



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

*Lupinus Mutabilis Sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio a nivel del laboratorio, 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**

Paredes Domínguez, Carolina Laura (ORCID: 0000-0001-6081-1065)

**ASESOR:**

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

Lima - Perú

2021

## **Dedicatoria**

La presente investigación está dedicada a la memoria de mi padre Armando Eduardo, Paredes Fonseca; aunque no me puedo acompañar en vida sé que está presente en estos momentos de mi vida. A mi madre por la fortaleza que la caracteriza y la confianza que me brinda siempre, a mis hermanos por la motivación. A todos ellos muchas gracias por el apoyo que me brindaron para culminar mis estudios exitosamente.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud y haberme permitido llegar hasta aquí, superando cada obstáculo que se me presentó en el camino.

A la Universidad César Vallejo por brindarnos una educación de calidad, permitiéndome seguir aprendiendo y fomentando valores dentro de mi formación educativa.

A mi asesor el Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro por cerciorar que mi trabajo llegue a concluir de manera exitosa.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	3
III.METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2 Variables y operacionalización.....	13
3.3 Población, muestra y muestreo.....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimiento.....	16
3.6 Método de análisis de datos.....	28
3.7 Aspecto éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN.....	73
VI. CONCLUSIONES.....	77
VII. RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Taxonomía de planta <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	9
<b>Tabla 2:</b> Tratamiento de suelos contaminados por cadmio haciendo uso del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	15
<b>Tabla 3:</b> Promedio de validación .....	16
<b>Tabla 4:</b> Ficha de muestreo para suelo – <i>In situ</i> .....	29
<b>Tabla 5:</b> Ficha de muestreo para suelo - <i>In situ</i> .....	30
<b>Tabla 6:</b> Ficha técnica del instrumento .....	30
<b>Tabla 7:</b> Propiedades físicas y químicas .....	31
<b>Tabla 8:</b> Capacidad de intercambio catiónico - (CIC) .....	31
<b>Tabla 9:</b> Materia orgánica .....	31
<b>Tabla 10:</b> Humedad gravimétrica – (HG) .....	32
<b>Tabla 11:</b> Determinación del carbono orgánico total - (COT) .....	32
<b>Tabla 12:</b> Textura .....	33
<b>Tabla 13:</b> Punto de marchites permanente - (PMP) .....	34
<b>Tabla 14:</b> Capacidad de campo - (CC) .....	34
<b>Tabla 15:</b> Análisis granulométrico .....	34
<b>Tabla 16:</b> Densidad aparente - (Da) .....	35
<b>Tabla 17:</b> Conductividad hidráulica – (k) .....	35
<b>Tabla 18:</b> Resultados del análisis preliminar de las propiedades físico químico del suelo agrícola .....	36
<b>Tabla 19:</b> Resultados de las propiedades físico químico inicial del suelo .....	36
<b>Tabla 20:</b> Resultados de las propiedades químicas del suelo en los tres periodos de tiempo (potencial redox, N, NO <sub>3</sub> - y CIC) .....	37
<b>Tabla 21:</b> Resultados de las propiedades químicas del suelo en los tres periodos de tiempo (M.O, pH y concentración de cadmio) .....	38
<b>Tabla 22:</b> Resultados de las propiedades físicas del suelo en los tres periodos de tiempo .....	39
<b>Tabla 23:</b> Se observa los resultados de las propiedades físico químico inicial del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> previo al tratamiento .....	40
<b>Tabla 24:</b> Resultados de las propiedades físicas del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> en los tres periodos de tiempo .....	40
<b>Tabla 25:</b> Resultados de las propiedades químicas del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> en los tres periodos	

de tiempo .....	41
<b>Tabla 26:</b> Resultados de las propiedades físicas del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> en los tres periodos de tiempo con respecto a la prueba nula en los tres periodos de tiempo .....	42
<b>Tabla 27:</b> Promedio del cadmio absorbido por el <i>Lupinus mutabilis sweet</i> en tres periodos de tiempo .....	43
<b>Tabla 28:</b> Promedio del potencial redox del suelo en los tres periodos de tiempo .....	45
<b>Tabla 29:</b> Promedio del nitrógeno del suelo en los tres periodos de tiempo .....	46
<b>Tabla 30:</b> Promedio del nitrato del suelo en los tres periodos de tiempo .....	47
<b>Tabla 31:</b> Promedio de la capacidad de intercambio catiónico del suelo en los tres periodos de tiempo .....	48
<b>Tabla 32:</b> Promedio de la materia orgánica del suelo en los tres periodos de tiempo .....	49
<b>Tabla 33:</b> Promedio del potencial de hidrógeno – (pH) del suelo en los tres periodos de tiempo .....	50
<b>Tabla 34:</b> Promedio de concentración de cadmio en el suelo en los tres periodos de tiempo .....	51
<b>Tabla 35:</b> Promedio de la temperatura del suelo en los tres periodos de tiempo .....	53
<b>Tabla 36:</b> Promedio de la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo .....	54
<b>Tabla 37:</b> Promedio de la conductividad eléctrica del suelo en los tres periodos de tiempo .....	55
<b>Tabla 38:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de longitud del tallo del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	56
<b>Tabla 39:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de longitud del tallo del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	57
<b>Tabla 40:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de la longitud de raíz principal del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	58
<b>Tabla 41:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de longitud de raíz principal en el <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	58
<b>Tabla 42:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del número de nódulo del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	59
<b>Tabla 43:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de número de nódulo en el <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	60
<b>Tabla 45:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del número de folio del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	61
<b>Tabla 46:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de número de folio en el <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	61
<b>Tabla 47:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del número de hoja del <i>Lupinus mutabilis</i>	

<i>sweet</i> .....	63
<b>Tabla 48:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de número de hoja en el <i>Lupinus mutabilis</i>	
<i>sweet</i> .....	63
<b>Tabla 49:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de absorción de cadmio en el <i>Lupinus</i>	
<i>mutabilis sweet</i> .....	64
<b>Tabla 50:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de absorción de cadmio en el <i>Lupinus</i>	
<i>mutabilis sweet</i> .....	64
<b>Tabla 51:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del potencial de hidrogeno del <i>Lupinus</i>	
<i>mutabilis sweet</i> .....	66
<b>Tabla 52:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de potencial de hidrogeno en el <i>Lupinus</i>	
<i>mutabilis sweet.</i> .....	66
<b>Tabla 53:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de conductividad eléctrica del <i>Lupinus</i>	
<i>mutabilis sweet</i> .....	67
<b>Tabla 54:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de conductividad eléctrica en el <i>Lupinus</i>	
<i>mutabilis sweet</i> .....	67
<b>Tabla 55:</b> Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de potencial redox del <i>Lupinus mutabilis</i>	
<i>sweet</i> .....	69
<b>Tabla 56:</b> Prueba de contraste de Tukey del indicador de potencial redox del <i>Lupinus mutabilis</i>	
<i>sweet</i> .....	69

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Diagrama de procedimiento .....	17
<b>Figura 2:</b> Unidades experimentales de 3 <sup>2</sup> .....	19
<b>Figura 3:</b> Curva de promedio del cadmio absorbido por el <i>Lupinus mutabilis sweet</i> en los tres periodos de tiempo .....	44
<b>Figura 4:</b> Nivel del potencial redox del suelo en tres periodos de tiempo .....	45
<b>Figura 5:</b> Nivel del nitrógeno del suelo en tres periodos de tiempo .....	46
<b>Figura 6:</b> Nivel del nitrato del suelo en tres periodos de tiempo .....	47
<b>Figura 7:</b> Nivel de la capacidad de intercambio catiónico del suelo en los tres periodos de tiempo .....	48
<b>Figura 8:</b> Nivel de la materia orgánica del suelo en tres periodos de tiempo .....	50
<b>Figura 9:</b> Nivel el potencial de hidrógeno – (PH) del suelo en tres periodos de tiempo .....	51
<b>Figura 10:</b> Nivel de concentración de cadmio en el suelo en tres periodos de tiempo .....	52
<b>Figura 11:</b> Nivel de temperatura del suelo en tres periodos de tiempo .....	53
<b>Figura 12:</b> Nivel de humedad del suelo en tres periodos de tiempo .....	54
<b>Figura 13:</b> Nivel de la conductividad eléctrica del suelo en tres periodos de tiempo .....	55
<b>Figura 14:</b> Longitud del tallo del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	57
<b>Figura 15:</b> Longitud de raíz principal del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	59
<b>Figura 16:</b> Número de nódulo del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	60
<b>Figura 17:</b> Número de folio del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	62
<b>Figura 18:</b> Número de hoja del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	63
<b>Figura 19:</b> Absorción de cadmio en el <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	65
<b>Figura 20:</b> Potencial de hidrogeno (PH) del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	66
<b>Figura 21:</b> Conductividad eléctrica del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	68
<b>Figura 22:</b> Potencial redox del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> .....	69
<b>Figura 23:</b> Balance del contaminante inicial .....	70
<b>Figura 24:</b> Balance del contaminante final .....	71
<b>Figura 25:</b> Comprobación del balance del contaminante .....	72
<b>Figura 26:</b> Dirección regional de agricultura, Huaraz – Ancash .....	98
<b>Figura 27:</b> Limitación del área de trabajo, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 28:</b> Limitación del cuadrante del área de trabajo, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 29:</b> Ubicación de los 13 puntos estratégicos, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 30:</b> Limpieza en el área a trabajar, paltay – Huaraz .....	98



<b>Figura 31:</b> Trece puntos estratégicos por el método de Zig-Zag, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 32:</b> Anotación de los parámetros in situ, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 33:</b> ph 6.0 del Punto estratégico 1, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 34:</b> Temperatura, humedad e intensidad solar del Punto estratégico 1, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 35:</b> ph 7.0 del Punto estratégico 6, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 36:</b> Temperatura, humedad e intensidad solar del Punto estratégico 6, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 37:</b> ph 7.0 del Punto estratégico 13, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 38:</b> Temperatura, humedad e intensidad solar del Punto estratégico 13, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 39:</b> Medida de cada lado del PE.1 es de 20 cm, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 40:</b> Profundidad de 30 cm del PE.1, paltay – Huaraz .....	98
<b>Figura 41:</b> Retiro de la muestra de suelo PE.4, paltay – Huaraz .....	99
<b>Figura 42:</b> Profundidad de 30 cm del PE.7, paltay – Huaraz .....	99
<b>Figura 43:</b> Muestra de suelo, paltay – Huaraz .....	99
<b>Figura 44:</b> Tamizado de la muestra de suelo, paltay – Huaraz .....	99
<b>Figura 45:</b> Profundidad de 30 cm del PE.13, paltay – Huaraz .....	99
<b>Figura 46:</b> Tamizado de la muestra de suelo agrícola, paltay - Huaraz .....	99
<b>Figura 47:</b> Empaquetado de la muestra de suelo agrícola, paltay – Huaraz .....	99
<b>Figura 48:</b> Pesar la muestra de suelo agrícola, paltay – Huaraz .....	99
<b>Figura 49:</b> Muestra de suelo agrícola, paltay - Huaraz .....	99
<b>Figura 50:</b> Obtención de la semilla del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> , Llaca – Huaraz .....	99
<b>Figura 51:</b> Tamizado de suelo para el uso de la geminación, Huaraz .....	99
<b>Figura 52:</b> Pesar el suelo agrícola, Huaraz .....	99
<b>Figura 53:</b> Selección de la semilla del <i>Lupinus mutabilis sweet</i> , Huaraz .....	99
<b>Figura 54:</b> Germinación de dosis de <i>Lupinus mutabilis sweet</i> , Huaraz .....	99
<b>Figura 55:</b> Germinación de la planta <i>Lupinus mutabilis sweet</i> , Huaraz .....	99
<b>Figura 56:</b> <i>Lupinus mutabilis sweet</i> , Huaraz .....	100
<b>Figura 57:</b> Muestra de suelo agrícola de paltay, laboratorio de lima .....	100
<b>Figura 58:</b> Homogenización de la muestra de suelo, Lima .....	100
<b>Figura 59:</b> Método del cuarteo, Lima .....	100
<b>Figura 60:</b> Contamínate cadmio, Lima .....	100
<b>Figura 61:</b> Pesar el cadmio para diez litros de agua, Lima .....	100

<b>Figura 62:</b> Preparación del contaminante, Lima .....	100
<b>Figura 63:</b> Contaminación de la muestra de suelo agrícola, Lima.....	100
<b>Figura 64:</b> Pesar las unidades experimentales, Lima .....	100
<b>Figura 65:</b> Unidades experimentales y etiquetado, Lima .....	100
<b>Figura 66:</b> Muestra de suelo agrícola y suelo contaminado por cadmio para analizar, Lima .....	100
<b>Figura 67:</b> Pesar la muestra de cada malla, Lima .....	100
<b>Figura 68:</b> Agitar la muestra por 30 min, Lima .....	100
<b>Figura 69:</b> carbono orgánico total antes de titulado, Lima .....	100
<b>Figura 70:</b> carbono orgánico total titulado, Lima .....	100
<b>Figura 71:</b> Estrado de muestra, Lima .....	101
<b>Figura 72:</b> Secar la muestra en la estufa, Lima .....	101
<b>Figura 73:</b> Agitar la muestra por 30 min, Lima .....	101
<b>Figura 74:</b> Potencial de hidrogeno de la muestra, Lima .....	101
<b>Figura 75:</b> Potencial de redox de la muestra, Lima .....	101
<b>Figura 76:</b> Análisis de textura de suelo agrícola y contaminado, Lima .....	101
<b>Figura 77:</b> Inicio del tratamiento, Lima .....	101
<b>Figura 78:</b> Longitud del tallo principal al inicio del tratamiento, Lima .....	101
<b>Figura 79:</b> Longitud de la raíz principal al inicio del tratamiento, Lima .....	101
<b>Figura 80:</b> Numero de nódulo al inicio del tratamiento, Lima .....	101
<b>Figura 81:</b> Número de folio al inicio del tratamiento, Lima .....	101
<b>Figura 82:</b> Numero de hoja al inicio del tratamiento, Lima .....	101
<b>Figura 83:</b> Periodo 1 (20 días), Lima .....	101
<b>Figura 84:</b> Longitud del tallo principal (Periodo 1), Lima .....	101
<b>Figura 85:</b> Longitud de la raíz principal (Periodo 1), Lima .....	101
<b>Figura 86:</b> Numero de nódulo (Periodo 1), Lima .....	112
<b>Figura 87:</b> Número de folio (Periodo 1), Lima .....	112
<b>Figura 88:</b> Número de hoja (Periodo 1), Lima .....	112
<b>Figura 89:</b> Periodo 2 (40 días) .....	112
<b>Figura 90:</b> Longitud del tallo principal (Periodo 2), Lima .....	112
<b>Figura 91:</b> Longitud de la raíz principal (Periodo 2), Lima .....	112
<b>Figura 92:</b> Numero de nódulo (Periodo 2), Lima .....	112
<b>Figura 93:</b> Número de folio (Periodo 2), Lima .....	112
<b>Figura 94:</b> Número de hoja (Periodo 2), Lima .....	112

<b>Figura 95:</b> Periodo 3 (60 días), Lima .....	112
<b>Figura 96:</b> Longitud del tallo principal (Periodo 3), Lima .....	112
<b>Figura 97:</b> Longitud de la raíz principal (Periodo 3), Lima .....	112
<b>Figura 98:</b> Numero de nódulo (Periodo 3), Lima .....	112
<b>Figura 99:</b> Número de folio (Periodo 3), Lima .....	112
<b>Figura 100:</b> Número de hoja (Periodo 3), Lima .....	112

## Resumen

La contaminación de suelo por cadmio es ocasionada en su mayoría por actividades minera e industrial, siendo un riesgo principal en la salud y su afectación al suelo por sustancias químicas que no son biodegradables. El objetivo general de la investigación fue determinar la eficiencia del *Lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio. El método que se utilizó fue la aplicación del *lupinus mutabilis sweet* en tres periodos de tiempo (20, 40 y 60 días), con tres tratamientos y tres repeticiones cada uno (2, 3 y 4 unidades), con un total de 30 unidades experimentales y 3 de ellas denominadas pruebas nulas. La investigación se realizó a nivel de laboratorio. Los resultados estadísticos demostraron que el periodo de 60 días del tratamiento tres fue el más óptimo donde se absorbió el 49.57% de cadmio a comparación del tratamiento dos que fue del 28.73% y el tratamiento uno del 21.70%. Se concluye que el tratamiento tres donde se aplicó 4 unidades de dosis de *Lupinus mutabilis sweet* fue más eficiente.

**Palabras clave:** *Lupinus mutabilis sweet*, cadmio, remediación de suelos.

## **Abstract**

Soil contamination by cadmium is mostly caused by mining and industrial activities, being a major health risk and affecting the soil by chemical substances that are not biodegradable. The general objective of the research was to determine the efficiency of *Lupinus mutabilis* sweet for the treatment of cadmium contaminated soils. The method used was the application of *Lupinus mutabilis* sweet in three time periods (20, 40 and 60 days), with three treatments and three replicates each (2, 3 and 4 units), with a total of 30 experimental units and 3 of them called null tests. The research was conducted at the laboratory level. The statistical results showed that the 60-day period of treatment three was the most optimal where 49.57% of cadmium was absorbed compared to treatment two which was 28.73% and treatment one 21.70%. It is concluded that treatment three where 4 units of doses of *Lupinus mutabilis* sweet were applied was more efficient.

**Keywords:** *Lupinus mutabilis* sweet, cadmium, soil remediation.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los metales pesados son los más peligrosos, porque no se pueden destruir con facilidad. Así mismo, una vez liberados pueden permanecer en el hábitat durante cientos de años. Las exposiciones de estos factores al ambiente ocasionan problemas en los recursos naturales y en la salud, tales como: retraso en el crecimiento, variedad de tipos de cáncer, daños renales e incluso mortalidad. Además, los altos niveles de la extracción de ciertos minerales, tales como: el mercurio, el cadmio, el oro y el plomo; se asocian con un mayor daño en el sistema inmunológico (atacan a las células y provocando una invasión).

A nivel nacional, nos menciona Machuca, Y. (2021) se realizó un estudio en el departamento de Cajamarca, donde los productores de cacao y el gobierno regional deseaban mejorar la productividad del cacao. Para ello realizaron el análisis de suelo y del producto (cacao) para evidenciar la presencia de concentración de cadmio. Se determinó que este elemento en concentraciones mayores puede ocasionar bajo rendimiento del suelo y daños en la salud de los consumidores.

El desarrollo de esta investigación propuso el método de fitorremediación con fin ambiental, económico y social. Esta técnica estuvo basada en la utilización de cierta planta que es capaz de estabilizar contaminantes que se puedan encontrar en los suelos, agua y aire o incluso en sedimentos que puedan contener metales pesados y compuestos orgánicos o derivados del petróleo. Además, la fitorremediación es una tecnología que tiene la capacidad de metabolizar, acumular y absorber contaminantes que se aplica para la recuperación de suelos o efluentes; asimismo, es una técnica de bajo costo porque se pueden realizar pruebas *in situ* o *ex situ* y ofrece el uso potencial de plantas transgénicas y muchas de ellas para la absorción de metales pesados, tales como la planta *Lupinus mutabilis sweet* o *Hiperacumuladoras*, entre otras.

De la realidad problemática de esta investigación se planteó el siguiente problema general: ¿Cuál es la eficiencia del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio?; de la misma manera los problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físico químico inicial y final del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio?, ¿Cuál será

la mejor dosis del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio? y ¿En qué tiempo de aplicación será mejor el *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio?

La justificación de esta investigación, tendrá como aporte la remoción de suelos contaminados por cadmio utilizando *lupinus mutabilis sweet*, siendo bueno e innovador para el bienestar ambiental, económico, social. En el nivel ambiental, se evidenciará el control del contaminante utilizando *lupinus mutabilis sweet* para su remoción de cadmio, actuando de manera natural sin ocasionar algún daño al ambiente. A nivel económico, nos permitirá estimar gastos mínimos para su realización y control del contaminante utilizando la planta. A nivel social, permitirá conocer un método para mejorar la problemática que se evidencia en la salud, el cual ayudará a controlar los daños ocasionados por el contaminante en agentes como el agua, suelo y aire. Por lo tanto, será viable su utilización en esta investigación.

Esta investigación tendrá como objetivo general: Determinar la eficiencia del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio. De la misma manera, los objetivos específicos serán los siguientes: Determinar las propiedades físico químico inicial y final del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio, determinar la mejor dosis del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio y determinar el mejor tiempo de aplicación del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.

Por otro lado, la hipótesis general será: Es eficiente *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio. Asimismo, las hipótesis específicas serán los siguientes: Las propiedades físico químico inicial y final del *lupinus mutabilis sweet* produce efectos para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio, sera 3 unidades la mejor dosis del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio y sera 40 días el mejor tiempo de aplicación del *lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.

## II. MARCO TEÓRICO

El suelo es la parte superior de la corteza terrestre producto de la remoción de la roca madre, se define así porque presenta una estructura diferente a las demás capas terrestres. Una característica del suelo es la presencia de materia orgánica donde se desarrolla la flora (Porta, J. 2019). Se estudió la estructura del suelo en la isla de Hainan, evidenciado la presencia de actividad volcánica y la sismicidad que presenta su corteza terrestre, se determinò que la pluma de manto es el suelo de Hainan (Lin, J. 2021).

