental respecto al comportamiento acumulador de Zinc (Zn) en *Lupinus Albus* creciendo en suelo ácidos y básicos contaminados con este metal, donde el objetivo fue determinar la absorción del metal Zinc (Zn) en suelos agrícolas con elevada alcalinidad y acidez. Es por ello que se llevó a cabo el empleo de 2 plántulas, las cuales fueron plantadas en macetas con 1 kg de suelo luvisol cálcico y otra maceta con suelo descalcificado, dichos suelos son provenientes de vertederos. El ensayo fue realizado en un invernadero durante 3 meses a un intervalo de temperatura de 15 °C y 25 °C, asimismo humedad en el rango de 60 - 70 %, repitiendo 4 veces cada tratamiento a distintas concentraciones de Zinc (700, 300, 150 y 100 ppm de Zn),

el riego de todas las macetas fue con agua destilada. Los resultados obtenidos fueron que el comportamiento de la especie *Lupinus Albus* en los 2 tipos de suelo ácido y básico fueron drásticamente distintos, en el suelo básico no hubo alteración en la altura, pero esta fue afectada en los suelos ácidos de 29.8 a 1.2 cm a partir de las concentraciones de 300 ppm, apenas tolera 500 ppm y no crece a 700 ppm, todo lo contrario, sucede con el suelo básico, ya que se consigue el crecimiento en todas las concentraciones de Zinc. En conclusión, las raíces de *Lupinus Albus* tienen la capacidad de absorber elevadas concentraciones de zinc, no obstante, no afecta la parte aérea de la planta en suelos básicos, por el contrario, en suelos ácidos, se manifiesta todo lo contrario.

Según MAGUIÑA (2017). Realizó una investigación experimental tomando como punto central la contaminación antropogénica del hombre, que perjudica en gran manera con el incremento de los metales pesados cadmio (cd), para el empleo de la mitigación se efectúa la aplicación de fitoremediación. El objetivo de la investigación fue diagnosticar el potencial fitoremediador de la especie *Lupinus mutabilis* en suelos con elevada concentración de cadmio, dichos ensayos se llevaron a cabo en un invernadero controlado adecuadamente, las plantas se aplicaron a cuatro tratamientos T₁: 4 mg; T₂: 8 mg; T₃: 12 mg; T₄: 16 mg de CdSO₄/L, fijados a distintos tiempos. El cadmio fue analizado principalmente en la raíz, tallos y foliolos de la planta, las concentraciones del cadmio en las especies *Lupinus mutabilis* fueron analizados por absorción atómica (espectrofotometría). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el almacenamiento del cadmio en las raíces fue de 3.13 mg/kg, en el tallo 0.15 mg/kg y en los foliolos 0.13 mg/kg, en el tratamiento T₄, siendo el de mayor evidencia respecto a los demás tratamientos en la reducción de cadmio obtenidos a los 20 días. En conclusión, la especie *Lupinus mutabilis* es un potente fitoestabilizador de metales pesados, el cual reduce el cadmio drásticamente en suelos altamente contaminados.

Según DELGADO (2014). Realizó una investigación experimental respecto al crecimiento de plántulas de la especie *Lupinus mutabilis* (Tarwi) en infectado con el metal cadmio (cd). El objetivo de la investigación fue determinar el desarrollo de las plántulas *Lupinus mutabilis* (Tarwi). La investigación es un diseño aleatorio en cinco tratamientos diferentes con triplicado de repetición, aplicando como base la sal de cadmio Cd (NO₂)₃, mediante dosis de 0, 50, 100, 200 y 500 mg/l, ordenadas precisamente en un área hidropónica (La Molina). Se

ubicaron 30 plántulas por cada tratamiento, la primera evaluación se realizó a los 6 días del procedimiento, las medidas de crecimiento de tallo, raíz, hojas, peso fresco y peso seco, a su vez cuantificación de clorofila, proteínas (a, b y totales) y bioacumulación de cadmio, aplicando el método de absorción atómica (espectrofotometría). Los resultados obtenidos determinaron que la presencia del cadmio afectó el crecimiento de las plantas de *Lupinus mutabilis*, principalmente en el tratamiento número 5 tallo, raíz, hojas, peso fresco y peso seco con variaciones morfológicas (necrosis), la mayor acumulación se presentó en la raíz, alcanzando valores de 1.3034 mgCd/g en 400 mg/l. En conclusión, se presentó el poder de acumulación de la especie *Lupinus mutabilis* en metales pesados para los tratamientos en suelos contaminados.

Según ALBARRACIN, F (2014). Realizó una investigación experimental respecto al potencial de adsorción en la eliminación del metal plomo (pb) II, al aplicar la cascara de *Lupinus mutabilis* “chocho” en el Río Ramis Puno. La investigación tuvo como objetivo determinar el potencial de adsorción del metal plomo en las aguas del Río Ramis. El desarrollo de la investigación fue aplicar la biomasa con ácido clorhídrico, para potenciar el nivel de adsorción, luego de ello pasa a la etapa de bioadsorción, el cual opta por bajos costos en el tratamiento de efluentes contaminados con metales pesados. Los modelos aplicados fueron Langmuir y Freundlich, los cuales analizan las isotermas de biosorción de manera exacta (0.97 y 0.98). Dichos análisis fueron aplicados a un pH de 5.5 a 0.1 g durante 1 minuto, aplicando el análisis complejo métrico se logró reducir en 92,021 %, asimismo el ICP-plasma se logró el 100% de remoción. Finalmente se concluyó la eficiencia y capacidad de ambos métodos en la adsorción de metales pesados, aplicando los residuos de *Lupinus mutabilis* “chocho”.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Marco Teórico

Fitorremediación

La fitorremediación es una práctica natural que tiene como fin eliminar, detener o reducir los contaminantes en el suelo, por lo cual se emplea plantas para optimizar en la recuperación en suelos y aguas contaminadas (Moreno, 2010, p. 43).

Según Medina y Montano, define que la fitorremediación es un grupo de métodos que disminuye in situ o ex situ la concentración de diferentes elementos desde procesos bioquímicos elaborados por las plantas y microorganismos (2014, p.17).

➤ **Fitoestabilización**

Las plantas aptas para el empleo en la fitoestabilización van a resistir concentraciones mayores de metales, pero no van a movilizarse los contaminantes, solo van a ser absorbidas por las raíces impidiendo la translocación en el fragmento aérea de la planta (Medina y Montano, 2014, p. 21).

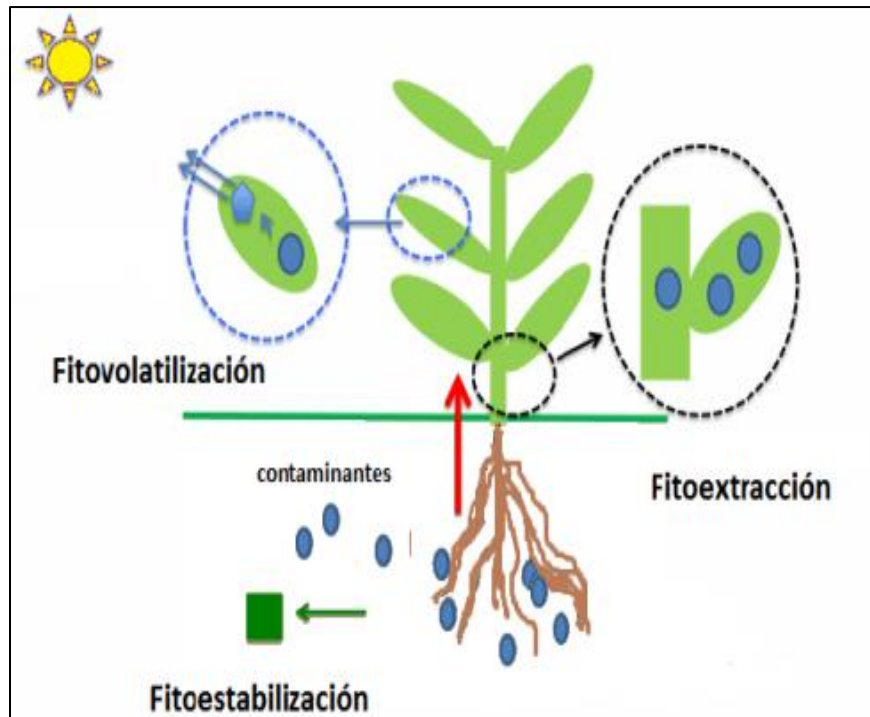
Por lo tanto, la fitoestabilización disminuye la disponibilidad de contaminantes, incrementando la materia orgánica en el suelo, disminuyendo la erosión hídrica y eólica, restablece la biodiversidad del ecosistema y beneficia el crecimiento de los procesos naturales del suelo (Sánchez, 2015, p.17).

Para realizar este tratamiento, requiere de plantas naturales, que toleren las altas concentraciones del contaminante, también se tiene que acondicionar al clima de la zona donde se pretende rehabilitar. Por último, las plantas en un ambiente árido y semiárido tienden a ser resistentes a la sequía y a la salinidad (Sánchez, 2015, p.18).

La inmovilidad del contaminante se da mediante una mezcla de las raíces secundarias y especies de microorganismos presente en suelos que se asocia añadiendo enmiendas al suelo, hace que se forme complejos metálicos insolubles que disminuye el movimiento y disponibilidad biológica. La raíz realiza transformación en la especiación de metales al producir cambio en el potencial redox, la cantidad de iones metálicos físicamente son adsorbidos a un área externa con carga negativa de las paredes celulares, mientras otra parte son absorbidos y retenidos en las estructuras celulares de la raíz de la planta, por lo tanto, se transforma en una estructura no disponible para la translocación a la parte aérea de la planta. La adición de enmiendas promueve la inmovilización de metales pesados (Diez, 2008, p.30).

Las plantas aptas para ser utilizada en la fitoestabilización son las que toleran elevadas concentraciones de metales pesados e inmovilización el contaminante, lo cual limita

la absorción a la parte aérea e impidiendo el proceso de translocación desde la raíz de la planta ([raíz]: [suelo] < 1 y/o [hojas]: [raíz] < 1). Por lo tanto, disminuye la exposición del contaminante y el riesgo del ingreso a la cadena trófica (Diez, 2008, p.31).



Fuente: Paredes, 2017.

Figura 1. Fitoestabilización

Enmienda

Las enmiendas son los residuos orgánicos de diferentes actividades productivas, el empleo el cual favorece a la fertilidad y el desarrollo de las plantas (Loja y Méndez, 2015, p.7).

➤ **Compost**

Es un fertilizante orgánico que surge a partir de la mezcla de los residuos orgánicos de las actividades diarias y de origen animal que son descompuestos en ciertas condiciones. Este compost procede de un proceso biológico aerobio, por medio el cual los microorganismos intervienen sobre el estiércol de animales y residuos orgánicos, obteniendo un compost que nos sirve para el perfeccionamiento del estado

del suelo y absorber los nutrientes y agua por parte de las aguas. (Ver Tabla 1) (Gallardo, 2013, p.46).

Tabla 1. *Nutrientes del compost.*

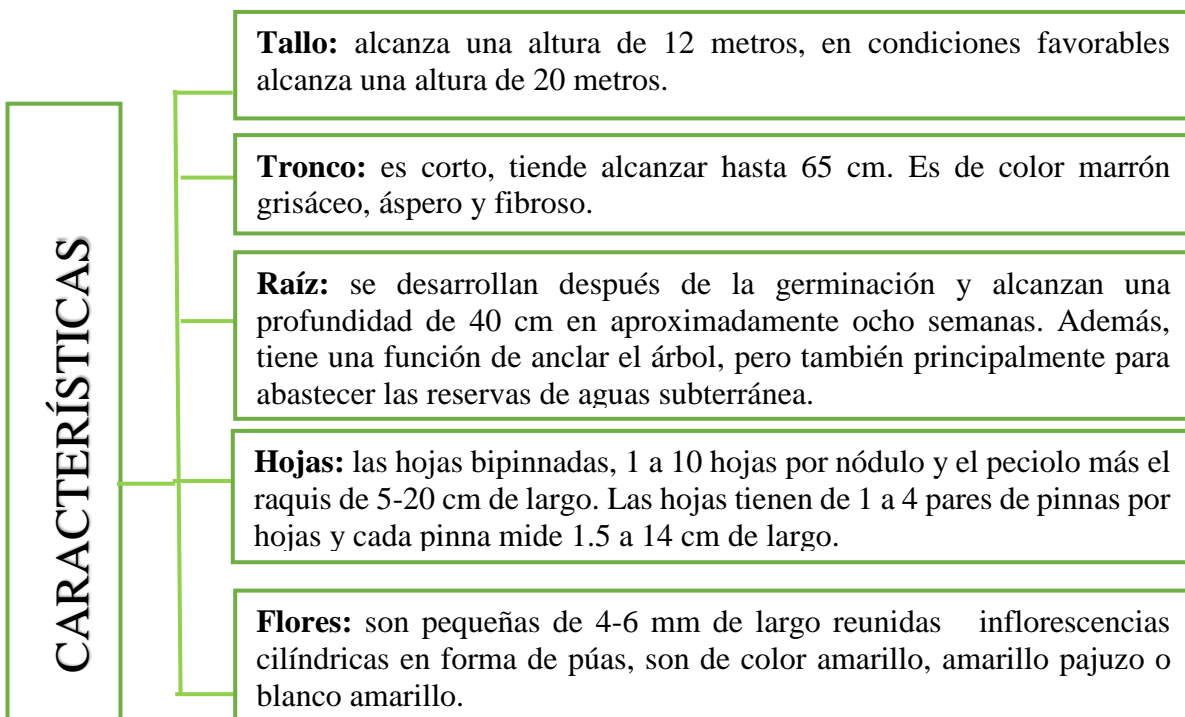
Nutrientes	Contenido
Nitrógeno (N)	0.60 %
Óxido de fósforo (P ₂ O ₅)	0.01 %
Óxido de potasio (K ₂ O)	1.55 %
Calcio (Ca)	1.89 %
Magnesio (Mg)	0.19%
Azufre (S)	0.18 %
Hierro (Fe)	175.45 ppm
Zinc (Zn)	166.13 ppm
Cobre (Cu)	37 ppm
Boro (B)	18.50 ppm

Fuente: GALLARDO, 2013.

Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

Prosopis juliflora es, leguminosa, pertenece a la familia de las mimosáceas, aquí en el Perú se conoce como Algarrobo. Esta planta es sencilla de sembrar, como también sobrevive en zonas áridas y semiáridas. Es buena para reforestar suelos y protectora con el medio ambiente (Rojas, 2016, p.4).

En la Figura 2, se menciona las características del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).



Fuente: Cardenas, 2017.

Figura 2. Características del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).



Fuente: Museo de Arqueología del Perú, 2007.

Figura 3. Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Taxonomía

Tabla 2. Taxonomía del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Subdivisión	Spermatophyta
División	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Mimosaceae
Género	Prosopis L.
Especie	P. Pallida – P. Juliflora

Fuente: CÁRDENAS, 2017.

Composición química del Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

En la Tabla 3, muestra la composición química de Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

Tabla 3. Composición química de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Parte de la planta	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Ca (mg)	P (mg)
Flor	21	3.2	65.8	15.5	10	1.310	400
Hojas	19	2.9	69.6	21.6	8.5	2.080	220
Frutos	13.9	3	78.3	27.7	4.8		
Semillas	65.2	7.8	21.8	2.8	5.2		

Fuente: ROJAS, 2016.

Algarrobo (*Prosopis juliflora*), es una especie xerofito que se adapta a lugares que tiene problemas de agua y puede soportar altas temperaturas que llegan a 40°C, puede sobrevivir ya que sus raíces son profundas y colaterales que tiene un sistema de adsorción (Aguirre, 1989, p. 15).

Según Orrego (2011), sostiene que un promedio de crecimiento de la planta de algarrobo por mes es de 1.2 centímetros, por lo tanto, tiene un rango mensual de 1 a 1.6 centímetros (p.74).

Usos del Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

Según PATNAIK, ABBASI y ABAASI (2017), sostiene que la especie *Prosopis juliflora* son tenaces y que tiene dos principales atributos, que soportan las condiciones de temperatura, la calidad del agua, suelo y humedad. También tienen una tasa de crecimiento rápido (p.1). También en su artículo, menciona el empleo y beneficios que tiene la especie *Prosopis juliflora*:

- Distintas zonas del mundo, emplean la especie *Prosopis juliflora* como árbol de sombra en contorno de las viviendas y como alimento para el rebaño.
- Crece en suelos arenosos, pedregosos, arcillosos y alcalinos; controla la erosión, incrementa la fertilidad y disminuye la salinidad del suelo, suministra leña, madera de construcción y alimentos.
- Aporta materia orgánica y nitrógeno biodisponible. Se ha comprobado que reduce el contenido de metales (Fe, Mn, Cu, Zn y Cr), y no metales, lo cual el árbol bioacumula permitiendo la biorremediación.
- Es empleada como barreras de protección en zonas aledañas de las refinarias de petróleo.
- Es fuente principal de combustible, su emulsión puede reemplazar hasta 15% en volumen de diésel en vehículos sin perjudicar su kilometraje.
- También en su artículo los autores, mencionan a Patnaik que ha demostrado que en las hojas de *Prosopis juliflora* se puede exprimir ácidos grasos volátiles y que se puede emplear para enmendar energía en forma de metano mediante digestión anaeróbica.
- Los coagulantes naturales que presenta la *Prosopis juliflora* pueden eliminar la turbidez del agua.
- Los anillos de los árboles de *Prosopis juliflora* hiperacumulan e inmovilizan los metales pesados, lo que es empleado como bioindicador de la contaminación de metales pesados, también acumula concentraciones mayores al que se presenta en el suelo (p. 2-11).

Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

El Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (Ver Figura 4), es una fabácea que se origina en los Andes de Ecuador, Bolivia y Perú. Esta especie crece anualmente en altura de 150 m.s.n.m. Exhibe una raíz profunda y se extiende hasta tres metros de profundidad. El tallo es vigoroso y leñoso, y alcanza una altura de 0.5-2 metros. Las hojas están compuestas por ocho folíolos. La flor tiene una corola de aproximadamente 1-2 centímetros y contiene cinco pétalos, el color cambia de azul a morado (Zegarra, 2010, p.14).



Fuente: Indecopi, 2017.

Figura 4. Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Taxonomía

Tabla 4. Taxonomía del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Clase	Dicotiledóneas
Familia	Fabaceae
Género	Lupinus
Especie	Mutabilis
Nombre científico	Lupinus mutabilis
Nombres comunes	Chocho, Tahuri, Tarwi

Fuente: ZEGARRA, 2010.

Agroquímicos

Los agroquímicos están compuestos por elementos químicos que se usa en el sector agrícola para eliminar las plagas, hierbas y enfermedades que pueda tener la plantas (Álvarez, 2006, p. 10). Según García (2012), clasifica en cuatro grupos los agroquímicos:

- **Plaguicida:** contiene productos químicos, es utilizado para prever, vigilar o eliminar las plagas.
- **Fungicida:** se utiliza para imposibilitar el incremento de hongos en las plantas.
- **Herbicida:** está compuesta por sustancias químicas que se utiliza para eliminar y controlar el crecimiento de mala hierba que es un peligro para la agricultura, porque tiene dificultades por el agua, nutrientes y luz.
- **Fertilizante:** contiene elementos químicos que se utiliza para beneficiar el suelo agregando nutrientes para el crecimiento de la planta (p.8-10).

Por lo tanto, el uso excesivo de los agroquímicos, conlleva consecuencias en la disminución de cosechas de diferentes productos, como, por ejemplo, en la ciudad de Pisco, la cosecha habitual es de 40-50 quintales por hectárea, ahora las cosechas de algodón son de 10-14 quintales, lo cual perjudica económicamente a los agricultores.

Agroquímicos identificados in situ en el lugar de estudio

En el lugar de estudio, se identificó los agroquímicos que los agricultores usan para los diferentes cultivos:

Tabla 5. *Agroquímicos*

Sulfato de amonio	Alfacipermetrina	Ca-B-Zn
Nitrato de amonio	Azufre	Thiodan
Galaxy	Farmezin	Embate
Urea	Cipermex	Tifón 4E

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Productos que siembran en la Comunidad Regantes Toma de León

La comunidad regantes Toma de León siembra anualmente la diversidad de productos que se analiza en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6. *Productos que siembra la comunidad.*

Plantaciones		Frutos	
Algodón		Mango	Chirimoya
Maíz		Pacay	Guanábana
Frejoles		Níspero	Aceituna
Habas		Higo	
Espárrago		Uva	
Camote		Tamarindo	
Yuca		Sandia	
Palta		Maní	
Alfalfa		Durazno	
Pecanas		Lima	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Suelo contaminado por el elemento Vanadio

En la comunidad regantes Toma de León, se realizó un análisis preliminar de suelo (Ver Tabla 6) para ver las condiciones en las que se encontraba los suelos agrícolas, ya que esa comunidad emplea agroquímicos para sus cultivos. En un área determinada se recolectó 1 kg de suelo agrícola para ser llevado al laboratorio de Enviro test para analizar los metales pesados presentes en ese suelo por barrido óptico, por ello nos arrojó 44.71 mg/kg de Vanadio. Así mismo la otra muestra de suelo fue llevada al Laboratorio de la Universidad César Vallejo para analizar los parámetros fisicoquímicos, obteniendo los siguientes resultados: (Anexo N° 7, 8 y 9).

Tabla 7. Resultados fisicoquímicos del suelo agrícola.

Parámetros	Resultados
Textura	Arena Francosa
Color	10YR 3/3 – dark Brown
Materia Orgánica	0.38%
pH	7.88
Fósforo	17.68 ppm
Capacidad Intercambio Catiónico	4.94 meq/100 gr
Potasio	344 ppm
Conductividad Eléctrica	2.6 dS/m
CaCO ₃	2.034%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Vanadio

El Vanadio se encuentra en la tierra en mínimas concentraciones (0.015 g/kg), este elemento se usa en menores cantidades para realizar el caucho, plásticos, cerámicas y productos químicos (Calzada, 2007, p.32).

El Vanadio es un metal blando, escasa abundancia y de color gris plateado, también interviene en el proceso de transformación la energía solar en compuestos orgánicos en organismo fotosintéticos (Romero y Prieto, 2014, p.42).

Efectos de vanadio

El elemento Vanadio se puede encontrar en las plantas, algas, animales invertebrados, etc. En animales causa enfermedades en el sistema nervioso central y el periférico, también alteración en la respiración, consecuencias negativas en la parte del hígado y riñones. Otro efecto es que causa daño en el sistema reproductivo en los animales (Romero y Prieto, 2014, p. 44)

En la salud, el Vanadio causa irritación de pulmones, en la garganta, los ojos y las fosas nasales. También inflamación del estómago e intestinos, daña al sistema nervioso, sarpullido en la piel, sangrado en la nariz, dolor de cabeza, entre otros (Romero y Prieto, 2014, p.44).

Suelo

El suelo es el manto superficial de la tierra que contiene organismos vivos que actúan para el desarrollo las plantas, también el suelo está formado por una parte mineral que se halla el material del proceso de meteorización fisicoquímica de la roca madre (Marchese, 2015, p.1).

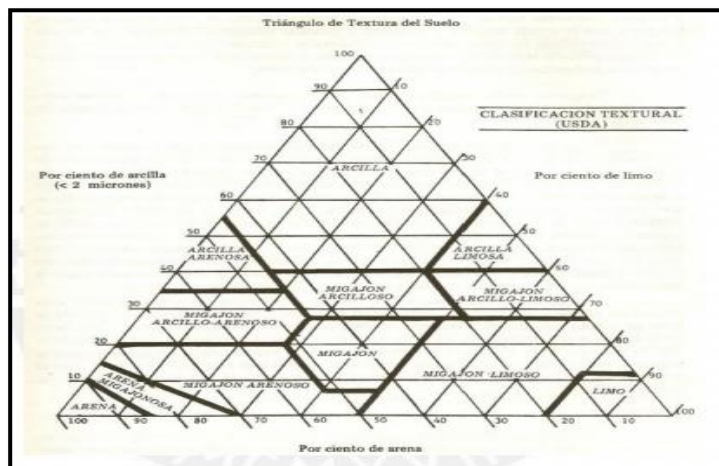
Según Marchese, sostiene que el suelo está sometido a diferentes impactos ambientales negativos que va perturbar su fertilidad como el riego abundante, el uso inapropiado y excesivo de los agroquímicos van a producir la infertilidad del suelo (2015, p.1).

Propiedades fisicoquímicas del suelo

Textura

La textura del suelo es la medida de la dimensión de las partículas en el suelo, lo cual el diámetro de la partícula es menor de dos milímetros es un suelo arenoso, limoso y arcilloso, también si el diámetro de la partícula es mayor de dos milímetros es un tipo de suelo canto y grava (Marchese, 2015, p.1).

Para la evaluación de la textura del suelo se tendrá en cuenta la parte fina y se efectúa por el establecimiento de los porcentajes de arena, limo y arcilla del triángulo de las variedades de textura de USDA (Ver Figura 5). El suelo arenoso posibilita un correcto drenaje y el movimiento de iones en el perfil del suelo. Por otro lado, el suelo arcilloso impide la infiltración de agua, y los suelos limosos es la estabilización de entre los dos extremos aluviales (Marchese, 2015, p.2).



Fuente: Marchese, 2015.

Figura 5. USDA Textura del suelo.

Humedad

La humedad, es la porción de agua que es paralizada por el suelo, la apropiada movilización va obtener que el suelo sea productivo, según Marchese (2015) clasifica en higroscópica, capilar y gravitacional (p.3).

Color

El color del suelo nos accede a una aproximación de ciertos rasgos del suelo como es la cantidad de materia orgánica, la apariencia de óxidos. La determinación de color del suelo se hace mediante el uso del sistema de colores de Munsell, contiene gradación básica (R Rojo, Y Amarillo, G Verde, B Azul y P Púrpura), cada uno tiene diferente tonalidad que detallan mediante número entre 0 – 10 (Mosquera, 2017, p. 7).

Capacidad de Intercambio Catiónico

Expresa la disposición de una masa de suelo para absorber de forma reversible iones de signo contrario, cationes hidratados que compensan la carga negativa del cambiador y mantiene su electro neutralidad (Porta, López y Poch, 2008, p.282).

Potencial de hidrogeno (pH)

Es el término usada para determinar si el suelo es ácido o base, si el pH es menor que 4,5 se clasifica que el suelo es extremadamente ácido y si es menor que 10 se clasifica que el suelo es fuertemente alcalino, por lo tanto, en la siguiente Tabla 8, se clasifica el potencial de hidrógeno.

Tabla 8. *Clasificación de Potencial de hidrógeno.*

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: 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 Carbonatos (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 Carbonato de magnesio (MgCO ₃)
9,1 – 10,0	Alcalino	Presencia de Carbonato de sodio (Na ₂ CO ₃) (intercambio)
>10,0	Fuertemente alcalino	Elevado Na intercambiable, Movilidad de Fosforo (P) como Fosfato trisódico (Na ₃ PO ₄) ,Poca actividad microbiana

Fuente: MARCHESE, 2015.

Carbonato de Calcio (CaCO₃)

La existencia de carbonato cálcico nos indica que el suelo es básico, y si falta el carbonato cálcico son suelos ácidos, por lo tanto, las estructuras del suelo tienen una actividad positiva y también en las actividades de los microorganismos, y si la cantidad de carbonatos es elevada va presentar problemas de asimilación en las plantas (Andrades y Martínez, 2014, p.21).