La evolución del suelo depende de la formación de fitomasa que interactúa con el suelo para obtener como resultado materia orgánica. La presencia de materia orgánica es un indicador de fertilidad y evita o reduce la disgregación de las partículas del suelo (Marañon, T y Madejon, E. 2017). Por otro lado, la materia orgánica pertenece a la mayor parte de la biomasa debido a que es producto de cultivo asociado. Por tal motivo, se estudió la comparación de nitrógeno, carbono y materia orgánica para el cultivo de cacao. Se recogieron 30 muestras de suelo, donde se encontraron diferencias estadísticas entre el nitrógeno y el carbono. Ello evidenció la liberación de nitrógeno del suelo y una disminución de materia orgánica (Barrezueta, U y Paz, G. 2017).

El nitrógeno se encuentra en mayor cantidad de forma orgánica presente en el suelo, una parte se transforma en nitrato donde la planta absorbe lo necesario y el resto se queda en el suelo (Martínez, J. 2019). La falta de nitrógeno de suelo es producto de la fuente antrópica. Ante ello, se realizó un estudio sobre la presencia de nitrógeno y carbono, para ello se utilizaron cuatro muestras de diferentes sitios y usos. Se obtuvo como resultado la relación de carbono nitrógeno, presente en la M1 con 1.4-0.16 %, M2 con 2.4-0.27 %, M3 con 3.41-0.33 % y M4 con 4.1-0.43 %. Se evidenció la baja concentración de C/N en cada muestra y la disminución de la productividad (Cantu, M y Yanez, M. 2018).

Nitrato es un componente químico natural que está presente en el agua, suelo y en los alimentos en muy pocas cantidades en algunos casos, está compuesto por un átomo de nitrógeno que está unido a tres átomos de oxígeno. El nitrato es el derivado del nitrógeno, pasa por un proceso de llamado nitrificación. Además, es un nutritivo esencial para las plantas, el nitrato es transportado por las raíces hasta el brote a



través de tranquéales o llamadas xilema (Rojas, L y Muñoz, L. 2016). Ante ello, se realizó un estudio del movimiento y la variación de cantidad de nitrato en suelos saturados de la laguna de Cocha. El contenido de nitrato se determinó con datos estadísticos donde se evidenció una alta concentración fuera del rango de la laguna, donde se encontró un mayor promedio del contaminante con 12.94 mg/L (Contreras, Y., et al. 2018).

La textura es un de las propiedades físicas que influyen en un suelo, debido a que determina el movimiento del agua, cantidad de oxígeno, desenvolvimiento de las raíces y sus interacción químico y biológico. La textura nos explica el comportamiento de los 12 tipos que existen para ello se realizan técnicas para determinar la cantidad de arena, limo y arcilla que tiene el suelo (Vistoso. E y Martínez, J. 2019). Para determinar la textura del suelo se puede hacer uso de herramientas, tales como: QGIS que son imágenes multiespectrales. Obteniendo como resultado de las imágenes el porcentaje del 0.62 de arena y -0.63 de arcilla, determinando la capacidad de retención e infiltración para el cultivo (Mendoza, C. 2019).

Saber la cantidad de humedad del suelo es primordial para el rendimiento de los cultivos y la sobrevivencia de las plantas. Además, es la capacidad que presenta el suelo para retener partículas de agua en su estructura. (Flores, L y Alcalá, F. 2010). Ante ello, se realizó un estudio en Cuba sobre el sistema de drenaje que ocasiona excesos de humedad en los suelos para el uso de cultivos. Para ello, se realizó el monitoreo de precipitación y modelos, con diferentes cultivos que son capaces de absorber cantidades agua, evitando la saturación del suelo y la pérdida de cultivos (Herrera, J. 2018).

La temperatura del suelo se debe a la interacción de la atmósfera en la superficie de la tierra, si la atmósfera se enfría por las noches el suelo baja su temperatura por la pérdida de flujo de calor. El grado de temperatura es de 0°C a más, siendo posible el crecimiento de las plantas y por debajo del rango no existe actividad biótica, esto se debe a la congelación del suelo (Thompson, L. 2021). Es primordial saber el grado de temperatura y la humedad para la agricultura, estos dos parámetros se pueden determinar de manera fácil con la utilización de sensores. El sensor que determina la humedad es el SHT10 y de la temperatura es el sensor YL-69 que permite tener los

resultados a tiempo real sin la necesidad de hacer uso de un laboratorio (Galindo, D., et al. 2017).

El potencial redox es la medición de electrones disponibles de una solución, nos ayuda a cuantificar el grado de oxidación o reducción de electroquímica presentes en el suelo. La oxidación nos indica la disponibilidad de oxígeno que presenta un suelo y la reducción es lo contrario, y se caracteriza por el aumento de electrones (Flores, L y Alcalá, F. 2010). Así mismo, se estudió la presencia de potencial redox en cultivos de armulle debido a la concentración salina en el suelo. Para ello, se realizó una siembra directa y sodio como suplemento. Culminados los 49 días, se analizó la caracterización del suelo potencial redox, MO, CE, Ph. CIC y sodio, obteniendo como resultado un incremento de Mo del 0.078% y un mejoramiento en los demás parámetros (Paico, A y Surco, K. 2019).

El pH es la cantidad de hidrogenos positivos presentes en el suelo, debe encontrarse en un rango de 6. 5 a 7 que es el rango adecuado para el crecimiento de las plantas (Sierra, C y Rojas, C. 2008). Así mismo, para determinar los parámetros geoespacial característicos del suelo de Cayambe se analizò en 3 etapas la geoestadística, utilizando 241 muestras evaluadas en el laboratorio para suelos. Se obtuvo en la 1 etapa que el CE con 73.51% y pH con 73.87% representado una dependencia moderada; en la 2 etapa no se realizó por la cantidad de valores y en la etapa 3 presento un CE con 76.34% y pH con 81.32%, siendo valores muy altos. La etapa 3 presento una eficiencia del 83% (Guachamin, J. 2019).

Para saber la cantidad de concentración de salinidad en el suelo se evalúa mediante la medición de la conductividad eléctrica, este valor influye en la composición y concentración de las sales disueltas de un terreno. Si el valor de conductividad eléctrica es mayor, presenta una facilidad de trasladar corriente eléctrica. Por consiguiente, es la capacidad que presenta un suelo en transportar corriente eléctrica (Bárbaro, L. 2011). La corriente eléctrica se basa en la velocidad que atraviesa las sales disueltas, para ello se realizó un estudio basado en teorías sobre la presencia de sales en el suelo que interactúa con la conductividad eléctrica. La CE dependerá de la presencia de sales para su transporte con mayor facilidad (Soriano, M. 2018).

Absorción es la sustancia que se adhiere en un objeto, por consiguiente es la sustancia que se distribuye y permanece en su estructura del objeto. A diferencia de la adsorción donde la sustancia no se adhiere en el objeto, por la diferencia de moléculas (Linares, V. 2017).

La contaminación es el factor que determina la calidad ambiental de nuestro planeta. Pero es ocasionado por las actividades humanas que hacen uso de los recursos naturales, ocasionando un impacto al medio ambiente (aire, suelo y agua) (Caldas, J. 2015). Ante ello la unión europea realiza controles sobre la utilización de químicos aplicados para el cultivo, con el fin de reducir la pérdida de suelo por sustancias indeseables que reducen la calidad del recurso (Silano, M. 2017).

Asimismo se realizó un estudio para recuperar el recurso natural aplicando *Lupinus Mutabilis* en suelos contaminados por cadmio. Para ello, se analizaron 4 muestras diferentes de [Cd], en cada una con 3 unidades de LM y la aplicación de estiércol de lombriz: 0, 3, 6, 9 y 12 % respectivamente como suplemento nutricional. Se evaluó la concentración de raíz y la parte aérea del *Lupinus Mutabilis*, obteniendo como resultado final del 0,492 mg/kg en la raíz y 0,0154 mg/kg y en la parte aérea. Al respecto se determinó que el mejor que T4 es el más eficiente y obteniendo un valor de remoción del 12% de estiércol de lombriz (Hinostroza, S. 2016).

Además, se realizó la determinación de la contaminación de suelo producto de la presencia de metales pesados como el Cd, para la recuperación del recurso natural se utilizó el *Lupinus Mutabilis* como fitoremediadora. Se realizó un ensayo a nivel laboratorio haciendo uso de muestras contaminadas por cadmio en un periodo de 62 días, donde se realizaron 5 tratamientos con la aplicación de dosis del 0, 5, 10, 15 y 20% (m/m) de estiércol de lombriz. Obteniendo una acumulación en la estructura aérea del 0,375 mg Cd.kg<sup>-1</sup> y una baja concentración del tratamiento de las dosis 0% y 20% de estiércol (Papuico, R. 2019).

La contaminación del suelo se define por la alteración física, biológica y química propia del suelo, es decir, es la alteración de los valores límite permisibles. Un suelo se pierde cuando sus propiedades naturales se modifican con sustancias que son capaces de alterar su estructura natural (Raimundo, J. 2017). Ante ello, se realizó un estudio sobre la recuperación de suelos contaminados por cadmio haciendo uso de la eficiencia del *bradyrhizobium* presente en el *Lupinus mutabilis*. Para ello, se

realizaron 4 tratamientos con sus respectivas dosis de [Cd] evaluando la estructura radical. Obteniendo una remoción final del T1, 9.37 mg/Kg; T2, 17.35 mg/Kg, T3, 14.60 mg/Kg Cd y T4, 22.82 mg/Kg. Donde se concluyó que el *bradyrhizobium* es eficiente en un periodo de 80 días (Díaz, J y Escobar, S. 2019).

La contaminación por cadmio proviene mayormente por el sector industrial. La extracción de otros metales libera cadmio a la atmósfera, ocasionando impactos en el ecosistema y en la salud de la población (Tang, Bo. 2021). Se realizaron estudios para mejorar la calidad del suelo de cultivo contaminados por Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg), para ello se utilizó microorganismos para inmovilizar o neutralizar los metales presentes en la producción de cultivo (Londo, P. 2020).

Para reducir la contaminación de [Cd] por las actividades humanas, se realizó un estudio a condiciones de un laboratorio para determinar la capacidad de absorción del *Lupinus mutabilis* para la minimización de cadmio presentes en el suelo, para ello se realizaron 4 tratamientos con su respectiva dosis de cadmio (4 mg, 8 mg, 12 mg, 16 mg). Donde se obtuvo en el tratamiento 4 una [Cd] en las raíces con 3.13 mg/kg, en el tallo con 0.15 mg/kg y en folíolos con 0.13 mg/kg. Evidenciando que la utilización del *Lupinus mutabilis* tiene capacidad de absorción (Maguiña, L. 2017)

El cadmio es un metal pesado que presenta una toxicidad que ocasiona daños en el suelo agrícola y a sus pobladores, tales como pulmonares, renal y digestivo, esto debido a que sus campos de cultivo presentan alto contenido de cadmio (Pelaez, M. 2015). Atrayendo la atención de los científicos, la toxicidad del cadmio contenidos en los plaguicidas en bajas cantidades, pero de uso frecuente, ocasiona riesgos ecológicos y complicaciones en la salud (Alengebawy, A. 2021).

Se realizó un estudio sobre la presencia de cadmio y plomo en el agua de la Chugur que ocasiona daños a los suelos cercanos. Para ello se recogieron 3 cantidades diferentes de agua donde se aplicó la biomasa del *Lupinus mutabilis*. El análisis demostró la máxima remoción del 87.61% de cadmio y 96% de plomo haciendo uso de 20 g de biomasa en un tiempo de 96 min (Gonzales. E y Mauricio, L. 2021).

La recuperación de los campos de cultivo de Arequipa donde se realizó un estudio de suelo para determinar la eficiencia de tres tipos de *Lupinus* para reducir

dos niveles de cadmio. Realizaron una metodología de tres tratamientos, dos periodos de tiempo y tres repeticiones en una duración de 18 meses. Se concluye que *Lupinus Cuzcensis* presenta un alto contenido de cadmio por ser nativa de la zona (Sarmiento, G y Huaman, C. 2019).

Se realizó en un invernadero de la ciudad de Canta, donde estudiaron la viabilidad tanto en la semilla como en su desarrollo de tres tipos de planta (*Astragalus garbancillo*, *L. condensiflorus* y *Lupinus ballianus*) para la concentración de zinc, plomo y cadmio presentes en el suelo. Para ello, se desarrolló la germinación en placas Petri para su germinación, utilizando una temperatura de 21 °C a 15°C por un periodo de 24 horas y finalmente para el diseño experimental se seleccionaron muestras aleatorias. Culminada su germinación se desarrolló el diseño experimental (3 periodos de tiempo con 4 tratamientos y 5 repeticiones). Determinando que el mayor contenido de metales en la estructura radical de las raíces de los tres tipos de planta. Concluyeron que los tres tipos de planta son fitoestabilizadoras (Jara, E. 2018).

El origen de la planta *Lupinus mutabilis* se realizó durante el procedimiento, generando un extenso grupo de datos de polimorfismo de ADN a lo largo del genoma usando nextredseq para deducir las interacciones entre más de 200 especies andinas de *Lupinus*, incluyendo 24 accesiones de *Lupinus mutabilis* y familiares cercanos. Los resultados obtenidos concluyeron que el *Lupinus mutabilis* ha sido domesticado una vez en el norte peruano (Atchison, G. et al., 2016).

Se realizó el estudio donde evaluó el rendimiento agromorfológico de *Lupinus mutabilis* en 2 metrópolis de Grecia y registrar su polinización. Para eso, se evaluaron 8 accesiones de altramuz andino para 71 aspectos agromorfológicos, en un diseño de bloques enteros aleatorizados con 3 repeticiones. Los resultados del presente análisis indican que *Lupinus mutabilis* tiene potencial agronómico y optimizan la diversidad biológica sobre el lote, sin embargo, se necesita mejorar su rendimiento (Barda, M., et al. 2021).

La diversidad genética de 23 accesiones del *Tarwi*. Donde evaluaron la mayor producción de semillas; el análisis determinó que la accesión de LM268 y la accesión de JKI-L295 un mayor rendimiento en el tallo principal. Reflejando la adaptación del cultivo en el mediterráneo. Impulsando a realizar más estudios sobre la diversidad del *Tarwi* (Guilengue, Norberto., et al., 2019).

Se evidenció en la India y Egipto la presencia del *Lupinus* que fueron domesticadas hace 4 mil años. Realizaron la eliminación de alcaloide (amargo de la semilla) mediante un proceso de rejo y lavado. Además, se rapitad adaptación en el mediterraneo presento una diversidad de especies (Panchev, V. 2021).

Se desconoce la procedencia de la semilla del *Lupinus mutabilis* pero en Latinoamerica se ha evidenciado su existencia, siendo el género que mas abunda en la familia *Fabaceas*. En el Perú se ha obtenido evidencia de la utilización de la planta en el periodo de la “cultura ínca” en compraron con otras culturas. Ante ello, la taxonomía de la planta ha presentado polenica, hasta que el investigador Sweet en el año 1825 quien estudio la planta en un jardín demostrando la taxonomía (Arias, M. 2015). La clasificación taxonómica de la planta *Lupinus mutabilis sweet* se puede ver en la tabla:1.

**Tabla 1:** Taxonomía de la planta *Lupinus mutabilis sweet*.

<b>CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Fabales</i>
<b>Familia</b>	<i>Fabaceas</i>
<b>Subfamilia</b>	<i>Papilionoideae</i>
<b>Genero</b>	<i>Lupinus</i>
<b>Especie</b>	<i>Lupinus mutabilis sweet</i>

**Fuente:** Maguiña, L. 2017.

*Lupinus mutabilis sweet* también conocida como tarwi, chocho, tarhui y ccequilla es una planta anual; generalmente como un crecimiento herbáceo, porque puede llegar a crecer desde 0,8 m a 2 metros, según la adaptabilidad del área que se encuentra (Aguilar, R. 2017).

El *Lupinus mutabilis sweet* es uno de los cultivos fabáceas más significativos y valiosos del Perú, porque contiene entre 44-47% de proteínas. Además, entre veinte a veintidós por ciento una gran cantidad de aceite y alcaloides que contienen un sabor

amargo en sus granos. Este pasa por un proceso de lavado y remojo, para posteriormente ser utilizado como controlador de plagas (Freire, D. 2020).

Sobre la utilización de la toxina del *Tawi* como controladora de plagas, se realizó un estudio sobre sus efectos como biocida del extracto de grano de *Lupinus mutabilis* para disminuir las larvas *Culex quinquefasciatus*. Se realizó en un laboratorio la preparación de 6 diluciones de estrado de la semilla a partir de una solución inicial de 40.000mg/L. Obteniendo como resultado la siguiente dilución: 3 000, 4 000, 5500, 7 000, 9 000 y 11 000 mg/L, demostrando que la solución de 9000 a 11 000 mg/L son mortales para las larvas en *Culex quinquefasciatus*. La toxina de la semilla fue un 75% efectiva para el control de plagas (Quispe, Z. 2017).

Se enfocó en determinar la eficiencia del biocidas procedentes del alcaloide que es una toxina natural que se extrae del remojo del *Tarwi* aplicados en los tunales contaminados por cochinilla. Su investigación se realizó en un estudio que consistía en una población formada por 2500 m<sup>2</sup> de túneles. Los datos obtenidos por el SPSS 23.0, dando como resultado que la mejor dosis fue de la proporción de 1:1000 (Aguirre, E. 2018).

Asimismo, se realizó el estudio sobre la utilización del *Lupinus mutabilis*. Para ello, se realizó un análisis de la planta, donde se revelaron los estudios preliminares sobre la toxicidad, concluyéndose que esta puede ser letal para bebés y niños menores a 10 mg/kg de peso, pues les puede causar daños. Por ello, se evaluaron críticamente los datos, se infieren las conclusiones y se realizan recomendaciones para futuras indagaciones (Carbajal, F., et al. (2016).

Una de las peculiaridades del *Lupinus mutabilis sweet* en la agronomía es la presencia de nódulo presentes en la raíz, que son forman por la bacteria *Rhizobium*. La presencia de nódulo captar entre 40 - 80 Kg/ha de N del aire. Asimismo, la fijación de este elemento mejora la fertilidad del suelo, sin necesidad de utilizar nitro químico (Cardoso, P. 2020).

Por otro lado, se realizó un estudio del mecanismo de transferencia de plásmido simbiótico que permite la diversificación y evolución de la bacteria CFN42 (*Rhizobiummetli*). Donde se determinó que la transferencia plásmido simbiótico depende de la capacidad nodular, por la cual se identifica la diferencia de la estructura del nódulo. Se concluyó que el plasma simbiótico del CFN42 constituyen con el

funcionamiento de la estructura radical donde se realiza la fijación y asimilación del nitrógeno más efectiva, esto se debe al intercambio de información genética que realiza la bacteria (Castellani, L., et al. 2020).

La bacteria *Rhizobium* es conocida por establecer simbiosis con las leguminosas. Esta bacteria es importante en el crecimiento de las plantas debido a que participa en el ciclo de los nutrientes del suelo, tales como: el nitrógeno (n), el carbono (c) y fósforo (p). Se caracteriza por presentar nódulos que son estructuras vegetales que visualmente se observan en formas de nudos en las raíces de las plantas, las cuales son encargadas de fijar el nitrógeno (Hinostroza, S. 2016).

Asimismo, se realizó el método de cultivo de bacterias del género *Rhizobium*. Para ello, se mantiene la bacteria en una baja viscosidad para su desarrollo, obteniendo una solución líquida para mayor facilidad para la aplicación en la producción de cultivo. Se obtuvo una solución viable para incrementar la captación de nitrógeno para la producción (Chen, Z. 2020).

La fitorremediación es la utilización de plantas que son capaces de absorber contaminantes que se encuentran en el ambiente, tales como: la *Dypsis lutescens* que es capaz de absorber contaminantes del aire y el *Lupinus mutabilis* que es capaz de absorber contaminantes presentes en el suelo. Además se puede realizar estudios *in situ* o *ex situ* (Gavrilescu, M. 2021).

Se realizó la utilización de *Tarwi* como fitorremediación evaluando la capacidad de remoción de iones de cadmio (II), plomo (II) y níquel (II) del lodo proveniente del lago del Titicaca, utilizando el *Tarwi* como bioadsorbente acuoso. Obteniendo como resultado la eliminación de cadmio (II) es del 83,47%, del plomo (II) del 62.2% y el níquel (II) 48.9%. Asimismo, la tasa de eliminación final fue del 75,02% total. Por lo tanto, la tasa de adsorción es muy rápida debido a la bioprecipitación orgánica de alcaloides desgasificados (Choque, M. 2017).

El estudio se enfocó en la efectividad de *Tarwi* como fitorremediación, para lograrlo se realizó un experimento para determinar el efecto que del *Tawir* como adsorbente de cadmio. Se evidencio en la raíz con el 40,66% y biomasas con el 26,94%. Demostrando que la plata es eficiente como revegetación o fitorremediación (Xiao, Z. 2021).



### III. METODOLOGÍA

#### 31. Tipo y diseño de investigación

Es de enfoque cuantitativo. Se denomina un enfoque cuantitativo a la investigación que requiera medir (en la que se puede asignar un número) un fenómeno mediante técnicas estadísticas para el análisis de los datos recolectados en el proceso de la investigación (Sánchez, F. 2019).

La presente investigación se basa en el estudio de tratamiento de suelos contaminados por cadmio utilizando la planta *Lupinus mutabilis sweet*. Asimismo, el estudio es de tipo aplicado debido a que nos proporciona teorías en la cual podemos basarnos con la finalidad de aportar con nuevos conocimientos (Vásquez, I. 2016), se refiere a la investigación de tipo aplicada que se enfoca en generar conocimientos a la sociedad mediante estudios experimentales basados en teorías. Asimismo, lleva al investigador a manipular las condiciones de la investigación, con el fin de comprobar sus efectos relacionados entre la teoría y el producto. La información que se utilizó para determinar, comprender y obtener una visión favorable con respecto a la eficiencia de la planta *Lupinus mutabilis sweet* son extraídas de fuentes confiables, entre ellas tenemos: tesis, artículos, informes, revistas, noticias y videos.

El diseño de investigación del presente estudio es experimental porque se manipula la variable independiente: *Lupinus mutabilis sweet*. Para ello se realizó un esquema del proceso del tratamiento a utilizar, en la cual se llevó a cabo en la realidad y mediante la observación se determinó la respuesta más acertada para nuestro respectivo análisis. Sobre el particular, Vásquez, I. (2016), afirma que el diseño experimental es el estudio en el que se pueden modificar las variables, lo que nos permite investigar de manera observacional sobre el contexto natural, permitiéndonos argumentar sobre ese fenómeno mediante nuestro punto de vista. Además, Hernández, R., et al., (2017), nos menciona que el diseño de la investigación es experimental debido a que se manipularán más de una variable, por la cual el investigador comprobará los efectos de manera experimental y le permitirá cuantificar e identificar las causas. En una investigación de diseño experimental se vincula más de una variable para poder medir los efectos que tiene de interés. Ante ello, se recopilan documentaciones que ocurren en la realidad de nuestro tema de interés, lo

que nos permite observar y poder determinar nuevos conceptos. Esto, con el fin de recolectar datos sobre la eficiencia de la planta *Lupinus mutabilis sweet* utilizados para remediar suelos contaminados por cadmio.

Esta investigación que es experimental, con un diseño Cuasi Experimental. Además, de ser un diseño factorial de  $3^2$ , teniendo un total de 27 unidades experimentales sin contar las pruebas nulas. Siendo el *Lupinus mutabilis sweet* la variable independiente que se manipulará en los suelos contaminados por cadmio (variable dependiente).

En cuanto al nivel, se realizó desde el punto de vista explicativo, con la finalidad de realizar el estudio en las relaciones de causa y efectos en la experimentación. Marroquín, R. (2012), se basa en la búsqueda de la razón o el porqué del estudio, enfocándose en las pruebas de hipótesis de la investigación con el fin de concluir los resultados y las conclusiones. Así mismo Nicomedes, N. (2018) nos menciona que cuya investigación de tipo explicativo tiene como único fin de hallar el por qué o las razones por los cuales van a ocurrir los hechos del estudio, de tal modo que se observa los efectos y las causas en la cual se deberá identificar las circunstancias de la investigación y a su vez explicar dicha situación. Ante ello el presente estudio se realizó observando la acción de la planta *Lupinus mutabilis sweet* para suelos contaminados por cadmio.

El desarrollo de la investigación explica el proceso de todo el tratamiento; asimismo, se obtuvo el resultado para contestar a las respuestas correspondientes referidas a la formulación del problema mencionado. Asimismo, se alcanzó el cumplimiento de los objetivos, lo cual nos permitirá determinar la aceptación o el rechazo de la hipótesis.

### **3.2 Variables y operacionalización**

Las variables operacionales comprueban y describen las posibles situaciones que se presentarán en la investigación. (Anexo 1)

**Variable Independiente:** *Lupinus mutabilis sweet*.

Dimensiones:

- Propiedades físico químico del *Lupinus mutabilis sweet*.

- Dosis de *Lupinus mutabilis sweet*.
- Tiempo de aplicación del *Lupinus mutabilis sweet*.

**Variable dependiente:** Tratamiento de suelos contaminados por cadmio.

Dimensiones:

- Propiedades químicas del suelo inicial y final.
- Propiedades físicas del suelo inicial y final.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

La población, se refiere al estudio que se realizó en un área determinada, para ello se identifica el tipo de conjunto o totalidad que se va a trabajar (Arias, J. et al., 2016).

La población estuvo conformada por 480 kg de suelo extraída de un área de 100 m<sup>2</sup> de una parcela de la provincia de Huaraz.

La muestra es el subconjunto o la parte extraída del área de estudio, por la cual cumple una serie de elementos predeterminados (Arias, J. et al., 2016).

La muestra se seleccionó 4 kg por cada unidad experimental. Se desarrollaron en 3 tratamientos, con 3 repeticiones cada uno, y en 3 periodos de tiempo; siendo en total 27 unidades experimentales. Además, de tres unidades experimentales denominadas prueba nula.

El muestreo del presente trabajo se realizó en una técnica probabilística. Navarrete, J. (2009), el muestreo es una técnica probabilística, se caracteriza por incluir a todas las muestras extraídas por medio de una selección al azar, con el fin de corroborar o estimar el análisis de estudio. Así mismo el muestreo se realizó siguiendo la guía de muestreo en el marco del D.S N°011-2017 - MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. En ella se indican las siguientes pautas.

- Delimitación del área.
- Método de zig zag.
- Identificación de los puntos estratégicos.
- Desarrollo de la toma de muestra (20 cm de cada lado, y 30 cm de profundidad).
- Homogeneización de la muestra extraída.
- Método del cuarteo.

El método de zig zag se realizó para delimitar los 13 puntos estratégicos, del cual se extrae 480 kg de suelo. Seguidamente se homogeneizará el suelo extraído para aplicar el método del cuarteo; posterior a ese procedimiento se obtuvo 120 kg de muestra suelo. Finalmente se utilizará 4 kg de suelo por cada unidad experimental.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de la investigación recogió los datos necesarios mediante la observación del investigador. Martínez, C. (2014), nos menciona que las técnicas de recolección de datos nos ayudarán a verificar los problemas planteados en nuestra investigación. La técnica establece los instrumentos, características o los medios que se emplearán en el proceso de investigación. Cada investigación es diferente y dependerá del investigador utilizar la técnica correspondiente. Además, Risso, V. (2017), indica que la técnica de observación se refiere a los hechos, situaciones o fenómenos que tiene como fin determinar información específica que requiera la investigación. Ante ello, se aplicará la técnica de observación, como se puede observar en la tabla 2.

**Tabla 2:** Tratamiento de suelos contaminados por cadmio haciendo uso del *Lupinus mutabilis sweet*.

Técnicas	Etapas	Procedimiento	Materiales	Instrumentos
Observación	Muestra de suelo	Identificación del punto de muestra	GPS, cuaderno de apuntes, cámara fotográfica, otros	Ficha de observación
		Homogeneizar las muestras sacadas de cada punto estratégico, utilizando el método Zig Zag.	Rafia plana – Plastic top, wincha, estacas de madera, bolsa zilpoc, otros.	Ficha de recolección de datos
	Recolección de datos	Registro de datos.	Cuaderno de apuntes.	

**Fuente:** Martínez, C. 2014.

Se realizó tres análisis correspondientes: propiedades físico - químico del suelo inicial y final, cantidad de *Lupinus mutabilis sweet* y el tiempo de aplicación. Esto con la finalidad de poder verificar los resultados de los parámetros inicial y final del proceso de la investigación en el periodo de 20, 40 y 60 días.

Según Martínez, C. (2014) la recolección de datos son los recursos con los que el investigador puede valerse para aproximarse a los instrumentos de su

investigación. De este modo, el investigador resume todos los aportes del marco teórico, por lo cual selecciona los datos correspondientes de sus indicadores, variables o conceptos utilizados. Además, es el medio por el cual se emplearán los materiales necesarios para el recojo y almacenamiento de la información adecuada, mediante fichas, formatos, guías, encuestas. Como instrumento, se utilizarán fichas para la recolección de los datos obtenidos en el campo y en el proceso del laboratorio. Para ello, se obtendrá datos descriptivos de la investigación por medio de la observación. Además, se utilizarán 8 fichas, presentes en el anexo 1 al 8.

La validación es el instrumento que evalúo la confiabilidad y/o validez de la investigación, por la cual mide la precisión y exactitud de las variables de los instrumentos utilizados en la recolección de datos (López, R. 2019).

Los instrumentos serán evaluados por especialistas relacionados al tema de la investigación para certificar la validación. (Tabla 3).

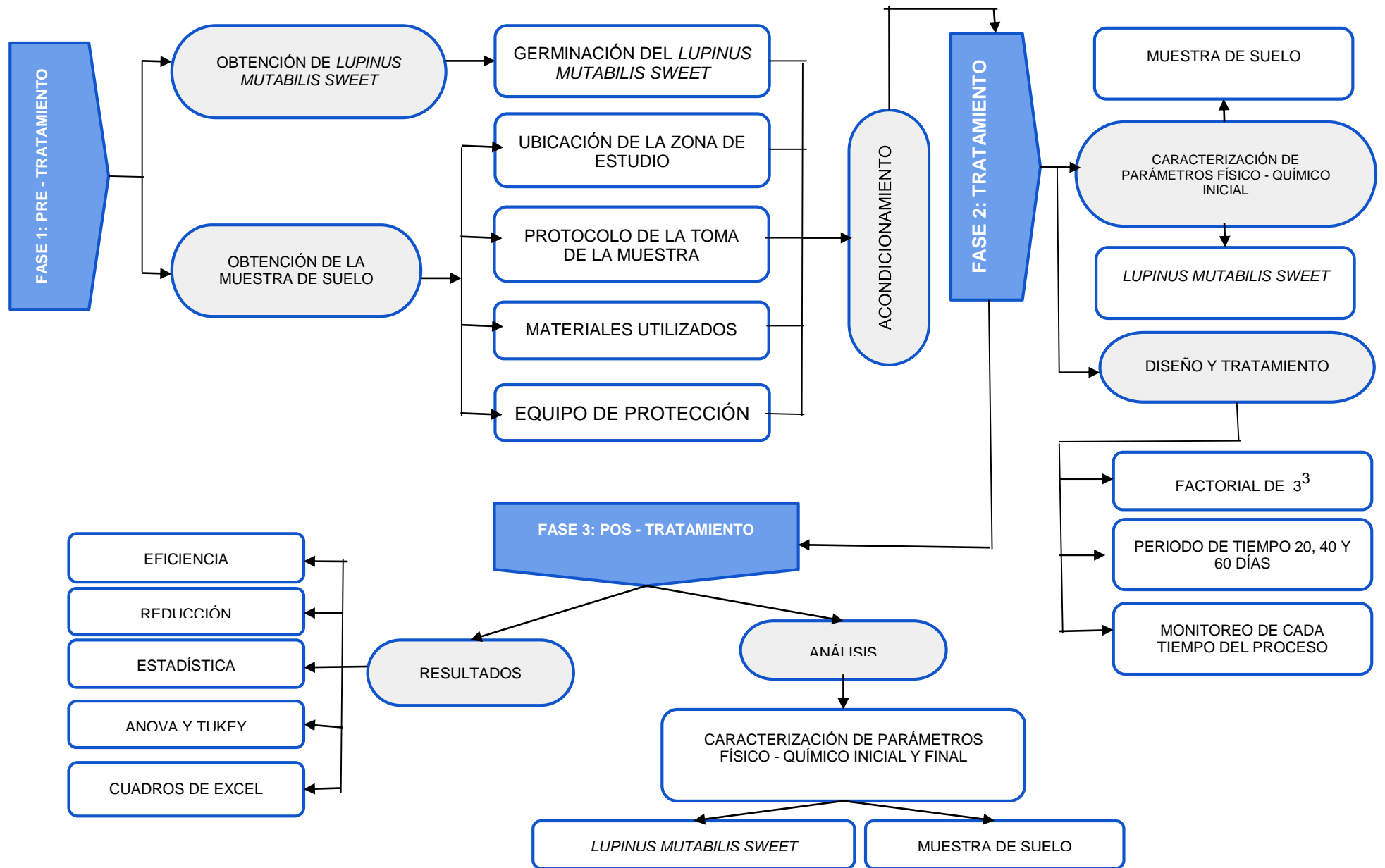
**Tabla 3:** Promedio de validación.

Especialistas	Profesión	Numero de colegiatura	Promedio de validación
Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales.	Ingeniero químico	71998	90%
Dr. Juan Julio, Ordoñez Gálvez.	Ingeniero mecánico de fluidos	89972	90%
Lucero Katherine, Castro Tena,	Ingeniera ambiental	162994	90%
Promedio total de validación			90%

La confiabilidad mide la magnitud de las unidades de estudios mediante múltiples repeticiones (López, R. 2019). La confiabilidad del presente trabajo se obtendrá en el proceso del estudio.

### 3.5 Procedimiento

En la figura 2, se muestra el diagrama de procedimiento que se tomará en cuenta para el desarrollo de la investigación.



**Figura 1:** Diagrama de procedimiento

El presente trabajo de investigación se desarrolló en tres fases:

### **Fase 1: Pre - tratamiento.**

En esta fase se obtuvo de la muestra de suelos y la germinación de la planta *Lupinus mutabilis sweet*.

La obtención de la muestra de suelo se realizó en la localidad de Paltay – Huaraz, el cual se basó siguiendo la guía de muestreo del DS N° 011-2017-MINAM. En primer lugar, se delimitó 100 m<sup>2</sup> del área del previo, seguidamente se ubicó 13 puntos estratégicos para la obtención de la muestra mediante el método de Zig-Zag y se anotó los datos correspondientes del previo (Tabla 4). En segundo lugar, se midió los parámetros a cada punto estratégico para tener conocimiento del estado que se encuentra el suelo (Tabla 5), se realizó la homogenización de la muestra mediante el método del cuarteo y finalmente se obtuvo 120 kg de muestra, el cual se contaminó por cadmio en las instalaciones de un laboratorio ubicado en Lima.

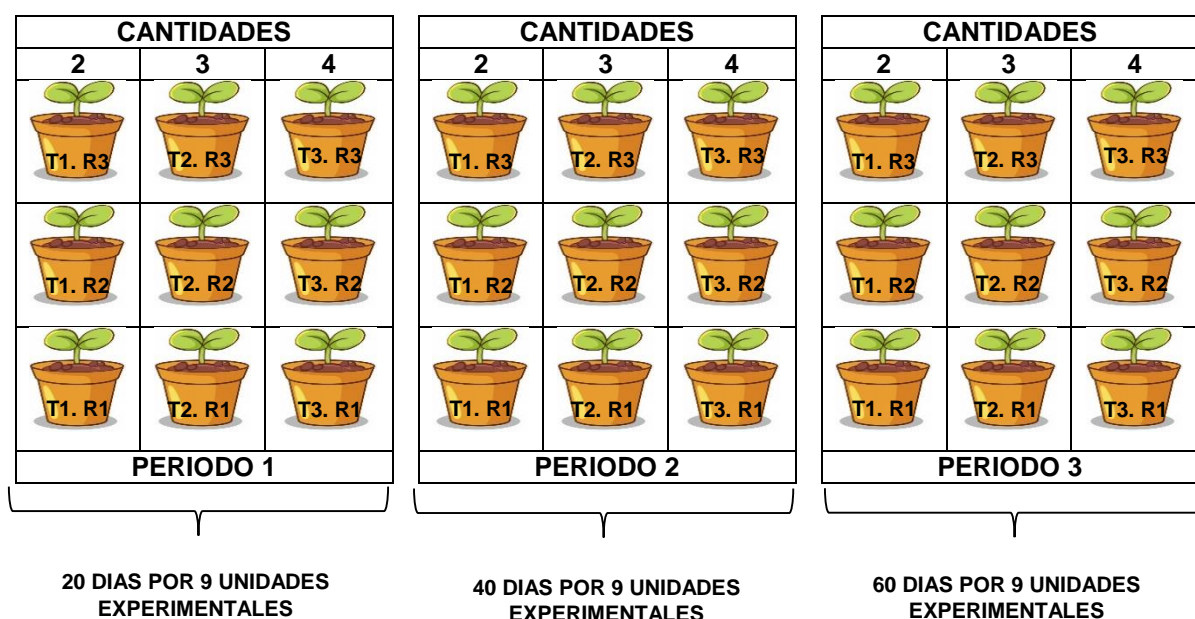
Para la obtención de la planta se realizó en la localidad de Llaca - Huaraz, debido a los factores climáticos presentes en la zona, siendo fundamental para su crecimiento. En primer lugar, se utilizó tierra agrícola para la germinación del *Lupinus mutabilis sweet*, en la cual se tamizó y se realizó la homogenización, se pesó 2 kg de tierra para cada bolsa de vivero. En segundo lugar, se seleccionó las semillas de buen tamaño, color y sin deformaciones o rajaduras, se aplicó las dosis de L.M.S obteniendo un total de 90 semillas, en 30 bolsas de vivero. Posteriormente se realizó el acondicionamiento en un laboratorio de la ciudad de Lima.

### **Fase 2: Tratamiento.**

Todo el procedimiento de esta fase se realizó en las instalaciones del laboratorio en la ciudad de Lima.

En esta fase se desarrolló la siembra de la planta en las 30 unidades experimentales, 27 de ellas son muestras de suelos contaminados por cadmio y 3 de ellas como prueba nula de suelo agrícola sin contaminar. Por cada unidad experimental se utilizó 4 kg de muestra, en 30 maceteros como base.

Las unidades experimentales contaminadas por cadmio se dividen en tres periodos de tiempo con tres tratamientos y tres repeticiones cada uno. Para ello se tendrá que rotular los maceteros, especificando el tiempo de duración (P1, P2 y P3), tratamientos (T1, T2 y T3) y repeticiones (R1, R2 y R3), ver figura: 3. Antes de empezar el tratamiento, se realizó un análisis preliminar al suelo agrícola para tener un conocimiento en el estado que se encuentra (Tabla 18). Luego se preparó la muestra de suelo con el contaminante y se realizó la caracterización inicial del suelo (Tabla 19). Además, por cada periodo de tiempo se realizó un monitoreo.



**Figura 2:** Unidades experimentales de  $3^3$ .

La caracterización del suelo se desarrolló los siguientes parámetros:

### Potencial redox

Se determinó por el método de potencimetría para ello se utilizó el mismo equipo del pH y CE. En este caso no se calibra el equipo solo se realiza una limpieza, cuidadosamente con agua destilada para remover la solución de KCL. Luego se coloca el estrato de muestra ya preparada y se realizan las respectivas lecturas de cada muestra. Los resultados se encuentran en la tabla 7.



### **Nitrógeno - (N)**

Es el indicador que nos determina el desarrollo óptimo de la planta, para ello se realiza el método de kjeldahl que consiste mediante la digestión la muestra de suelo es digerida en altas temperaturas para transformar cualquier componente en amonio, seguidamente se pasa a una segunda fase, la destilación es cuando el amoniaco condensado en una solución de ácido bórico, la solución es titulada con HCl de 0.1N para la determinación del contenido total de nitrógeno. En la tabla 19 se encuentra los resultados correspondientes al análisis de nitrógeno.

Formula:

$$\text{Nitrógeno (\%)} = \frac{(\text{Vol. Gastado HCl} - \text{Vol. Gastado en BCO}) * N \text{ HCl} * 1,4 * 100}{\text{Peso de Muestra (g)}}$$

### **Nitratos - (NO<sub>3</sub>-)**

Este parámetro fue evaluado por espectrofotómetro UV, se preparó un estrato de la muestra, luego se calibro el equipo y se colocó 10 ml de muestra y el resultado obtenido se anotó (Tabla 19). Para cada muestra se neutralizo el equipo con agua destilada para tener una exactitud más exacta de cada muestra.

### **Capacidad de intercambio catiónico - (CIC)**

Se determinó por el método de acetado de amonio a pH 7 - 1N, se realizó el secado de la muestra a temperatura ambiente previamente procesada y tamizada, seguidamente se realiza a rotular y se pesa la muestra, se transfiere al matraz y se agrega el acetato de amonio, luego se colocaron las muestras en el agitador y se filtran las muestras para realizar la titulación respectiva. Los resultados se encuentran en la tabla 8.

Formula

$$\text{CIC (meq/100g)} = \frac{(\text{Vol. gast. Muestra} - \text{Vol. gast. Blanco}) * N * (100+W)}{W \text{ suelo seco al aire (g)}}$$

N: Normalidad del NaOH

W: Peso del suelo seco al aire (g)

W: Humedad gravimétrica del suelo.

## **Materia orgánica**

Se determinó por el método de Walkley y Black, primero se preparó la muestra para agrega 10 ml dicromato de potasio – 1N que reducirá la oxidación del COT, se lleva la solución a la campaña de gases y se añade ácido sulfúrico, después de reposar por 30 min se agrega 200 ml agua destilada, se procede agitar la solución y se procede con el indicador ferroina, la solución se titula con sulfato ferroso, los resultados se encuentran en la tabla 9. La materia orgánica se representa en %, para ello se realizó la siguiente formula:

Formula:

$$\% \text{ MO} = \frac{0.6708 (B - M) * N}{\text{Peso de muestra en gramos secado al aire}}$$

B: Volumen gastado en el blanco (ml)

M: Volumen gastado en la muestra

N: Normalidad del sulfato ferroso

## **Potencial de hidrogeno - (pH)**

Se determinó por el método del potenciometría para ello se realiza a secar un estrato de muestra a temperatura ambiente por 24 horas, luego se procesa a triturar y se tamiza, en el vaso precipitado se agrega la muestra y agua destilada en una relación de 1:2. Seguidamente se calibra el equipo con buffer HANNA, se coloca con cuidado en el centro del vaso precipitado y se realizó las respectivas mediciones. Tabla 7.