En la siguiente Tabla 9, nos indica los niveles de carbonatos y su clasificación

Tabla 9. Porcentaje de carbonatos y su clasificación.

% de Carbonatos	Clasificación
<5	Muy bajo
5 – 10	Bajo
10 – 20	Normal
20 – 40	Alto
>40	Muy alto

Fuente: ANDRADES y MARTINEZ, 2014.

1.3.12 Dinámica del metal pesado en el suelo

El metal pesado, al incorporarse en el suelo siguen en contrarias rutas, lo cual puede quedarse retenido en el suelo, otra vía puede ser absorbidos por las plantas entonces se adhiere en la cadena trófica, se convierte en estado gaseoso pasando por la atmosfera, por último, se puede movilizar por las aguas subterráneas (Arce, 2017, p.23). (Ver Figura 6)

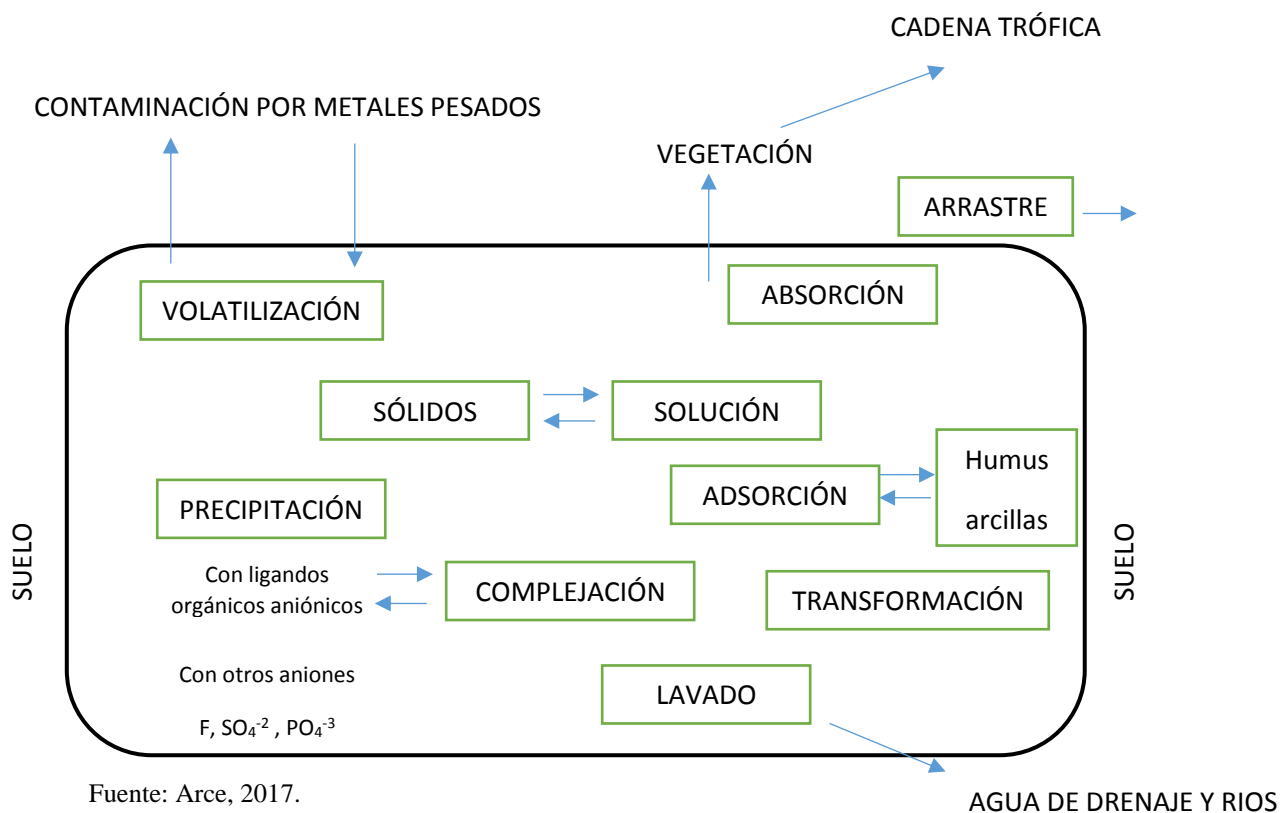


Figura 6. Dinámica de los metales pesados en el suelo

Diagnóstico del estado de la planta (Análisis foliar)

Para evaluar el estado de la planta se realiza mediante el análisis foliar, el cual es un instrumento que nos permite evaluar los nutrientes que contiene la planta, como también evaluar los parámetros inorgánicos, ya que la planta tiene la capacidad de concentrar o disminuir los nutrientes y así analizar su estado general (Arévalo, 2015, p. 45).

Las plantas tienen la habilidad de crecer en suelos contaminados, por lo tanto, existen plantas indicadoras de metales que acumulan metales en las partes aéreas. La segunda, las plantas acumuladoras que exceden una concentración mayor que presenta el suelo y se concentra los metales en las partes aéreas y la última son plantas exclusoras de metales (Medina y Montano, 2014, p. 19).

1.3.2 Marco Legal

Actualmente, en el Perú en el Estándar de Calidad Ambiental del Suelo DS N° 011-2017 MINAM no existe el parámetro Vanadio para determinar las concentraciones y mínimas que pueden estar presente en el suelo. Por ende, se tomará en cuenta la Normativa Técnica de suelos de Ecuador de Suelos – Decreto N° 3.516 Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminado, que se decreta bajo la protección de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. (Ver Tabla 10)

Tabla 10. Norma Técnica de Suelos de Ecuador.

Parámetro	Unidad (Concentración en peso seco de suelo)	Valor
Parámetro Inorgánicos		
Vanadio	mg/kg	25

Fuente: Secretaria del Medio Ambiente – Quito, s.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

¿Cuánto será la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018?

1.4.2 Problema Específicos

1. ¿Cuánto será la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas en Pisco, 2018?
2. ¿Cuánto será la eficiencia fitoestabilizadora del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas en Pisco, 2018?
3. ¿Cuáles son las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en los suelos agrícolas Pisco, 2018?
4. ¿De qué manera las variaciones de crecimiento de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) influye en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en la comunidad Regantes Toma de León – Pisco 2018?

1.4 Justificación del estudio

Justificación ambiental

La presente investigación se justifica debido a la contaminación de suelo generada por el elemento Vanadio, el cual se encuentra dentro de los componentes de los agroquímicos para los cultivos, este producto se emplea en la agricultura para nutrir el suelo al sembrar productos como el algodón, maíz, pallar, etc. Por esta razón, la degradación se viene dando paulatinamente ocasionando cada semestre menos cosecha. Por tal motivo, se tiene como finalidad reducir el Vanadio aplicando dos especies de plantas fitoremediadoras Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) que tienen la capacidad de

fitoestabilizar los metales pesados sin dañar el plantín, el cual alcanza la sostenibilidad ambiental eficazmente.

Justificación social

La presente investigación se realizó con la finalidad de ayudar a la comunidad regantes Toma de León, en el mejoramiento de sus tierras contaminadas indirectamente con elemento Vanadio, el cual está dentro de los agroquímicos, ofreciendo plantas naturales que tienen la capacidad de fitoestabilizar el suelo contaminado sin dañar la parte aérea de la especie Algarrobo (*Prosopis Juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) disminuyendo potencialmente los metales pesados en suelos agrícolas y mejorando los productos alimenticios para la salud humana.

Justificación económica

La investigación se justifica por dos motivos esenciales: el primero es por el aprovechamiento de las especies naturales Algarrobo (*Prosopis Juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), los cuales luego de cumplir su función en un tiempo determinado de 4 a 5 meses aproximadamente son replantados en otras áreas mejorando los suelos agrícolas, asimismo contribuyendo a la reforestación y medio ambiente. El segundo motivo es el mejoramiento de las cosechas, debido a que los suelos están libres del elemento Vanadio.

Justificación teórica

La justificación teórica está basada en teorías de manera explicativa vinculadas con la presente investigación aplicando dos especies Algarrobo (*Prosopis Juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), como una alternativa que apunta hacia el desarrollo sostenible en la comunidad regantes Toma de León.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

Hi: La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) son eficientes en la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018

H0: La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) no son eficientes en la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018

1.6.2 Hipótesis Específicos

1. **Hi:** La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

H0: La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) no es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

2. **Hi:** La fitoestabilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

H0: La fitoestabilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) no es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

3. **Hi:** Las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) serán eficientes en suelos agrícolas, Pisco 2018.

H0: Las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) no serán eficientes en suelos agrícolas, Pisco 2018.

4. **Hi:** Las variaciones de crecimiento de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) influirá en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.

H0: Las variaciones de crecimiento de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) no influirán en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Evaluar la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco 2018.

1.7.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.
2. Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.
3. Determinar las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en los suelos agrícolas Pisco, 2018.
4. Determinar las variaciones de crecimiento de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.

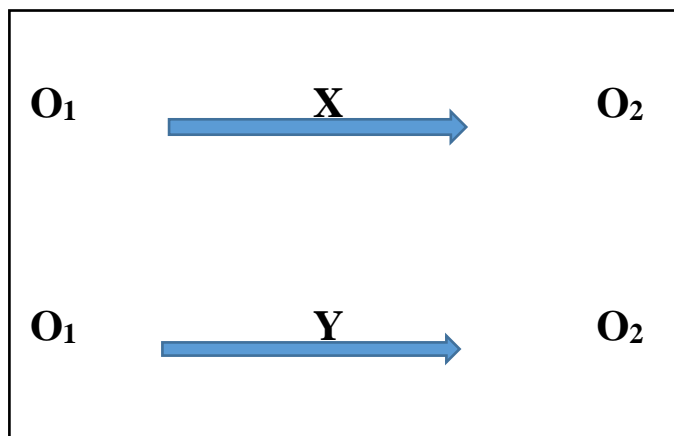
II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

La presente investigación, es diseño experimental, según Hernández un experimento puro es un diseño que llega a incorporar una o más variables independientes y una o más dependientes. Asimismo, pueden emplear prepruebas y pos pruebas para examinar el progreso de los grupos antes y después del tratamiento experimental (2014, p.141). Por ello, se realizará un análisis al suelo antes y después de aplicar las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción del elemento Vanadio en suelos agrícolas.

La investigación cuantitativa se aplica en la selección y análisis para responder las preguntas, brinda resultados amplios, para lo cual facilita la comparación entre otros estudios anteriormente realizados (Hernández, Fernández y Baptista, 1991, p. 16).

El tipo de investigación es aplicada, según Hernández indaga la aplicación de los conocimientos obtenidos como también se obtiene otros, para después aplicarlos y vincular la práctica fundamentada en la investigación (2014, p. 159).



Donde:

O1: Suelo inicial.

O2: Suelo Final.

X: Tratamiento con Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

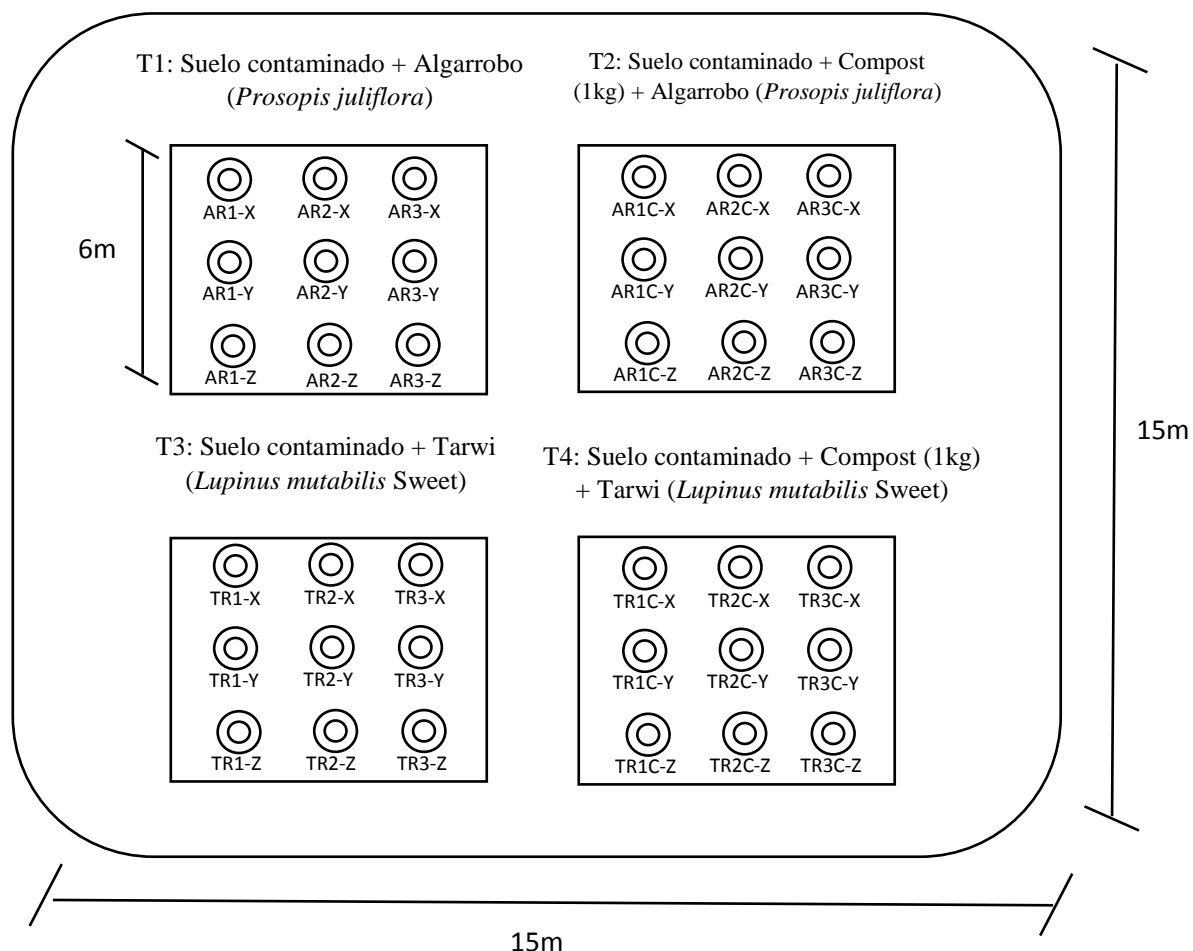
Y: Tratamiento con Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Tabla 11. *Tratamientos aplicados al suelo contaminado por Vanadio.*

TRATAMIENTO	SUSTRATO	ESPECIE	REPETICIONES
T1	Suelo contaminado	Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	9
T2	Suelo contaminado + Compost	Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	9
T3	Suelo contaminado	Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	9
T4	Suelo contaminado + Compost	Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	9
Total			36 unidades experimentales

Fuente: Elaboración propia, 2018.

ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 7. Área del estudio en la comunidad Regantes Toma de León.

Como se muestra en la Figura 7, se realizó los controles de crecimiento de las dos especies, cada 14 días (2 semanas) para registrar los datos sobre los efectos de las especies a utilizar los tratamientos fitoestabilizadoras.

El área de estudio tiene un total de 225 m², cada tratamiento tiene un total de 9 plantines de cada especie en un área de 36 m². Se realizó el primer análisis el 8 de mayo al adquirir los plantines procedente en la Universidad Nacional Agraria La Molina y verificar su buen estado. Para el desarrollo de la presente tesis, se adaptó los plantines en un periodo de un mes, luego se procedió a realizar 3 análisis inicio (08-06-2018), intermedio (08-08-2018) y final (08-11-2018), con sus respectivas repeticiones.

Por lo tanto, se calculará el porcentaje de eficiencia de ambas plantas, el cual se va emplear la siguiente fórmula:

$$\% \text{Eficiencia de remoción} = \frac{\text{Concentración inicial de vanadio} - \text{Concentración final de vanadio}}{\text{Concentración inicial de vanadio}} * 100$$

Fuente: Guzmán, Granada y Calderón, 2014.

Figura 8. Fórmula de porcentaje de eficiencia.

2.1.1 Procedimiento

Para la realización del muestreo de suelos se basó siguiendo el Decreto Supremo N° 002 – 2014 – MINAM:

- Para el comienzo del procedimiento de la presente investigación, se realizó el muestreo de suelos contaminados por metales pesados en la comunidad regantes Toma de León, en un área de 225 m², donde se envió a analizar por ICP-AES metales pesados, se utilizó la metodología EPA Method 3050-B Rev. 02., 1996 y EPA Method 3050-B Rev. 4.4., 1994, obteniendo como resultado rangos fuera de la Norma Técnica de suelos de Ecuador del metal Vanadio 44.71 mg/kg. Asimismo, se analizó pH, textura, color, materia orgánica, Fósforo, Potasio y Capacidad Intercambio Catiónico.
- Se adquirió 42 plantines de cada especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), en el tiempo 0 (T₀) (08/05/2018), donde se llevó a cabo el análisis foliar por absorción atómica (raíz, tallo y hoja), de ambas especies (TR0-X, TR0-Y, TR0-Z - AR0-X, AR0-Y, AR0-Z). Ver (Anexo 10 y Anexo 11).
- Seguidamente en un área de 225 m² se cultivó (8 de mayo del 2018) en la Comunidad Regantes Toma de León, en un área de 90m² se sembró 18 plantines de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) (9 plantines con compost orgánico y 9 plantines sin compost orgánico), asimismo en otra área de 90m² se sembró 18 plantines de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (9 plantines con compost orgánico y 9 plantines sin compost orgánico). Por lo tanto, se evaluó en tres tiempos T₀: 08/05/2018, T₁: 08/06/2018, T₂: 08/08/2018 y T₃: 08/011/2018 de cada especie con su respectivas repeticiones.

- Después de un mes de adaptación el (8 de junio) se realizó el primer monitoreo de crecimiento de las especies de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), (tallo, hojas y rama), los cuales serán monitoreados cada 14 días.
- Asimismo, se realizó el segundo análisis T₁: 08/06/2018 (a los treinta días) de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), para examinar mediante el análisis foliar de ambas especies (raíz, tallo, hojas) la acumulación del elemento Vanadio por absorción atómica.
- En el mes de agosto se realizó el tercer análisis T₂: 08/08/2018 (a los sesenta días), en ambas especies mediante el análisis foliar (raíz, tallo, hojas) la acumulación del elemento Vanadio por absorción atómica.
- En el mes de noviembre T₃: 08/11/2018 (a los noventa días), se realizó análisis foliar en ambas especies (raíz, tallo, hojas) para obtener las cantidades de adsorción de Vanadio.
- Finalmente, los resultados obtenidos se procedieron a determinar la cantidad de absorción de Vanadio en ambas especies y el porcentaje de eficiencia. Asimismo, se determinó la cantidad de reducción del contaminante en los suelos agrícolas. Todos los datos obtenidos se fueron procesados en el programa SPSS y Excel.

RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Muestreo de suelos agrícolas en la comunidad regantes Toma de León – Pisco. Se mandó analizar metales pesados por barrido óptico (ICP) en el laboratorio ENVIROTEST y en el laboratorio de la Universidad César Vallejo se analizó parámetros fisicoquímicos del suelo pH, textura, color, materia orgánica, Fósforo, Potasio y CIC.

Se procedió a sembrar las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), en un área de 36 m² de cada uno.

Luego de un mes de adaptación (08-06-2018) se realizó un análisis foliar en ambas especies tallo, raíz y hojas para obtener los primeros resultados de absorción del metal vanadio.

Se adquirió los plantines, después se realizó análisis foliar (08-05-2018), donde se obtuvo los resultados de las condiciones de ambas especies. También se realizó el monitoreo de crecimiento de ambas especies.

El segundo análisis, se realizó en el mes de agosto (08-08-2018).

Luego en noviembre (08-11-2018) se realizó análisis foliar final en las especies para obtener resultados de absorción de vanadio.

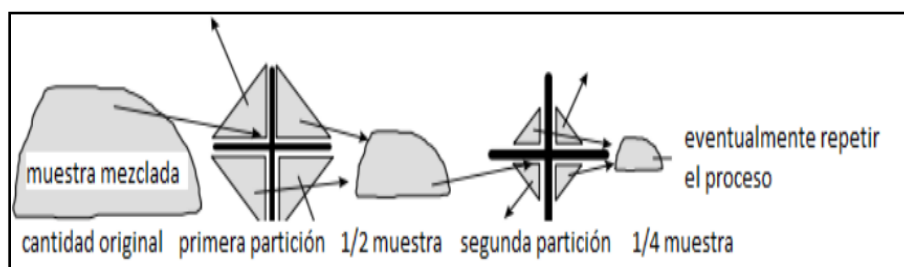
Por último, los resultados obtenidos se procesaron con el programa SPSS y Excel.

Finalmente, se realizó muestreo de suelos para determinar la concentración final del vanadio en los suelos agrícolas.

2.6.1 Muestreo de suelos agrícolas

Guía: Decreto Supremo N° 002 – 2013 – MINAM.

Para la realización de la investigación se determinó el área de estudio, ubicado en la comunidad regantes Toma de León, Independencia, Pisco. Donde se realizó el muestreo de suelos en un área de 225 m², empleando el método de la rejilla aleatoria simple. Se realizaron nueve puntos con una profundidad de 0 a 30 centímetros. Las muestras de suelos extraídas de cada punto se homogenizaron para luego realizar la partición de muestras en cuatro partes (Ver Figura 9), con la finalidad de obtener una solo muestra de 2kg. Finalmente se procedió a rotular las muestras.



Fuente: MINAM, 2014.

Figura 9. Partición de muestras de suelos.

❖ Para la realización del muestreo de suelos, se utilizó los siguientes materiales:

- Bolsas ziploc para la muestra de suelo agrícola (3)	- Sacos (1)
- Palas (2)	- Palos (9) (90cm)
- Pico (1)	- Guantes (1)
- Cinta métrica (5m)	- Lapicero
- GPS	- Cámara Fotográfica
- Cadena de custodia	- Rotulados
	- Pabilo (2)

2.6.1.1 Análisis de muestras de Vanadio en suelo agrícola

La muestra de suelo agrícola recolectada se envió al laboratorio Envirotest certificado por INACAL para obtener los resultados inicial y final de Vanadio el cual se utilizó el método ICP-AES metales pesados, se utilizó la metodología EPHA Method 3050-B Rev. 02., 1996 y EPHA Method 3050-B Rev. 4.4., 1994. Del mismo modo se llevó

una muestra de suelo agrícola en el laboratorio de la Universidad César Vallejo-Lima Norte, donde se analizó los parámetros fisicoquímicos (pH, Color, Capacidad Intercambio Catiónico, Materia Orgánica, Fosforo, Textura) inicial y final. (Anexo N° 6, 7, 8 y 9).

Ensayo Metales ICP-AES: Absorción atómica de metales en el suelo

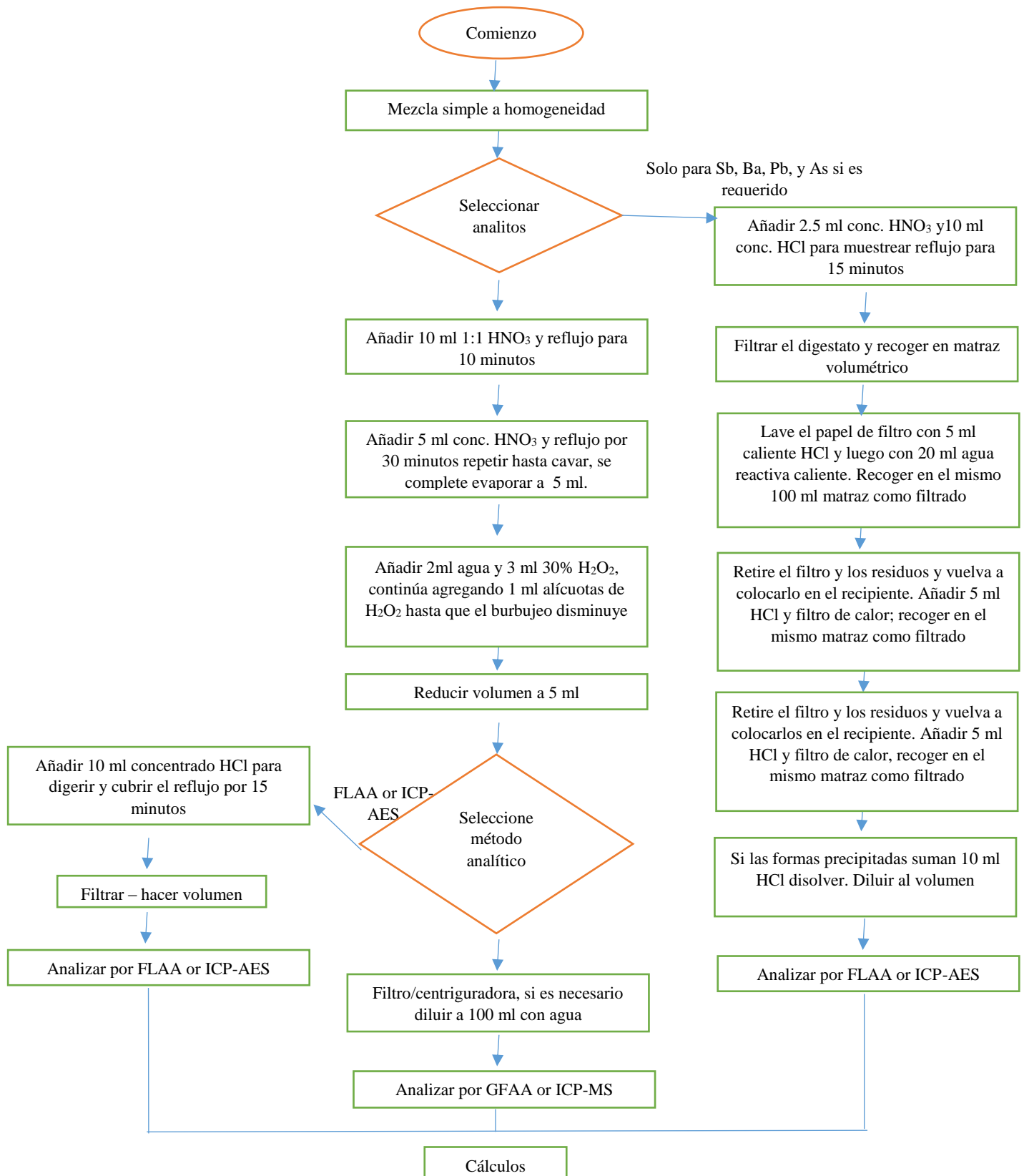
Método: EPHA Method 3050-B Rev.02.1996 y Rev. 4.4.,1994.