## **Húmedad gravimétrica – (HG)**

Se realizó por el método ASTM D-2216-2010. Para este proceso se tomando una muestra de suelo cuarteada, será nuestra muestra representativa (suelo humedad), previamente se pesó la bandeja y se llevó a tara (es un proceso de calentamiento con el fin de eliminar cualquier tipo de residuos), se colocó la muestra representativa en la bandeja para ser pesada y secada a 105 °C por 2 horas. Los datos obtenidos se expresar en % (tabla 10), aplicando la siguiente fórmula matemática:

Formula:

$$W_{T+SH} - W_{T+SS}$$

$$\% \text{ HG} = \frac{\quad}{W_{T+SS} - W_T} * 100$$

Dónde:

HG: Humedad Gravimétrica (%)

$W_{T+SH}$ : Peso de tara + suelo húmedo (g)

$W_{T+SS}$ : Peso de tara + suelo seco a 105°C por 2 horas. (g)

### **Conductividad eléctrica – (CE)**

Nos permite observar la interacción de la plata como remediadora en el suelo contaminado con cadmio para ello se realiza el método de potenciometría. Se preparó a partir de un extracto de suelo en una relación de 1:2, posteriormente se calibro el electrodo con la solución buffer de 1345  $\mu\text{S}$  y se realizó las lecturas de las muestras. En la tabla 7 se encuentra los resultados correspondientes.

### **Carbono orgánico total - (COT)**

Para evaluar este parámetro se utilizó el método de Walkley-Black, donde se secó la muestra al aire, se trituro y tamizo, obtenido 0.5 gr. Ya prepara la muestra se utilizó un oxidante reductor (dicromato de potasio - 1N), se agrega ácido sulfúrico y se deja reposar por 30 min, se agrega agua destilada y se lleva las muestras al agitador y se agrega el indicador ferroina para luego titular con sulfato ferroso. Para obtener los resultados (Tabla 11) se utilizó la siguiente fórmula matemática.

Fórmula:

$$\text{Carbono Orgánico Total} = \frac{(B - M) * N * 0.003 * 1.3 * 100}{W_{ss}}$$

Dónde:

B: Volumen gastado en el blanco (ml).

M: Volumen gastado en la muestra.

N: Normalidad del sulfato ferroso.

0,003: Factor de oxidación del carbono.

$W_{ss}$ : Peso de la muestra secado al aire.

## Textura

Se midió la distribución de las partículas presentes en el suelo por el método triángulo de la USDA, primero la muestra es secada a 105 °C por 60 min, luego es tritura y tamizada, se pesa 5 gr de muestra donde se agregó un dispersante de suelo (Hexametáfosfato de sodio), se agita por 10 min con agua destilada. Seguidamente la muestra se coloca en la probeta y se realiza a agitar para luego introducir el densímetro ASTM 152 H, registrando los tiempos y temperatura por 24 horas, utilizamos los factores de corrección para la textura, reportando los resultados en la tabla 12 y se utilizaron las siguientes formulas:

Formula:

$$\% \text{ Arena} = 100 - \frac{\text{Lectura corregida a los 40 segundos}}{\text{Peso de la Muestra (g) seca a } 105 \text{ }^{\circ}\text{C}} * 100$$

$$\% \text{ Arcilla} = \frac{\text{Lectura corregida a las 2 horas} * 100}{\text{Peso de la muestra (g) seca a } 105 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (\% \text{ Arcilla} + \% \text{ Arena})$$

## Punto de marchites permanente - (PMP)

Es el indicador del suelo donde la planta pierde de apoco su fuerza debido a la falta de agua y por ende deja de remediar el suelo y la planta fallese, para ello se determinó por el método de Bodman y Mahmud, que consistió en una prueba de remojo por 48 horas ya mencionado anteriormente. Donde se evaluó la retención del agua en el suelo, no disponible para la planta y se anotaron los resultados (Tabla 13). Se aplicó la siguiente fórmula matemática:

Fórmula:

$$\text{PMP (\%)} = -5 + 0.74 \text{ CC \%}$$

## Capacidad de campo - (CC)

Es importante debido a que se asegurar la evolución de *L.M.S*, desde el inicio del tratamiento se realizó el método de Bodman y Mahmud que consistió en regar por 48 horas la maceta hasta que drene y observar como disminuye con el tiempo, evitando la evapotranspiración. Donde se evaluó la textura del suelo y se anotaron los

resultados (Tabla 14). De acuerdo a Bodman y Mahmud se estima de la siguiente manera:

$$CC (\%) = 0.023(\%arena) + 0.25 (\%limo) + 0.61 (\%arcilla)$$

### **Análisis granulométrico**

Se realizó siguiendo el método ASTM D - 422, primero se seca la muestra a 105°C por 60 min, seguidamente se pesan las mallas a utilizar y se tamiza la muestra. Las muestras obtenidas son rotuladas y nuevamente se pesa, los datos obtenidos se anotaron en la tabla 15, para ello se realizó la siguiente formula.

Fórmula:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{W_{\text{malla}} * 100}{W_1}$$

Dónde:

$W_{\text{malla}}$ : Peso que se retiene en la malla (g).

$W_1$ : Peso de la muestra seca a 105 °C por 60 minutos (g).

### **Densidad aparente - (Da)**

Se realizó por el método del cilindro biselado, primero se mide el cilindro y se anota su peso, se coloca la muestra en el cilindro y se realiza a pesar nuevamente, en un vaso precipitado ya pesado se realiza a colocar la muestra, luego se lleva al horno a 105 °C por 24 horas, se realiza a pesar el peso final de la muestra. Los resultados están en la tabla 16.

Fórmula:

$$V_c = \pi * r^2 * h$$

$V_c$ : Volumen del cilindro (cm<sup>3</sup>)

$r$ : Radio del cilindro (cm)

$h$ : Altura del Cilindro (cm)

$$Da \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{W_{ss}}{V_c}$$

Wss: Peso del suelo seco a 105 °C (g)

Vc: Volumen del cilindro biselado (cm<sup>3</sup>).

### **Conductividad hidráulica – (k)**

Nos permite conocer el comportamiento del suelo con el contaminarlo, nos indicara el tiempo de infiltración en el acondicionamiento de la muestra en el laboratorio. Para ello se utilizó una probeta donde se introdujo un estrato de muestra de suelo. Luego se dejó drenar y se anotó el tiempo inicial y final. Los resultados se encuentran en la tabla 17. Se realizará la ecuación con el método de Darcy.

Ecuación:

$$\text{Constante de permeabilidad (K)} = \frac{H * \ln (a/b)}{T}$$

Dónde:

K: constante de permeabilidad (cm/seg)

H: Altura del suelo en el tubo calibrado en mm

Ln: Logaritmo neperiano

A/B: Escala superior e inferior

T: Tiempo en segundos.

La caracterización de la planta se desarrolló los siguientes parámetros:

### **Longitud del tallo – (LT)**

Para iniciar el tratamiento se seleccionó aleatoriamente una unidad experimental, se realizó a medir cuidadosamente el tallo para no maltratar las hojas (Tabla 23), debido que volvería ser trasplantado. Se evaluaron 27 plantas por cada periodo de tiempo (P1, P2 y P3) adicional a una prueba nula. Primero se preparó la planta y se colocó en una base blanca, luego se realizó a trazar una recta entre la raíz principal y el tallo principal, así mismo una recta del tallo principal y la yema terminal, finalmente medir el tallo. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla 24.

### **Longitud de raíz principal - (LTP)**

Para iniciar el tratamiento se seleccionó aleatoriamente una unidad experimental, se observó una raíz principal de 11 cm alcabo de 23 días de la germinación (Tabla 23). Se evaluaron 27 plantas por cada periodo de tiempo (P1, P2 y P3) adicional a una prueba nula. Para ello se deja reposar con agua el macetero para suavizar el suelo y no tener perdida de raíz a la hora de la extracción, se retira cuidadosamente y se traslada a retirar los residuos de suelo de la raíz, se deja secar al ambiente y finalmente se realiza medir la raíz principal. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla 24.

### **Número de folio – (Fx)**

Para iniciar el tratamiento se seleccionó aleatoriamente una unidad experimental en la cual se observó que presentaba hoja compuesta y 4 folios, alcabo de 23 días de su germinación (Tabla 23). Se evaluaron 27 plantas por cada periodo de tiempo (P1, P2 y P3) adicional a una prueba nula. Primero se preparó la planta y se colocó en una base blanca, luego se realizó la enumeración de foliolos presente sin contar las que se encuentra en la yema principal. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla 24.

### **Número de hoja - (Hx)**

Para iniciar el tratamiento se seleccionó aleatoriamente una unidad experimental, se observó la presencia de cotiledón, pero no se evaluaron debido a que son hojas que solo brota en el nacimiento de la planta (Tabla 23). Se evaluaron 27 plantas por cada periodo de tiempo (P1, P2 y P3) adicional a una muestra nula. Primeramente, se preparó la planta y se colocó en una base blanca, luego se realizó la enumeración de las hojas presente de cada folio. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla 24.

### **Número de nódulo - (Nx)**

Para iniciar el tratamiento se seleccionó aleatoriamente una unidad experimental, se observó que la raíz no presenta nódulos alcabo de 23 días de su germinación (Tabla 23). Se evaluaron 27 plantas por cada periodo de tiempo (P1, P2 y P3) adicional a una muestra nula. Primero, se preparó la planta y se colocó en una base blanca, luego se observó la presencia de nódulos para su enumeración. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla 24.

### **Potencial de hidrógeno - (pH)**

Se determinó por el método de la potenciometría para ello se realiza a secar la planta a temperatura ambiente por 24 horas, luego se procesa a triturar y se tamiza, en el vaso precipitado se agrega la muestra y agua destilada en una relación de 1:2. Seguidamente se calibra el equipo con buffer HANNA, y se realizó las respectivas mediciones (Tabla 25).

### **Conductividad eléctrica – (CE)**

Se realiza el método de potenciometría. Se preparó planta y en un vaso precipitado se agrega la muestra y agua destilada en una relación de 1:2, posteriormente se calibra el electrodo con la solución buffer y se realizó las lecturas de las muestras. En la tabla 25 se encuentra los resultados correspondientes.

### **Potencial redox**

Se determinó por el método de potenciometría para ello se utilizó el mismo equipo del pH y CE. En este caso no se calibra el equipo solo se realiza una limpieza, cuidadosamente con agua destilada, se remueve la solución de KCL. Seguidamente se las muestras de la planta ya previamente preparadas y se realizan las respectivas lecturas de cada muestra. Los resultados se encuentran en la tabla 25.

### **Fase 3: Pos - Tratamiento.**

En esta fase se realizó los análisis de caracterización de los parámetros físico químico inicial y final del suelo y del *lupinus mutabilis sweet*, ya mencionados en la fase 2: Tratamiento. Así mismo la obtención de los resultados de cada periodo de tiempo (P1, P2 y P3) y el balance de contaminante inicial, final y su comprobación (Figura 26). El primer periodo de 20 días (03 de setiembre al 23 de setiembre), el segundo periodo de 40 días (03 de setiembre al 13 de octubre) y tercer periodo de 60 días (03 de setiembre al 03 de noviembre) donde se determinó la reducción del contaminante en el suelo y la eficiencia del *lupinus mutabilis sweet*. Los resultados obtenidos, estadísticamente por el cálculo anova y el método tukey representados en cuadros de estadísticos.



### **3.6 Método de análisis de datos**

Escudero, C y Cortez, L. (2018), se refiere que el análisis de datos es una herramienta estadística que nos permite analizar los datos recolectados en el proceso de la investigación en la cual se pueda sacar diversas conclusiones que nos ayudarán alcanzar nuestros objetivos.

El análisis de datos del presente proyecto de investigación fue mediante los datos obtenidos que se evaluaron mediante estadística descriptiva e inferencial en la cual se verificará la hipótesis planteada, se utilizó el cálculo anova para aceptar o rechazar la hipótesis y el método de tukey para determinar la eficiencia del tratamiento.

### **3.7 Aspecto éticos**

El presente trabajo de investigación con carácter ético respetando los derechos de autor en la metodología, procedimiento, matriz de consistencia, matriz de variables y en los instrumentos; de la misma manera siguiendo los protocolos y lineamientos del reglamento rectoral n° 0089-2019 y de la norma ISO-690 brindados por la Universidad César Vallejo. Además, se asegura la confiabilidad del estudio mediante la utilización de software turnitin, verificando el resultado con porcentajes de similitud.

#### IV. Resultados

Se realizó la obtención de la ficha de muestreo para suelo - *in situ*, donde se anotaron los datos generales del predio, los datos del punto de muestreo, los datos de la muestra y los datos de muestras superficiales compuestas (Tabla 4).

**Tabla 4:** Ficha de muestreo para suelo - *in situ*.

Ficha de muestreo para suelo - <i>In situ</i>				n°1
Datos generales				
Nombre del sitio	Paltay	Departamento	Ancash	
Uso principal	Agrícola	Provincia	Huaraz	
Dirección del predio	JR. Las palmas	Distrito	Tarica	
Datos del punto de muestreo				
Nombre del punto de muestreo	Puntos estratégicos	Profundidad	30 cm	
Coordenadas (UTM)	X: - 9.4127820	Operario	Carolina Laura, Paredes Domínguez	
	Y: + 77.5636190	Descripción de la superficie	Vegetación	
Técnica de muestreo	Sondeo manual	Precipitación	Sí, 50% de intensidad (Oct – Mar)	
Temperatura (°C)	21 °C	Instrumentos usados	Machete, wincha, comba, estacas, otros.	
Datos de la muestra				
Clave de la muestra	P. E	Cantidad de la muestra	9 kg	
Fecha	11 de agosto del 2021	Medidas de conservación	Bolsa Ciplock	
Hora	9: 00 am	Tipo de muestra	Simple	
Para muestras superficiales compuestas				
Área de muestreo (m <sup>2</sup> )	100 m <sup>2</sup>	Numero de sub-muestras	13	
Comentario	-----	Croquis		

Se obtuvo una variación de temperatura del suelo es por la falta de humedad, por la cual se debe a la presencia de la intensidad de luz. Se sabe que el *lupinus mutabilis sweet* crece a un pH de 5 a 7, por lo que se puede determinar que el suelo agrícola es óptimo para el crecimiento de la planta (Tabla 5).

**Tabla 5:** Ficha de muestreo para suelo - *in situ*.

Ficha de muestreo para suelo - <i>In situ</i>					n°2
Muestras		Intensidad de luz	pH (0-14)	Humedad	Temperatura (°C)
P. E	1	HGH +	6.0	DRY +	23
P. E	2	HGH +	6.0	DRY +	23
P. E	3	HGH +	6.5	DRY +	26
P. E	4	HGH +	6.5	DRY +	29
P. E	5	HGH +	7.0	DRY +	31
P. E	6	HGH +	7.0	DRY +	33
P. E	7	HGH +	7.0	DRY +	33
P. E	8	HGH +	7.0	DRY +	31
P. E	9	HGH +	7.0	DRY +	33
P. E	10	HGH +	7.0	DRY +	26
P. E	11	HGH +	7.0	DRY +	28
P. E	12	HGH +	7.0	DRY +	24
P. E	13	HGH +	7.0	DRY +	27

Se realizó la obtención de los parámetros físicos de cada punto estratégico, mediante el uso del instrumento de levantamiento de suelo, obteniendo los siguientes parámetros: intensidad de luz, pH, humedad y temperatura. La unidad de medida de cada parámetro se determinó por la ficha técnica del instrumento (Tabla 6).

**Tabla 6:** Ficha técnica del instrumento.

Intensidad de luz													
LOW-	LOW	LOW+	NOR-	NOR	NOR+	HGH-	HGH	HGH+					
Baja intolerable	Baja tolerable	Baja moderado	Normal moderado	Normal tolerable	Normal intolerable	Alto moderado	Alto tolerable	Alto intolerable					
Valores de pH													
Acides								Neutro	Alcalino				
LOW	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	HIGH
Humedad													
DRY+		DRY			NOR			WET			WET+		
Muy seco		Seco			Normal			Húmedo			Muy húmedo		
Temperatura													
Celsius (°C)													
-9							50+						

Caracterización del suelo agrícola y suelo contaminado:

En la tabla 7 se pudo observar entre el suelo agrícola y suelo contaminado presenta un pH alterado por el cadmio, esto se debe al movimiento de los aniones y cationes de acuerdo a la conductividad eléctrica, corroborando el movimiento del contaminante que se vuelve un reductor, pero con menos potencia.

**Tabla 7:** Propiedades físicas y químicas

Muestra	Temperatura (°C)	pH (0 – 14)	Conductividad Eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mv)
SA	19.2	7.69	1580	314.7
SCI	19.0	6.32	1315	284.8

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

Se observó entre el suelo agrícola presenta una capacidad de intercambio catiónico menor que el suelo contaminado, ocasionando una mejor retención y movimiento de iones positivos (Tabla 8).

**Tabla 8:** Capacidad de Intercambio Catiónico.

Muestra	Vol. Gast. en Bco (ml)	Vol. Gast. muestra (ml)	Normalidad del SF	Peso de muestra (g)	CIC (meq/100g)
SA	1.8	9.9	0.1	5.0023	7.36
SCI	1.8	8.7	0.1	5.0001	10

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

La materia orgánica se observa un suelo agrícola un porcentaje mayor que el suelo contaminado, esto se debe a que el cadmio se adhiere a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y puede ser incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria (Tabla 9).

**Tabla 9:** Materia orgánica.

Muestra	Vol. Gast. en Bco (ml)	Vol. Gast. muestra (ml)	COS <sub>T</sub> (%)	M.O (%)
SA	8.7	8.1	0.40	0.69
SCI	8.7	8.6	0.10	0.13

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

La humedad gravimétrica se observa que el suelo agrícola es alterado por el suelo contaminado esto se debe a las partículas del contaminante se dispersa teniendo más % de limo, la presencia de terrones en el suelo por la cual no deja que el suelo se satura (Tabla 10).

**Tabla 10:** Humedad Gravimétrica

Muestra	W <sub>b</sub> (g)	W <sub>b+SH</sub> (g)	W <sub>b+ss</sub> (g)	Humedad Gravimétrica (%)
SA	338	659	637	7.36
SCI	438	746	718	10.00

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

**W<sub>b</sub>:** Peso de bandeja (g)

**W<sub>b+SH</sub>:** Peso de bandeja + suelo húmedo (g)

**W<sub>b+ss</sub>:** Peso de bandeja + suelo seco a 105°C por 2 horas.

El carbono orgánico total del suelo agrícola es mayor que el suelo contaminado, pero en ambos casos se puede observar que no tienen mucha presencia de materia orgánica, perjudicial para el crecimiento de la planta (Tabla 11).