Reactivos: Ácido Clorhídrico (HCl): 10 mL, Ácido Nítrico (HNO₃): 15 mL y Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂): 4 mL

Procedimiento:

Se mezcló la muestra de suelo para homogenizar, mediante el tamiz (USS #10), previamente se esterilizó todos los materiales para prevenir la posible contaminación cruzada. Para el inicio del procedimiento se pesó 2 gramos de suelo húmedo, seguidamente se agregó 10 ml de HNO₃ dilución 1:1, donde se mezcló la suspensión y se cubrió con una luna de reloj. Luego se llevó a cabo el calentamiento de la muestra a una temperatura de 95°C ± 5°C, se calentó de 10 a 15 minutos sin hervir, luego que se enfrió se agregó 5ml de HNO₃ dejando reposar treinta minutos aproximadamente. Si se origina humos de color marrón nos indica que hay presencia de oxidación por HNO₃, es por ello que se utilizó un sistema de recuperación de vapor aplicando 5 ml de HNO₃ sin hervir a una temperatura de 95°C ± 5°C. Luego que se haya enfriado, se agregó 2ml de agua y 3ml H₂O₂ al 30%, se tapó con una luna de reloj para la generación de calor y produzca la reacción de peróxido, luego se agregó 1 ml H₂O₂ al 30% hasta que efervesca, se tapó hasta que se haya reducido 5 ml, se dejó enfriar durante dos horas y se agregó 100ml de agua. La muestra digestada se agregó 10 ml de HCl y se cubrió con una luna de reloj, luego se colocó por 15 minutos la muestra en una fuente de calentamiento y se dejó fluir 95°C ± 5°C. Posteriormente se filtró el digestato con un papel filtro n°41, finalmente en un matraz volumétrico de 100 ml se recogió todo el filtrado y se analizó por ICP AES.

Método 3050B - Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos



Fuente: United States Environmental Protection Agency, 2015.

2.6.2 Plantación de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Luego de analizar el suelo agrícola de la comunidad regantes Toma de León, Pisco, se evidenció que el elemento metálico Vanadio (V) excedió la Norma Técnica de Suelos en Ecuador con un valor de 44.71 mg/kg, es por ello que se realizó el tratamiento fitorremediador aplicando el método de Fitoestabilización mediante la plantación de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), en un área total de 225 m², estableciendo cuatro tratamientos de la siguiente forma: (Ver Tabla 12, 13, 14 y 15)

Tabla 12. Distribución del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en el área de estudio.

Tratamiento 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		
T1: (08-06-2018)	T2: (08-08-2018)	T3: (08-11-2018)
Código: AR1-X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR2-X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR3-X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo
Código: AR1-Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR2-Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR3-Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo
Código: AR1-Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR2-Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR3-Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo

T: Tiempo

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 13. Distribución del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en el área de estudio.

Tratamiento 2: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		
T1: (08-06-2018)	T2: (08-08-2018)	T3: (08-11-2018)
Código: AR1C- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR2C- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR3C- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo
Código: AR1C-Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR2C- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR3C- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo
Código: AR1C-Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR2C- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo	Código: AR3C- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Prosopis juliflora</i> Algarrobo

T: Tiempo

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 14. Distribución del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el área de estudio.

Tratamiento 3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)		
T1: (08-06-2018)	T2: (08-08-2018)	T3: (08-11-2018)
Código: TR1- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR2- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR3- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi
Código: TR1- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR2- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR3- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi
Código: TR1- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR2- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR3- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi

T: Tiempo

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 15. Distribución del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el área de estudio.

Tratamiento 4: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)		
T1: (08-06-2018)	T2: (08-08-2018)	T3: (08-11-2018)
Código: TR1C- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR2C- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR3C- X Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi
Código: TR1C- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR2C- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR3C- Y Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi
Código: TR1C- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR2C- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi	Código: TR3C- Z Concentración inicial Vanadio: 44.71 mg/kg MS Especie: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet Tarwi

T: Tiempo

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y el Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) fueron comprados en la Universidad Nacional Agraria la Molina, el 2 de mayo, para luego plantarlo en el área contaminada. Donde se procederá a monitorear cada 14 días las especies.

Cada tratamiento tiene un área de 36 m², se regó una vez por semana a las diferentes especies y cada tratamiento se añadió la cantidad de 2 litros de agua.

Preparación del compost:

Según Román, Martínez y Pantoja (2013), en el libro de la FAO sostiene que la preparación del compost orgánico se empleó sobrantes de cosechas 30% (maíz, algodón, frutos, etc.), asimismo excremento de animales 20% (gallinas y caballos), 20% residuos orgánicos (p.34).

2.6.1.1 Análisis de muestras de Vanadio en las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Se recolectó muestra de hojas, raíces y tallo de ambas especies, para luego llevar al laboratorio.

Se procedió a pesar las siguientes especies, para luego llevarla a la mufla durante 48 horas con una tempera 60°C.

Luego del secado, se procedió a moler cada parte de la planta hasta obtener un polvo fino, es por ello que se utilizó el tamiz N° 850 µm, para luego ser trasladado al laboratorio Espectrometría en la Universidad Nacional de Ingeniería.

El laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería se analizó las muestras de ambas especies por el método Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS). Ver Anexo N° 10 hasta el Anexo N° 23.

2.2 Operacionalización de variables

Variable independiente: Fitoestabilización de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Variable dependiente: Reducción de Vanadio en suelos agrícolas.

Tabla 16. Matriz de Operacionalización de variables.

Fitoestabilización del Algarrobo (<i>Prosopis Juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de vanadio en suelos agrícolas Pisco 2018					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN
Fito estabilización de la especie Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) y Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	Sistemas biológicos para contrarrestar suelos contaminados por metales pesados (Cd, Pb, V, etc.) debido a su gran potencial fitoestabilizadora (Maguiña, 2017). El uso de la planta Algarrobo (<i>Prosopis Juliflora</i>), tiene la capacidad de absorber el Vanadio a nivel de raíz y tallo (Mesquite, el biorremediador de suelos, 2017).	Se realizarán 2 tratamientos al suelo contaminado, para así medir la eficiencia de la planta de Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) frente al Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) en la absorción de Vanadio en los tejidos y las características del suelo agrícola.	Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	Concentración de Vanadio en la raíz	mg/kg
				Concentración de Vanadio en tallo	
				Concentración de Vanadio en hoja	
				Crecimiento del tallo	Centímetros (cm)
				Crecimiento Prom. de ramas	Centímetros (cm)
				Crecimiento de hojas	Centímetros (cm)
			Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	Concentración de Vanadio en la raíz	mg/kg
				Concentración de Vanadio en tallo	
				Concentración de Vanadio en hoja	
				Crecimiento del tallo	Centímetros (cm)
Crecimiento Prom. de ramas	Centímetros (cm)				
Crecimiento de hojas	Centímetros (cm)				
Reducción de Vanadio en suelos agrícolas contaminados	Evaluación de las características fisicoquímicas y toxicidad que presenta el suelo agrícola (Hernández, 2014),	Comparación de los valores finales de absorción de Vanadio, para conocer si cumple para la Norma Técnica de Suelo de Ecuador, para uso de suelo agrícola.	Características fisicoquímicas del suelo agrícola	Vanadio	mg/kg
				Textura	%
				Color	-
				pH	0-14
				Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100 gr
				Materia orgánica	%
				Potasio	ppm
Fósforo	ppm				

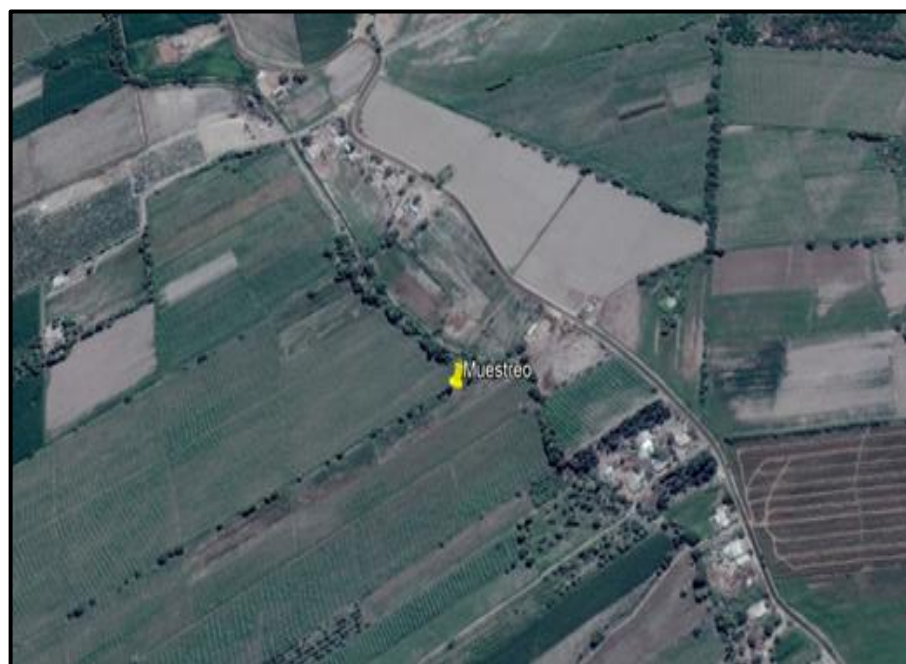
Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.3 Población y muestra

Población: Se tomará como población un área de 225 m² de los suelos agrícolas de la Hacienda Espinoza Muñoz localizado en la comunidad regantes Toma de León, Fundo Santa Julia – Pisco.

Muestra: Se tratará 4m² de suelo agrícola contaminado con Vanadio. (Ver Figura. 10)

Unidad de análisis: 1m² de suelo agrícola contaminado con Vanadio.



Fuente: Google Earth, 2018.

Figura 10. Mapa de localización del área del proyecto.

Coordenadas UTM de Muestreo de suelos:

Tabla 17. *Coordenadas de muestreo de suelos.*

PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
P-1	387323.41	8490315.43
P-2	387602.90	8490310.53
P-3	387926.52	8490315.43
P-4	387965.75	8490197.75
P-5	388039.30	8490016.33
P-6	387612.71	8490035.94
P-7	387598.00	8490202.66
P-8	387279.28	8490202.66
P-9	387176.31	8490035.94

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez, confiabilidad

Las técnicas e instrumentos para la recolección de datos se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. *Técnicas e instrumentos.*

TÉCNICA	INSTRUMENTO	ANEXO
Observación	Ficha de resultados de análisis de suelo	ANEXO N°2
Observación	Ficha de resultados de análisis foliar	ANEXO N°3
Observación	Ficha de registro de crecimiento de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	ANEXO N°4

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.4.1 Validez

La validez y confiabilidad de todos los instrumentos empleados en la presente investigación cumplió con los requisitos para su respectiva aplicación de acuerdo a su verificación, evaluación y valoración verificada por tres colegiados en Ingeniería Ambiental, expertos en el tema. Ver Anexos N° 2, 3, 4.

- **Especialista 1:**

Apellidos y Nombres: Jiménez Calderón César Eduardo.

Grado Académico: Doctor.

De colegiatura: 42355.

- **Especialista 2:**

Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez Juan Julio.

Grado Académico: Doctor.

De Colegiatura: 89972.

- **Especialista 3.**

Apellidos y Nombres: Guere Salazar Fiorella Vanessa.

Grado Académico: Magister.

De Colegiatura: 131344.

La convalidación de los instrumentos en la presente investigación obtuvo una valoración promedio de los tres especialistas de un 85% el cual indica que es aceptable los instrumentos a utilizar para el recojo de datos en todo el desarrollo de la investigación.

2.4.2 Confiabilidad

El Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego (LAASMA), es un equipo académico de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina, cuenta con un personal competente como también profesores para el informe e interpretación de los resultados de los análisis.

El Laboratorio Envirotest se realizó análisis de suelo de metales pesados con la metodología EPHA Method 3050-B Rev. 02., 1996 y EPHA Method 3050-B Rev. 4.4, esta acreditada por INACAL-DA REGISTRO LE-056, para una mayor eficiencia y calidad en los resultados.

2.5 Método de análisis de datos

En la presente investigación, se empleó el programa SPSS Versión 25, para procesar los resultados obtenidos en relación a las variables de la investigación, por ello se empleó la prueba de Normalidad para determinar si los valores tienen una distribución normal, seguidamente se realizó la prueba T- student para la comparación de medias, también la prueba ANOVA de un factor para determinar las diferencias significativas entre las eficiencias fitoestabilizadoras, finalmente se aplicó HDS Tukey para la visualización de las medias de los grupos.

2.6 Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación, se respeta los resultados obtenidos de las muestras realizadas en el laboratorio de la Universidad César Vallejo – Lima Norte, los cuales son respaldados y verificados por docentes de cada área en Química general y especialista en suelos, asimismo del laboratorio Enviro test respaldado por INACAL. Las referencias y fuentes textuales del proyecto se basaron en la Norma ISO 690, citados de manera específica de acuerdo a las legalidades propias del autor. Asimismo, se respeta el Código de Ética de la Universidad Cesar Vallejo con respecto al Artículo 13 de las investigaciones con plantas y el Artículo 15 de la política antiplagio, donde se procedió a pasar por Turnitin el presente trabajo de investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco 2018.

Tabla 19. Análisis fisicoquímicos del suelo agrícola.

ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL SUELO				
N	Parámetros	Inicio	Final	METODOLOGÍA
1	Textura	Arena Francosa	Arena Francosa	Cualitativa
2	Color	10YR 3/3 – dark Brown	10YR 3/3 – dark Brown	Metodología Tabla Munsell
3	Materia Orgánica	0.38%	5.35 %	Método de Walkley y Black
4	pH	7.88	7.77	APHA-AWWA-WEF (método) 4500 HB
5	Fósforo	17.68 ppm	67.19 ppm	Método de Olsen Modificado.
6	Capacidad Intercambio Catiónico	4.94 meq/100 gr	9.15 meq/100 gr	Acetato de Amonio 1N pH= 7
7	Potasio	344 ppm	340 ppm	Extracto de Acetato de Amonio
8	Conductividad Eléctrica	2.6 dS/m	1.56 dS/m	CE Lectura de extracto de relación suelo agua
9	CaCO ₃	2.034%	5.65 %	Método gaso-volumétrico

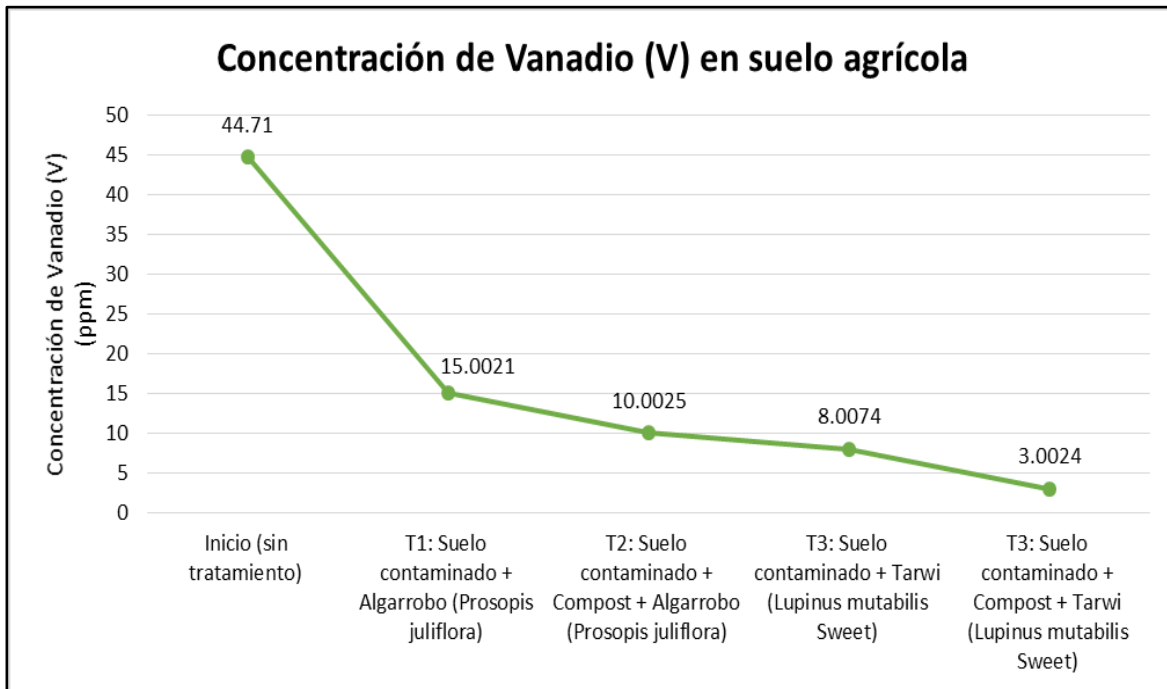
Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 19, se observa los parámetros fisicoquímicos iniciales y finales del suelo agrícola proveniente de la Comunidad Regantes Toma de León, Independencia, Pisco, donde presentó un suelo arena francosa aplicando el triángulo textural de USDA, asimismo se analizó mediante el uso de la tabla de Munsell el color el cual se obtuvo como resultado 10YR 3/3 – dark Brown, con un pH ligeramente alcalino, además el porcentaje bajo de materia orgánica al inicio fue de 0.38% y luego de aplicar los tratamientos ascendió a 5,35%, la importancia del crecimiento y fijación del fósforo en el suelo es sumamente importante para el crecimiento de las plantas. El resultado inicial de fósforo (P) fue 17.68 ppm y final 67.19 ppm, el Potasio inicial fue de 344 ppm y final de 340 ppm. Por último, la cantidad de Vanadio en el suelo agrícola es de 44.71 mg/kg, y final fue de 3.0024 ppm. (Ver Anexo N° 6, 7, 8, 9, 24, 27 y 28).

Tabla 20. Concentración de Vanadio en el suelo agrícola.

Concentración final de Vanadio en el suelo agrícola			
Sin tratamiento	Con tratamiento		Normativa de suelos de Ecuador
Inicio (ppm)	Muestras de suelo	Final (ppm)	
44.71 Área total del estudio 225 m ² por el método de la rejilla	T1-Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) sin compost	15.0021	25 (mg/kg)
		15.0021	
		15.0021	
	T2C-Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost	10.0012	
		10.0025	
		10.0025	
	T1 – Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin compost	8.0045	
		8.0044	
		8.0074	
	T2C – Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + compost	3.0024	
		3.0019	
		3.0024	

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 11. Concentración de Vanadio (V) en suelo agrícola.

En la Figura 11, se observa la reducción del elemento Vanadio en las dos diferentes especies y cuatro tratamientos. Inicialmente el suelo agrícola se encontró una concentración de Vanadio de 44.71 mg/kg, sin embargo, al aplicar los tratamientos en un tiempo determinado de 6 meses los resultados obtenidos fueron eficientes, no obstante, el tratamiento con la especie Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) adicionando compost, fue más eficiente, por lo tanto, redujo el elemento Vanadio en 93.28%.

Resultados de capacidad fitoestabilizadora en la reducción de Vanadio

Se determinó el porcentaje de reducción de las concentraciones de Vanadio en el suelo agrícola con las diferentes especies y tratamientos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Eficiencia de remoción} = \frac{\text{Concentración inicial de vanadio} - \text{Concentración final de vanadio}}{\text{Concentración inicial de vanadio}} * 100$$

Tabla 21. Porcentaje de eficiencia de Vanadio en suelos agrícolas.

Porcentaje de eficiencia en la reducción de Vanadio en los suelos agrícolas			
TRATAMIENTOS	INICIO	FINAL	PORCENTAJE DE EFICIENCIA (%)
T1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	44.71	15.0021	66.44
T2: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	44.71	10.0020	77.63
T3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	44.71	8.0054	82.09
T4: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	44.71	3.0022	93.28

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Prueba de Normalidad - Shapiro Wilk:

En la Tabla 21, se presenta los resultados de la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilk, debido a que la base de datos es menor de 50. Encontrando valores de sigma (p) mayores de 0.05 para los datos obtenidos en cada tratamiento; demostrando que los datos siguen una distribución normal, por lo tanto, para contrastar las hipótesis se empleó estadística paramétrica: T-student, para comparar las medias de los grupos antes y después de cada tratamiento.

Tabla 22: Prueba de Normalidad.

Tratamientos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tratamiento 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	0,773	3	0,051
Tratamiento 2: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost	0,775	3	0,056
Tratamiento 3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	0,775	3	0,056
Tratamiento 4: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + compost	0,774	3	0,054

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Hipótesis general:

Ha: La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) serán eficientes en la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

Ho: La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) no serán eficientes en la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ha : $u_0 \neq u_1 \neq u_2 \neq u_3 \neq u_4$

Ho : $u_0 = u_1 = u_2 = u_3 = u_4$

Donde:

u_0 : Promedio inicial de Vanadio en suelo contaminado.

u_1 : Promedio de fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost.

- u_2 : Promedio de fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) más compost.
- u_3 : Promedio de fitoestabilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin compost.
- u_4 : Promedio de fitoestabilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) más compost.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico ANOVA; para comparar los promedios de los 4 tratamientos en relación a la concentración inicial de Vanadio en suelo contaminado; para ello se utilizará el Software estadístico SPSS Versión 25.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

Cálculos:

Tabla 23: Anova para los distintos tratamientos.

Concentraciones de Vanadio en suelo contaminado					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3281,95	4	820,49	1154534954,97	,000
Intra-grupos	0,000	10	0,000		
Total	3281,95	14			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación:

En la Tabla 23, se tiene que el valor de sigma es igual a 0.000 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que efectivamente la fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) son eficientes en la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

3.2 Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

Tabla 24. Concentración de Vanadio en la especie de Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V	ppm
T ₀ : 08/05/2018			
Código	Partes de la planta		
AR0-X	Raíz	0.0000	0
	Tallo	0.0000	0
	Hoja	0.0000	0
AR0-Y	Raíz	0.0000	0
	Tallo	0.0000	0
	Hoja	0.0000	0
AR0-Z	Raíz	0.0000	0
	Tallo	0.0000	0
	Hoja	0.0000	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 25. T₁-Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Tratamiento 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V	ppm
T ₁ : 08/06/2018			
Código	Parte de la planta		
AR1-X	Raíz	0.00032	3.2
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00001	0.1
AR1-Y	Raíz	0.00034	3.4
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00000	0
AR1-Z	Raíz	0.00034	3.4
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00001	0.1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 26. T₁ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Tratamiento 2: Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V	ppm
T ₁ : 08/06/2018			
Código	Parte de la planta		
AR1C-X	Raíz	0.00052	5.2
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00001	0.1
AR1C-Y	Raíz	0.00053	5.3
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00000	0
AR1C-Z	Raíz	0.00052	5.2
	Tallo	0.00000	0
	Hoja	0.00000	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 25 y 26, se observa que en el tratamiento inicial (08/06/2018) después de un mes de plantar el Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en dos tratamientos diferentes (Suelo contaminado + Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (*Prosopis juliflora*), se obtuvo que la mayor absorción del elemento Vanadio se evidenció en el tratamiento 2 adicionando compost, resultando que la mayor concentración de Vanadio se encontró en la planta AR1C-Y: raíz (5.3 ppm), tallo (0.1 ppm) y hoja (0 ppm), frente al tratamiento 1 donde se obtuvo menor absorción en planta AR1-Y: raíz (3.4 ppm), tallo (0.2 ppm) y hoja (0 ppm).

Tabla 27. T₂ -Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Tratamiento 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V	ppm
T ₂ : 08/08/2018			
Código	Parte de la planta		
AR2-X	Raíz	0.00124	12.4
	Tallo	0.00005	0.5
	Hoja	0.00002	0.2
AR2-Y	Raíz	0.00123	12.3
	Tallo	0.00005	0.5
	Hoja	0.00002	0.2
AR2-Z	Raíz	0.00125	12.5
	Tallo	0.00004	0.4
	Hoja	0.00002	0.2

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 28. T₂ - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Tratamiento 2: Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V	ppm
T ₂ : 08/08/2018			
Código	Parte de la planta		
AR2C-X	Raíz	0.00164	16.4
	Tallo	0.00004	0.4
	Hoja	0.00001	0.1
AR2C-Y	Raíz	0.00160	16
	Tallo	0.00003	0.3
	Hoja	0.00000	0
AR2C-Z	Raíz	0.00159	15.9
	Tallo	0.00003	0.3
	Hoja	0.00000	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 27 y 28, se observa que en el tratamiento intermedio (08/08/2018) después de 60 días de plantar el Algarrobo (*Prosopis juliflora*) se obtuvo que la mayor absorción del elemento Vanadio se evidenció en el tratamiento 2 adicionando compost, resultando que la mayor concentración de Vanadio se encontró en la planta AR2C-X: raíz (16.4 ppm), tallo (0.4 ppm) y hoja (0.1 ppm), frente al tratamiento 1 donde se obtuvo menor absorción en planta AR2-Z: raíz (12.5 ppm), tallo (0.4 ppm) y hoja (0.2 ppm).

Tabla 29. T3 - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V	ppm
T ₃ : 08/11/2018			
Código	Parte de la planta		
AR3-X	Raíz	0.00245	24.5
	Tallo	0.00007	0.7
	Hoja	0.00002	0.2
AR3-Y	Raíz	0.00234	23.4
	Tallo	0.00007	0.7
	Hoja	0.00001	0.1
AR3-Z	Raíz	0.00246	24.6
	Tallo	0.00007	0.7
	Hoja	0.00002	0.2

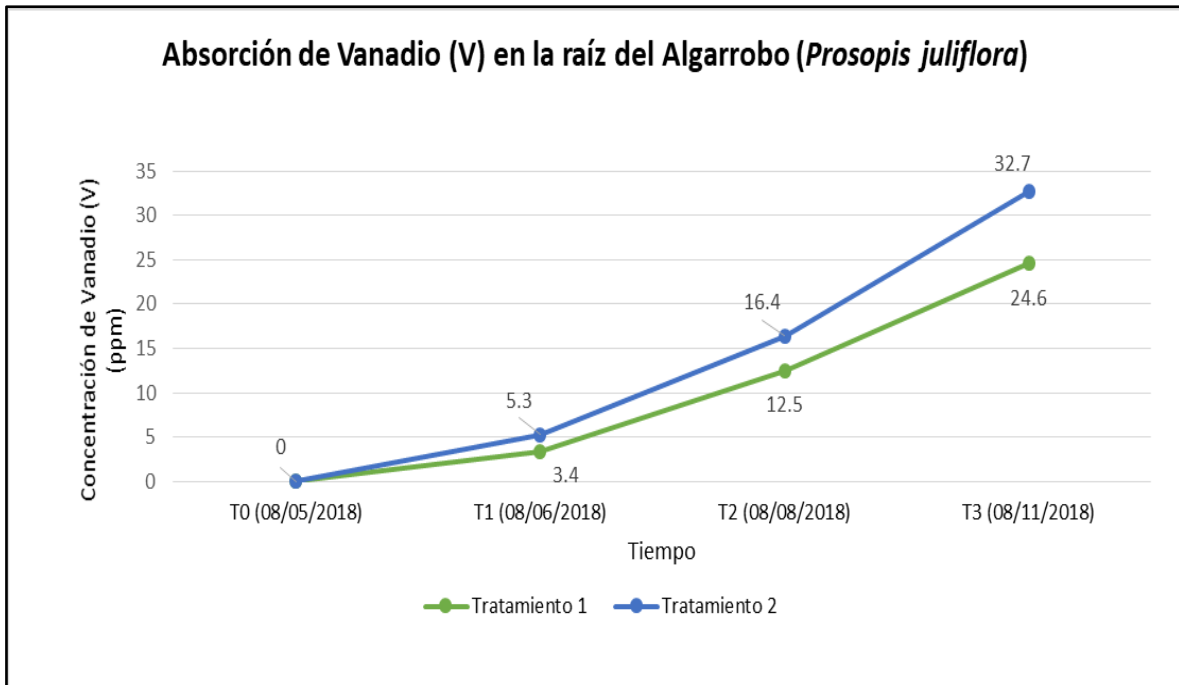
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 30. T3 - Resultados: Análisis foliar en Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V	ppm
T ₃ : 08/11/2018			
Código	Parte de la planta		
AR3C-X	Raíz	0.00327	32.7
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00001	0.1
AR3C-Y	Raíz	0.00320	32
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00001	0.1
AR3C-Z	Raíz	0.00326	32.6
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00002	0.2

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 29 y 30, se observa que en el tratamiento final (08/11/2018) después de 60 días de plantar el Algarrobo (*Prosopis juliflora*) se obtuvo que la mayor absorción del elemento Vanadio se evidenció en el tratamiento 2 adicionando compost, resultando que la mayor concentración de Vanadio se encontró en la planta AR3C-X: raíz (32.7 ppm), tallo (0.2 ppm) y hoja (0.1 ppm), frente al tratamiento 1 donde se obtuvo menor absorción en planta AR3-Z: raíz (24.6 ppm), tallo (0.7 ppm) y hoja (0.2 ppm).



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 12. Absorción de Vanadio (V) en la raíz del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

En la Figura 12, se observa que el Tratamiento 2 (Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (*Prosopis juliflora*)), absorbe ascendentemente de 0 a 32.7 ppm, en los periodos de tiempo dados desde el 8 de mayo hasta el 8 de noviembre frente al Tratamiento 1 (Suelo contaminado + Algarrobo (*Prosopis juliflora*)) de 0 a 24.6 ppm, concluyendo que el tratamiento 2 es más eficiente en la absorción del elemento Vanadio frente al Tratamiento 1, ya que se adicionó compost el cual potenció el intercambio catiónico.

Hipótesis Específico 1:

Ha: La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

H0: La fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) no es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ha : $u_1 \neq u_2$

H₀ : $u_1 = u_2$

Donde:

u₁ : Promedio de Vanadio en suelo contaminado antes del tratamiento: Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

u₂ : Promedio de Vanadio en suelo contaminado después del tratamiento: Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico T student, debido a que la muestra está constituida por menos de 30 datos; comparando los promedios de Vanadio en suelo contaminado antes y después del tratamiento 1: Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en suelo contaminado; por ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 25.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

Tabla 31. Resultados de concentración final de Vanadio (V) en suelo agrícola.

Sin tratamiento	Con tratamiento	
Inicio (ppm)	Muestras de suelo	Final (ppm)
44.71 ppm Vanadio (V) Área total del estudio 225 m ² por el método de la rejilla	Tratamiento 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) sin compost	15.0021
		15.0021
		15.0021
	Tratamiento 2: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost	10.0012
		10.0025
		10.0025

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 32. Prueba de muestras relacionadas T-student.

CONCENTRACIÓN DE VANADIO	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
Concentración inicial – Concentración final	32,2079167	2,7386311	1,1180415	29,3338996	35,0819337	28,807	5	,000

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 33. Resultado estadístico para la investigación.

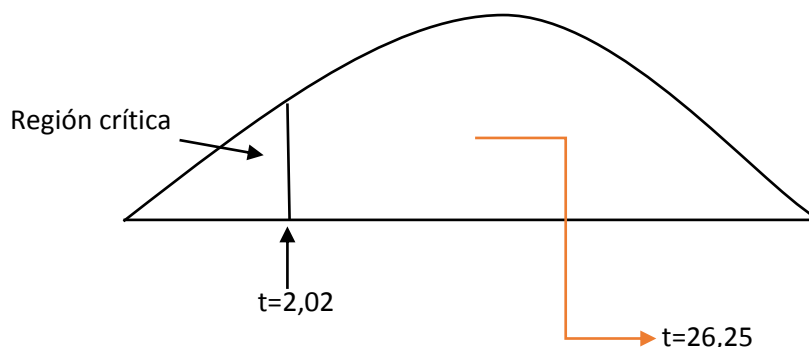
N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
6	32,2079167	2,7386311	1,1180415

Fuente: Elaboración propia, 2018.

T-student

$$t = \frac{32,2079167 - 0,05}{\frac{2,7386311}{\sqrt{6 - 1}}} = 26,25$$

De acuerdo a la distribución de T (N-1 y 0,05) nos da un valor critico de 2,02



Criterio de decisión:

Si el valor de sigma es menor de 0,05 acepto la hipótesis alterna.

Interpretación p (sigma):

Para la concentración final del Vanadio, se obtiene: P-Valor= 0.000 es menor que 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, con un nivel de significancia de 5%, se concluye que al emplear la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*) será eficiente para la reducción de concentración de Vanadio en suelos agrícolas Pisco.

3.3 Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

Tabla 34. Concentración de Vanadio en la especie de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)		% V	ppm
T ₁ : 08/05/2018			
Código	Parte de la planta		
TR0-X	Raíz	0.0000	0
	Tallo	0.0000	0
	Hoja	0.0000	0
TR0-Y	Raíz	0.0000	0
	Tallo	0.0000	0
	Hoja	0.0000	0
TR0-Z	Raíz	0.0000	0
	Tallo	0.0000	0
	Hoja	0.0000	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 35. T₁ - Resultados: Análisis foliar en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Tratamiento 1: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)		% V	ppm
T ₁ : 08/06/2018			
Código	Parte de la planta		
TR1-X	Raíz	0.00072	7.2
	Tallo	0.00000	0
	Hoja	0.00000	0
TR1-Y	Raíz	0.00071	7.1
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00000	0
TR1-Z	Raíz	0.00073	7.3
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00000	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 36. *T₁ - Resultados: Análisis foliar en Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).*

Tratamiento 2: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + Compost		% V	ppm
T ₁ : 08/06/2018			
Código	Parte de la planta		
TR1C-X	Raíz	0.00094	9.4
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00000	0
TR1C-Y	Raíz	0.00093	9.3
	Tallo	0.00000	0
	Hoja	0.00000	0
TR1C-Z	Raíz	0.00094	9.4
	Tallo	0.00000	0
	Hoja	0.00000	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 35 y 36, se observa que en el tratamiento inicial (08/06/2018) después de un mes de plantar el Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dos tratamientos diferentes (Suelo contaminado + Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y Suelo contaminado + Compost + Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)), se obtuvo que la mayor absorción del elemento Vanadio se evidencio en el tratamiento 2 adicionando compost, resultando que la mayor concentración de Vanadio se encontró en la planta TR1C-Z: raíz (9.4 ppm), tallo (0 ppm) y hoja (0 ppm), frente al tratamiento 1 donde se obtuvo menor absorción en planta TR1-Z: raíz (7.3 ppm), tallo (0.1 ppm) y hoja (0 ppm)

Tabla 37. *T₂ - Resultados: Análisis foliar en Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).*

Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)		% V	ppm
T ₂ : 08/08/2018			
Código	Parte de la planta		
TR2-X	Raíz	0.00104	10.4
	Tallo	0.00003	0.3
	Hoja	0.00000	0
TR2-Y	Raíz	0.00104	10.4
	Tallo	0.00003	0.3
	Hoja	0.00001	0.1
TR2-Z	Raíz	0.00102	10.2
	Tallo	0.00003	0.3
	Hoja	0.00001	0.1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 38. *T₂ - Resultados: Análisis foliar en Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).*

Suelo contaminado + Compost + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>)		% V	ppm
T ₂ : 08/08/2018			
Código	Parte de la planta		
TR2C-X	Raíz	0.00182	18.2
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00000	0
TR2C-Y	Raíz	0.00181	18.1
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00001	0.1
TR2C-Z	Raíz	0.00178	17.8
	Tallo	0.00001	0.1
	Hoja	0.00000	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 37 y 38, se observa que en el tratamiento intermedio (08/08/2018) después de 60 días de plantar el Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) se obtuvo que la mayor absorción del elemento Vanadio se evidencio en el tratamiento 2 adicionando compost, resultando que la mayor concentración de Vanadio se encontró en la planta TR2C-X: raíz (18.2 ppm), tallo (0.1 ppm) y hoja (0 ppm), frente al tratamiento 1 donde se obtuvo menor absorción en planta TR2-X: raíz (10.4 ppm), tallo (0.3 ppm) y hoja (0 ppm).

Tabla 39. *T₃ - Resultados: Análisis foliar en Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).*

Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>)		% V	ppm
T ₃ : 08/11/2018			
Código	Parte de la planta		
TR3-X	Raíz	0.00241	24.1
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00002	0.2
TR3-Y	Raíz	0.00238	23.8
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00000	0
TR3-Z	Raíz	0.00243	24.3
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00002	0.2

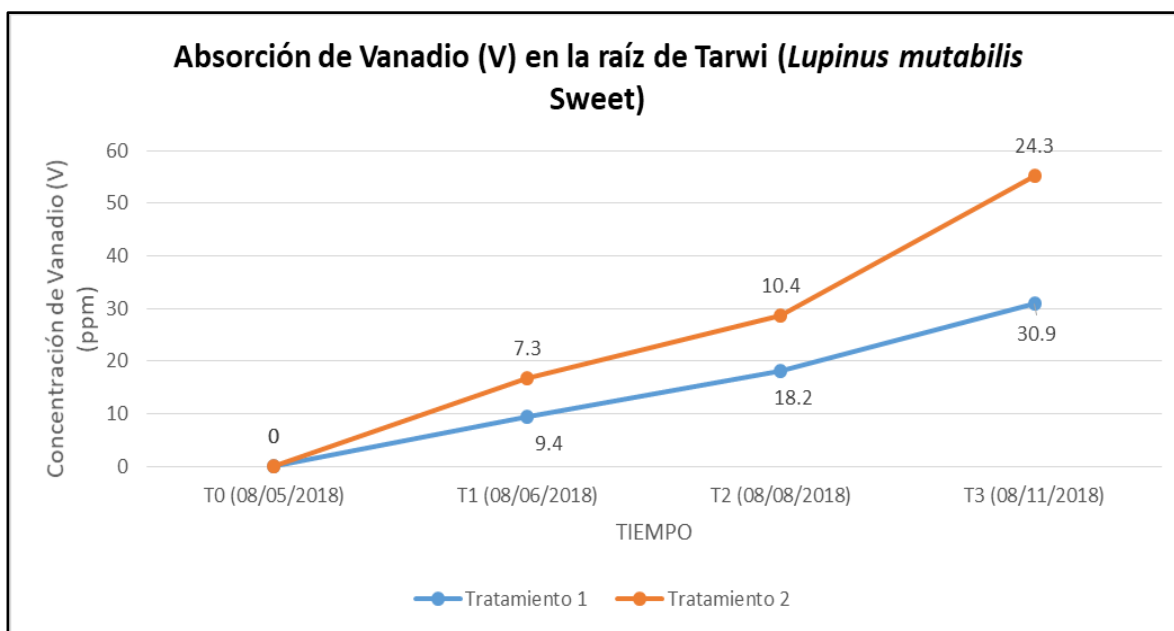
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 40. T₃. Resultados: Análisis foliar en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Suelo contaminado + Compost + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)		% V	ppm
T ₃ : 08/11/2018			
Código	Parte de la planta		
TR3C-X	Raíz	0.00301	30.1
	Tallo	0.00004	0.4
	Hoja	0.00001	0.1
TR3C-Y	Raíz	0.00309	30.9
	Tallo	0.00002	0.2
	Hoja	0.00001	0.1
TR3C-Z	Raíz	0.00302	30.2
	Tallo	0.00004	0.4
	Hoja	0.00002	0.2

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 39 y 40, se observa que el tratamiento final (08/11/2018) después de 60 días de plantar el Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) se obtuvo que la mayor absorción del elemento Vanadio se evidenció en el tratamiento 2 adicionando compost, resultando que la mayor concentración de Vanadio se encontró en la planta TR3C-Y: raíz (30.9 ppm), tallo (0.2 ppm) y hoja (0.1 ppm), frente al tratamiento 1 donde se obtuvo menor absorción en planta TR3-Z: raíz (24.3 ppm), tallo (0.2 ppm) y hoja (0.2 ppm).



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 13. Absorción de Vanadio en la raíz del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

En la Figura 13, se observa que el Tratamiento 2 (Suelo contaminado + Compost + Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)), absorbe ascendentemente de 0 a 30.9 ppm, en los períodos de tiempo dados desde el 8 de mayo hasta el 8 de noviembre frente al Tratamiento 1 (Suelo contaminado + Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)) de 0 a 24.3 ppm, concluyendo que el tratamiento 2 es más eficiente en la absorción del elemento Vanadio frente al Tratamiento 1, de modo que se adicionó compost el cual favoreció el incremento de iones (cationes y aniones) en el suelo.

Hipótesis Específico 2:

Ha: La fitoestabilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

H0: La fitoestabilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) no es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018.

Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

Ha : $u_1 \neq u_2$

Ho : $u_1 = u_2$

Donde:

u_1 : Promedio de Vanadio en suelo contaminado antes del tratamiento: Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

u_2 : Promedio de Vanadio en suelo contaminado después del tratamiento: Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico T - student debido a que la muestra está constituida por menos de 30 datos; comparando los promedios de Vanadio en suelo contaminado antes y después del tratamiento: Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en suelo contaminado; para ello se utilizará el software estadístico SPSS Versión 25.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

Tabla 41. Resultados de concentración final de Vanadio (V) en suelo agrícola.

Sin tratamiento	Con tratamiento	
Inicio (ppm)	Muestras de suelo	Final (ppm)
44.71 ppm Vanadio (V) Área total del estudio 225 m ² por el método de la rejilla	T1 – Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) sin compost	8.0045
		8.0044
		8.0074
	T2C – Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) + compost	3.0024
		3.0019
		3.0024

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 42. Prueba de muestras relacionadas T-student.

CONCENTRACIÓN DE VANADIO	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Concentración inicial – Concentración final	39,2061667	2,7403657	1,1187496	36,3303292	42,0820041	35,045	5	,000

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 43. Resultado estadístico para la investigación

N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
6	39,2061667	2,7403657	1,1187496

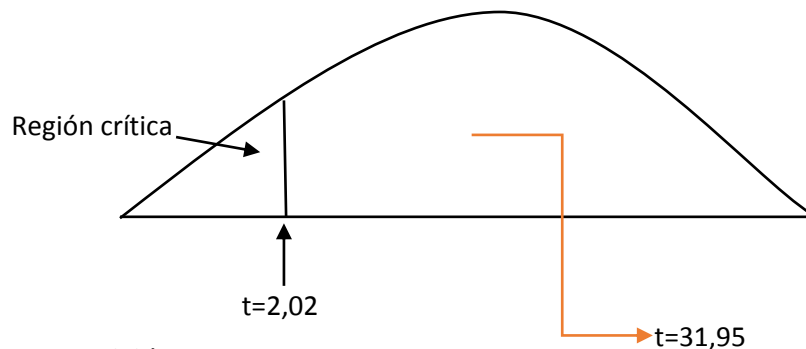
Fuente: Elaboración propia, 2018.

T-Student.

$$z = \frac{X - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n-1}}}$$

$$t = \frac{39,2061667 - 0,05}{\frac{2,7403657}{\sqrt{6-1}}} = 31,95$$

De acuerdo a la distribución de T (N-1 y 0,05) nos da un valor crítico de 2,02.



Criterio de decisión:

Si el valor de sigma es menor de 0,05 acepto la hipótesis alterna.

Interpretación p (sigma):

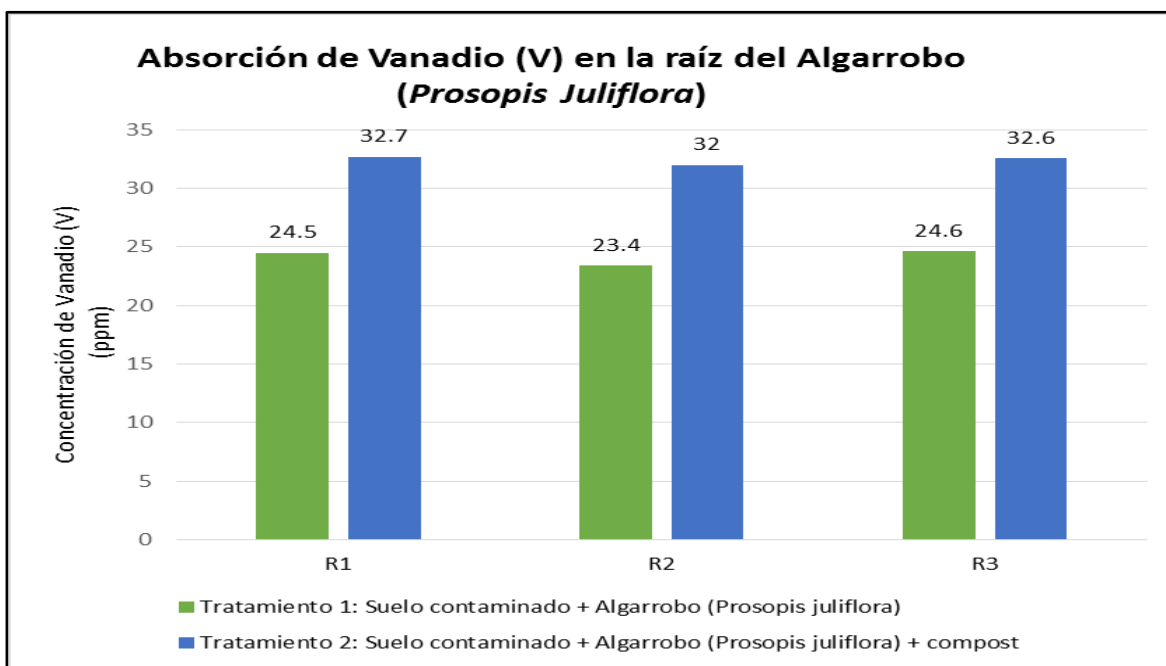
Para la concentración final del Vanadio, se obtiene: P-Valor= 0.000 es menor que 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, con un nivel de significancia de 5%, se concluye que al emplear el Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) será eficiente para la reducción de concentración de Vanadio en suelos agrícolas Pisco.

3.4 Concentración final de Vanadio en la raíz en ambas especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Tabla 44. Concentración final del Vanadio (V) en la raíz de las especies.

Absorción final de Vanadio (V) en la raíz de las especies con los diferentes tratamientos				
Repeticiones	Tratamiento 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	Tratamiento 2: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost	Tratamiento 3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	Tratamiento 4: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + compost
R1	24,5	32,7	24,1	30,1
R2	23,4	32	23,8	30,9
R3	24,6	32,6	24,3	30,2

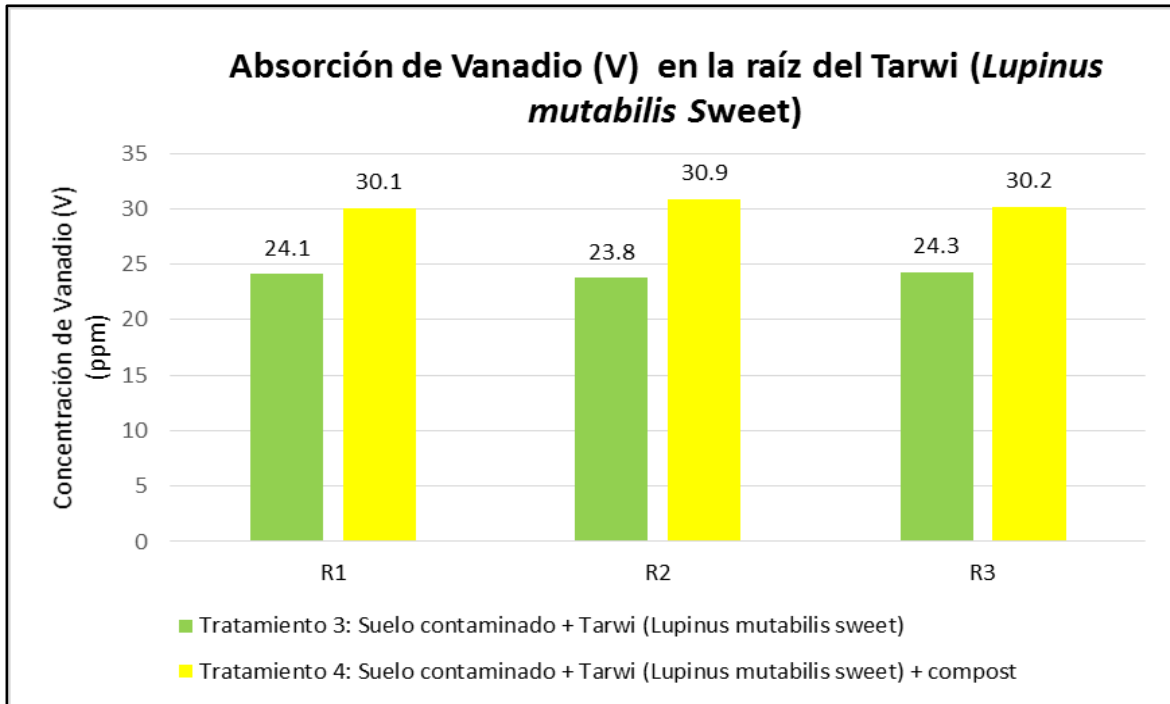
Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 14. Absorción de Vanadio en la raíz del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

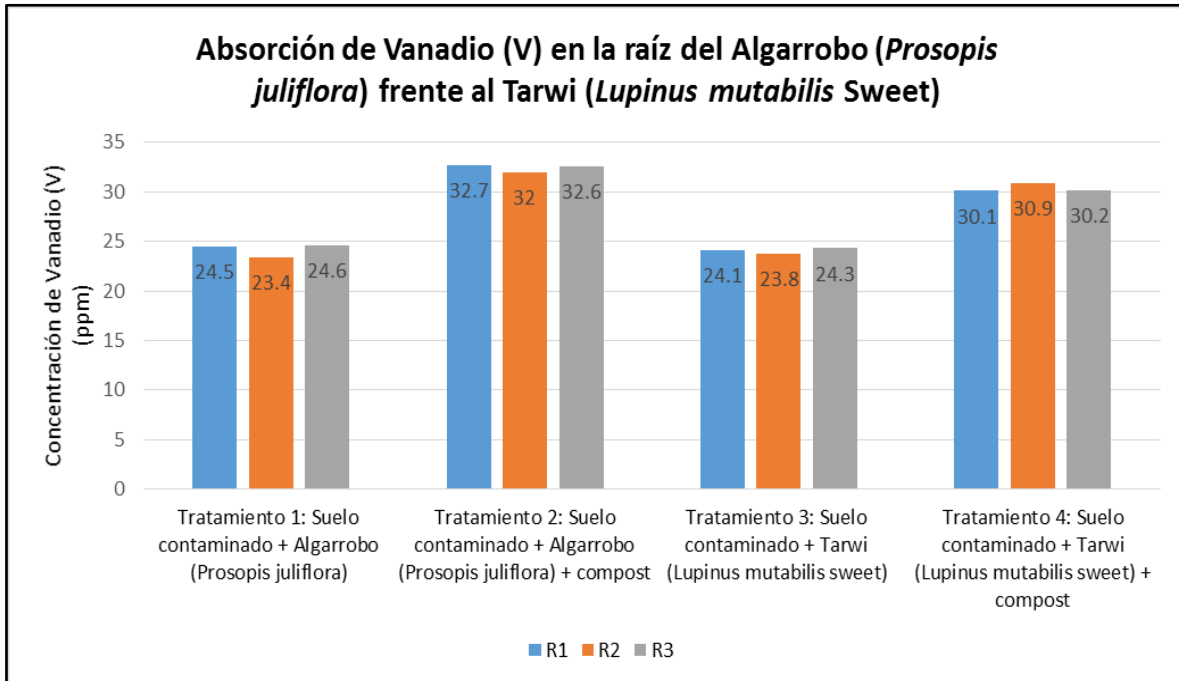
En la Figura 14, se observa las concentraciones finales del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en ambos tratamientos 1 y 2, por lo tanto, el tratamiento 2 logra una mayor concentración del elemento Vanadio en la parte de la raíz con 32.7 ppm, frente al tratamiento 1: 23.4 ppm, concluyendo que la especie tiene la capacidad de fitoestabilizar el elemento Vanadio en la raíz sin ingresar a la parte aérea de la especie.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 15. Absorción de Vanadio (V) en la raíz del Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*)

En la Figura 15, se observa las concentraciones finales del Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en ambos tratamientos 1 y 2, por lo tanto, el tratamiento 2 logra una mayor concentración del elemento Vanadio en la parte de la raíz con 30.9 ppm, frente al tratamiento 1: 23.8 ppm, concluyendo que la especie tiene la capacidad de fitoestabilizar el elemento Vanadio en la raíz sin ingresar a la parte aérea de la especie.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 16. Absorción de Vanadio en la raíz del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*)

En la Figura 16, se observa las concentraciones de Vanadio en la parte de la raíz de ambas especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), el cual predomina el tratamiento 2 y el tratamiento 4, debido a que ambos tratamientos se le agregó compost, logrando absorber el elemento Vanadio en mayor proporción el tratamiento 2 con 32.7 ppm, sin perjudicar la parte área de ambas especies.

Hipótesis Específico 3:

Ha: Las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) serán eficientes en suelos agrícolas, Pisco 2018.

H0: Las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) no serán eficientes en suelos agrícolas, Pisco 2018.

Planteamiento de Hipótesis para contraste de igualdad de medias:

Ha : $u_1 \neq u_2$

Ho : $u_1 = u_2$

Donde:

u_1 : Concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz en las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) antes del tratamiento.

u_2 : Concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz en las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) después del tratamiento.

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico ANOVA de un factor; comparando la concentración final de Vanadio del suelo con las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

Tabla 45. Análisis ANOVA de un factor.

ANOVA					
Absorción en la raíz de Vanadio en las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	166,087	3	55,362	263,630	,000
Dentro de grupos	1,680	8	,210		
Total	167,767	11			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Criterio de decisión:

Si el valor de sigma es menor de 0,05 se acepta la hipótesis alterna, por lo tanto, los grupos son distintos, asimismo se realizó la prueba de Tukey para observar las diferencias

significativas respecto a las concentraciones de absorción en la parte de la raíz de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Tabla 46. HSD Tukey.

Absorción de raíz				
HSD Tukey ^{a,b}				
Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Tratamiento 3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	3	24,0667		
Tratamiento 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	3	24,1667		
Tratamiento 4: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + Compost	3		30,4000	
Tratamiento 2: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + Compost	3			32,4333
Sig.		,993	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,210.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 46, se observa que en la prueba HSD Tukey, nos muestra 3 subconjuntos con diferencias significativas en los diferentes tratamientos de las especies, alcanzando la mayor concentración de absorción de Vanadio en la raíz, en el Tratamiento 2 (Suelo contaminado + Algarrobo (*Prosopis juliflora*) + Compost. No obstante, los tratamientos que carecen de compost (Tratamiento 1 y Tratamiento 3), no presentaron diferencias significativas.