**Tabla 11:** Determinación del carbono orgánico total del suelo.

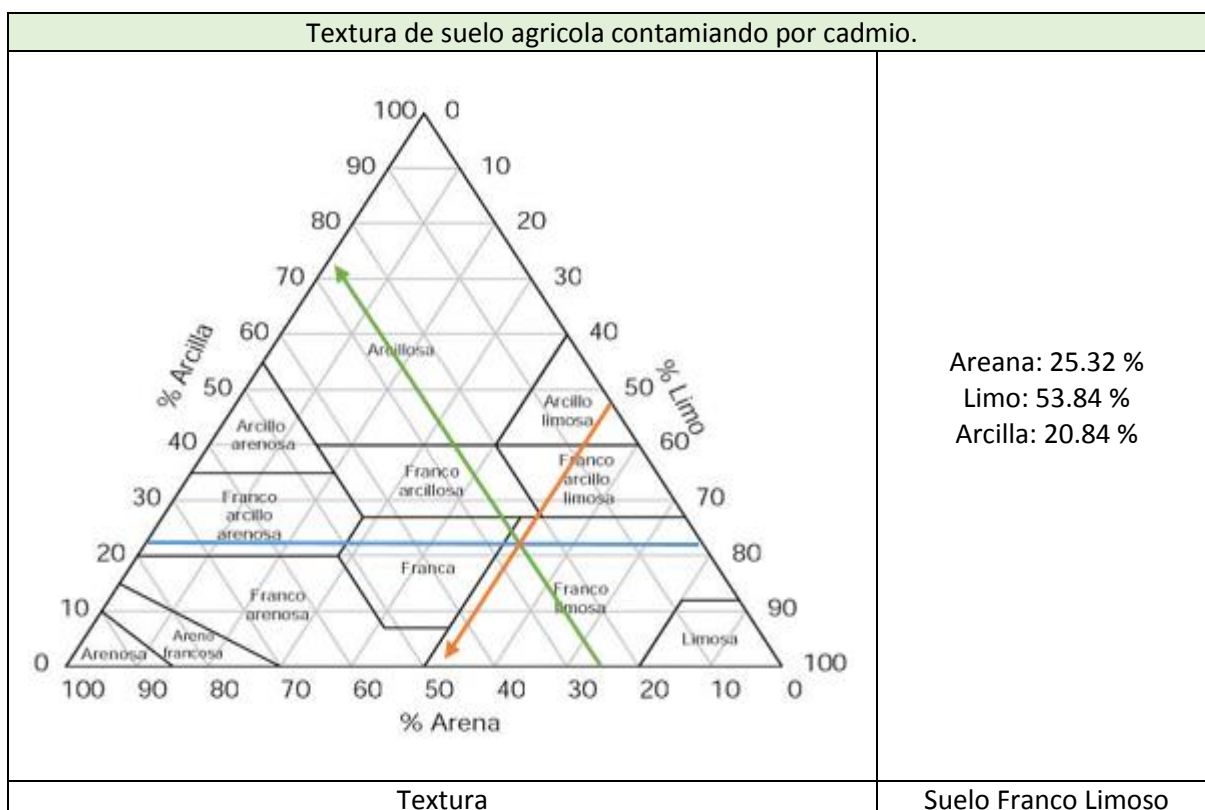
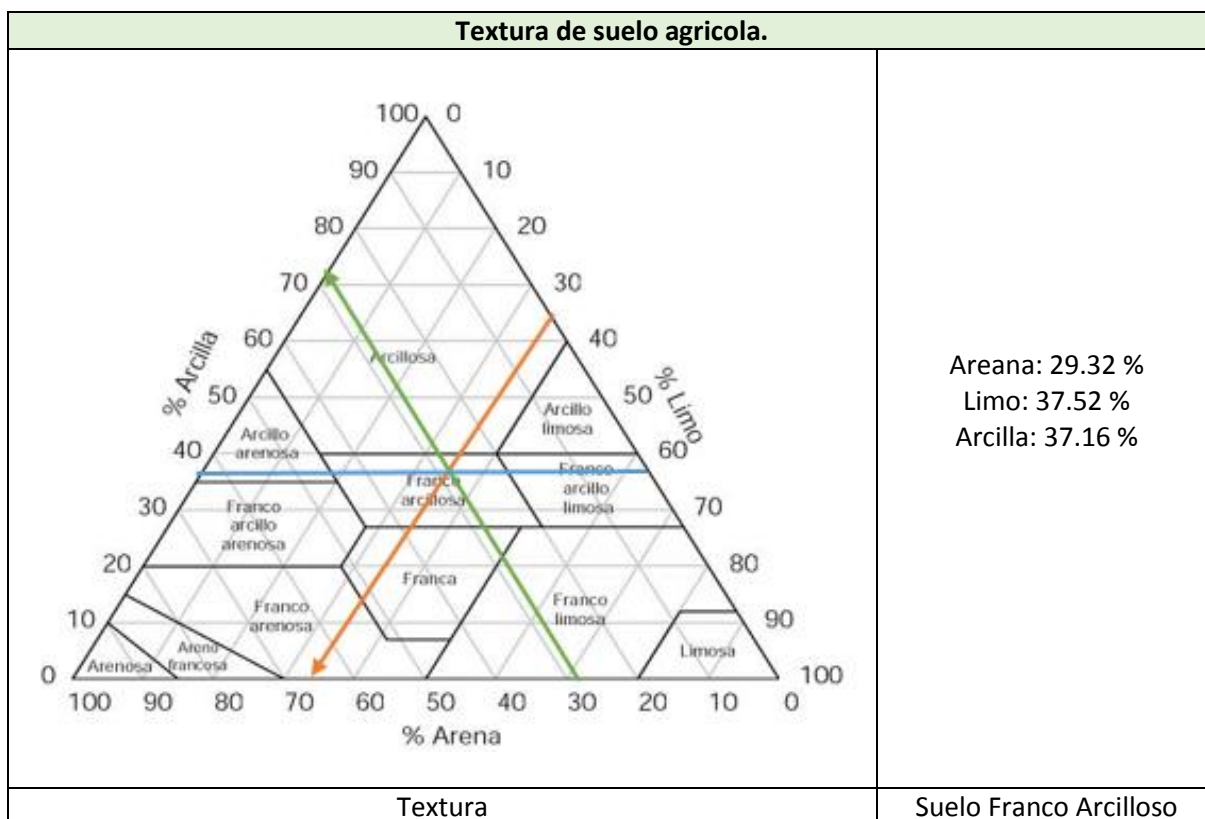
Muestra	Vol. Gast. en Bco (ml)	Vol. Gast. muestra (ml)	Normalidad del SF	Peso de muestra (g)	COS <sub>T</sub> (%)
SA	8.7	8.1	1	0.5863	0.40
SCI	8.7	8.6	1	0.5128	0.10

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

Determinación de la textura del suelo agrícola presento un suelo franco arcilloso, nos indica que es un suelo con exceso de arcilla, por lo tanto, una mejor retención de agua. La textura del suelo contaminado por cadmio a 5 mg/kg presento un suelo franco limoso, es un suelo equilibrado con mayor presencia de limo lo cual forma terrones que ayudan con el drenaje del agua (Tabla 12).

**Tabla 12:** Triangulo de la USDA.



Se aprecia que el punto de marchitez permanente del suelo agrícola es menor que el suelo contaminado debido a que el contaminante influye en las cavidades del suelo, lo que hace que el flujo del agua demore en drenar. (Tabla 13).

**Tabla 13:** Punto de Marchitez Permanente.

Muestra	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	%PMP
SA	29.32	37.52	37.16	25.71
SCI	25.32	53.84	20.84	76.77

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

Se aprecia que la capacidad de campo del suelo agrícola es mayor que el suelo contaminado debido a que el contaminante influye en las cavidades del suelo, por lo que podemos determinar el tiempo de riego de la *Lupinus Mutabilis Sweet* (Tabla 14).

**Tabla 14:** Capacidad de Campo.

Muestra	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	CC (%)
SA	29.32	37.52	37.16	38.79
SCI	25.32	53.84	20.84	26.75

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

El análisis granulométrico del suelo agrícola se observa los tamaños de las partículas presentes en el suelo, lo cual nos permite conocer los sedimentos del suelo (Tabla 15).

**Tabla 15:** Análisis granulométrico del suelo.

n° de malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Retenido parcial (%)	Acumulado (%)	
				Retenido (+)	Pasa (-)
N° 4	4.75	0	0		100
N° 6	3.350	24	10.40	10.4	89.6
N° 10	2.00	38	15.20	25.6	74.4
N° 18	1.00	54	21.60	47.2	52.8
N° 30	0.60	25	10.40	57.6	42.4
N° 50	0.30	36	14.40	72.0	28.0
N° 80	0.180	23	9.20	81.2	18.80
N° -80	-0.180	47	18.80	100	00

La densidad aparente del suelo agrícola es mayor al suelo contaminado. La muestra de suelo contaminado presenta una disminución de compactación en el suelo, afectando las condiciones de retención de humedad (Tabla 16).

**Tabla 16:** Densidad Aparente.

Muestra	Peso de tara (g)	Peso de T+SH (g)	Peso de T+SS (g)	Volumen del cilindro (cm <sup>3</sup> )	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
SA	338	659	637	278.21	1.074
SCI	438	746	718	278.21	1.00

**SA:** Suelo Agrícola.

**SCI:** Suelo Contaminado Inicial.

Se realizó la conductividad hidráulica para determinar el paso de flujo de agua a través de la estructura del suelo la cual podemos determinar la saturación o si es un suelo insaturado, se obtuvo un inicio de tiempo de 88 seg y un tiempo final de 172seg nos dio un resultado de 0.22 cm/seg (Tabla 17).

**Tabla 17:** Conductividad Hidráulica.

Muestra	Tiempo 1 (s)	Tiempo 2 (s)	Altura (mm)	Constante hidráulica (K)
<b>SA</b>	88	172	50	0.22 cm/seg.

**SA:** Suelo Agrícola.



En la tabla 18, se observa los resultados del análisis preliminar de las propiedades físico químico del suelo agrícola para tener conocimiento del estado en que se encuentra.

**Tabla 18:** Resultados del análisis preliminar de las propiedades físico químico del suelo agrícola.

Dimensiones	Indicadores	Unidades	Tratamientos		
			T1	T2	T3
Propiedades químicas del suelo inicial	Potencial redox	mv	314.7	314.7	314.7
	Nitrógeno	%	0.09	0.09	0.09
	Nitratos	mg/L	45.00	45.00	45.00
	Capacidad de intercambio catónico	meq/100g	7.36	7.36	7.36
	Materia orgánica	%	0.69	0.69	0.69
	pH	0 – 14	7.69	7.69	7.69
	Concentración de cadmio	mg/kg	1.40	1.40	1.40
Propiedades físicas del suelo inicial	Temperatura	°C	19.20	19.20	19.20
	Humedad	%	7.36	7.36	7.36
	Conductividad eléctrica	µS/cm	1580.00	1580.00	1580.00

En la tabla 19, se observa los resultados de las propiedades físico químico inicial del suelo que se utilizó previo al tratamiento.

**Tabla 19:** Resultados de las propiedades físico químico inicial del suelo.

Dimensiones	Indicadores	Unidades	Tratamientos		
			T1	T2	T3
Propiedades químicas del suelo inicial	Potencial redox	mv	284.8	284.8	284.8
	Nitrógeno	%	0.05	0.05	0.05
	Nitratos	mg/L	38	38	38
	Capacidad de intercambio catónico	meq/100g	10	10	10
	Materia orgánica	%	0.13	0.13	0.13
	pH	0 – 14	6.32	6.32	6.32
	Concentración de cadmio	mg/kg	5.36	5.36	5.36
Propiedades físicas del suelo inicial	Temperatura	°C	19.0	19.0	19.0
	Humedad	%	10.00	10.00	10.00
	Conductividad eléctrica	µS/cm	1315	1315	1315

**Donde:**

T1: Tratamiento 1 (2 dosis)

T2: Tratamiento 2 (3 dosis)

T3: Tratamiento 3 (4 dosis)

**Tabla 20:** Resultados de las propiedades químicas del suelo en los tres periodos de tiempo (potencial redox, N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y CIC).

Muestras	Potencial redox (mv)			Nitrógeno (%)			Nitrato (mg/L)			Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)		
	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días
T1. R1	107.6	160.9	130.1	0.08	0.215	0.256	55.4	97.8	97.8	30.080	27.36	24.67
T1. R2	122.5	161.0	143.7	0.09	0.220	0.254	56.1	97.4	97.4	30.158	27.86	26.89
T1. R3	141.2	161.8	145.3	0.08	0.235	0.255	55.8	98.1	98.1	30.138	27.96	25.81
T2. R1	146.8	164.6	147.3	0.09	0.221	0.276	66.7	99.7	99.7	32.407	30.18	31.26
T2. R2	148.6	164.8	142.8	0.10	0.226	0.272	66.3	99.5	99.5	32.474	30.49	31.13
T2. R3	149.6	164.4	138.3	0.09	0.228	0.273	66.8	99.6	99.6	32.245	30.36	31.00
T3. R1	153.7	165.4	143.7	0.07	0.235	0.325	70.6	100.0	100.0	33.229	36.78	33.53
T3. R2	154.1	165.6	140.8	0.08	0.232	0.328	70.3	100.0	100.0	33.227	36.48	33.12
T3. R3	156.1	165.5	141.2	0.07	0.233	0.326	70.5	100.0	100.0	33.262	36.86	33.49

Se observó en la tabla 20, los resultados de las propiedades químicas del suelo. Donde se pudo observó una disminución del potencial redox en el T1 con 107.6mv y un incremento en el T3 con 156.1mv a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 160.9mv y un incremento en el T3 con 165.6mv. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 130.1mv y un incremento en el T2 con 147.3mv.

Con respecto al nitrógeno se observó una disminución de porcentaje en el T3 con 0.07% y un incremento en el T2 con 0.10% a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 0.215% y un incremento en el T3 y T2 con 0.235%. A los 60 días del tratamiento presento disminución en el T1 con 0.254% y un incremento en el T3 con 0.328%.

En el nitrato se observó una disminución en el T1 con 55.4 mg/L y un incremento en el T3 con 70.6 mg/L a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 97.1 mg/L y un incremento en el T3 con 100.0 mg/L. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 97.1 mg/L y un incremento en el T3 con 100.0 mg/L.

Con respeto a la Capacidad de intercambio catiónico se observó una disminución en el T1 con 30.080 meq/100g y un incremento en el T3 con 33.227 meq/100g a los

20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución T1 con 27.36 meq/100g y un incremento en el T3 con 36.86 meq/100g. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 24.67 meq/100g y un incremento en el T3 con 33.53 meq/100g.

**Tabla 21:** Resultados de las propiedades químicas del suelo en los tres periodos de tiempo (M.O, pH y concentración de cadmio).

Muestras	Materia orgánica (%)			pH (0 – 14)			Concentración de cadmio (mg/kg)		
	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días
T1. R1	1.46	4.03	4.19	6.80	6.88	7.53	4.90	4.10	3.75
T1. R2	1.56	4.03	4.13	6.77	6.90	7.62	4.95	4.12	3.74
T1. R3	1.47	4.21	4.19	6.79	6.92	7.70	4.94	4.13	3.77
T2. R1	1.65	4.78	5.08	7.02	7.05	7.52	4.41	3.61	3.28
T2. R2	1.81	4.83	5.11	6.98	7.08	7.53	4.38	3.59	3.22
T2. R3	1.68	4.65	5.01	6.99	7.04	7.51	4.39	3.58	3.20
T3. R1	1.88	5.46	6.03	7.03	7.10	7.32	3.52	3.23	1.70
T3. R2	1.92	5.41	6.05	7.05	7.12	7.33	3.50	3.20	1.68
T3. R3	1.91	5.55	6.02	7.00	7.11	7.29	3.51	3.18	1.69

Observo en la tabla 21, los resultados de las propiedades químicas del suelo. Donde se observó una disminución de porcentaje de materia orgánica en el T1 con 1.46% y un incremento en el T3 con 192% con respecto a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 4.03% y un incremento en el T3 con 5.55%. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 4.13% y un incremento en el T3 con 6.05%.

Con respecto al potencial de hidrogeno (ph) presento una disminución en el T1 con 6.77pH y un incremento en el T3 con 7.00pH a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 6.88pH y un incremento en el T3 con 7.12pH. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T3 con 7.29pH y un incremento en el T1 con 7.70pH.

Y por último la concentración de cambio, presento una menor concentración en el T3 con 3.50mg/kg y una mayor concentración en el T1 con 4.90mg/kg a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una menor concentración en

el T3 con 3.18mg/kg y una mayor concentración en el T1 con 4.13mg/kg. A los 60 días del tratamiento presento una menor concentración en el T3 con 1.68mg/kg y una mayor concentración en el T1 con 3.77mg/kg.

**Tabla 22:** Resultados de las propiedades físicas del suelo en los tres periodos de tiempo.

Muestras	Temperatura (°C)			Humedad (%)			Conductividad eléctrica (µS/cm)		
	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días
T1. R1	20.1	21.2	20.0	19.90	19.66	14.09	0.865	0.600	0.595
T1. R2	20.1	21.2	20.0	20.00	19.87	14.13	0.812	0.605	0.529
T1. R3	20.1	21.2	20.0	19.96	19.58	14.05	0.845	0.652	0.514
T2. R1	20.1	21.2	20.0	21.58	20.67	12.35	1.077	0.545	0.466
T2. R2	20.1	21.2	20.0	21.63	20.48	12.40	1.062	0.549	0.448
T2. R3	20.1	21.2	20.0	21.25	20.57	12.25	1.085	0.554	0.458
T3. R1	20.1	21.2	20.0	21.98	21.62	12.75	1.123	0.44	0.385
T3. R2	20.1	21.2	20.0	21.91	21.67	12.48	1.129	0.430	0.350
T3. R3	20.1	21.2	20.0	21.96	21.53	12.62	1.120	0.420	0.340

Se observó en la tabla 22, los resultados de las propiedades físicas del suelo. Donde se puede observar una disminución de temperatura del 20.0°C a los 60 días del tratamiento y un incremento del 21.2°C a los 40 días del tratamiento.

Con respecto a la humedad presento una disminución en el T1 con 19.90% y un incremento en el T3 con 21.98% a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 19.58% y un incremento en el T3 con 21.67%. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T3 con 12.25% y un incremento en el T1 con 14.13%.

En la conductividad eléctrica se observó una disminución en el T1 con 0.812 µS/cm y un incremento en el T3 con 1.129 µS/cm a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T3 con 0.420 µS/cm y un incremento en el T1 con 0.652 µS/cm. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T3 con 0.340 µS/cm y un incremento en el T1 con 0.595 µS/cm.

En la tabla 23, se observa los resultados de las propiedades físico químico inicial del *lupinus mutabilis sweet* previo al tratamiento.

Dimensiones	Indicadores	Unidades	Tratamientos		
			T1	T2	T3
<b>Propiedades físico químico <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> inicial</b>	Longitud de tallo	cm	17.08	17.08	17.08
	Longitud de raíz principal	cm	11	11	11
	Numero de nódulo	und	0	0	0
	Número de folio	und	4	4	4
	Numero de hoja	und	25	25	25
	Absorción de cadmio	mg/kg	0.00	0.00	0.00
	pH	0 – 14	6.56	6.56	6.56
	Conductividad eléctrica	µS/cm	12.45	12.45	12.45
	Potencial redox	mv	186.5	186.5	186.5
<b>Dosis del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i></b>	2	Und	2	2	2
	3	Und	3	3	3
	4	Und	4	4	4
<b>Tiempo de aplicación del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i></b>	20	Días	20	0	0
	40	Días	0	40	0
	60	Días	0	0	60

**Tabla 24:** Resultados de las propiedades físicas del *lupinus mutabilis sweet* en los tres periodos de tiempo.

Muestras	Longitud de tallo (cm)			Longitud de raíz principal (cm)			Numero de nódulo (und)			Número de folio (und)			Numero de hoja (und)		
	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días
<b>T1. R1</b>	24.5	40.51	66	14	29	40	3	6	15	8	14	16	61	123	146
<b>T1. R2</b>	25.54	38.01	61.15	13	22.5	35	4	7	12	8	12	13	57	95	119
<b>T1. R3</b>	21.55	43.54	54.7	12.05	26	45.65	4	9	10	8	11	12	58	87	109
<b>T2. R1</b>	25.68	43.03	66.06	12.35	27.35	36.16	3	8	16	7	14	15	52	108	137
<b>T2. R2</b>	27	44.01	54.44	12.01	27.68	41.66	3	8	14	7	13	14	55	102	128
<b>T2. R3</b>	20.36	33.66	59.8	12.66	28.03	38.33	4	7	13	7	12	13	51	94	134
<b>T3. R1</b>	24.53	46.26	64.45	13.27	24	31	3	9	10	8	11	12	57	91	126
<b>T3. R2</b>	20.28	44.5	54.95	12.51	25.25	30.5	3	6	11	7	13	15	59	116	135
<b>T3. R3</b>	25.01	36.01	58.02	12.27	23	32.7	3	5	13	8	12	14	62	101	134

En la tabla 24, se puede observar los resultados de los parámetros físico del *lupinus mutabilis sweet*. Donde la longitud de tallo se observó una disminución en el T2 con 20.36 cm y un incremento en el T2 con 27 cm a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T2 con 33.66 cm y un

incremento en el T3 con 46.26cm. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T2 con 54.44 cm y un incremento en el T2 con 66.06 cm.

La longitud de raíz principal se observó una disminución en el T2 con 12.01 cm y un incremento en el T1 con 14 cm a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 22.5 cm y un incremento en el T1 con 29cm. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T3 con 30.5 cm y un incremento en el T1 con 45.65 cm.

Con respecto al número de nódulo se observó la presencia de 3 und y 4 und a los 20 días del tratamiento; a los 40 días del tratamiento presento 5 und entre 9 und y a los 60 días del tratamiento presento 10 und entre 16 und.

El número de nódulo se observó la presencia de 7 y 8 und a los 20 días del tratamiento; a los 40 días del tratamiento presento 11 und entre 14 und y a los 60 días del tratamiento presento 12 und entre 16 und.

Así mismo, el número de hoja se observó una disminución en el T2 con 51 und y un incremento en el T3 con 62 und a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 87 und y un incremento en el T3 con 116 und. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 109 und y un incremento en el T1 con 146 und.

**Tabla 25:** Resultados de las propiedades químicas del *lupinus mutabilis sweet* en los tres periodos de tiempo.

Muestras	Absorción de cadmio (mg/kg)			pH (0-14)			Conductividad eléctrica (µS/cm)			Potencial redox (mv)		
	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días	20 días	40 días	60 días
T1. R1	0.46	1.26	1.61	5.62	5.47	5.35	16.1	20.2	23.8	144.0	124.3	104.1
T1. R2	0.41	1.24	1.62	5.65	5.32	5.21	15.0	19.1	22.6	132.0	131.4	114.2
T1. R3	0.42	1.23	1.59	5.76	5.42	5.34	16.3	21.3	23.7	145.8	123.0	120.0
T2. R1	0.95	1.75	2.08	5.80	5.41	5.21	16.6	19.5	24.6	134.0	125.0	112.7
T2. R2	0.98	1.77	2.14	5.89	5.56	5.31	15.1	19.3	22.6	128.3	121.4	116.8
T2. R3	0.97	1.78	2.16	5.96	5.43	5.22	17.2	21.0	25.1	134.6	129.2	118.1
T3. R1	1.84	2.13	3.66	6.05	5.56	5.32	17.3	21.8	24.9	145.0	124.3	120.2
T3. R2	1.86	2.16	3.68	6.00	5.50	5.39	18.2	21.4	25.3	146.4	125.7	114.7
T3. R3	1.85	2.18	3.67	6.01	5.68	5.26	16.7	22.6	26.2	132.5	128.1	112.5

En la tabla 25, se puede observar los resultados de los parámetros químicas del *lupinus mutabilis sweet*. Donde se observó la adsorción de cambio, presento una menor absorción en el T1 con 0.41mg/kg y una mayor concentración en el T3 con 1.86mg/kg a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una menor absorción en el T1 con 1.23mg/kg y una mayor absorción en el T3 con 2.18mg/kg. A los 60 días del tratamiento presento una menor absorción en el T1 con 1.59mg/kg y una mayor absorción en el T3 con 3.68mg/kg.

Con respecto al potencial de hidrogeno (ph) se observó una disminución en el T1 con 5.62ph y un incremento en el T3 con 6.05ph a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 5.32 ph y un incremento en el T3 con 5.68ph. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 y T2 con 5.21ph y un incremento en el T3 con 5.39ph.