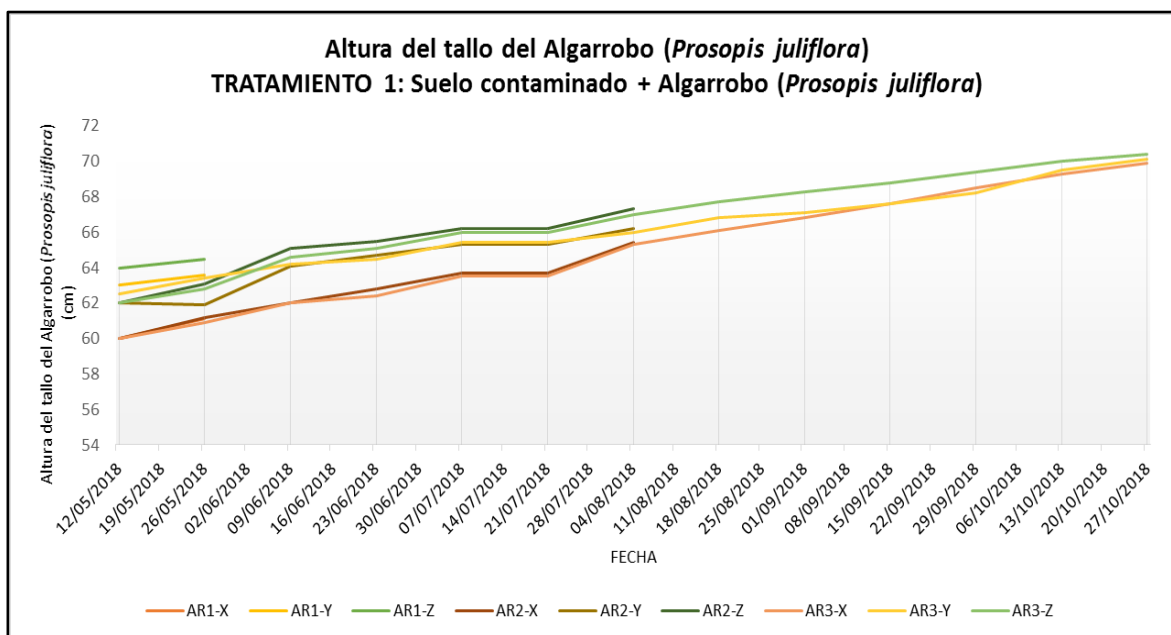
3.5 Evaluación las variaciones de crecimiento de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.

Tratamiento 1 - Evaluación del crecimiento del Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

Tabla 47. *Altura del tallo de la especie Algarrobo (Prosopis juliflora).*

TRATAMIENTO 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
Altura del tallo (cm)									
FECHA	REPETICIONES								
	AR1-X	AR1-Y	AR1-Z	AR2-X	AR2-Y	AR2-Z	AR3-X	AR3-Y	AR3-Z
12/05/2018	60	63	64	60	62	62	60	62.5	62
26/05/2018	61.1	63.6	64.5	61.2	61.9	63.1	60.9	63.4	62.8
09/06/2018				62	64,1	65,1	62	64,2	64,6
23/06/2018				62,8	64,7	65,5	62,4	64,5	65,1
07/07/2018				63,7	65,3	66,2	63,5	65,4	66
21/07/2018				64,5	65,9	66,8	64,1	65,5	66,3
04/08/2018				65,4	66,2	67,3	65,3	66	67
18/08/2018							66,1	66,8	67,7
01/09/2018							66,8	67,1	68,3
15/09/2018							67,6	67,6	68,8
29/09/2018							68,5	68,2	69,4
13/10/2018							69,3	69,5	70
27/10/2018							69,9	70,1	70,4

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

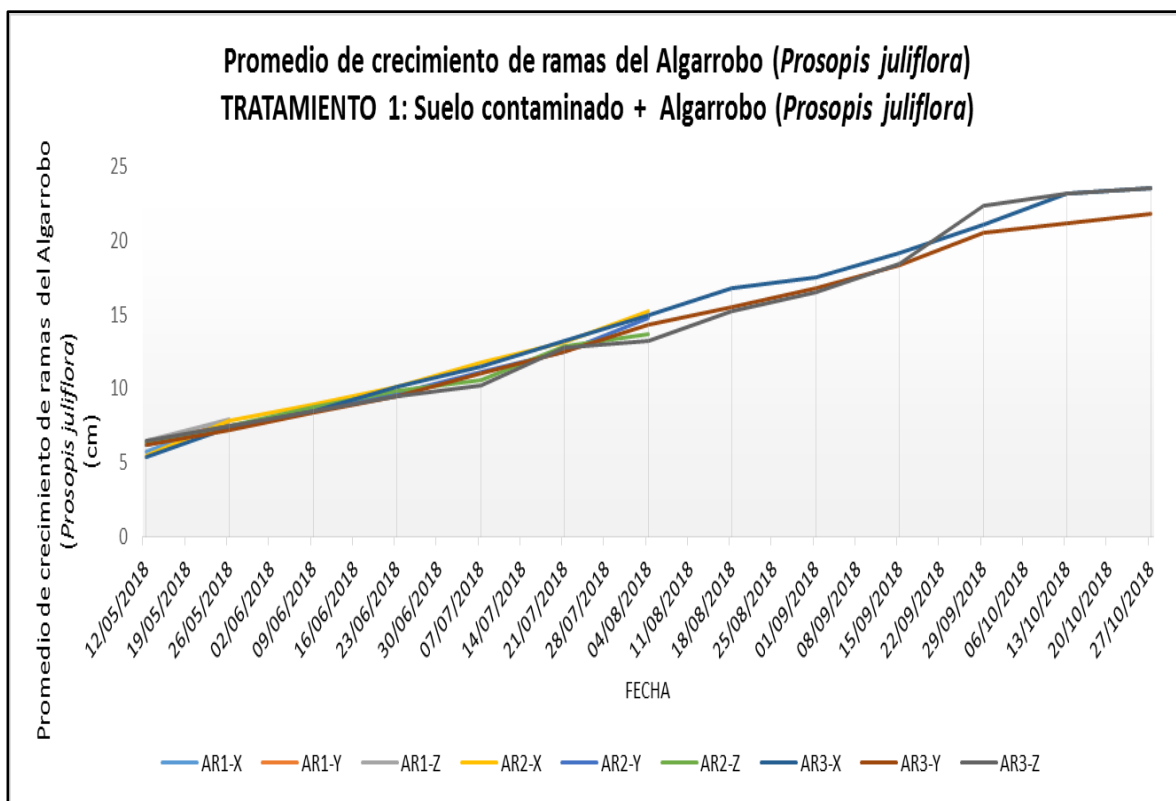
Figura 17. *Altura del tallo del Algarrobo (Prosopis juliflora).*

En la Figura 17, se observa que la altura de los 9 tallos de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost cultivado en el área contaminada con el elemento Vanadio, se desarrolló con normalidad en el tiempo de 6 meses, respecto al crecimiento del tallo, en un intervalo de 0.8 a 1 cm aproximadamente cada dos semanas, logrando obtener una altura promedio de 65.11 cm, sin embargo al finalizar el monitoreo, prevaleció el AR3-Z con una altura de 70.4 cm, concluyendo la capacidad de dicha especie en el desarrollo de suelos contaminados.

Tabla 48. Promedio de crecimiento de ramas de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

TRATAMIENTO 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
Promedio de crecimiento de ramas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
FECHA	REPETICIONES								
	AR1-X	AR1-Y	AR1-Z	AR2-X	AR2-Y	AR2-Z	AR3-X	AR3-Y	AR3-Z
12/05/2018	5.7	6.4	6.5	5.5	6.2	6.4	5.4	6.2	6.5
26/05/2018	7.8	7.6	7.9	7.8	7.5	7.5	7.4	7.2	7.5
09/06/2018				8.9	8.5	8.7	8.5	8.4	8.5
23/06/2018				10.1	9.7	9.8	10.1	9.5	9.5
07/07/2018				11.8	11.1	10.6	11.5	11	10.2
21/07/2018				13.1	12.5	12.9	13.2	12.5	12.8
04/08/2018				15.2	14.8	13.7	15	14.3	13.2
18/08/2018							16.8	15.5	15.2
01/09/2018							17.5	16.8	16.5
15/09/2018							19.2	18.3	18.4
29/09/2018							21.1	20.5	22.4
13/10/2018							23.2	21.2	23.2
27/10/2018							23.5	21.8	23.5

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

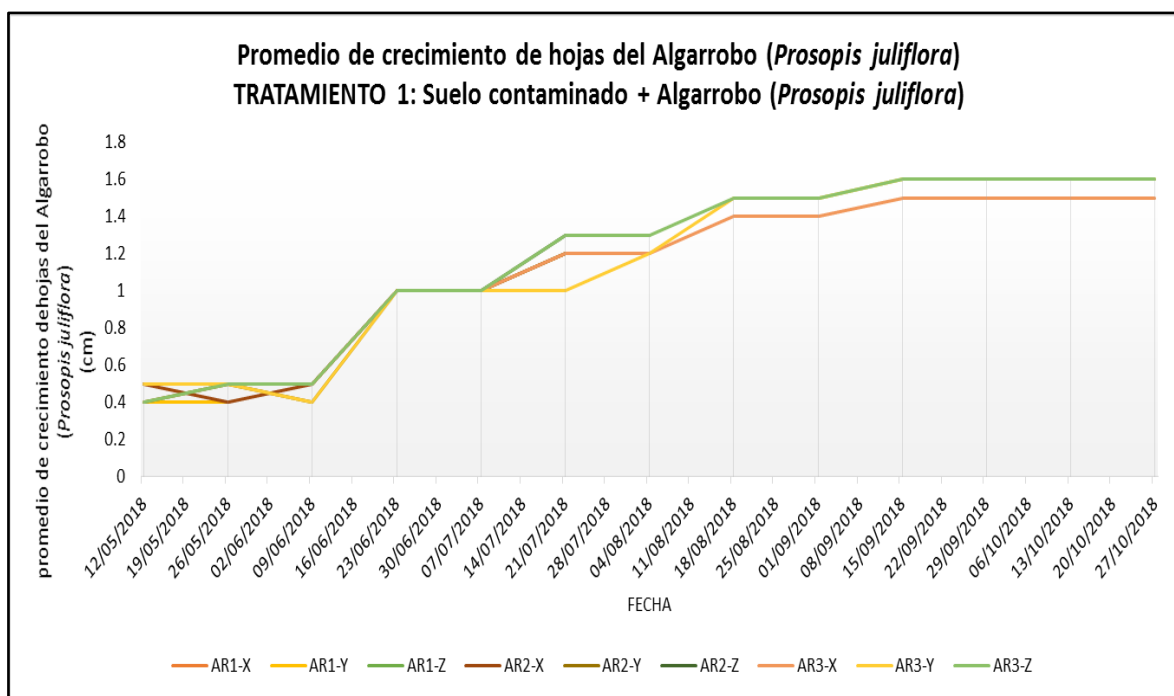
Figura 18. Promedio de crecimiento de ramas del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

En la Figura 18, se observa que el promedio de las ramas de las 9 especies de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost, se desarrollan proporcionalmente en un intervalo de 1.2 a 1.5 cm cada 2 semanas aproximadamente, obteniendo un promedio de 12.38 cm. En el transcurso de los meses se logró obtener en el monitoreo final un crecimiento en las especies AR3-X y AR3-Z en 23.5 cm, concluyendo que el elemento Vanadio no es impedimento para el desarrollo de dicha especie.

Tabla 49. Promedio crecimiento de hojas de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

TRATAMIENTO 1: Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
Promedio de crecimiento de hojas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
FECHA	REPETICIONES								
	AR1-X	AR1-Y	AR1-Z	AR2-X	AR2-Y	AR2-Z	AR3-X	AR3-Y	AR3-Z
12/05/2018	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
26/05/2018	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
09/06/2018				0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
23/06/2018				1	1	1	1	1	1
07/07/2018				1	1	1	1	1	1
21/07/2018				1.2	1.2	1.3	1.2	1	1.3
04/08/2018				1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3
18/08/2018							1.4	1.5	1.5
01/09/2018							1.4	1.5	1.5
15/09/2018							1.5	1.6	1.6
29/09/2018							1.5	1.6	1.6
13/10/2018							1.5	1.6	1.6
27/10/2018							1.5	1.6	1.6

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 19. Promedio de crecimiento de hojas del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

En la Figura 19, se observa que el promedio de las hojas de las 9 especies de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost, se desarrolló a partir del mes de junio, paralelamente en las

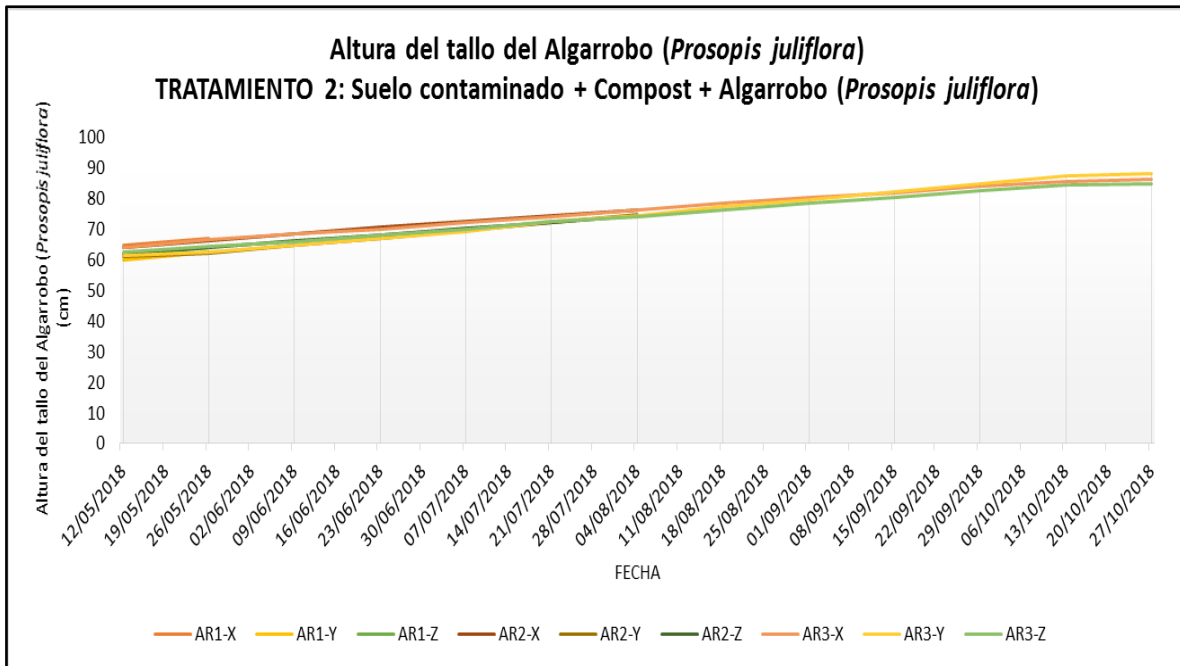
tres especies AR1, AR2 y AR3. Finalmente, la especie sobresaliente al finalizar el monitoreo fue la AR3-Z con un crecimiento de 1.6 cm.

Tratamiento 2 - Evaluación del crecimiento del Algarrobo (*Prosopis juliflora*)

Tabla 50. *Altura del tallo de la especie Algarrobo (Prosopis juliflora).*

TRATAMIENTO 2: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
Altura del Tallo del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
FECHA	REPETICIONES								
	AR1C-X	AR1C-Y	AR1C-Z	AR2C-X	AR2C-Y	AR2C-Z	AR3C-X	AR3C-Y	AR3C-Z
12/05/2018	65	60	62	64	61	62	64.2	61.5	62.5
26/05/2018	66.9	62.5	64.1	66.4	62.4	64	66.5	62.5	64.5
09/06/2018				68.7	65	66.2	68.5	64.9	66
23/06/2018				70.6	67.2	68.3	70.2	67	68
07/07/2018				72.6	69.7	70.3	72.4	69.4	70
21/07/2018				74.5	72.3	72.4	74.2	72.5	72.6
04/08/2018				76.4	74.8	74.5	76.4	74.5	74
18/08/2018							78.4	77.3	76.5
01/09/2018							80.3	79.8	78.6
15/09/2018							82.1	82.3	80.4
29/09/2018							84.2	84.9	82.7
13/10/2018							85.7	87.4	84.6
27/10/2018							86.2	88.2	85

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

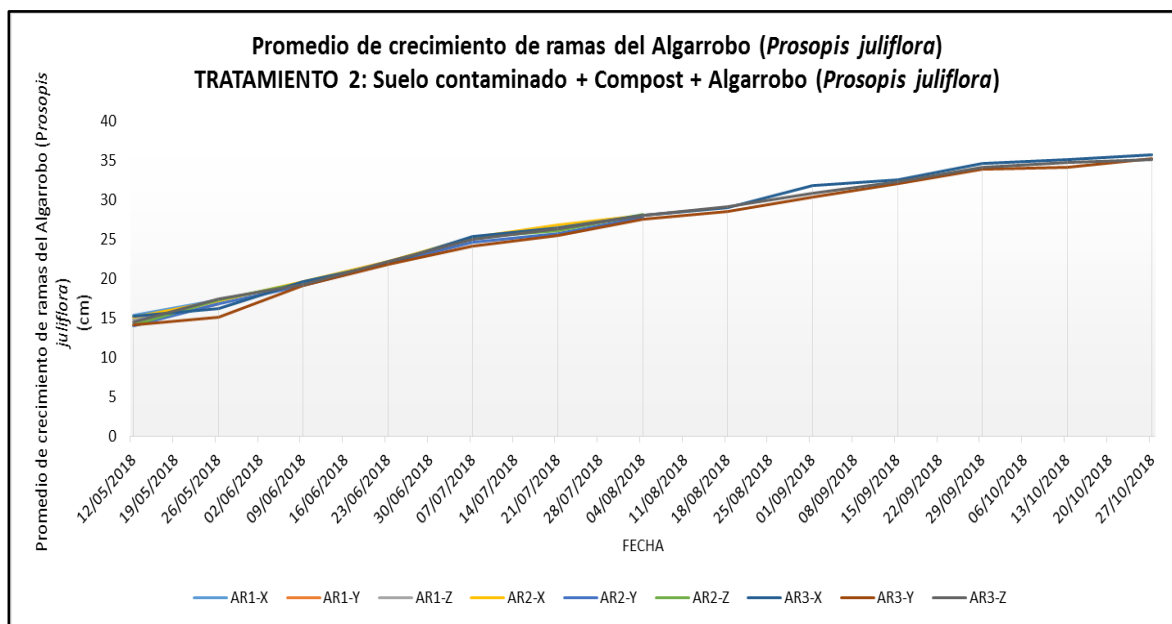
Figura 20. Altura del tallo del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

En la Figura 20, se observa que la altura de los 9 tallos de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost cultivado en el área contaminada con el elemento Vanadio, se desarrolló con normalidad en el tiempo de 6 meses respecto al crecimiento del tallo, en un intervalo de 1.8 a 2 cm aproximadamente cada 2 semanas superando al tratamiento 1 (0.8 a 1) cm, logrando obtener una altura promedio de 71.98 cm, sin embargo al finalizar el monitoreo, prevaleció el AR3C-Y con una altura de 88.2 cm, concluyendo que la adición de compost incrementa la capacidad de intercambio catiónico para la absorción del elemento Vanadio en la raíz.

Tabla 51. Promedio crecimiento de ramas de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

TRATAMIENTO 2: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
Promedio de crecimiento de ramas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
FECHA	REPETICIONES								
	AR1C-X	AR1C-Y	AR1C-Z	AR2C-X	AR2C-Y	AR2C-Z	AR3C-X	AR3C-Y	AR3C-Z
12/05/2018	15.4	14.2	14.9	15.1	14	14.2	15.3	14.2	14.5
26/05/2018	17.3	16.9	17.2	17.2	16.8	17.3	16.2	15.1	17.4
09/06/2018				19.7	19.1	19.5	19.6	19.2	19.3
23/06/2018				22.2	21.9	22.1	22	21.8	22.2
07/07/2018				25.3	24.6	25.2	25.4	24.2	25
21/07/2018				26.8	25.7	26.1	26.5	25.5	26.3
04/08/2018				28.1	27.8	28.2	28	27.6	28
18/08/2018							29	28.6	29.2
01/09/2018							31.8	30.4	30.9
15/09/2018							32.5	32.1	32.3
29/09/2018							34.6	33.9	34.2
13/10/2018							35.1	34.2	34.7
27/10/2018							35.7	35.2	35.1

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 21. Promedio de crecimiento de ramas del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

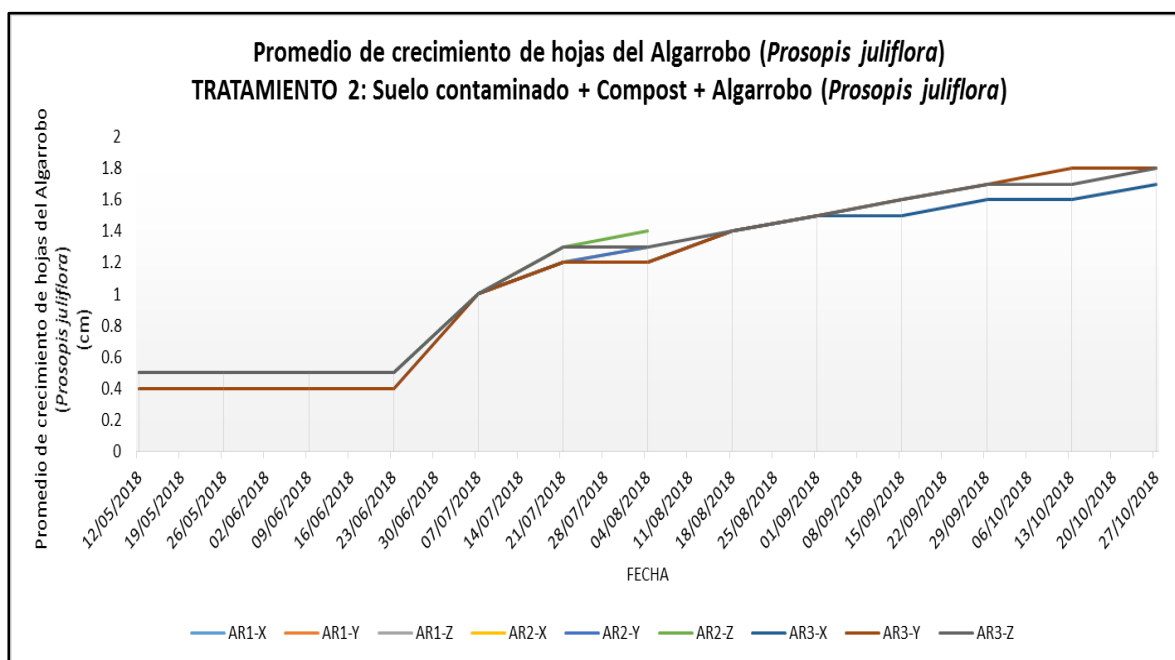
En la Figura 21, se observa que el promedio de las ramas de las 9 especies de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) adicionando compost, se desarrolló de manera progresiva debido al intercambio catiónico proveniente de los minerales del compost, asimismo se observa que el

promedio de rama de las especies es 24.18 cm, sobresaliendo la especie AR3C-X con un desarrollo de 35.7 cm siendo superior al tratamiento 1 (Figura 18).

Tabla 52. Promedio crecimiento de hojas de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

TRATAMIENTO 2: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
Promedio de crecimiento de hojas del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)									
FECHA	REPETICIONES								
	AR1C-X	AR1C-Y	AR1C-Z	AR2C-X	AR2C-Y	AR2C-Z	AR3C-X	AR3C-Y	AR3C-Z
12/05/2018	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
26/05/2018	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
09/06/2018				0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
23/06/2018				0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
07/07/2018				1	1	1	1	1	1
21/07/2018				1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3
04/08/2018				1.3	1.3	1.4	1.2	1.2	1.3
18/08/2018							1.4	1.4	1.4
01/09/2018							1.5	1.5	1.5
15/09/2018							1.5	1.6	1.6
29/09/2018							1.6	1.7	1.7
13/10/2018							1.6	1.8	1.7
27/10/2018							1.7	1.8	1.8

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 22. Promedio de crecimiento de hojas del Algarrobo (*Prosopis juliflora*).

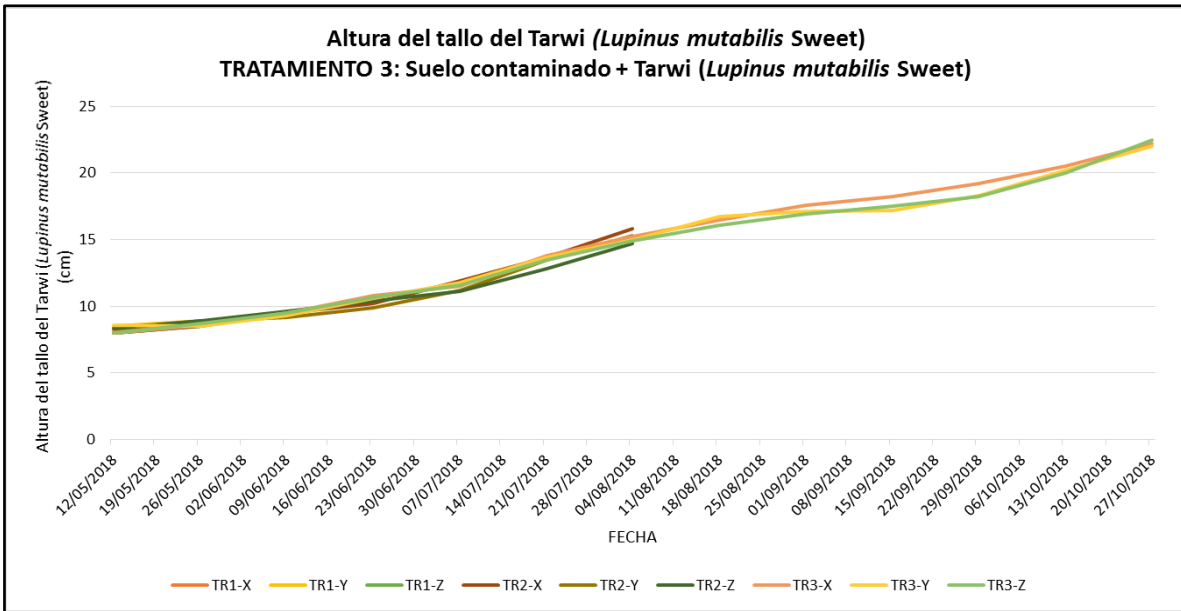
En Figura 22, se observa que el promedio de las hojas de la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*), se adaptó desde la plantación (mayo) hasta el mes de (junio) sin obtener un crecimiento, posteriormente desde el mes de junio se evidencio el desarrollo de las hojas de las especies, manifestándose en el monitoreo final un desarrollo de las especies AR3C-Y y AR3C-X en 1.8 cm, superando al tratamiento 1 (Figura 19).