La conductividad eléctrica presento una disminución en el T1 con 15.0  $\mu$ S/cm y un incremento en el T3 con 18.2 $\mu$ S/cm a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 19.1 $\mu$ S/cm y un incremento en el T3 con 22.6 $\mu$ S/cm. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 y T2 con 22.6 $\mu$ S/cm y un incremento en el T3 con 26.2 $\mu$ S/cm.

Con respecto al potencial redox presento una disminución en el T2 con 128.3mv y un incremento en el T3 con 146.4mv a los 20 días del tratamiento y a los 40 días del tratamiento presento una disminución en el T2 con 121.4mv y un incremento en el T1 con 131.4mv. A los 60 días del tratamiento presento una disminución en el T1 con 104.1mv y un incremento en el T3 con 120.2mv.

**Tabla 26:** Resultados de las propiedades físicas del *lupinus mutabilis sweet* con respecto a la prueba nula en los tres periodos de tiempo.

MUESTRA	Longitud de tallo (cm)	Longitud de raíz principal (cm)	Numero de nódulo (und)	Número de folio (und)	Numero de hoja (und)
P1 - (2 und)	31.7	15.5	3	9	64
P2 - (3 und)	48.3	29.8	7	14	119
P3 - (4 und)	67.4	45.75	13	17	157

En la tabla 26 se observó las propiedades físicas del *lupinus mutabilis sweet*, con sus respectivas dosis para cada periodo de tiempo. Donde la longitud del tallo se

obtuvo 31.7 cm culminado los 20 días del tratamiento, culminado los 40 días del tratamiento se obtuvo 48.3 cm y culminado los 60 días del tratamiento se obtuvo 67.4 cm.

Con respecto a la longitud de raíz principal se obtuvo 15.5 cm culminado los 20 días del tratamiento; culminado los 40 días del tratamiento se obtuvo 29.8 cm y culminado los 60 días del tratamiento se obtuvo 45.75 cm.

El número de nódulo se obtuvo 3 und culminado los 20 días del tratamiento; culminado los 40 días del tratamiento se obtuvo 7 und y culminado los 60 días del tratamiento se obtuvo 13 und.

El número de folio se obtuvo 9 und culminado los 20 días del tratamiento; culminado los 40 días del tratamiento se obtuvo 14 und y culminado los 60 días del tratamiento se obtuvo 17 und.

El número de hoja se obtuvo 64 und culminado los 20 días del tratamiento; culminado los 40 días del tratamiento se obtuvo 119 und y culminado los 60 días del tratamiento se obtuvo 157 und.

### **Resultados del promedio del cadmio absorbido por el *lupinus mutabilis sweet* en los tres periodos de tiempo.**

Para corroborar la hipótesis mencionada en la investigación, se realizó un análisis con respecto a los promedios de los tres periodos de tiempo, la cual nos ayudara a determinar la mejor eficiencia del *lupinus mutabilis sweet*. Ver tabla: 27.

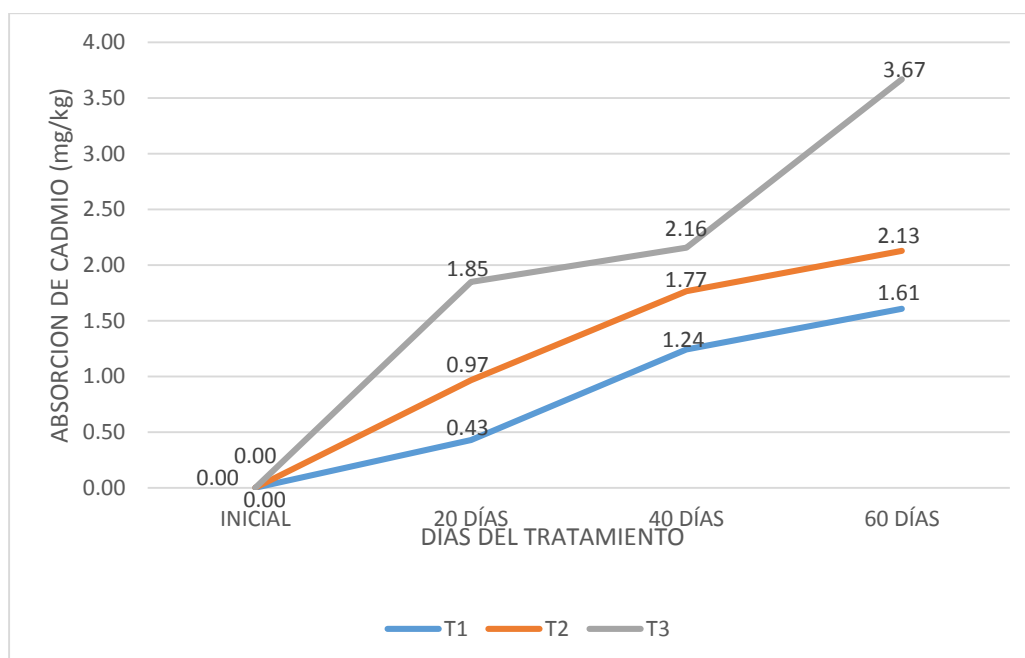
**Tabla 27:** Promedio del cadmio absorbido por el *lupinus mutabilis sweet* en los tres periodos de tiempo.

ABSORCION DE CADMIO (mg/kg)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	0.00	0.43	1.24	1.61
T2	0.00	0.97	1.77	2.13
T3	0.00	1.85	2.16	3.67

Donde se obtiene una absorción de cadmio inicial del 0.00 mg/kg y una menor concentración en el T1 con 0.43 mg/kg y una mayor concentración en el T3 con 1.85



mg/kg al culminado los 20 días y una menor concentración en el T1 con 1.24 mg/kg y una mayor concentración en el T3 con 2.16 mg/kg al culminar los 40 días. Culminado los 60 días presento una menor concentración en el T1 con 1.61 mg/kg y una mayor concentración en el T3 con 3.67 mg/kg. Para observar con mayor detalle el promedio del cadmio absorbido por el *lupinus mutabilis sweet* en los tres periodos de tiempo. Ver figura: 3.



**Figura 3:** Curva de promedio del cadmio absorbido por el *lupinus mutabilis sweet* en los tres periodos de tiempo.

Interpretación: En la figura 3, se observó la eficiencia del *lupinus mutabilis sweet* mediante una curva de absorción de los tres períodos de tiempo realizados en el tratamiento. Donde presento una menor concentración en el P1 con 1.61 mg/kg y una mayor concentración en el P2 con 2.13 mg/kg. Culminado los 60 días presento una mayor concentración en el T3 con 3.67 mg/kg. Siendo el más eficiente el periodo de los 60 días.

## ANÁLISIS DESCRIPTIVO

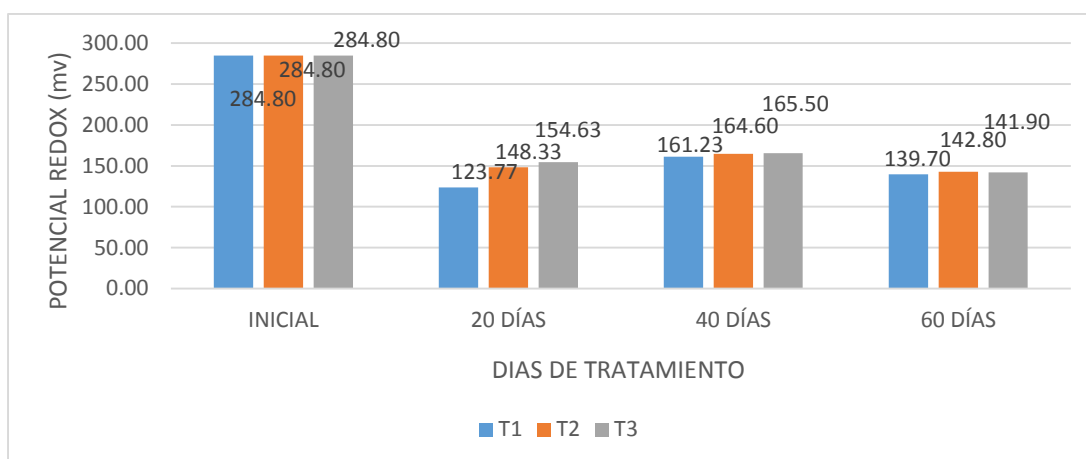
### Resultados del potencial redox del suelo.

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 28.

**Tabla 28:** Promedio del potencial redox del suelo en los tres periodos de tiempo.

POTENCIAL REDOX (mv)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	284.80	123.77	161.23	139.70
T2	284.80	148.33	164.60	142.80
T3	284.80	154.63	165.50	141.90

Donde se observa un potencial redox inicial del 284.80 mv, una disminución en el T1 con 123.77mv y un incremento en el T3 con 154.63mv al culminado los 20 días y una disminución en el T1 con 161.23mv y un incremento en el T3 con 165.50mv al culminar los 40 días. Culminado los 60 días presento una disminución en el T1 con 139.70mv y un incremento en el T2 con 142.80mv. Para ver con mayor detalle el promedio potencial redox del suelo en los tres periodos de tiempo. Ver figura: 4.



**Figura 4:** Nivel del potencial redox del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 4, cuando se realizó el procedimiento de aplicación del *lupinus mutabilis sweet* en 20, 40 y 60 días con sus respectivas dosis (2, 3 y 4 und); al iniciar el tratamiento se obtuvo 284.80 mv de potencial redox, siendo un valor muy alto para el suelo agrícola. Al finalizar el tratamiento, se observó que el potencial redox presentó disminución en el T1 con 123.77mv a comparación del T2 y T3. Así mismo, culminado los 40 días presentó una disminución del 161.23mv en el T1 e incremento en los T2 y T3. Con respecto al tratamiento de 60 días, presentó una disminución del 139.70 mv en el T1 y un incremento en el T2 y T3; la cual se puede observar que el potencial redox reduce sus elementos presentes en el suelo en cada tratamiento.

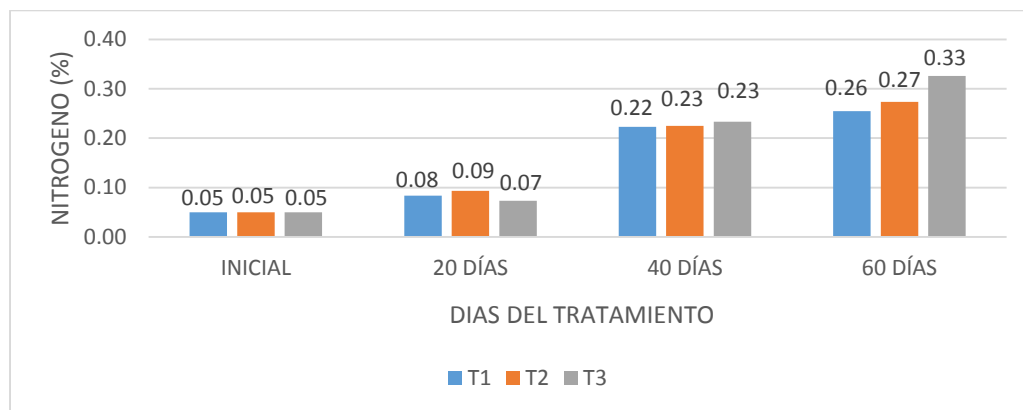
## Resultados del nitrógeno del suelo

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 29.

**Tabla 29:** Promedio del nitrógeno del suelo en los tres periodos de tiempo.

NITRÓGENO (%)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	0.05	0.08	0.22	0.26
T2	0.05	0.09	0.23	0.27
T3	0.05	0.07	0.23	0.33

Donde se observó el nitrógeno inicial del suelo es de 0.05%. Así mismo, se observa una disminución en el T1 con 0.08% y un incremento en el T2 con 0.07% al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento una disminución en el T1 con 0.23% y un incremento en el T2 y T3 con 0.23%. Al culminar los 60 días se observó una disminución en el T1 con 0.26% y un incremento en el T3 con 0.33%. Para ver con mayor detalle el promedio del nitrógeno del suelo en los tres periodos de tiempo. Ver figura: 5.



**Figura 5:** Nivel del nitrógeno del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 5, al inicio del tratamiento se obtuvo 0.05 % de nitrógeno en el suelo siendo muy pobre para el desarrollo del *lupinus mutabilis sweet*, debió que el nitrógeno contribuye con el principal alimento de las plantas. Al finalizar el tratamiento, se observó una disminuyo en el T3 con 0.07% a comparación del T1 y T2 culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presento una disminución del 0.22% en el T1 e incremento en los T2 y T3. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una disminución del 0.26% en el T1 y un incremento en el T2 y T3; la

cual se observó que el T3 presento un incremento del 0.33 % a los 60 días, siendo favorable para sobrevivencia del *lupinus mutabilis sweet*.

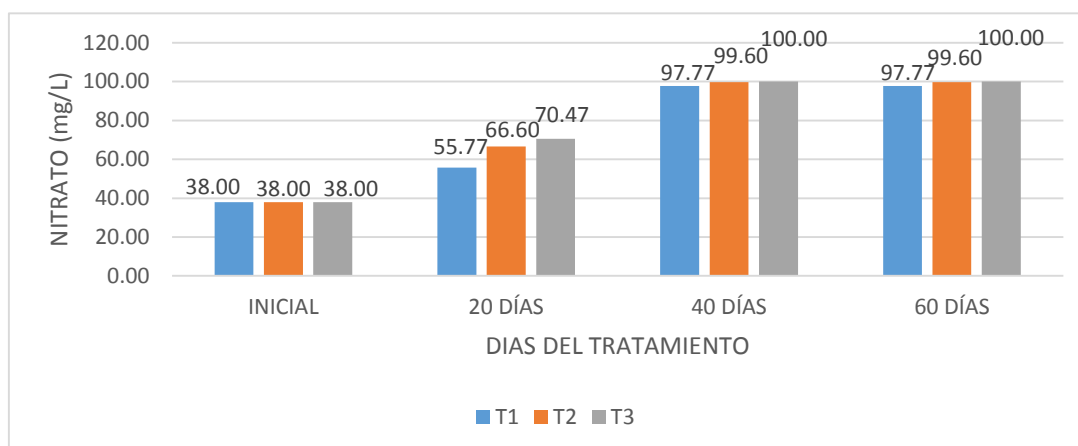
### Resultados del nitrato del suelo

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 30.

**Tabla 30:** Promedio del nitrato del suelo en los tres periodos de tiempo.

NITRATO (mg/L)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	38.00	55.77	97.77	100.00
T2	38.00	66.60	99.60	99.60
T3	38.00	70.47	100.00	97.77

Donde se observó el nitrato inicial del suelo del 38.00mg/L. Así mismo, se observa una disminución en el T1 con 55.77 mg/L y un incremento en el T3 con 70.47 mg/L al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento una disminución en el T1 con 97.77 mg/L y un incremento en el T3 con 100.00mg/L. Así mismo, al culminar los 60 días se observó una disminución en el T3 con 97.77 mg/L y un incremento en el T1 con 100.00mg/L. Para ver con mayor detalle el promedio del nitrato del suelo en los tres periodos de tiempo. Ver figura: 6.



**Figura 6:** Nivel del nitrato del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 6, al inicio del tratamiento se obtuvo 38.00mg/L de nitrato en el suelo, la cual es bajo en nutrientes para el crecimiento de la planta siendo su alimento principal. Al finalizar el tratamiento, se observó una disminuyo en el T1 con 55.77 mg/L a comparación del T2 y T3 culminado los 20 días. Así mismo,

culminado los 40 días presento una disminución del 99.77 mg/L en el T1 e incremento en los T2 y T3. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una disminución del 99.77 mg/L en el T1 y un incremento en el T2 y T3. Donde se observó que el T2 y T3 presento un incremento del 99.6mg/L y 100.00 mg/L respectivamente a los 60 días, siendo favorable para el crecimiento de la planta el incremento de nitrato en el suelo.

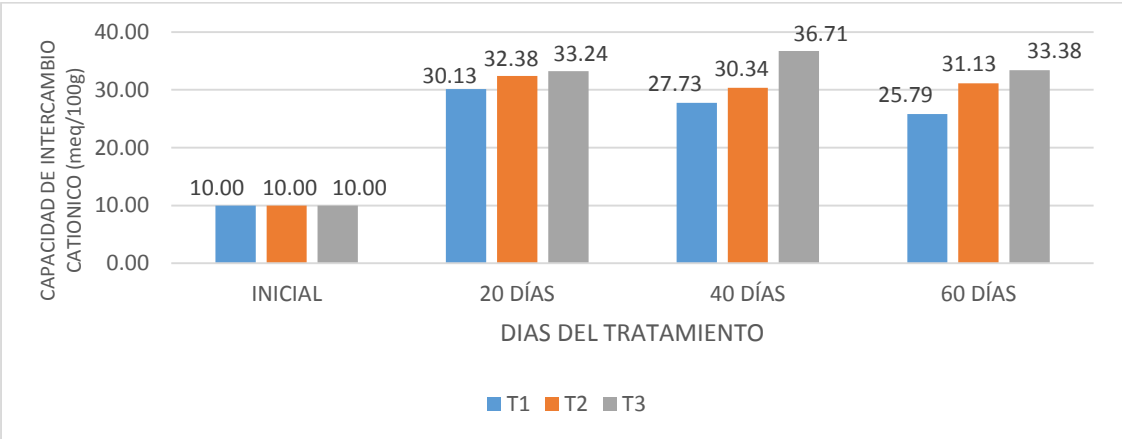
**Resultados de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.**

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 31.

**Tabla 31:** Promedio de la capacidad de intercambio catiónico del suelo en los tres periodos de tiempo.

Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	10.00	30.13	27.73	25.79
T2	10.00	32.38	30.34	31.13
T3	10.00	33.24	36.71	33.38

Donde se observó la capacidad de intercambio catiónico inicial del suelo es de 10.00 meq/100g. Así mismo, se observa una disminución en el T1 con 30.13 meq/100g y un incremento en el T3 con 33.24 meq/100g al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento una disminución en el T1 con 27.73 meq/100g y un incremento en el T3 con 36.71 meq/100g. Al culminar los 60 días se observó una disminución en el T1 con 25.79 meq/100g y un incremento en el T3 con 33.38 meq/100g. Para ver con mayor detalle el promedio del nitrato del suelo en los tres periodos de tiempo. Ver figura: 7.



**Figura 7:** Nivel de la capacidad de intercambio catiónico del suelo en los tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 7, al inicio del tratamiento se obtuvo 10.00 meq/100g presentado una baja disponibilidad para retener y liberar iones en el suelo siendo un valor bajo para un suelo agrícola. Al finalizar el tratamiento, se observó una disminución en el T1 con 30.13 meq/100g a comparación del T2 y T3 culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presentó una disminución del 27.73 meq/100g en el T1 e incremento en los T2 y T3. Con respecto al tratamiento de 60 días, presentó una disminución del 25.79 meq/100g en el T1 y un incremento en el T2 y T3. Donde se observó que el T2 y T3 presentó un incremento del 31.13 meq/100g y 33.38 meq/100g respectivamente a los 60 días, siendo un nivel moderado de la disponibilidad de retención y liberación de iones a comparación de los otros días de tratamiento.

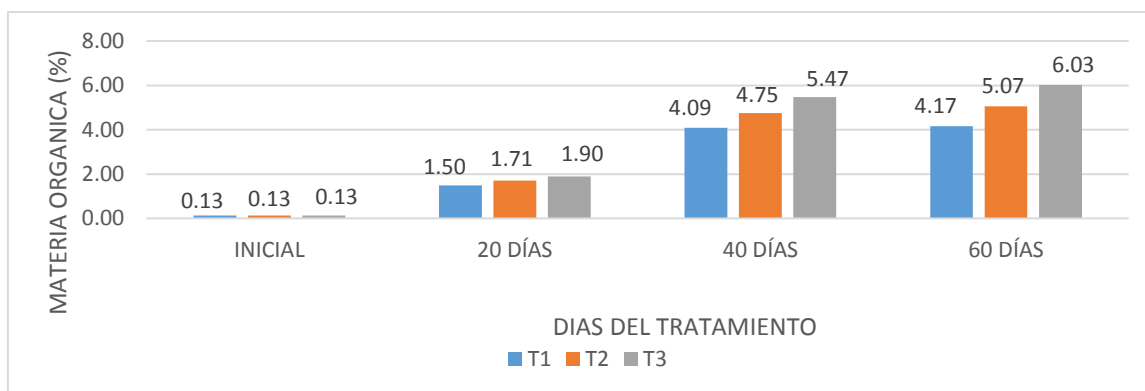
### Resultados de la materia orgánica del suelo.

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 32.

**Tabla 32:** Promedio de la materia orgánica del suelo en los tres periodos de tiempo.

MATERIA ORGÁNICA (%)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	0.13	1.50	4.09	4.17
T2	0.13	1.71	4.75	5.07
T3	0.13	1.90	5.47	6.03

Donde se observó la materia orgánica inicial del suelo es de 0.13%. Así mismo, se observa una disminución en el T1 con 1.50% y un incremento en el T3 con 1.90% al culminado los 20 días y culminado los 40 días presentó una disminución en el T1 con 4.09% y un incremento en el T3 con 5.47%. Al culminar los 60 días se observó una disminución en el T1 con 4.17% y un incremento en el T3 con 6.03%. Para ver con mayor detalle el promedio de la materia orgánica del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 8.



**Figura 8:** Nivel de la materia orgánica del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 8, al inicio del tratamiento se obtuvo 0.13% de materia orgánica, presentado una bajo disponibilidad de productividad y calidad del suelo para la existencia de cultivo. Al finalizar el tratamiento, se observó una disminuyo en el T1 con 1.50% a comparación del T2 y T3 culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presento una disminución del 4.09 en el T1 e incremento en los T2 y T3. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una disminución del 4.17% en el T1 y un incremento en el T2 y T3. Donde se observó que el T2 y T3 presento un incremento del 5.07% y 6.03% respectivamente a los 60 días, siendo un nivel alto de materia orgánica indicando la disponibilidad de productividad y calidad del suelo para cultivo.

### Resultados del pH del suelo.

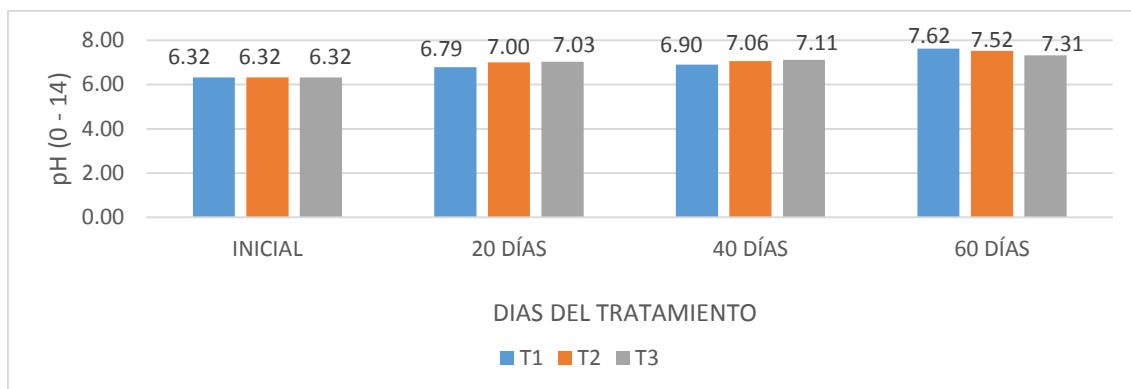
Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 33.

**Tabla 33:** Promedio del potencial de hidrógeno – (pH) del suelo en los tres periodos de tiempo.

pH (0-14)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	6.32	6.79	6.90	7.62
T2	6.32	7.00	7.06	7.52
T3	6.32	7.03	7.11	7.31

Donde se observó el potencial de hidrógeno – (pH) inicial del suelo es de 6.32ph Así mismo, se observa una disminución en el T1 con 6.79ph y un incremento en el T3 con 7.03ph al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento una disminución en el T1 con 6.90ph y un incremento en el T3 con 7.11ph. Al culminar los 60 días se

observó una disminución en el T3 con 7.31ph y un incremento en el T1 con 7.62ph. Para ver con mayor detalle el promedio el potencial de hidrógeno – (pH) del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 9.



**Figura 9:** Nivel el potencial de hidrógeno – (pH) del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 9, al inicio del tratamiento se obtuvo 6.32ph de potencial de hidrógeno – (pH), presentado un pH moderadamente ácido para el crecimiento de cultivo. Al finalizar el tratamiento, se observó una disminución en el T1 con 6.79ph a comparación del T2 y T3 culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presento una disminución 6.90ph en el T1 e incremento en los T2 y T3. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una disminución del 7.31ph en el T3 y un incremento en el T1 y T2. Donde se observó que el T1 y T2 presento un incremento del 7.62ph. y 7.52ph. respectivamente a los 60 días, siendo un pH moderadamente alcalino desfavorable para el crecimiento de cultivos.

### Resultados de la concentración de cadmio en el suelo.

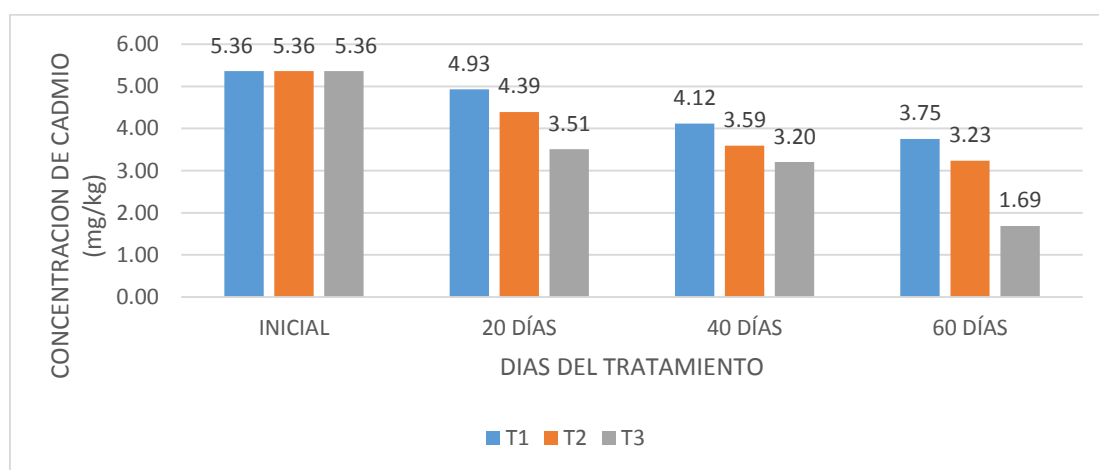
Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 34.

**Tabla 34:** Promedio de concentración de cadmio en el suelo en los tres periodos de tiempo.

CONCENTRACIÓN DE CADMIO (mg/kg)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	5.36	4.93	4.12	3.75
T2	5.36	4.39	3.59	3.23
T3	5.36	3.51	3.20	1.69



Donde se observó la concentración de cadmio inicial del suelo es de 5.36mg/kg. Así mismo, se observa una menor concentración en el T3 con 3.51 mg/kg y una mayor concentración en el T1 con 4.93 mg/kg al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento menor concentración en el T3 con 3.20 mg/kg y una mayor concentración en el T1 con 4.12 mg/kg. Al culminar los 60 días se observó una menor concentración en el T3 con 1.69 mg/kg y una mayor concentración en el T1 con 3.75 mg/kg. Para ver con mayor detalle el promedio el potencial de hidrógeno – (pH) del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 10.



**Figura 10:** Nivel de concentración de cadmio en el suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 10, al inicio del tratamiento se obtuvo 5.36mg/kg de concentración por cadmio presentes en el suelo. La normativa de estándar de calidad ambiental para suelo con respecto al decreto supremo 011- 2017 de la guía de suelo para muestreo, menciona que un suelo agrícola se considera no apto para cultivo considerado en 1.4 mg/kg. Al finalizar el tratamiento, se observó una menor concentración en el T3 con 3.51 mg/kg a comparación del T1 y T2 culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presento una menor concentración del 3.20mg/kg en el T3 y una mayor concentración en los T1 y T2. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una menor concentración del 1.69mg/kg en el T3 y una mayor concentración en el T1 y T2. Donde se observó que el T3 presento una menor concentración con respecto a los 60 días, siendo la menor concentración del cadmio presente en el suelo a comparación de 20 días y 40 días.

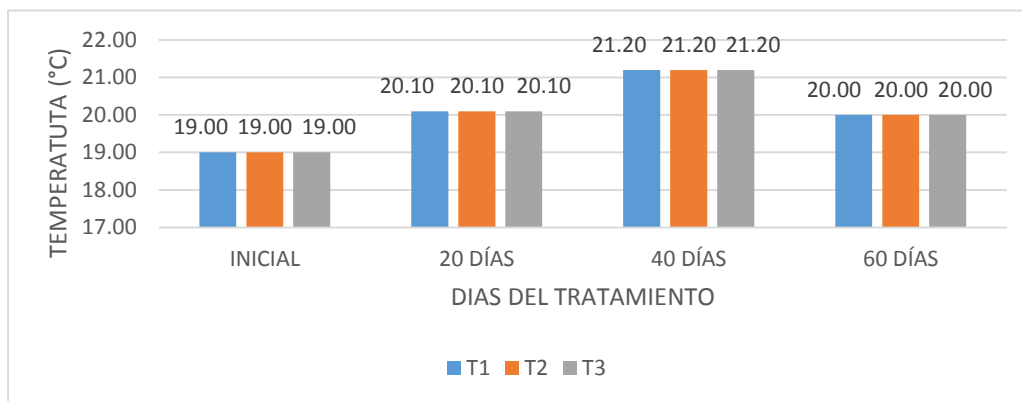
## Resultados de la temperatura del suelo.

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 35.

**Tabla 35:** Promedio de la temperatura del suelo en los tres periodos de tiempo.

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	19.00	20.10	21.20	20.00
T2	19.00	20.10	21.20	20.00
T3	19.00	20.10	21.20	20.00

Donde se observó la temperatura inicial del suelo es de 19.00 °C. Así mismo, se observa en los tratamientos (T1, T2 y T3) una disminución del 20.10 °C al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento un incremento del 21.20 °C. Al culminar los 60 días se observó una disminución del 20.00 °C. Para ver con mayor detalle el promedio la temperatura del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 11.



**Figura 11:** Nivel de temperatura del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 11, se pudo observar que iniciado el tratamiento se obtuvo 19.00°C de temperatura moderada para el desarrollo de cultivo. Al finalizar el tratamiento, se observó en los T1, T2 y T3 una disminuyo del 20.10°C culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presento un incremento del 21.20 °C. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una disminución del 20.00°C. Donde se observó que el T1, T2 y T3 disminuye en 20.00 °C culminado los 60 días, se puede mencionar que se mantiene una temperatura modera para la sobrevivencia de la planta.

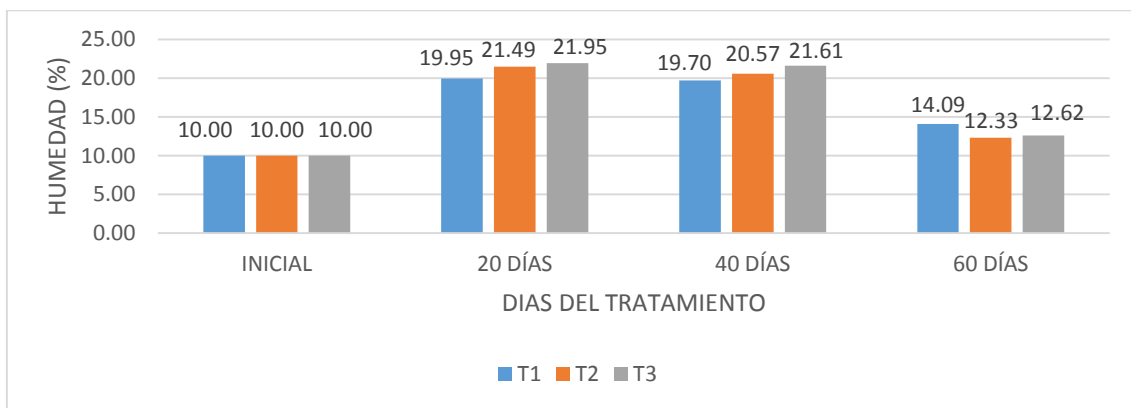
## Resultados de la humedad del suelo.

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 36.

**Tabla 36:** Promedio de la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo.

HUMEDAD (%)	INICIAL	20 DÍAS	40 DÍAS	60 DÍAS
T1	10.00	19.95	19.70	14.09
T2	10.00	21.49	20.57	12.33
T3	10.00	21.95	21.61	12.62

Donde se observó la humedad inicial del suelo es de 10.00%. Así mismo, se observa una disminución en el T1 con 19.95% y un incremento en el T3 con 21.95% al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento una disminución en el T1 con 19.70% y un incremento en el T3 con 21.61%. Al culminar los 60 días se observó una disminución en el T2 con 12.33% y un incremento en el T1 con 14.09%. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 12.



**Figura 12:** Nivel de humedad del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 12, al inicio del tratamiento se obtuvo 10.00% de humedad presente en el suelo, la cual es un dictador del porcentaje de retención de agua en el suelo, siendo sustancial para la adaptación de cultivo. Al finalizar el tratamiento, se observó una disminuyo en el T1 con 19.95% a comparación del T2 y T3 culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presento una disminución 19.70% en el T1 y un incremento en los T2 y T3. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una disminución con 12.33% en el T2 y un incremento en el T1 con

14.09%. Donde se observó que el T1 y T3 presento un incremento del 14.09% y 12.52% respectivamente a los 60 días, siendo una discusión de humedad afectando a la retención del agua en el suelo y la existencia del cultivo.

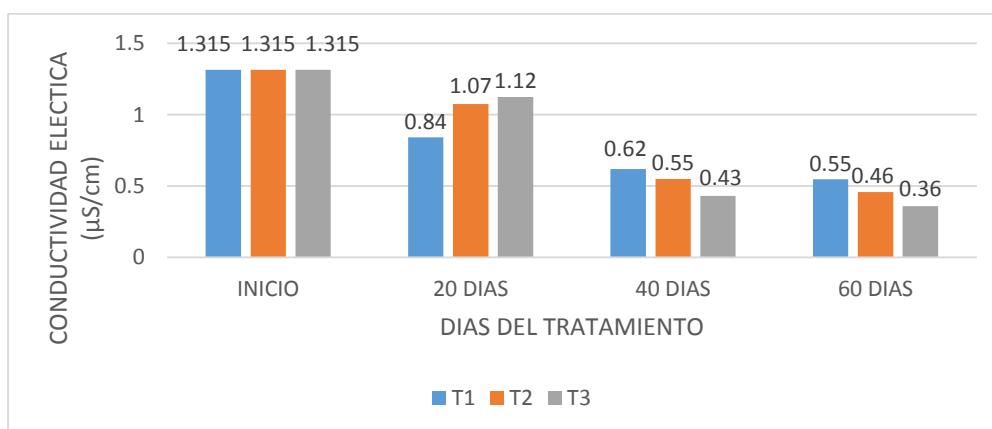
### Resultados de la conductividad eléctrica del suelo.

Culminado el tratamiento se realizó los promedios de cada periodo de tiempo, se puede observar los siguientes resultados en la tabla: 37.

**Tabla 37:** Promedio de la conductividad eléctrica del suelo en los tres periodos de tiempo.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μS/cm)	INICIO	20 DIAS	40 DIAS	60 DIAS
T1	1.315	0.84	0.62	0.55
T2	1.315	1.07	0.55	0.46
T3	1.315	1.12	0.43	0.36

Donde se observó la conductividad eléctrica inicial del suelo es de 1.315 μS/cm. Así mismo, se observa una disminución en el T1 con 0.84μS/cm y un incremento en el T3 con 1.07μS/cm al culminado los 20 días y culminado los 40 días presento una disminución en el T3 con 0.43μS/cm y un incremento en el T1 con 0.62μS/cm. Al culminar los 60 días se observó una disminución en el T3 con 0.36μS/cm y un incremento en el T1 con 0.55μS/cm. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 13.



**Figura 13:** Nivel de la conductividad eléctrica del suelo en tres periodos de tiempo.

Interpretación: Se observó en la figura 13, al inicio del tratamiento se obtuvo 1.315μS/cm de la conductividad eléctrica presente en el suelo, la cual el valor es muy

alto la concentración de sales del suelo para cultivo. Al finalizar el tratamiento, se observó una disminución en el T1 con 0.84  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a comparación del T2 y T3 culminado los 20 días. Así mismo, culminado los 40 días presento una disminución 0.43 $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el T3 y un incremento en los T1 y T2. Con respecto al tratamiento de 60 días, presento una disminución con 0.36 $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el T3 y un incremento en el T1 y T2. Donde se observó una disminución con 0.36 $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el T3 con respecto los 60 días, siendo una discusión de la conductividad eléctrica afectando a la absorción de los nutrientes en el suelo debió a que genera una fuerza a la raíz a la hora de absorber los nutrientes del suelo.

### **Análisis inferencial**

Es la evaluación estadística que se utilizó para corroborar la hipótesis mencionada, la cual se determinó a través de la caracterización en la parte experimental.

### **Resultado de la longitud del tallo del *lupinus mutabilis sweet***

Hipótesis nula: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa sobre la longitud del tallo en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa sobre la longitud del tallo en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 38:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de longitud del tallo del *lupinus mutabilis sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
Model	2	3.369088889	1.684544444	7.44033	<.0001
Error	6	178.9254667	0.226407122		
Corrected	8	182.2945556			

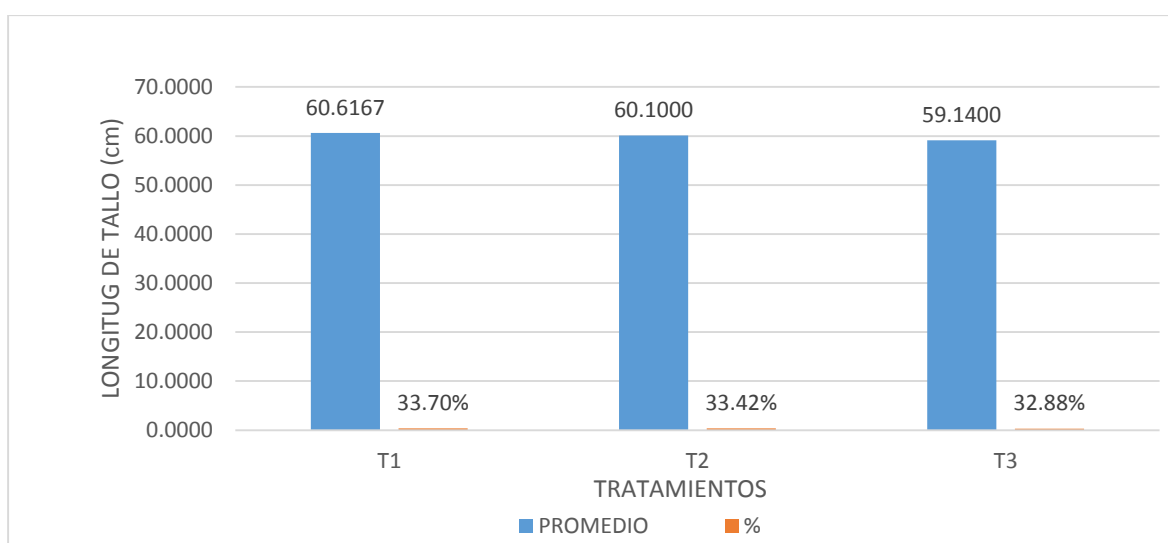
Coeficiente de variabilidad: 0.794

Interpretación: En la tabla 38, se observó que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa sobre la longitud del tallo inicial y final del tratamiento.

**Tabla 39:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de longitud del tallo del *lupinus mutabilis sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	60.6167	T1
B	60.1000	T2
C	59.1400	T3

En la tabla 39, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de longitud del tallo del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde se observó en el T1 una mayor longitud de tallo con 60.6167 cm a comparación del T2 y T3. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 14.



**Figura 14:** Longitud del tallo del *lupinus mutabilis sweet*.

Interpretación: En la figura 14, se observó el promedio y el porcentaje de variación longitud del tallo del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó un incremento del 60.6167 cm en el T1 con un porcentaje del 30.70% y en el T2 se obtuvo una disminución del 60.1000 cm con porcentaje del 33.42%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 59.1400 cm con porcentaje del 32.88%. Donde se observó la presentaron flor en la yema principal, perdidas de folio y una reducción de longitud a comparación de la prueba nula que no presento perdidas de folio y presencia de flor en la yema principal. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar mayor dosis de *lupinus mutabilis sweet* presento una menor longitud de tallo aplicado al inicio del tratamiento.

### Resultado de la longitud de raíz principal del *Lupinus Mutabilis Sweet*

Hipótesis nula: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa sobre la longitud de raíz principal en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa sobre la longitud de raíz principal en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 40:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de la longitud de raíz principal del *lupinus mutabilis sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	133.5172222	66.75861111	172.17030	<.0001
ERROR	6	74.79093333	0.387747534		
CORRECTED	8	208.3081556			

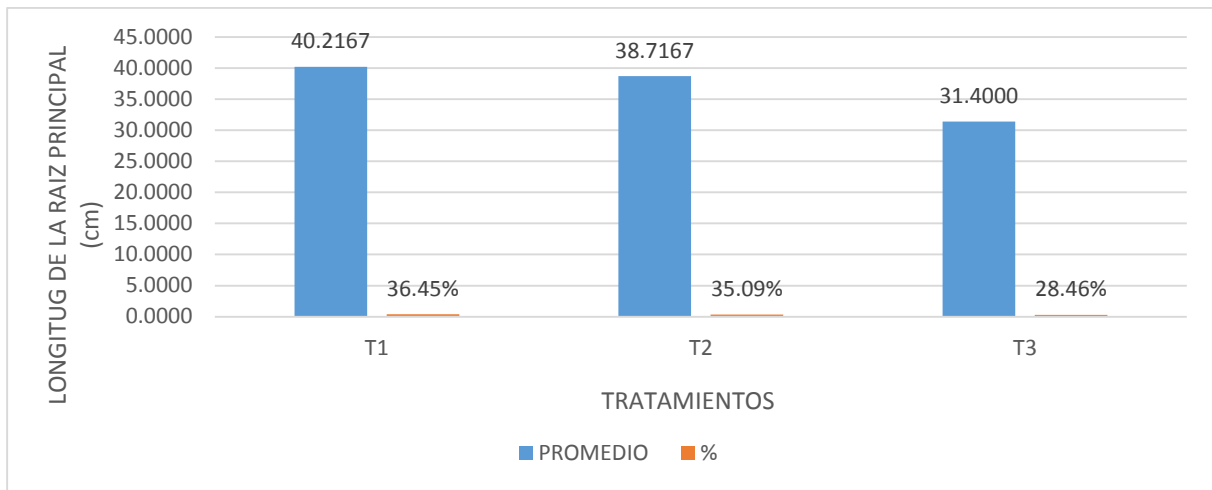
Coeficiente de variabilidad: 1.693

Interpretación: En la tabla 40, se observó que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa sobre la longitud de raíz principal al inicial y final del tratamiento.