Tratamiento 3 - Evaluación del crecimiento del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Tabla 53. Altura del tallo de la especie Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

TRATAMIENTO 3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
Altura del tallo Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
FECHA	REPETICIONES								
	TR1-X	TR1-Y	TR1-Z	TR2-X	TR2-Y	TR2-Z	TR3-X	TR3-Y	TR3-Z
12/05/2018	8.2	8.5	8	8	8.4	8.3	8	8.6	8
26/05/2018	8.7	8.9	8.5	8.5	8.9	8.9	8.6	8.5	8.7
09/06/2018				9.5	9.2	9.6	9.5	9.3	9.5
23/06/2018				10.2	9.9	10.4	10.8	10.6	10.7
07/07/2018				11.9	11.2	11.1	11.5	11.8	11.6
21/07/2018				13.7	13.5	12.8	13.8	13.7	13.5
04/08/2018				15.8	15.3	14.7	15.2	15	14.9
18/08/2018							16.5	16.7	16.1
01/09/2018							17.6	17.1	16.9
15/09/2018							18.2	17.2	17.5
29/09/2018							19.2	18.3	18.2
13/10/2018							20.5	20.2	20
27/10/2018							22.2	22	22.5

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

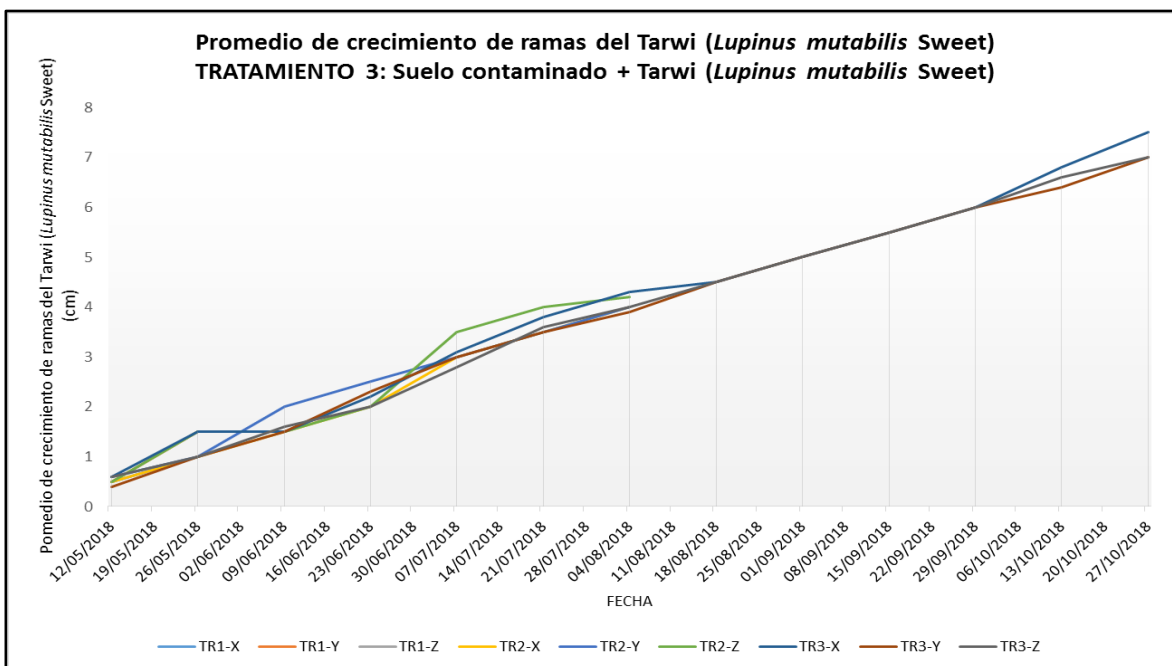
Figura 23. Altura del tallo del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

En la Figura 23, se observa que la altura de los 9 tallos de la especie Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin compost, cultivado en el área contaminada con el elemento Vanadio, se desarrolló con normalidad en el tiempo de 6 meses, respecto al crecimiento del tallo, en un intervalo de 1 a 1.3 cm aproximadamente cada dos semanas, logrando obtener una altura promedio de 12.86 cm, sin embargo al finalizar el monitoreo, prevaleció el TR1-Z con una altura de 22.5 cm, concluyendo la capacidad de dicha especie en el desarrollo de suelos contaminados.

Tabla 54. Promedio del crecimiento de ramas Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

TRATAMIENTO 3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
Promedio de crecimiento de ramas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
FECHA	REPETICIONES								
	TR1-X	TR1-Y	TR1-Z	TR2-X	TR2-Y	TR2-Z	TR3-X	TR3-Y	TR3-Z
12/05/2018	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6
26/05/2018	1	1.5	1	1	1	1.5	1.5	1	1
09/06/2018				1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.6
23/06/2018				2	2.5	2	2.2	2.3	2
07/07/2018				3	3	3.5	3.1	3	2.8
21/07/2018				3.5	3.5	4	3.8	3.5	3.6
04/08/2018				4	4	4.2	4.3	3.9	4
18/08/2018							4.5	4.5	4.5
01/09/2018							5	5	5
15/09/2018							5.5	5.5	5.5
29/09/2018							6	6	6
13/10/2018							6.8	6.4	6.6
27/10/2018							7.5	7	7

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 24. Promedio de crecimiento de ramas del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

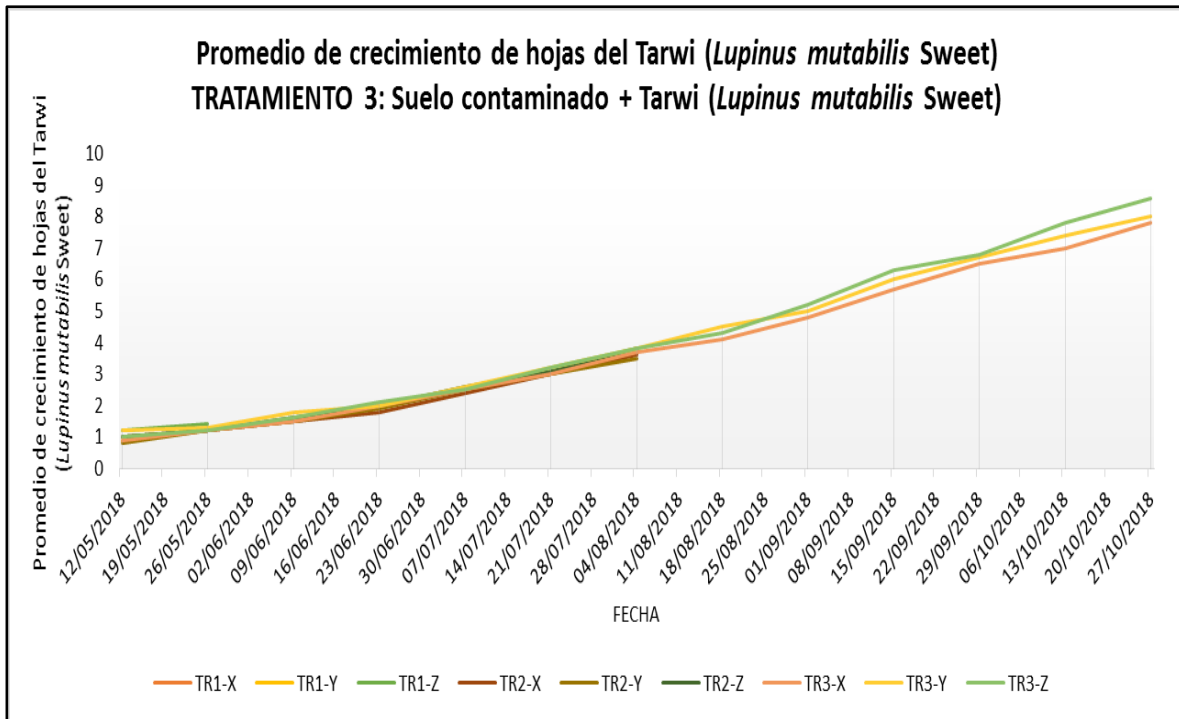
En la Figura 24, se observa que el promedio de las ramas de las 9 especies Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin compost, se desarrollan de manera progresiva en un intervalo de 0.5 a

1.5 cm cada 2 semanas aproximadamente, obteniendo un promedio de 3.13 cm. En el transcurso de los meses se logró obtener en el monitoreo final un crecimiento en la especie TR3-X en 7.5 cm, finalizando que el elemento Vanadio no es impedimento para el desarrollo de dicha especie.

Tabla 55. Promedio del crecimiento de hojas Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

TRATAMIENTO 3: Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
Promedio de crecimiento de las hojas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
FECHA	REPETICIONES								
	TR1-X	TR1-Y	TR1-Z	TR2-X	TR2-Y	TR2-Z	TR3-X	TR3-Y	TR3-Z
12/05/2018	0.9	0.9	1.2	0.8	0.8	1	0.9	1.2	1
26/05/2018	1.2	1.3	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2
09/06/2018				1.5	1.5	1.6	1.5	1.8	1.6
23/06/2018				1.8	1.9	2	2	2	2.1
07/07/2018				2.4	2.5	2.6	2.5	2.6	2.5
21/07/2018				3	3	3.1	3	3.2	3.2
04/08/2018				3.6	3.5	3.8	3.7	3.8	3.8
18/08/2018							4.1	4.5	4.3
01/09/2018							4.8	5	5.2
15/09/2018							5.7	6	6.3
29/09/2018							6.5	6.7	6.8
13/10/2018							7	7.4	7.8
27/10/2018							7.8	8	8.6

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 25. Promedio de crecimiento de hojas del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

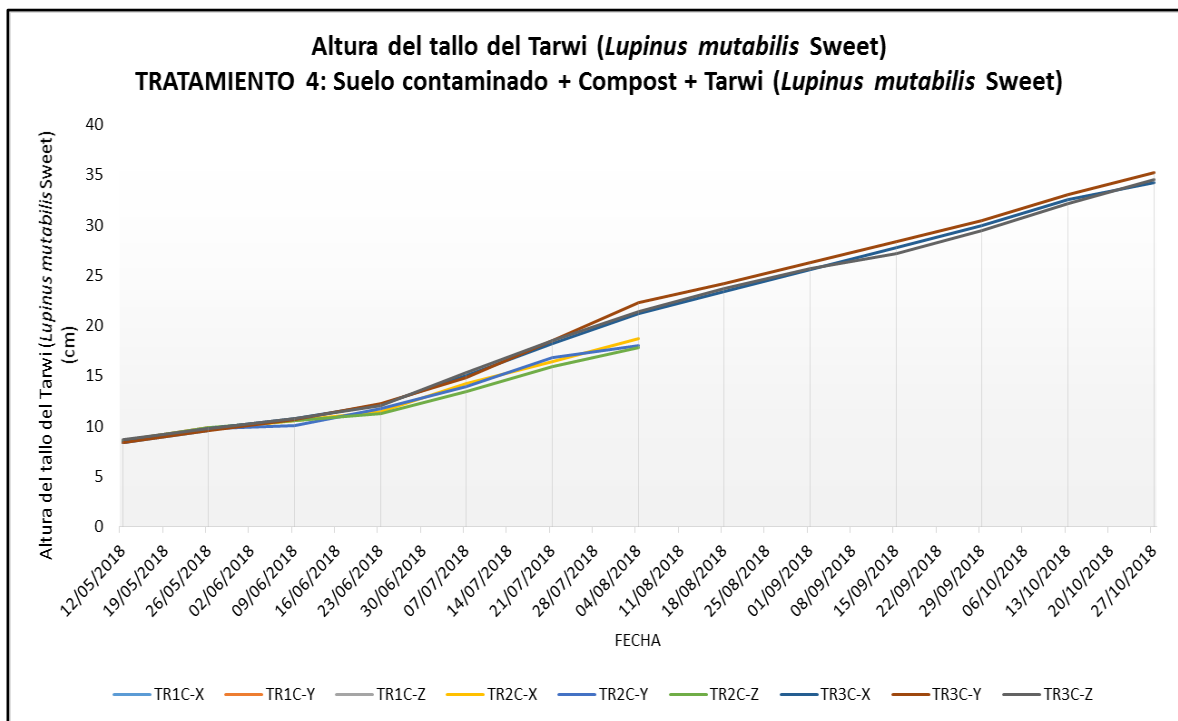
En Figura 25, se observa que el promedio de las hojas de las 9 especies de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost, se desarrolló progresivamente en las tres especies TR1, TR2 y TR3. Finalmente, la especie sobresaliente al finalizar el monitoreo fue la TR1-Z con un crecimiento de 8.6 cm aproximadamente.

Tratamiento 4 - Evaluación del crecimiento del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Tabla 56. *Altura del tallo Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).*

TRATAMIENTO 4: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
Altura del tallo del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
FECHA	REPETICIONES								
	TRC1-X	TRC1-Y	TRC1-Z	TRC2-X	TRC2-Y	TRC2-Z	TRC3-X	TRC3-Y	TRC3-Z
12/05/2018	8.4	8.6	8.5	8.5	8.4	8.6	8.5	8.4	8.7
26/05/2018	9.5	9.8	9.7	9.6	9.7	9.8	9.7	9.5	9.7
09/06/2018				10.5	10	10.5	10.7	10.6	10.7
23/06/2018				11.4	11.7	11.2	12.1	12.2	12
07/07/2018				14.2	13.9	13.4	15	14.8	15.3
21/07/2018				16.4	16.8	15.9	18.2	18.5	18.5
04/08/2018				18.7	18	17.8	21.2	22.3	21.4
18/08/2018							23.4	24.2	23.7
01/09/2018							25.6	26.3	25.7
15/09/2018							27.8	28.4	27.2
29/09/2018							30	30.5	29.5
13/10/2018							32.5	33	32.1
27/10/2018							34.2	35.2	34.5

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

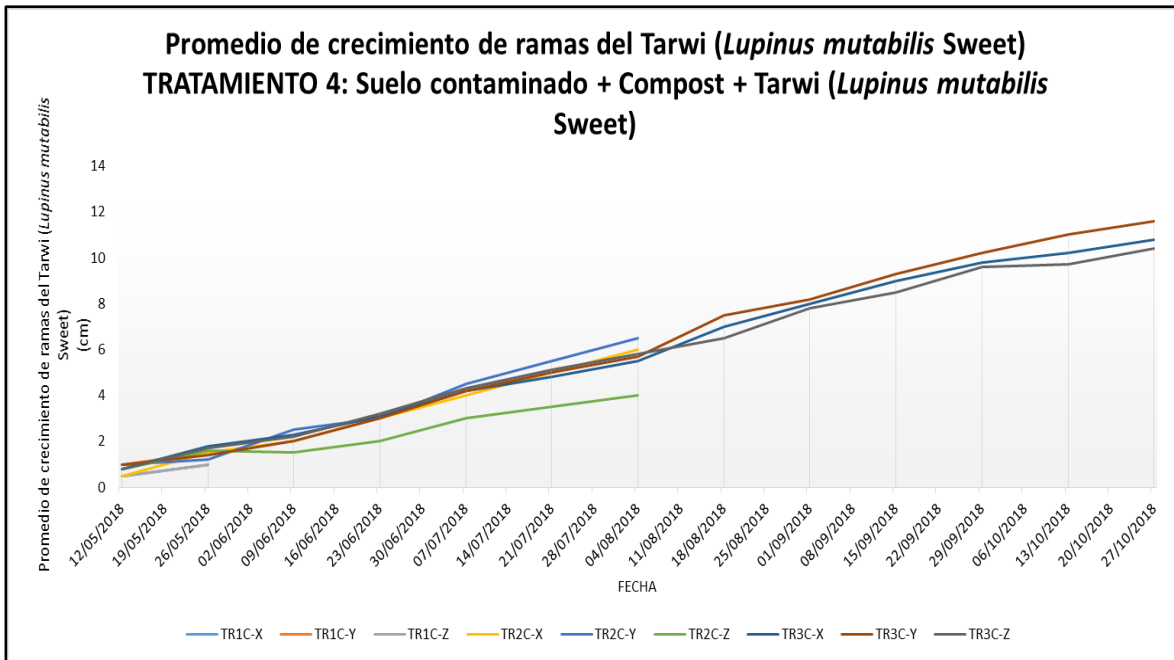
Figura 26. *Altura del tallo del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).*

En la Figura 26, se observa que la altura de los 9 tallos de la especie Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost cultivado en el área contaminada con el elemento Vanadio, se desarrolló con normalidad en el tiempo de 6 meses respecto al crecimiento del tallo, en un intervalo de 1 a 2 cm aproximadamente cada 2 semanas. Logrando obtener una altura promedio de 17.14 cm, superando al tratamiento 1 (12.86 cm) (Figura N°23), sin embargo, al finalizar el monitoreo, sobresalió el TR3C-Z con una altura de 34.5 cm, concluyendo que la adición de compost incrementa el CIC (capacidad de intercambio catiónico) para la absorción del elemento Vanadio de la raíz.

Tabla 57. Promedio de crecimiento de ramas Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

TRATAMIENTO 4: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
Promedio de crecimiento de ramas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
FECHA	REPETICIONES								
	TRC1-X	TRC1-Y	TRC1-Z	TRC2-X	TRC2-Y	TRC2-Z	TRC3-X	TRC3-Y	TRC3-Z
12/05/2018	0.5	1	0.5	0.5	1	0.8	0.8	1	0.8
26/05/2018	1	1.5	1	1.5	1.2	1.6	1.8	1.4	1.7
09/06/2018				2	2.5	1.5	2.3	2	2.2
23/06/2018				3	3	2	3.1	3	3.2
07/07/2018				4	4.5	3	4.2	4.2	4.3
21/07/2018				5	5.5	3.5	4.8	5	5.1
04/08/2018				6	6.5	4	5.5	5.7	5.8
18/08/2018							7	7.5	6.5
01/09/2018							8	8.2	7.8
15/09/2018							9	9.3	8.5
29/09/2018							9.8	10.2	9.6
13/10/2018							10.2	11	9.7
27/10/2018							10.8	11.6	10.4

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

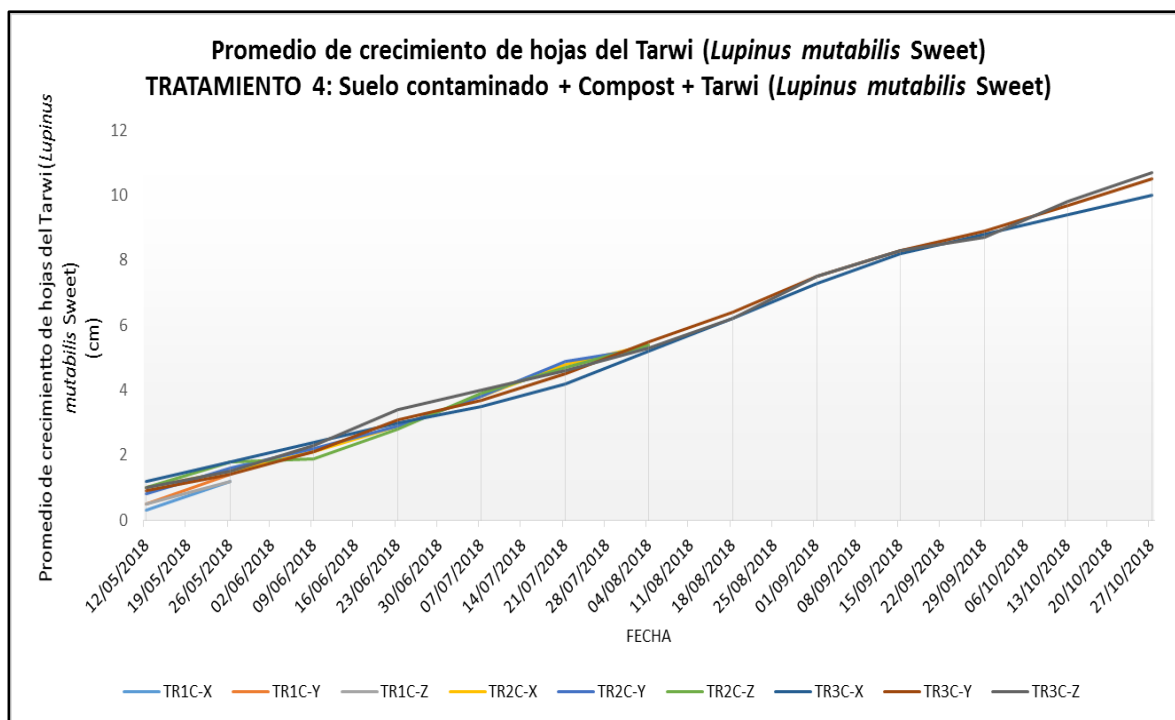
Figura 27. Promedio de crecimiento de ramas del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

En la Figura 27, se observa que el promedio de las ramas de las 9 especies de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost, se desarrollan de manera progresiva debido al intercambio catiónico proveniente de los minerales del compost, sin embargo, el TR3C-Y alcanzó el mayor desarrollo con 11.6 cm, superando al tratamiento 1: (7.5 cm) (Figura 24).

Tabla 58. Promedio de crecimiento de hojas del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

TRATAMIENTO 4: Suelo contaminado + Compost (1 kg) + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
Promedio de crecimiento de hojas del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)									
FECHA	REPETICIONES								
	TRC1-X	TRC1-Y	TRC1-Z	TRC2-X	TRC2-Y	TRC2-Z	TRC3-X	TRC3-Y	TRC3-Z
12/05/2018	0.3	0.5	0.5	1	0.8	1	1.2	0.9	1
26/05/2018	1.2	1.4	1.2	1.5	1.6	1.8	1.8	1.4	1.5
09/06/2018				2.1	2.2	1.9	2.4	2.1	2.3
23/06/2018				2.9	2.9	2.8	3	3.1	3.4
07/07/2018				3.8	3.8	3.9	3.5	3.7	4
21/07/2018				4.8	4.9	4.7	4.2	4.5	4.6
04/08/2018				5.4	5.3	5.4	5.2	5.5	5.3
18/08/2018							6.2	6.4	6.2
01/09/2018							7.3	7.5	7.5
15/09/2018							8.2	8.3	8.3
29/09/2018							8.8	8.9	8.7
13/10/2018							9.4	9.7	9.8
27/10/2018							10	10.5	10.7

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

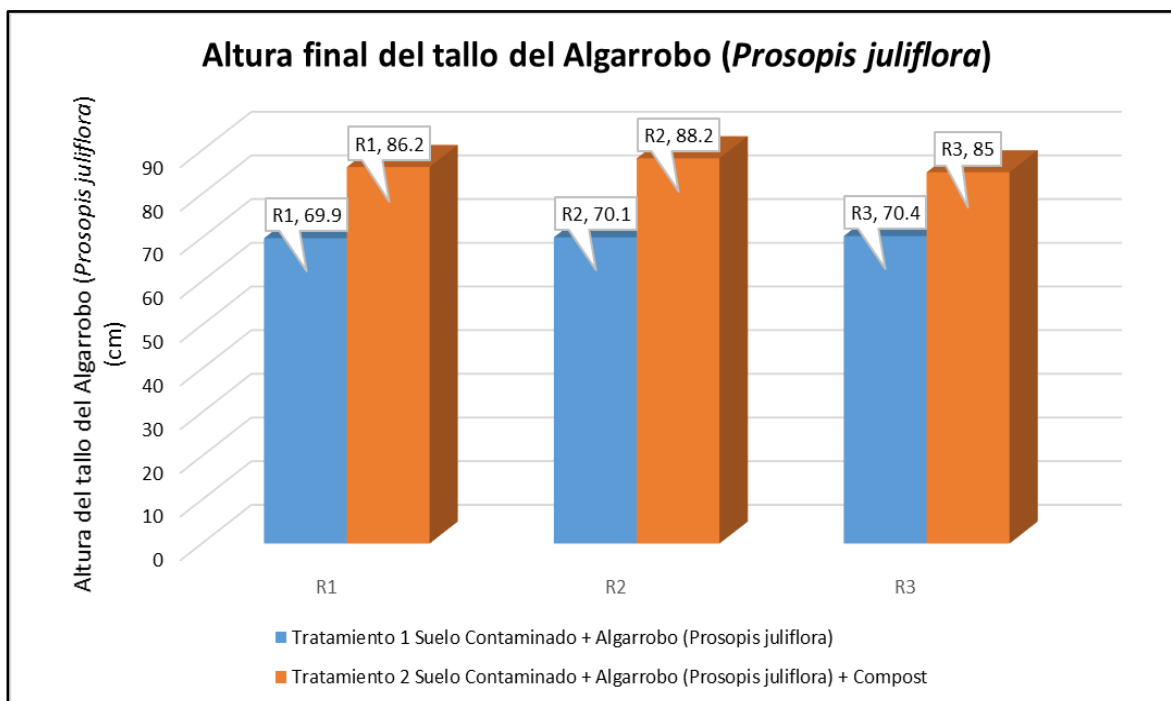
Figura 28. Promedio de crecimiento de hojas del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

En la Figura 28, se observa que el promedio de las hojas de las 9 especies de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost, se desarrolló progresivamente en las tres especies TR1C, TR2C y TR3C. Finalmente la especie sobresaliente al finalizar el monitoreo fue la TR3C-Z con un crecimiento de 10.7 cm aproximadamente superando al tratamiento 1 (8.6 cm) (Figura 25).

Tabla 59. *Altura final del tallo del Algarrobo (Prosopis juliflora).*

Altura del Tallo Final de ambos tratamientos	Tratamiento 1 Suelo Contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)	Tratamiento 2 Suelo Contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + Compost
R1	69,9	86,2
R2	70,1	88,2
R3	70,4	85

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018

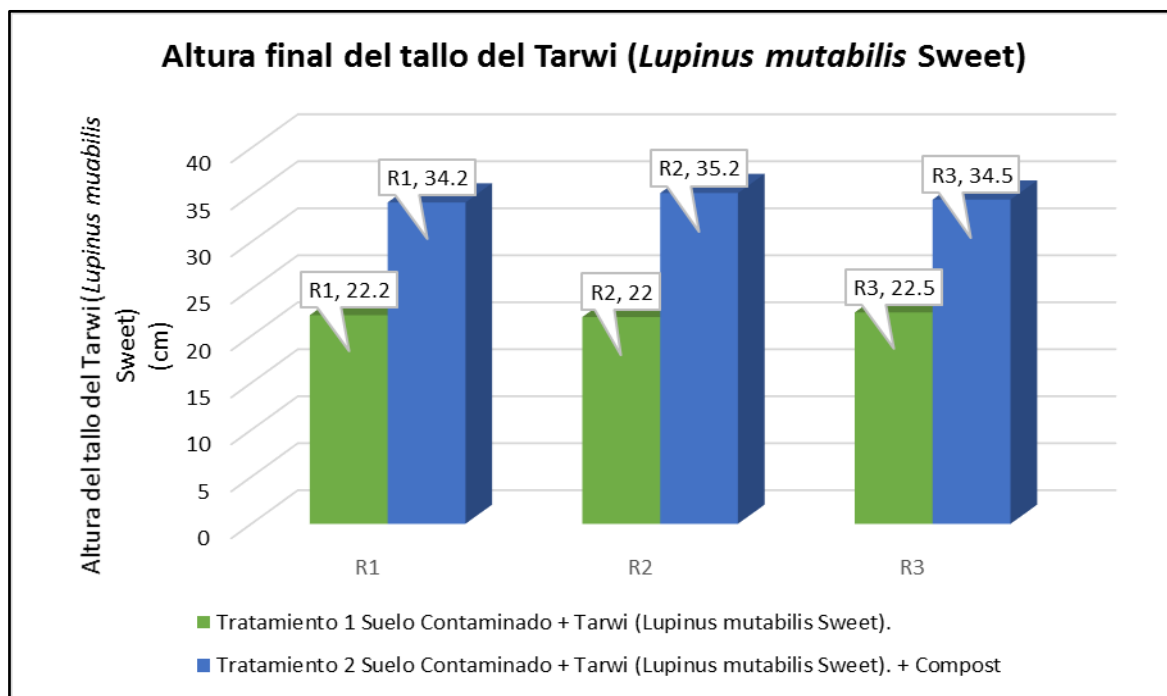
Figura 29. *Altura final del tallo de la especie Algarrobo (Prosopis juliflora).*

En la Figura 29, se observa la altura final del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) respecto a los tratamientos 1 y 2, por lo tanto, se observa que el tratamiento 2 logró una altura máxima de 88.2 cm frente al tratamiento 1: 70.1 cm, concluyendo que la adición de compost es esencial para nutrir el suelo tanto como la especie.

Tabla 60. *Altura final del tallo del Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).*

Altura del Tallo Final de ambos tratamientos	Tratamiento 1 Suelo Contaminado + <i>Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).</i>	Tratamiento 2 Suelo Contaminado + <i>Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).</i> + Compost
R1	22,2	34,2
R2	22	35,2
R3	22,5	34,5

Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 30. *Altura final del tallo de la especie Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).*

En Figura 30, se observa la altura final del Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) respecto a los tratamientos 1 y 2, por lo tanto, se observa que el tratamiento 2 logró una altura máxima de

35.2 cm frente al tratamiento 1: 22 cm, concluyendo que la adición de compost es esencial para nutrir el suelo tanto como la especie. No obstante, en el Grafico N° 19, el crecimiento del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) fue superior, debido a que los plantines adquiridos al inicio del tratamiento no tenían misma la altura en ambas especies. Sin embargo, la especie Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) se adaptó a las condiciones climáticas adversas de la Costa.

Hipótesis Específico 4:

Hi: Las variaciones de crecimiento de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) influirá en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.

H0: Las variaciones de crecimiento de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) no influirán en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.

Planteamiento de Hipótesis para contraste de igualdad de medias:

Ha : $u_1 \neq u_2$

Ho : $u_1 = u_2$

Donde:

u_1 : Variación de crecimiento en suelos agrícolas contaminado con Vanadio antes del tratamiento: Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

u_2 : Variación de crecimiento en suelos agrícolas contaminado con Vanadio antes del tratamiento: Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicará el estadístico ANOVA de un factor; comparando la concentración final de Vanadio en el suelo con la altura final del tallo de ambas especies. También para contrastar la igualdad de medias.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

Tabla 61. Análisis ANOVA de un factor.

ANOVA					
Crecimiento de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8090,860	3	2696,953	3591,947	,000
Dentro de grupos	6,007	8	,751		
Total	8096,867	11			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Criterio de decisión:

Si el valor de sigma es menor de 0,05 se acepta la hipótesis alterna, por lo tanto, los grupos son distintos, asimismo se realizó la prueba de Tukey para observar las diferencias significativas respecto al crecimiento de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Tabla 62. HSD Tukey.

Crecimiento de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).					
HSD Tukey ^{a,b}					
Tratamientos	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Tratamiento 3 (Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet))	3	22,2333			
Tratamiento 4 (Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + Compost)	3		34,6333		
Tratamiento 1 (Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>))	3			70,1333	
Tratamiento 2 (Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + Compost)	3				86,4667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,751.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 62, se observa que en la prueba HSD Tukey, nos muestra 4 subconjuntos con diferencias significativas en los diferentes tratamientos de las especies, siendo el mayor crecimiento en el Tratamiento 2 (Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (*Prosopis juliflora*)).

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de suelo final después de aplicar las especies naturales Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) con diferentes tratamientos, manifestó una cantidad elevada de capacidad de intercambio catiónico, presentado un suelo arena francosa y una conductividad eléctrica muy ligeramente salino, el cual favorece el crecimiento de las especies, estas propiedades contribuyen a que ambas especies estudiadas en la presente investigación poseen una gran eficiencia como se ha comprobado, dado que los 4 tratamientos muestran un porcentaje de reducción de Vanadio en el suelo mayor al 80%, manifestándose en los tratamientos la absorción del elemento Vanadio por medio de las raíces sin afectar la parte aérea (tallo y hojas), la adición del compost en ambas especies aumentó la capacidad de intercambio catiónico en más de un 85%, por lo tanto impulsa a la emancipación de iones, el cual fomenta la detención del elemento Vanadio en la parte de las raíces, en relación a lo mencionado por Patnaik, Abbasi y Abaasi (2017), el cual también sostiene la importancia de las especies como el Algarrobo (*Prosopis juliflora*), debido a la aportación de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, etc. en la nutrición de los suelos, confirmando lo mencionado por el autor. Se obtuvo los resultados finales del suelo tratado con la especie Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet): materia orgánica (5.35%), fósforo (67.19 ppm), potasio (340 ppm), conductividad (1.56%), carbonatos (5.65%), pH (7.77) verificando la nutrición del suelo.

En el presente estudio se llevaron a cabo 4 tratamientos similares a lo propuesto por Jara, et al. (2014), el cual obtuvo una absorción de plomo y cadmio de 92.80 %. Es por ello que a los tratamientos con las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost, Algarrobo (*Prosopis juliflora*) adicionando compost, Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin compost y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost, se puede observar en la Tabla N° 21 que este último tratamiento logró en la raíz una absorción del elemento Vanadio en 93.33%, en concordancia y superando la absorción del investigador, que la especie “*Lupinus*” tiene la mayor capacidad de absorción de metales, de acuerdo a los análisis finales realizados al suelo (Anexo 24). A su vez el monitoreo sobre el crecimiento de las especies en relación a las concentraciones del metal Vanadio, Aguilera et al. (2010). Analiza que las raíces, hojas y

tallos, toleran concentraciones de selenio menores a 10 mg. L⁻¹. Asimismo, Varun, D'Souza y JOAO. (2018) confirma que la mayor absorción se manifiesta en la raíz de la especie *Prosopis Juliflora* con 134 mg/kg de plomo y 4.1 mg/kg de cadmio. Los resultados obtenidos confirman que las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) son especies con alta capacidad Fitoremediadora de suelos contaminados por metales pesados.

Finalmente los resultados sobre la concentración del elemento Vanadio en el área experimental, se evidenció en el tratamiento 4: Suelo contaminado + Compost + Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), se obtuvo una remoción de 93.28%, confirmando lo atribuido por Delgado (2014), donde alcanzó valores de 1.3034 mg Cd/g en 400 mg/l, mencionando el poder de acumulación de la especie (*Lupinus mutabilis* Sweet), de igual modo Maguiña (2017) considera que dicha especie es un potente fitoestabilizador de metales pesados, debido a la capacidad de intercambio catiónico que realiza, reduciendo drásticamente los metales en suelos contaminados.

V. CONCLUSIONES

- El Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) fueron eficientes al adicionar compost, obteniendo la mayor absorción de Vanadio en la parte de la raíz (32.7 ppm) Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y (30.9 ppm) Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), con un porcentaje de eficiencia de 77.63% y 93.28%.
- La eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en los suelos agrícolas, obtuvo un resultado final de 10.0020 ppm de Vanadio, respecto a la concentración inicial 44.71 ppm, logrando una eficiencia de reducción de 77.63%.
- La eficiencia fitoestabilizadora del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en los suelos agrícolas, obtuvo un resultado final de 3.0022 ppm de Vanadio, respecto a la concentración inicial 44.71 ppm, logrando una eficiencia de reducción de 93.28%.
- La concentración del Algarrobo (*Prosopis juliflora*), obtuvo una absorción de Vanadio final: raíz (32.7 ppm), frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet): raíz (30.9 ppm), sin alterar la parte aérea de las especies.
- La variación de crecimiento de las especies transcurrieron normalmente, sin embargo, el tratamiento Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (*Prosopis juliflora*) predominó en el desarrollo semestral con una altura final de 88.2 cm, promedio de crecimiento de ramas 21.8 cm y promedio de crecimiento de hojas 1.8 cm, frente al tratamiento Suelo contaminado + Compost + Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) con una altura de 35.2 cm, promedio de crecimiento de ramas 10.4 y promedio de crecimiento de hojas 10.5.

VI. RECOMENDACIONES

- Se propone que los materiales a emplear se encuentren esterilizados y en buen estado para evitar la contaminación y disminuir el porcentaje de error en los análisis a realizar.
- Se evoca a proseguir con la investigación, ya que los resultados obtenidos fueron eficientes en un corto tiempo, sin embargo, se pretende estudiar en investigaciones futuras la remoción total del elemento Vanadio y otros metales pesados.
- Se sugiere desarrollar la investigación con plantines mayores de un metro, debido al reconocimiento del análisis taxonómico oficial de las especies.
- Realizar los tratamientos a escala laboratorio, para evitar la alteración de resultados en el transcurso del tiempo, asimismo evitar cualquier tipo de alteración directa a las especies en el área de estudio.
- Aplicar la técnica de fitoestabilización por un período mayor a 12 meses, para analizar la fase final de las especies, para conocer la relación óptima y directa respecto a las concentraciones de absorción de los elementos a estudiar.

VII. REFERENCIAS

- ABDELMOTELEB, Ali. et al. *Inhibition of Fusarium solani in transgenic insect-resistant cotton plants treated with silver nanoparticles from Prosopis glandulosa and Pluchea sericea* [en línea]. Vol. 28 n°1. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2018]. Disponible en <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=ea84b066-8875-4f61-a22ec3999d58383a%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=127678351&db=a9h>
ISSN: 1110-1768
- AGUILERA, J. et al. Evaluación del efecto del selenio en el crecimiento de Prosopis Glandulosa. Universidad de Guanajuato.
Disponible en <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2010/12%20Verano%20Ciencia%20Region%20Centro/UAQ%20Aguilera%20Bibian.pdf>
- AGUIRRE Quens, Andrés. Evaluación de dos plantaciones de Algarrobo (Prosopis Pallida) con riego por goteo en las zonas áridas de los departamentos de Piura e Ica. Lima: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- ALBARRACIN Herrera, Francisco. Capacidad de adsorción para remover el ion metálico pb (II) por el tanino de la cascara de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) de las aguas del Río Ramis Puno. Tesis (Doctor en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2014).
- ALVAREZ, Vicente. Gestión de riesgos en salud ocasionados por agroquímicos en proyectos agrícolas en los municipios de Tocoa y Bonito Oriental, en el Departamento de Colon, Honduras. Tesis (Master en Gerencia de Proyectos de desarrollo). Yoro: Instituto Centroamericano de Administración Pública, Área de proyectos, 2006.
- ANDRADES, Marisol y MARTINEZ, Elena. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen [en línea]. 3.^a ed. Logroño: Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones, 2014 [fecha de consulta: 13 de mayo del 2018].

Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-FertilidadDelSueloYParametrosQueLaDefinen-267902%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-FertilidadDelSueloYParametrosQueLaDefinen-267902%20(1).pdf)

- ARCE Sancho, Siles. Suelos contaminados por plomo en la ciudad de La Oroya – Junín y su impacto en la calidad del agua del río Mantaro. Tesis (Magister en Ciencias Ambientales con mención en Gestión y Control de la Contaminación). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017. 129 pp.
- AREVALO, Santiago. Evaluación del estado nutricional del cultivo de Soja en Argentina utilizando análisis foliares. Tesis (Doctor en Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente). A Coruña: Universidad Da Coruña, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2015.

Disponible en

[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7310afb32c62918a032579030053e4a5/\\$FILE/Arevalo%20-%20Foliares%20en%20soja%20-%20Tesis%20Doctoral_2015.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/7310afb32c62918a032579030053e4a5/$FILE/Arevalo%20-%20Foliares%20en%20soja%20-%20Tesis%20Doctoral_2015.pdf)

- CALZADA, Jacqueline. Mapas geoquímicos de metales pesados de suelos del Estado de Tlaxcala. Tesis (Maestra en Ciencias de la Tierra). Querétaro: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 2007.

Disponible en

http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/posgrado/tesis/maestria/calzada_mj.pdf

- Capacidad fitoremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados por Jara Peña [et. al]. Revista Peruana de Biología [en línea]. Agosto 2014, n°. 2. [Fecha de consulta: 30 de abril del 2017]

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-2099332014000200004&lang=pt%20

ISSN: 201727-9933

- CARDENAS Camacho, Cynthia. Actividad antimicrobiana y antioxidante del extracto etanolico de Prosopis Pallida Algarrobo. Tesis (Título profesional de Químico Farmacéutico). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, 2017. 102 pp.

- DELGADO Velásquez, Yesenia. Efecto del cadmio en el crecimiento de plántulas de *Lupinus mutabilis* “chocho”. Tesis (Licenciada en Biología). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2014.
- DIEZ, Javier. Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas. Tesis (Doctor en Biología). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, 2008.

Disponible en

<https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2540/978849887202%20cont.ent.pdf;jsessionid=5D59624F2F80C610015D904A8DB666C4?sequence=1>

- Estudio del comportamiento acumulador de Zn en *Lupinus Albus* L. Creciendo en suelos ácidos y básicos contaminados con este metal por Pastor, J. [et al]. Madrid: Universidad de Alcalá, 307 – 310, setiembre 2002.

ISBN: 84-7820-657-4.

- GALLARDO Minaya, Kelsy. Obtención de compost a partir de residuos orgánicas impermeabilizados con geo membrana. Tesis (Maestro en Ciencias en Minería y Medio Ambiente). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, 2013.199 pp.
- GARCIA, Rita. El uso de agroquímicos en los huertos familiares del sitio Cucuy. Tesis (Licenciada en Ciencias y medio ambiente). Chone: Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Educación, 2012.

Disponible en

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133_1.pdf

- GUZMAN, Nelson., GRANADA, Eduardo y CALDERÓN, Renso. Eficiencia de remoción de DBO5 y SS en sedimentador y lecho filtrante para el tratamiento de aguas residuales del beneficio del café (*Coffea arabica*). Colombia forestal [en línea]. Julio-diciembre 2014, n.º17. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2018]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v17n2/v17n2a03.pdf>
- HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. México: McGRAW HILL, 2014.600 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISFA, Pilar. Metodología para la investigación. 5.^a ed. Mc Graw Hi: México, 1991. 613 pp.

ISBN: 9786071502919

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. (INEI). 5 de mayo del 2017. Disponible en

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/05-informe-tecnico-n05_produccion-nacional-mar2017.pdf

- JARAMILLO Jumbo, Mariuxi y FLORES Campoverde, Edison. Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (Lenteja de agua), y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera. Tesis (Ingeniero Ambiental). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, 2012.

Disponible en [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/UPS-CT002482%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/UPS-CT002482%20(2).pdf)

- LOJA, Cecilia y MÉNDEZ, Karla. Primeros cambios en la cantidad de bacterias, hongos, macroinvertebrados y propiedades físicas del suelo luego de la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo previamente manejado de forma convencional. Tesis (Título de Ingeniería Agrónoma). Cuenca: Universidad de Cuenca, facultad de ciencias agropecuarias, 2015.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22907/1/Tesis.pdf>

- MAGUIÑA Castillo, Luisa. Determinación de la capacidad fitorremediadora de Lupinus mutabilis Sweet “chocho o Tarwi” en suelos contaminados con cadmio (Cd). Tesis (Título Profesional de Licenciada en Biología). Lima: Universidad Ricardo Palma, facultad de ciencia biológicas, 2017. 121 pp.

- MARTÍ, Luis. Et. Al. *Evaluación de metales pesados en suelos de los oasis irrigados de la provincia de Mendoza* [en línea]. Vol. 43, n° 2. 05 de octubre del 2011 [Fecha de consulta: 08 de abril del 2018].

Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v43n2/v43n2a16.pdf>

ISSN: 1853-8665

- MARCHESI Morales, Bruno. Estudio físico y químicos de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc. Tesis

(Título de Licenciado en Química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015. 124 pp.

- Mechanisms of Arsenic Sequestration by *Prosopis juliflora* during the Phytostabilization of Metalliferous Mine Tailings [en línea]. Tucson: Department of Soil, Water, and Environmental Science, 2018 [Fecha de consulta: 01 de julio del 2018].

Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=9&sid=b7915cf1-6df9-4f4a-a3d4-ce0f898032bd%40sessionmgr4010&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=129182595&db=iih>

ISSN: 0013-936X

- MEDINA, Katy y MONTANO, Yeidy. Determinación del Factor de Bioconcentración y Traslocación de Metales pesados en el *Juncus arcticus* Willd y *Cortaderia rudijscula* Stapf, de áreas contaminadas con el pasivo ambiental minero Alianza – Áncash 2013. Tesis (Título de Ingeniería ambiental). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2014.

Disponible en

https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/publications/Theses/Tesis_Medina_y_Montano_2014.pdf

- MICHEL López, C. et al. Bioaccumulation and changes in the photosynthetic apparatus of *Prosopis juliflora* exposed to copper. *Botanical Sciences*. Vol. 94 (2): 2016.

Disponible en

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=7d73850d-5f2c-41a3-b067-4d4d67148372%40sessionmgr4008>

- MORENO, Eduardo. Recuperación de suelos mineros contaminados con arsénico mediante Fito tecnologías. Tesis (Doctor en Ciencias). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Química Agrícola, 2010.

Disponible en

https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/emjimene/Publicaciones/PhD_Thesis_E_MorenoHQ.pdf

- MOSQUERA Lenti, Francisco. Variabilidad espacial de propiedades física y químicas en un suelo agrícola en el Valle del Mantaro. Tesis (Magister Scientiae en Suelos). Lima, Universidad Nacional Agraria, Escuela de posgrado Maestría en Suelos, 2017. 84 pp.
- Norma Técnica del Suelo de Ecuador [en línea]. Quito: secretaria del Medio Ambiente. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2018].
Disponible en <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/>
- ORREGO, Felipe. Queñoa Árbol de las alturas. [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2018].
Disponible en <http://www.colahuasi.cl/wp-content/uploads/2016/07/quenoa-arbol-de-las-aturas.pdf>
- PATNAIK, Pratiksha, ABBASI, Tasneem y ABASSI, A. *Prosopis juliflora*: blessing and bane. *Tropical Ecology*. Vol. 53 (3):1-11, 2017.
ISSN: 0564-3295
- PENTREATH, Vivien. et al. Bioensayo de toxicidad agua con plantas nativas para evaluar un derrame de petróleo. *Revista de salud ambiental*. Vol.15 (1): 8, junio 2015.
- PORTA, Jaume., LOPEZ, Marta y POCH, Rosa. Edafología uso y protección de suelos [en línea]. 3.ª ed. España: Ediciones Mundi-Prensa., 2014 [fecha de consulta: 18 de noviembre de 2018].
Disponible en
<https://books.google.com.pe/books?id=7x1fAwAAQBAJ&pg=PA487&dq=Porta,+L%C3%B3pez+y+Poch++2008&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEWj71byusKjAhUw0FkKHcbkAiUQ6AEILzAB#v=onepage&q=Cic&f=false>
- ROJAS, Yamile. Comparación de materias primas alimenticias Fruto del Trupillo (*Prosopis juliflora*), y hoja de yuca (*Manihot esculenta*) en el rendimiento del engorde de pollos en su etapa de finalización. Tesis (Grado de título). Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2016.
Disponible en
<http://repository.unad.edu.co:8080/bitstream/10596/12092/1/39612855.pdf>
- ROMERO, Judy y PRIETO, Fabian. Determinación de inhibición media (CE50) de Vanadio y Calcio para la semilla *Lactuca Sativa* mediante ensayos de toxicidad. Tesis

(Ingeniero Ambiental y Sanitario). Bogotá: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, 2014.

Disponible en

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22188/T41.14%20R664d.pdf?sequence=1>

- ROMÁN, Pilar., MARTINEZ, María y PANTOJA, Alberto. Manual de compostaje del agricultor. Santiago de Chile: Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2013. 112 pp.

ISBN: 978-92-5-307844-8

- SÁNCHEZ, Clara. Evolución de la calidad del suelo, disponibilidad de metales pesados y vegetación en un depósito minera de la Sierra minera de Cartagena – La Unión tras su rehabilitación mediante Fitoestabilización asistida. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2015.

Disponible en

<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4862/pfc5812.pdf?sequence=1>

- TAISMA, María. *Usos medicinales de Prosopis juliflora en comunidades rurales de la península de Paraguaná, Venezuela* [en línea]. Vol. 24 28 n°1. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2018].

Disponible en

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/13105/11642>

ISSN: 1561-0837

- *UN informe lanza la alarma sobre la contaminación del suelo.* [en línea]. Roma: FAO. [Fecha de consulta: 02 de mayo del 2018].

Disponible en <http://www.fao.org/news/story/es/item/1127218/icode/>

- United States Environmental Protection Agency (2015). Method 3050B. . [Fecha de consulta: 06de mayo del 2018].

Disponible en <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-3050b.pdf>

- VARUN, Mayank, ROHAN, D´Souza y JOAO, Pratas. *Phytoextraction Potential of Prosopis juliflora (Sw.) DC. with Specific Reference to Lead and Cadmium.* Vol. 87 n°1. mayo del 2011. [Fecha de consulta: 08 de abril del 2018].

Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=83c8ada9-e415-4fdd-8ce5-9cacdf2bc70%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=21556781&db=cmedm>

ISSN: 0007-4861


- WENDT, Charles. Informaciones Agronómicas. *Instituto de la Potasa y el Fosforo*. (9): 9, 1992.
Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/1043CEB6B70E8DFD85258013005C5A7B/\\$FILE/Inf-Agro8.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/1043CEB6B70E8DFD85258013005C5A7B/$FILE/Inf-Agro8.pdf)
- ZEGARRA Vilches, Graciela. Actividad deterrente y acaricida de principios activos de quinuas amargar, aceites esenciales y Tarwi. Tesis (Licenciado en Química). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de ciencia e ingeniería, 2010. 76 pp.

VIII. ANEXOS

ANEXO N°1: Matriz de consistencia

Fitoestabilización del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas, Pisco 2018		
<p>Problema General: ¿Cuánto será la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018?</p>	<p>Hipótesis General Hi: La fitoestabilización del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) son eficientes en la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018</p>	<p>Objetivo General Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco 2018.</p>
<p>Problemas Específicos: 1. ¿Cuánto será la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas en Pisco, 2018? 2. ¿Cuánto será la eficiencia fitoestabilizadora del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas en Pisco, 2018? 3. ¿Cuáles son las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en los suelos agrícolas Pisco, 2018? 4. ¿De qué manera las variaciones de crecimiento de Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) influye en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en la Comunidad Regantes Toma de León – Pisco 2018?</p>	<p>Hipótesis Específicos 1. La fitoestabilización del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018. 2. La fitoestabilización del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) es eficiente para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018. 3. Las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) serán eficientes en suelos agrícolas, Pisco 2018. 4. Las variaciones de crecimiento de Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) influirá en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.</p>	<p>Objetivos Específicos 1. Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018. 2. Determinar la eficiencia fitoestabilizadora del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas Pisco, 2018. 3. Determinar las concentraciones de absorción de Vanadio en la raíz de las especies Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) frente al Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en los suelos agrícolas Pisco, 2018. 4. Determinar las variaciones de crecimiento de Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en la reducción de las concentraciones de Vanadio en suelos agrícolas en el área de estudio.</p>

ANEXO N°2: Ficha de resultados de análisis de suelo.

	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL SUELO INICIAL			
	Código	UCV-QE-01-18	Fecha	15 - 06 - 2018
	Versión	01	Página	1 de 1

FORMATO PARA A RECOLECC IÓN DE DATOS DEL MUESTREO DE SUELOS	CÓDIGO: UCV - QE - 01 VERSIÓN: 01						Elemento Vanadio (V) mg kg- 1				
	Textura	Color	MO %	pH	CIC						
					CIC TOTAL	Ca⁺ +		Mg⁺ +	Na⁺	k⁻	Na⁺³ + H⁺¹
					C mol (+)/ Kg						
SUELO CONTAMIN ADO (SC - 01)											

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL SUELO FINAL

Código		Fecha	
Versión		Página	

FORMATO PARA A RECOLECCIÓN DE DATOS DEL MUESTREO DE SUELOS	CÓDIGO: UCV – QE – 02 VERSIÓN: 01										
	Textura	Color	MO %	pH	CIC					Elemento Vanadio (V) mg/kg	
					CIC TOTAL	Ca ⁺ +	Mg ⁺ +	Na ⁺	k ⁻		Na ⁺³ + H ⁺¹
					C mol (+)/ Kg						
Suelo contaminado (T1-Algarrobo)											
Suelo contaminado (T2C-Algarrobo)											
Suelo contaminado (T1-Tarwi)											
Suelo contaminado (T2C-Tarwi)											

ANEXO N°3: Ficha de resultados de análisis foliar.



CONCENTRACIÓN DE VANADIO

Código		Fecha	
Versión		Página	

TRATAMIENTO 1 : Suelo contaminado + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)					
08/06/218	08/08/2018	08/11/2018	Parte de la planta	% V	PPM
Código	Código	Código			
AR1-X	AR2-X	AR3-X	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
AR1-Y	AR2-Y	AR3-Y	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
AR1-Z	AR2-Z	AR31-Z	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
TRATAMIENTO 2 : Suelo contaminado + Compost + Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)					
AR1C-X	AR2C-X	AR3C-X	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
AR1C-Y	AR2C-Y	AR3C-Y	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
AR1C-Z	AR2C-Z	AR3C-Z	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		




CONCENTRACIÓN DE VANADIO

Código		Fecha	
Versión		Página	

TRATAMIENTO 1 : Suelo contaminado + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)					
08/06/218	08/08/2018	08/11/2018	Parte de la planta	% V	ppm
Código	Código	Código			
TR1-X	TR2-X	TR3-X	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
TR1-Y	TR2-Y	TR3-Y	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
TR1-Z	TR2-Z	TR31-Z	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
TRATAMIENTO 2 : Suelo contaminado + Compost + Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)					
TR1C-X	TR2C-X	TR3C-X	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
TR1C-Y	TR2C-Y	TR3C-Y	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		
TR1C-Z	TR2C-Z	TR3C-Z	Raíz		
			Tallo		
			Hoja		

ANEXO N°4: Ficha de registro de crecimiento de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

	REGISTRO DE CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES								
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 15%;">Código</td> <td style="width: 35%;"></td> <td style="width: 15%;">Fecha</td> <td style="width: 35%;"></td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td></td> <td>Página</td> <td></td> </tr> </table>	Código		Fecha		Versión		Página		
Código		Fecha							
Versión		Página							

TRATAMIENTO:				
FECHA	CRECIMIENTO (cm)	REPETICIONES		
		R1	R2	R3
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			

	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			
	Altura del tallo			
	Prom. de crecimiento de ramas			
	Prom. de crecimiento hojas			

ANEXO N° 5: Decreto N° 3.516 Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminado.

Parámetro	Unidades (Concentración en peso seco de suelo)	Valor
Parámetros Generales		
Conductividad	dS/m	2
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio		4
Parámetros Inorgánicos		
Arsénico	mg/kg	5
Azufre	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo Total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cianuro	mg/kg	0.25
Estaño	mg/kg	5
Flúor	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20
Plomo	mg/kg	25
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	25
Zinc	mg/kg	60
Parámetros Orgánicos		
Benceno	mg/kg	0.05

Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1
Estireno	mg/kg	0.1
Tolueno	mg/kg	0.1
Xileno	mg/kg	0.1
PCBs	mg/kg	0.1
Clorinados Alifáticos	mg/kg	0.1
Clorobencenos	mg/kg	0.05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0.1
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0.01
Fenólico no clorinados	mg/kg	0.1
Clorofenoles	mg/kg	0.05
Hidrocarburos totales	mg/kg	0.5
Hidrocarburos Aromático Policíclicos (HAPs)	mg/kg	0.1
Contenido de materia orgánica en el suelo	mg/kg	-
Nitrógeno total	mg/kg	-
Bacterias aerobias	mg/kg	-
Detergentes	mg/kg	-

Fuente: Secretaria del Medio Ambiente – Quito, s.f.

ANEXO N° 6: Resultados de Análisis de suelos



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-056



INFORME DE ENSAYO N° 181661 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : PAMELA QUISPE
Dirección : Asoc. Sagrado Corazón de Jesús Mz. "C" Lote 12 S.M.P
Solicitado Por : PAMELA QUISPE
Referencia : Cotización N°991-18
Proyecto : Proyecto de Inv.
Procedencia : Reservado por el Cliente
Muestreo Realizado Por : El Cliente
Cantidad de Muestra : 1
Producto : Suelo
Fecha de Recepción : 2018/04/23
Fecha de Ensayo : 2018/04/23 al 2018/05/07
Fecha de Emisión : 2018/05/07

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio		181661-01	
Código de Cliente		18-OP1-04068	
Fecha de Muestreo		22/04/2018	
Hora de Muestreo (h)		11:00	
Ubicación Geográfica		S 13°39'27" W 76°1'53.30"	
Tipo de Producto		Suelo	
Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados
Metales (ICP-AES) (Peso Seco)			
Ag Plata	mg/Kg PS	0,16	<0,16
Al Aluminio	mg/Kg PS	0,10	6524
As Arsénico	mg/Kg PS	2,21	<2,21
B Boro	mg/Kg PS	1,99	<1,99
Ba Bario	mg/Kg PS	0,34	45,27
Be Berilio	mg/Kg PS	0,03	<0,03
Ca Calcio	mg/Kg PS	1,49	10660
Cd Cadmio	mg/Kg PS	0,04	<0,04
Ce Cerio	mg/Kg PS	0,25	<0,25
Co Cobalto	mg/Kg PS	0,10	<0,10
Cr Cromo	mg/Kg PS	0,03	<0,03
Cu Cobre	mg/Kg PS	0,04	<0,04
Fe Hierro	mg/Kg PS	0,05	8746
K Potasio	mg/Kg PS	0,31	1000
Li Litio	mg/Kg PS	1,21	<1,21
Mg Magnesio	mg/Kg PS	0,32	2814
Mn Manganeso	mg/Kg PS	0,04	199,2
Mo Molibdeno	mg/Kg PS	0,06	<0,06
Na Sodio	mg/Kg PS	0,94	457,9
Ni Níquel	mg/Kg PS	0,05	<0,05
P Fósforo	mg/Kg PS	0,69	1807
Pb Plomo	mg/Kg PS	0,87	<0,87
Sb Antimonio	mg/Kg PS	0,54	<0,54
Se Selenio	mg/Kg PS	0,82	<0,82
Si Silicio	mg/Kg PS	0,62	1,8
Sn Estaño	mg/Kg PS	0,73	<0,73
Sr Estroncio	mg/Kg PS	0,12	47,95
Ti Titanio	mg/Kg PS	0,08	486,7
Tl Talio	mg/Kg PS	0,74	<0,74
V Vanadio	mg/Kg PS	0,03	44,71
Zn Zinc	mg/Kg PS	0,19	25,57

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo. "-" = No Analizado.

^(*) = Resolución cuantificable, ^(*) = Límite de Detección del Método

**INFORME DE ENSAYO N° 181661
CON VALOR OFICIAL**

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Metales (ICP-AES)		
Metales (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V and Zn)	EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996 EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES.
SIGLAS: *EPA*: U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.		

Alfonso Vilca M.
GCSSA
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

**** FIN DEL INFORME ****

ANEXO N° 7: Condiciones iniciales del suelo

Ensayo N° 001 – DQE - 2018

LABORATORIO DE SUELOS – UCV
INFORME DE RESULTADOS
SUELOS

Dirección: Suelos Agrícolas, Comunicad Regantes Toma de León, Dtto:
Independencia, Prov.: Pisco, Dpto.: Ica

Tipo de Ensayo: Análisis Físicoquímicos

Tipo de Muestra: Suelo agrícola


Descripción de la Muestra: Muestra suelos agrícolas Pisco .

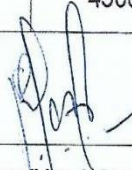
Muestra tomada por: Quispe Espinoza, Pamela.

Fecha de ingreso de la muestra: 15/06/2018.

Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Suelos – Edafología – UCV.

ANÁLISIS DE SUELOS PRE-TRATAMIENTO					
N	Parámetros	Repeticiones			METODOLOGÍA
		1	2	3	
1	TEXTURA	Arena Francosa	Arena Francosa	Arena Francosa	CUALITATIVA
2	COLOR	10YR 3/3 – dark Brown	10YR 3/3 – dark Brown	10YR 3/3 – dark Brown	METODOLOGÍA TABLA MUNSELL
3	PH	8.26	8.25	8.23	APHA-AWWA- WEF (método) 4500 HB


Hitler Román Pérez
TÉCNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL


QFB. Rosalbina de la Cruz Davila
JEFE DE PRE PRÁCTICAS

ANEXO N° 8: Resultados de Caracterización de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 014192

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA
 PROYECTO : REALIZACIÓN DEL PROYECTO PARA TESIS
 PROCEDENCIA : Comunidad Regantes Toma de León, Independencia, Pisco
 RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
 FECHA DE ANALISIS: La Molina, 04 de octubre de 2018

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺ +H ⁺
												Cmol (+) / Kg					
14192	Suelo	2.06	87.14	5.55	7.31	Arena franca	7.81	0.25	15.28	344.00	2.34	4.94	4.01	0.27	0.13	0.53	-

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

 Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
 JEFE DE LABORATORIO



MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

1. Análisis Mecánico: Textura por el Método de Hidrómetro.
2. Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
3. pH. Método de potenciómetro, relación suelo-agua 1:1 y en la pasta saturada.
4. Calcáreo total: Método gaso-volumétrico.
5. Materia orgánica: Método de Walkley y Black % M.O. = % C x 1,724
6. Nitrógeno total: Método Micro Kjeldahl.
7. Fósforo: Método de Olsen Modificado, Extracto, NaHCO_3 0.5M, pH = 8.5
8. Potasio Disponible: Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7,0
9. Capacidad de Intercambio Catiónico: Acetato de Amonio 1N pH 7,0
10. Cambiables: Determinaciones en extracto Amónico.
 Ca^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 K^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Na^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.

11. Iones Solubles

a. Cationes Solubles:

- Ca^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 K^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Na^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.

b. Aniones Solubles:

- Cl^- : Volumétrico: Nitrato de Plata.
 CO_3^{2-} : Volumétrico: Ácido Clorhídrico.
 HCO_3^- : Volumétrico: Ácido Clorhídrico.
 SO_4^{2-} : Tubidimétrico: Sulfato de Bario.
 NO_3^- : Colorimétrico.

12. Yeso Soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona.
13. Boro Soluble: Colorimétrico, Método de la Curcumina.

INTERPRETACIÓN

C.E. (Sales)
Según respuesta de los cultivos
(dS/m)

- Muy ligeramente Salino : < 2
 Ligeramente Salino : 2 - 4
 Moderadamente Salino : 4 - 8
 Fuertemente Salino : 8 - 16
 Extremadamente Salino : > 16

DISPONIBLES

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total $\text{CaCO}_3\%$	Fósforo P (ppm)	Potasio K (ppm)
Bajo	< 2%	< 1%	< 7	< 100
Medio	2 - 4%	1 - 5%	7 - 14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	> 14	> 240

EQUIVALENCIAS

- 1 mmhos/cm = 1 ds/m
 1 cmol(+)/kg = 1 meq/100gr

CIC Efectiva

< 5 meq/100 gr	Muy baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Medio
15 - 20	Alto
> 20	Muy alto

Reacción del Suelo (pH)

- 5.1 - 5.5 Fuertemente ácido.
 5.6 - 6.0 Moderadamente ácido.
 6.1 - 6.5 Ligeramente ácido.
 6.6 - 7.3 Neutro.
 7.4 - 7.8 Ligeramente alcalino.
 7.9 - 8.4 Moderadamente alcalino.

* CIC: Capacidad Intercambiable de Cationes.

ANEXO N° 9: Resultados de rutina de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



N° 014193

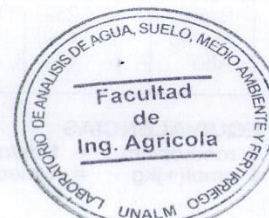
ANÁLISIS DE SUELO - RUTINA

SOLICITANTE : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA
PROYECTO : REALIZACIÓN DEL PROYECTO PARA TESIS
PROCEDENCIA : Comunidad Regantes Toma de León, Independencia, Pisco
RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 04 de octubre de 2018

Número de muestra		CE	pH	M.O.	P	K	CaCO ₃	Al ³⁺ +H ⁺
Lab.	Campo	dS / m	Relación 1:1	%	ppm	ppm	%	
14193	Suelo	1.38	7.88	0.38	17.68	304.00	2.09	-

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
 JEFE DE LABORATORIO



MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

1. Análisis Mecánico: Textura por el Método de Hidrómetro.
2. Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
3. pH. Método de potenciómetro, relación suelo-agua 1:1 y en la pasta saturada.
4. Calcáreo total: Método gaso-volumétrico.
5. Materia orgánica: Método de Walkley y Black % M.O. = % C x 1,724
6. Nitrógeno total: Método Micro Kjeldahl.
7. Fósforo: Método de Olsen Modificado, Extracto, NaHCO_3 0.5M, pH = 8.5
8. Potasio Disponible: Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7,0
9. Capacidad de Intercambio Catiónico: Acetato de Amonio 1N pH 7,0
10. Cambiables: Determinaciones en extracto Amónico.
 - Ca^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - K^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Na^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.

11. Iones Solubles

a. Cationes Solubles:

- Ca^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
- Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
- K^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
- Na^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.

b. Aniones Solubles:

- Cl^- : Volumétrico: Nitrato de Plata.
- $\text{CO}_3^{=}$: Volumétrico: Ácido Clorhídrico.
- HCO_3^- : Volumétrico: Ácido Clorhídrico.
- $\text{SO}_4^{=}$: Tubidimétrico: Sulfato de Bario.
- NO_3^- : Colorimétrico.

12. Yeso Soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona.
13. Boro Soluble: Colorimétrico, Método de la Curcumina.

INTERPRETACIÓN

C.E. (Sales)
Según respuesta de los cultivos
(dS/m)

- Muy ligeramente Salino : < 2
- Ligeramente Salino : 2 - 4
- Moderadamente Salino : 4 - 8
- Fuertemente Salino : 8 - 16
- Extremadamente Salino : > 16

DISPONIBLES

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total $\text{CaCO}_3\%$	Fósforo P (ppm)	Potasio K (ppm)
Bajo	< 2%	< 1%	< 7	< 100
Medio	2 - 4%	1 - 5%	7 - 14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	> 14	> 240

EQUIVALENCIAS

- 1 mmhos/cm = 1 ds/m
- 1 cmol(+)/kg = 1 meq/100gr

CIC Efectiva

< 5 meq/100 gr	Muy baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Medio
15 - 20	Alto
> 20	Muy alto

Reacción del Suelo (pH)

- 5.1 - 5.5 Fuertemente ácido.
- 5.6 - 6.0 Moderadamente ácido.
- 6.1 - 6.5 Ligeramente ácido.
- 6.6 - 7.3 Neutro.
- 7.4 - 7.8 Ligeramente alcalino.
- 7.9 - 8.4 Moderadamente alcalino.

* CIC: Capacidad Intercambiable de Cationes.

ANEXO N° 10: Resultados de concentración de Vanadio en la especie Algarrobo (*Prosopis juliflora*).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 01 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>)		% V
Código	Parte de la planta	
AR0-X	Raíz	0.0000
	Tallo	0.0000
	Hoja	0.0000
AR0-Y	Raíz	0.0000
	Tallo	0.0000
	Hoja	0.0000
AR0-Z	Raíz	0.0000
	Tallo	0.0000
	Hoja	0.0000

Lima, 08 de Mayo del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 11: Resultados de concentración de Vanadio es la especie Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : **DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA**

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 01 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)		% V
Código	Parte de la planta	
TR0-X	Raíz	0.00000
	Tallo	0.00000
	Hoja	0.00000
TR0-Y	Raíz	0.00000
	Tallo	0.00000
	Hoja	0.00000
TR0-Z	Raíz	0.00000
	Tallo	0.00000
	Hoja	0.00000

Lima, 08 de Mayo del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 12: Resultados de análisis foliar iniciales con Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : **DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA**

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 25 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) - sin compost		% V
Código	Parte de la planta	
AR1-X	Raíz	0.00032
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00001
AR1-X	Raíz	0.00034
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00000
AR1-X	Raíz	0.00034
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00001

Lima, 08 de Junio del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 13: Resultados de análisis foliar iniciales del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : **DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA**

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 25 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost		% V
Código	Parte de la planta	
AR1C-X	Raíz	0.00052
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00001
AR1C-Y	Raíz	0.00053
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00000
AR1C-Z	Raíz	0.00052
	Tallo	0.00000
	Hoja	0.00000

Lima, 08 de Junio del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 14: Resultados de análisis foliar iniciales del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : **DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA**

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 25 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) - sin compost		% V
Código	Parte de la planta	
TR1-X	Raíz	0.00072
	Tallo	0.00000
	Hoja	0.00000
TR1-Y	Raíz	0.00071
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00000
TR1-Z	Raíz	0.00073
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00000

Lima, 08 de Junio del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 15: Resultados de análisis foliar iniciales del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : **DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA**

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 25 de Mayo del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + compost		% V
Código	Parte de la planta	
TR1C-X	Raíz	0.00094
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00000
TR1C-Y	Raíz	0.00093
	Tallo	0.00000
	Hoja	0.00000
TR1C-Z	Raíz	0.00094
	Tallo	0.00000
	Hoja	0.00000

Lima, 08 de Junio del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 16: Resultados de análisis foliar intermedios con Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 01 de Agosto del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) - sin compost		% V
Código	Parte de la planta	
AR2-X	Raíz	0.00124
	Tallo	0.00005
	Hoja	0.00002
AR2-Y	Raíz	0.00123
	Tallo	0.00005
	Hoja	0.00002
AR2-Z	Raíz	0.00125
	Tallo	0.00004
	Hoja	0.00002

Lima, 08 de Agosto del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 17: Resultados de análisis foliar intermedios del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 01 de Agosto del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost		% V
Código	Parte de la planta	
AR2C-X	Raíz	0.00164
	Tallo	0.00004
	Hoja	0.00001
AR2C-Y	Raíz	0.00160
	Tallo	0.00003
	Hoja	0.00000
AR2C-Z	Raíz	0.00159
	Tallo	0.00003
	Hoja	0.00000

Lima, 08 de Agosto del 2018

MSc. Atilio Mendoza
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 18: Resultados de análisis foliar intermedios del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 01 de Agosto del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) – sin compost		% V
Código	Parte de la planta	
TR2-X	Raíz	0.00104
	Tallo	0.00003
	Hoja	0.00000
TR2-Y	Raíz	0.00104
	Tallo	0.00003
	Hoja	0.00001
TR2-Z	Raíz	0.00102
	Tallo	0.00003
	Hoja	0.00001

Lima, 08 de Agosto del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 19: Resultados de análisis foliar intermedios del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 01 de Agosto del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) + compost		% V
Código	Parte de la planta	
TR2C-X	Raíz	0.00182
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00000
TR2C-Y	Raíz	0.00181
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00001
TR2C-Z	Raíz	0.00178
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00000

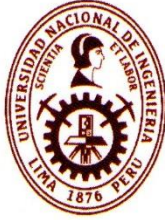
Lima, 08 de Agosto del 2018

MSc. Atilio Mendoza A
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 20: Resultados de análisis foliar final con Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 29 de Octubre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) - sin compost		% V
Código	Parte de la planta	
AR3-X	Raíz	0.00245
	Tallo	0.00007
	Hoja	0.00002
AR3-Y	Raíz	0.00234
	Tallo	0.00007
	Hoja	0.00001
AR3-Z	Raíz	0.00246
	Tallo	0.00007
	Hoja	0.00002

Lima, 08 de Noviembre del 2018


MSc. Atlio Mendoza
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 21: Resultados de análisis foliar final del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 29 de Octubre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost		% V
Código	Parte de la planta	
AR3C-X	Raíz	0.00327
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00001
AR3C-Y	Raíz	0.00320
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00001
AR23-Z	Raíz	0.00326
	Tallo	0.00001
	Hoja	0.00002

Lima, 08 de Noviembre del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 22: Resultados de análisis foliar final del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 29 de Octubre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) – sin compost		% V
Código	Parte de la planta	
TR3-X	Raíz	0.00241
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00002
TR3-Y	Raíz	0.00238
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00000
TR3-Z	Raíz	0.00243
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00002

Lima, 08 de Noviembre del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 23: Resultados de análisis foliar final del Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS FOLIAR

SOLICITADO POR : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 29 de Octubre del 2018

RESULTADO DEL ANÁLISIS FOLIAR

Muestras de la planta: Tarwi (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) + compost		% V
Código	Parte de la planta	
TR3C-X	Raíz	0.00301
	Tallo	0.00004
	Hoja	0.00001
TR3C-Y	Raíz	0.00309
	Tallo	0.00002
	Hoja	0.00001
TR3C-Z	Raíz	0.00302
	Tallo	0.00004
	Hoja	0.00002

Lima, 08 de Noviembre del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 ; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 24: Resultados de análisis foliar final del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin adicionar compost.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE SUELOS

SOLICITADO POR : **DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA**

Procedencia de muestras : Regantes Toma de León, Independencia - Pisco

Recepción de muestras : Lima, 29 de Octubre del 2018

RESULTADO DEL SUELO

Muestras de suelo	Repeticiones	V mg/L
T1 – Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) sin compost	1	15.0021
	2	15.0021
	3	15.0021
T2C – Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) + compost	1	10.0012
	2	10.0025
	3	10.0025
T1 – Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin compost	1	8.0045
	2	8.0044
	3	8.0074
T2C – Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) + compost	1	3.0024
	2	3.0024
	3	3.0024

Lima, 08 de Noviembre del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427; Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO N° 25: Fotografías.

		
<p>Área de muestreo de suelos, método de la rejilla aleatoria</p>	<p>Muestro de suelos agrícolas en la Comunidad Regantes Toma de León (22/04/2018)</p>	<p>Compra de plantines de Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) y Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en la Universidad Nacional La Agraria</p>
		
<p>Área de plantación del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) sin agregar compost – 90 m²</p>	<p>Área de plantación del Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) agregando compost – 90 m²</p>	<p>Área de plantación del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) sin agregar compost – 90 m²</p>



Área de plantación del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost – 90 m²



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost (Junio)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost (Junio)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost (Julio)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost (Julio)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost (Julio)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin agregar compost (Agosto)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin agregar compost (Agosto)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin agregar compost (Agosto)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost (Septiembre)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost (Septiembre)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) agregando compost (Septiembre)



Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sin compost
(Septiembre)



Medición de crecimiento Algarrobo (*Prosopis juliflora*)



Medición de crecimiento Algarrobo (*Prosopis juliflora*)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando
compost (Mayo)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin compost
(Mayo)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando
compost (Mayo)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost (Mayo)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost (Mayo)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost (Junio)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost (Julio)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) sin compost (Julio)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost (Septiembre)



Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) agregando compost (Noviembre)



Medición de crecimiento Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)



Medición de crecimiento Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)



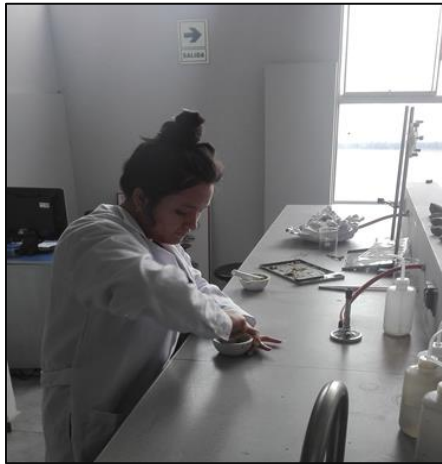
Análisis de suelos en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo Lima Norte.



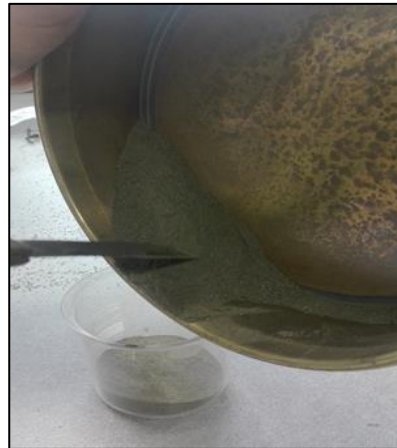
Peso de hojas de Algarrobo (*Prosopis juliflora*)



Se puso en la mufla durante 48 horas con una tempera 60°C.



Proceso de trituración de las hojas, raíz y tallo de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para luego enviar a la Universidad Nacional de Ingeniería para análisis foliar por absorción atómica.



Polvo de la hoja del Algarrobo (*Prosopis juliflora*)



Polvo de la hoja del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

ANEXO: 26: Resultados de Identificación Taxonómica de las especies.

Informe de Identificación taxonómica

Responsable: Blga. Karen del Carmen Ventura Zapata

Colector: Pamela Quispe Espinoza

Tipo de Servicio: Identificación

Fecha de Emisión: 12/11/2018

Fecha de Entrega: 17/11/2018

Número de muestras: 2

Observaciones: especies infértiles

1. CODIGO 001:

Angiosperma

Clado: Rósida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Lupinus*

Especie: *Lupinus mutabilis* Sweet

2. CODIGO 002 :

Angiosperma

Clado: Rósida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Prosopis*

Especie: *Prosopis juliflora* (Sw.)DC.

Método: Para la identificación taxonómica se utilizó las claves de identificación de algunos autores como: Machbride, J. F. 1948. Leguminosae. Flora of Peru, Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13(Part III, 1): 3—506, www., páginas web como: <http://www.fno.org>. Se realizó la comparación con las colectas depositadas en el herbario de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UFV) y a través de la página web del Field Museo de Historia Natural - Chicago y del Missouri Botanical Garden. La ubicación taxonómica está en el sistema de clasificación de angiospermas APG IV (2016).



Blga. Karen Ventura Zapata. DNI 41047754

ANEXO N° 27: Resultados final de Rutina de suelos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



N° 014354

ANÁLISIS DE SUELO - RUTINA

SOLICITANTE : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA
 PROYECTO : DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN
 PROCEDENCIA : Independencia - Pisco
 RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
 FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 13 de noviembre de 2018

Número de muestra		CE	pH	M.O.	P	K	CaCO ₃	Al ³⁺ +H ⁺
Lab.	Campo	dS / m Relación 1:1	Relación 1:1	%	ppm	ppm	%	
14354	suelo	1.63	7.77	5.31	66.08	340.00	5.65	

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
 JEFE DE LABORATORIO



ANEXO N° 28: Resultados final de Caracterización de suelos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



N° 014355

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA
 PROYECTO : DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN
 PROCEDENCIA : Independencia - Pisco
 RESP. ANALISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
 FECHA DE ANALISIS : La Molina, 13 de noviembre de 2018



Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺ +H ⁺
												Cmol (+) / Kg					
14355	Suelo	1.56	63.76	24.84	11.40	Franco arenoso	7.86	5.35	67.19	314.00	5.02	9.15	6.80	1.83	0.07	0.45	-



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO



[Firma]
 Ing. Msc. Miguel A. Sanchez Delgado
 JEFE DE LABORATORIO





ANEXO N° 29: Observaciones en el período del desarrollo de las especies Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

FECHA	FOTOGRAFÍA	OBSERVACIONES
12/05/2018	Código: AR1C- X 	Se estableció el área de 6m ² para el desarrollo de cada Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) añadiendo compost en los suelos agrícolas contaminado con Vanadio en la Comunidad Regantes Toma de León, Pisco.
07/07/2018	Código: AR2C-Y 	Debido a la estación invierno, se evidenció la caída de las hojas, por la menor cantidad de luz solar, por esta razón se detiene la fabricación de clorofila.

FECHA	FOTOGRAFIA	OBSERVACIONES
12/05/2018	Código: AR1- Z 	Se estableció el área de 6m ² para el desarrollo de cada Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i>) en los suelos agrícolas contaminado con Vanadio en la Comunidad Regantes Toma de León, Pisco.
07/07/2018	Código: AR2- Y 	Debido a la estación invierno, se evidenció la caída de las hojas, por la menor cantidad de luz solar, por esta razón se detiene la fabricación de clorofila.

FECHA	FOTOGRAFIA	OBSERVACIONES
14/06/2018	<p>Código: TR2C - Y</p> 	<p>En los meses de julio y agosto el crecimiento del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) se desarrolló paulatinamente, debido a la adaptación de la especie en suelos agrícolas contaminados por Vanadio</p>
13/10/2018	<p>Código: TR3C - X</p> 	<p>El crecimiento de la planta Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) más la adición del compost fortalece el desarrollo de la especie en suelos agrícolas contaminado por Vanadio.</p>

07/07/2018	Código: TR2- X 	En los meses de mayo, julio y agosto el crecimiento del Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) se desarrolló sin ningún inconveniente debido a los factores climáticos similares al de la sierra, ya que la temperatura llegó hasta 12.8°C en Pisco, según SENAMHI, meses superiores el crecimiento fue lento por las condiciones climáticas elevadas, ya que esta especie crece en las alturas.
------------	---	---

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 15-11-2018
		Página : 1 de 1

Yo, **MARIA ALIAGA MARTINEZ**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

"Fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de vanadio en suelos agrícolas, Pisco 2018", del (de la) estudiante **Quispe Espinoza, Doris Pamela** constató que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 15 de noviembre de 2018



Dr. María Aliaga Martínez

DNI: 08663264



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Titoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de Vanadio en suelos agrícolas,
Pisco 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

DORIS PAMELA QUISPE ESPINOZA

ASESORA:

MG. MARIA ALIAGA MARTINEZ



Resumen de coincidencias

11 %

- | | | |
|---|---|------|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe
Fuente de Internet | 4 % |
| 2 | tesis.pucp.edu.pe
Fuente de Internet | 1 % |
| 3 | Entregado a Universida...
Trabajo del estudiante | 1 % |
| 4 | Entregado a Universida...
Trabajo del estudiante | <1 % |
| 5 | cybertesis.unmsm.edu...
Fuente de Internet | <1 % |
| 6 | Entregado a Universida...
Trabajo del estudiante | <1 % |
| 7 | theibfr.com
Fuente de Internet | <1 % |



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICATION ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Quispe Espinoza Doris Pamela

D.N.I. : 76517299

Domicilio : Asoc. Soñado Corazón de Jesús Mz "C" lote 12 Smp.

Teléfono : Fijo : Móvil : 987236709

E-mail : pamela.qe.06@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Ambiental

Carrera : Ingeniería Ambiental

Título : Ingeniería Ambiental

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :

Mención :

Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Quispe Espinoza Doris Pamela

Título de la tesis:

Fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al
Torwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) para la reducción de xamocina en
suelos agrícolas, Pisco 2018

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha:

27.06.2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Escuela profesional de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Quispe Espinoza, Doris Pamela

INFORME TITULADO:

"Fitoestabilización del Algarrobo (*Prosopis juliflora*) frente al Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para la reducción de vanadio en suelos agrícolas, Pisco 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Bachiller en Ingeniería Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 15/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 16




FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