**Tabla 41:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de longitud de raíz principal en el *lupinus mutabilis sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	40.2167	T1
B	38.7167	T2
C	31.4000	T3

En la tabla 41, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de longitud de raíz principal del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde en el T1 se obtuvo una mayor longitud de tallo con 50.2167 cm a comparación del T2 y T3. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 15.



**Figura 15:** Longitud de raíz principal del *Lupinus Mutabilis Sweet*.

Interpretación: En la figura 15, se observó el promedio y el porcentaje de variación de la longitud de raíz principal del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó un incremento del 40.2167 cm en el T1 con un porcentaje del 36.45% y en el T2 se obtuvo una disminución del 38.7167cm con un porcentaje del 35.09%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 31.4000 cm con un porcentaje del 28.46%. Donde se observó pérdida de nódulo, una reducción de longitud de la raíz principal, cambio de color y tamaño de nódulo a comparación de la prueba nula. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar mayor dosis de *lupinus mutabilis sweet* menor longitud de raíz principal aplicado al inicio del tratamiento.

### Resultado de numero de nódulo del *lupinus mutabilis sweet*

Hipótesis nula: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa sobre el número de nódulo en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa sobre el número de nódulo en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 42:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del número de nódulo del *lupinus mutabilis sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	14	7	25.66667	<.0001
ERROR	6	22	0.272727273		
CORRECTED	8	36			



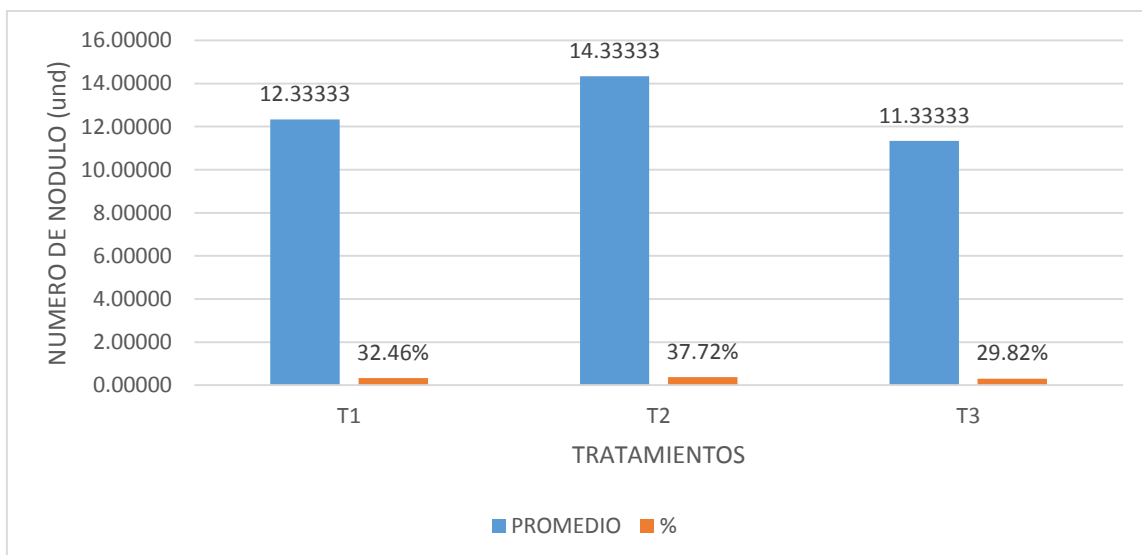
Coeficiente de variabilidad: 4.123

Interpretación: En la tabla 42, se observó que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa sobre el número de nódulo al inicial y final del tratamiento.

**Tabla 43:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de número de nódulo en el *Lupinus Mutabilis Sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	12.33333	T1
B	14.33333	T2
C	11.33333	T3

En la tabla 43, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de número de nódulo del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde se obtuvo en el T3 una disminución del 11.3333 unidades de nódulo a comparación del T1 y T2. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 16.



**Figura 16:** Número de nódulo del *Lupinus Mutabilis Sweet*.

Interpretación: En la figura 16, se observó el promedio y el porcentaje de variación del número de modulo del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó una disminución del 12.3333 und en el T1 con un porcentaje del 32.46% y en el T2 se obtuvo un incremento

del 14.3333 und con un porcentaje del 37.72%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 11.3333 und con un porcentaje del 29.82%. Donde se observó pérdida de nódulo, cambio de color y tamaño de nódulo a comparación de la prueba nula. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar mayor dosis de *lupinus mutabilis sweet* menor número de nódulo aplicado al inicio del tratamiento.

### Resultado de número de folio del *lupinus mutabilis sweet*

Hipótesis nula: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa sobre el número de folio en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa sobre el número de folio en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 45:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del número de folio del *lupinus mutabilis sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	0.222222222	0.111111111	0.12169	<.0001
ERROR	6	15.33333333	0.913043478		
CORRECTED	8	15.55555556			

Coefficiente de variabilidad: 6.935

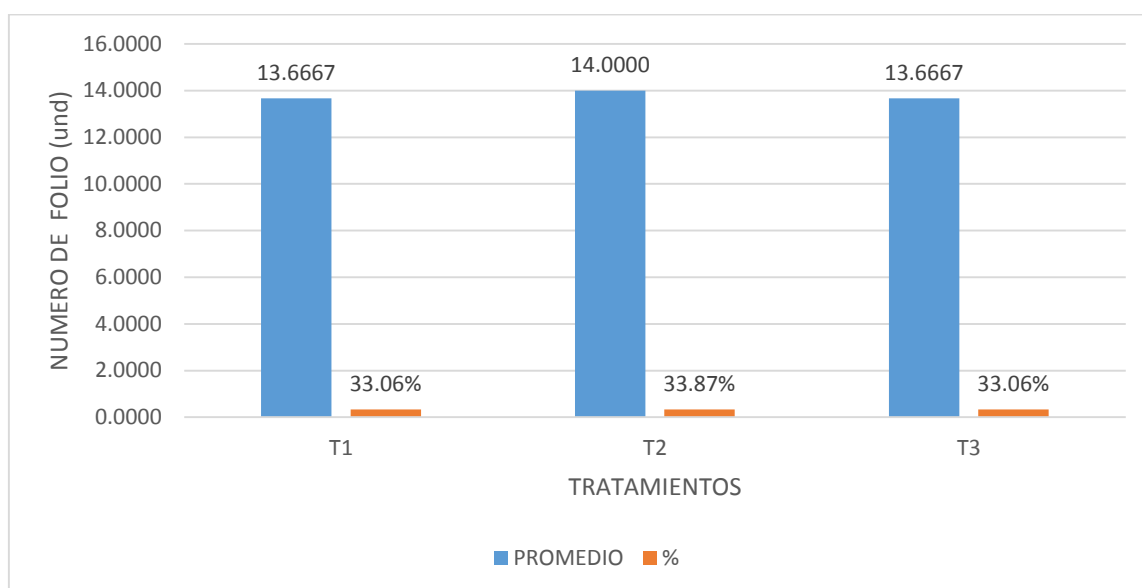
Interpretación: En la tabla 45, se observó que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa sobre el número de folio al inicial y final del tratamiento.

**Tabla 46:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de número de folio en el *lupinus mutabilis sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	13.6667	T1
B	14.0000	T2
C	13.6667	T3

En la tabla 46, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de número de folio del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde se obtuvo en el T1 y T3 una disminución del 13.6667 unidades de folio a comparación del T2. Para ver

con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 17.



**Figura 17:** Número de folio del *lupinus mutabilis sweet*.

Interpretación: En la figura 17, se observó el promedio y el porcentaje de variación del número de folio del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó una disminución del 13.6667 und en el T1 con un porcentaje del 33.06% y en el T2 se obtuvo un incremento del 14.0000 und con un porcentaje del 33.87%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 13.6667 und con un porcentaje del 33.06%. Donde se observó pérdida de folio en el tallo y el brote de nuevos folios en la yema principal que no fueron contabilizado, a comparación de la prueba nula. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar 2 y 4 und de dosis de *lupinus mutabilis sweet* presento menor número de folio aplicado al inicio del tratamiento.

### **Resultado de número de hoja del *lupinus mutabilis sweet***

Hipótesis nula: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa sobre el número de hoja en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa sobre el número de hoja en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 47:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del número de hoja del *lupinus mutabilis sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	120.2222222	60.11111111	402.36977	<.0001
ERROR	6	823.3333333	0.149392713		
CORRECTED	8	943.5555556			

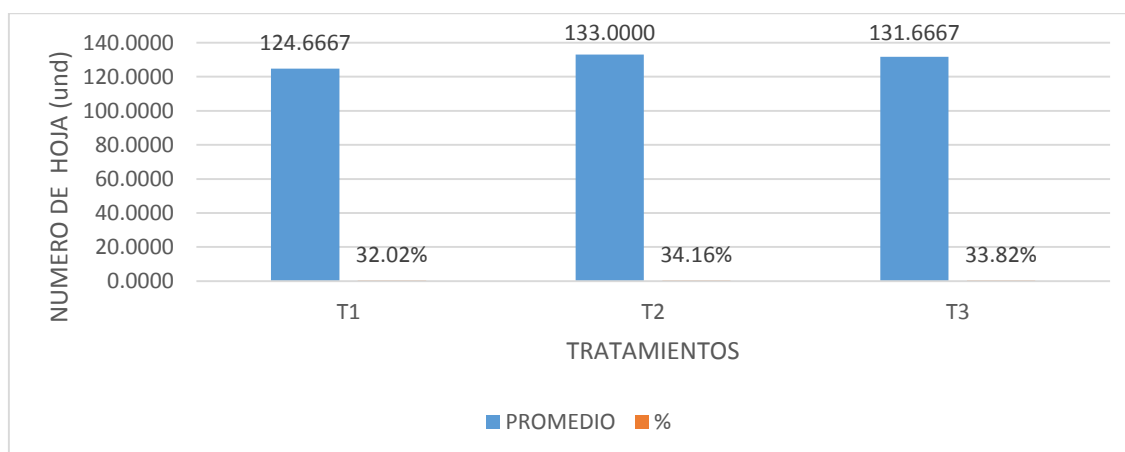
Coeficiente de variabilidad: 0.298

Interpretación: En la tabla 47, se observó que la probabilidad es mayor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa sobre el número de hoja al inicial y final del tratamiento.

**Tabla 48:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de número de hoja en el *lupinus mutabilis sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	124.6667	T1
B	133.0000	T2
C	131.6667	T3

En la tabla 48, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de número de hoja del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde se obtuvo en el T1 una disminución del 124.6667 unidades de folio a comparación del T2 y T3. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 18.



**Figura 18:** Número de hoja del *lupinus mutabilis sweet*.

Interpretación: En la figura 18, se observó el promedio y el porcentaje de variación del número de hoja del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó una disminución del 124.6667 und en el T1 con un porcentaje del 32.02% y en el T2 se obtuvo un incremento del 133.0000 und con un porcentaje del 34.16%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 131.6667 und con un porcentaje del 33.82%. Donde se observó pérdida de hojas y cambio de color en algunos casos a comparación de la prueba nula. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar la dosis de 2 y 3 und de *lupinus mutabilis sweet* presento menor número de hoja aplicado al inicio del tratamiento.

**Resultado de absorción de cadmio en el *lupinus mutabilis sweet*.**

Hipótesis nula: Es eficiente la absorción del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa en el tratamiento para suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: Es eficiente la absorción del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa en el tratamiento para suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 49:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de absorción de cadmio en el *lupinus Mutabilis Sweet*

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	6.909622222	3.454811111	5015.048387	<.0001
ERROR	6	0.004133333	0.000688889		
CORRECTED	8	6.913755556			

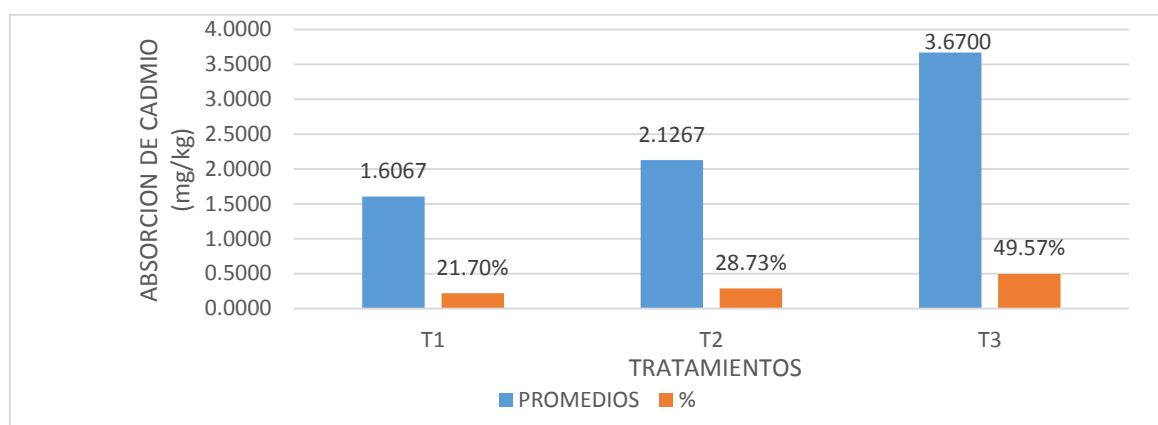
Coefficiente de variabilidad: 1.064

Interpretación: En la tabla 49, se observó que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa sobre la absorción de cadmio al inicial y final del tratamiento.

**Tabla 50:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de absorción de cadmio en el *lupinus Mutabilis Sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	1.6067	T1
B	2.1267	T2
C	3.6700	T3

En la tabla 50, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de absorción de cadmio del *lupinus mutabilis sweet*. Donde se obtuvo en el T1 una menor absorción de cadmio del 1.6067mg/kg y un incremento de absorción de cadmio en el T2 con 2.1267mg/kg y T3 3.6700mg/kg. Por lo tanto, se comprueba estadísticamente que el uso del *lupinus mutabilis sweet* permite la absorción de cadmio en la investigación realizada a nivel de laboratorio. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 19.



**Figura 19:** Absorción de cadmio en el *lupinus mutabilis sweet*.

Interpretación: En la figura 19, se observó el promedio y el porcentaje de variación de la absorción de cadmio del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó una menor absorción de cadmio del 1.6067 mg/kg en el T1 con un porcentaje del 21.70% y en el T2 se obtuvo una mayor absorción de cadmio del 2.1267 mg/kg con un porcentaje del 28.73%. En el T3 se obtuvo una mayor absorción de cadmio del 3.6700 mg/kg con un porcentaje del 49.57%. Donde, se puede deducir que al aplicar mayor dosis de *lupinus mutabilis sweet* presentó una mayor absorción de cadmio aplicado al inicio del tratamiento. Por lo tanto, se cumplió con la hipótesis alterna con respecto a la eficiencia del *lupinus mutabilis sweet*.

### **Resultado de potencial de hidrogeno - (pH) del *lupinus mutabilis sweet***

Hipótesis nula: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa sobre el potencial de hidrogeno en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa sobre el potencial de hidrogeno en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 51:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA del potencial de hidrogeno del *lupinus mutabilis sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	0.009266667	0.004633333	0.00002	<.0001
ERROR	6	0.026733333	210.2244389		
CORRECTED	8	0.036			

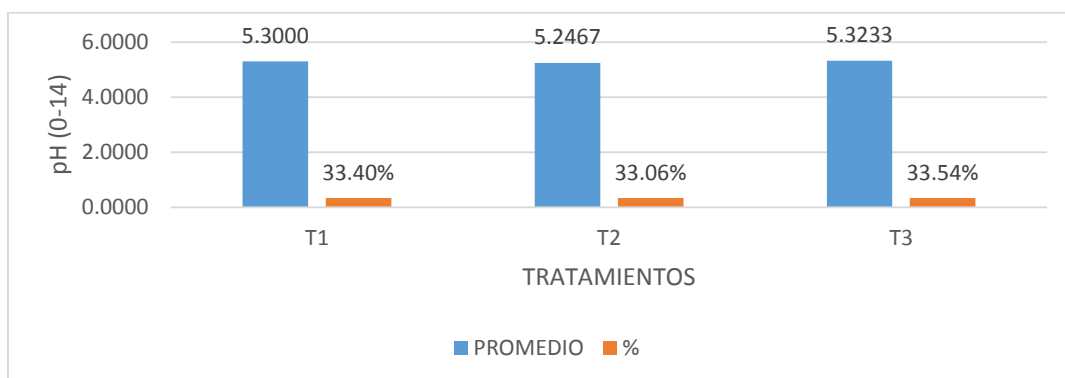
Coeficiente de variabilidad: 274.085

Interpretación: En la tabla 51, se determinó la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa de pH al inicio y final del tratamiento.

**Tabla 52:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de potencial de hidrogeno en el *lupinus mutabilis sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	5.3000	T1
B	5.2467	T2
C	5.3233	T3

En la tabla 52, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de potencial de hidrogeno del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde se obtuvo en el T2 una disminución del 5.2467pH a comparación del T1 y T3 que presente un incremento del 5.3000 pH y 5.3233pH respectivamente. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 20.



**Figura 20:** Potencial de hidrogeno - (pH) del *lupinus mutabilis sweet*.

Interpretación: En la figura 20, se observó el promedio y el porcentaje de variación del potencial de hidrogeno del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó un incremento del 5.3000<sub>pH</sub> en el T1 con un porcentaje del 33.40% y en el T2 se obtuvo una disminución del 5.2467<sub>pH</sub> con un porcentaje del 33.06%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 5.3233<sub>pH</sub> con un porcentaje del 33.54%. Donde se observó en el T1, T2 y T3 presentan un pH moderadamente ácido. Estando fuera del rango óptimo de 5.5 y 6.5 de pH para de la planta. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar mayor dosis de *lupinus mutabilis sweet* presento menor potencial de hidrogeno aplicado al inicio del tratamiento.

### Resultado de conductividad eléctrica del *lupinus mutabilis sweet*

Hipótesis nula: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* no genera alteración significativa sobre la conductividad eléctrica en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *lupinus mutabilis sweet* genera alteración significativa sobre la conductividad eléctrica en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 53:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de conductividad eléctrica del *lupinus mutabilis sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	6.815555556	3.407777778	1.11617	<.0001
ERROR	6	5.273333333	3.053097345		
CORRECTED	8	12.08888889			

Coeficiente de variabilidad: 7.187

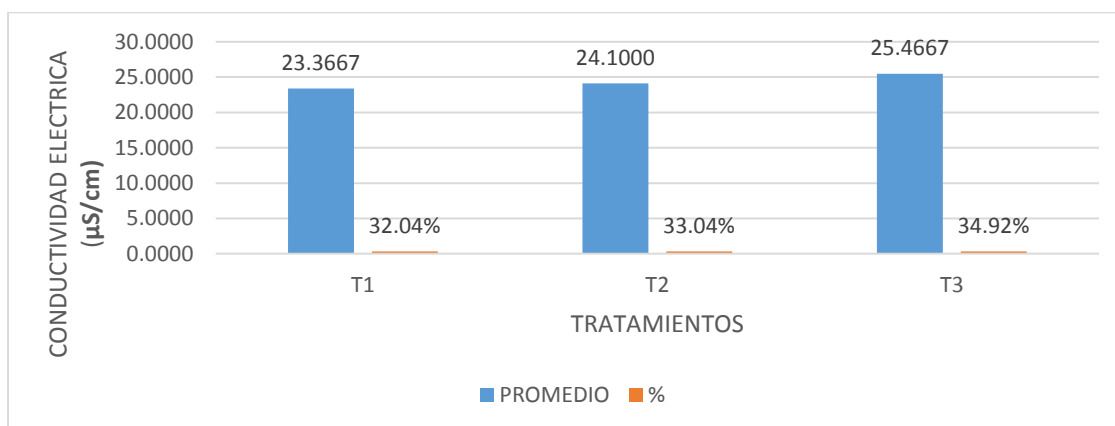
Interpretación: En la tabla 53, se determinó que la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa en la conductividad eléctrica inicial y final de los tratamientos.

**Tabla 54:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de conductividad eléctrica en el *lupinus mutabilis sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	23.3667	T1
B	24.1000	T2
C	25.4667	T3



En la tabla 54, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio de la conductividad eléctrica del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde se obtuvo en el T1 una disminución del 23.3667mS/cm a comparación del T3 que presente un incremento del 25.5667mS/cm. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 21.



**Figura 21:** Conductividad eléctrica del *lupinus mutabilis sweet*.

Interpretación: En la figura 21, se observó el promedio y el porcentaje de variación de la conductividad eléctrica del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó una disminución del 23.3667mS/cm en el T1 con un porcentaje del 32.04% y en el T2 se obtuvo un incremento del 24.1000mS/cm con un porcentaje del 33.04%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 25.4667mS/cm con un porcentaje del 34.92%. Donde se observó en el T3 presentan un incremento de la conductividad eléctrica, la presenta de acumulación de sales captados en el tratamiento de suelos contaminado por cadmio. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar mayor dosis de *lupinus mutabilis sweet* presento mayor conductividad eléctrica al inicio del tratamiento.

### **Resultado de potencial redox del *lupinus mutabilis sweet*.**

Hipótesis nula: La aplicación del *Lupinus Mutabilis Sweet* no genera alteración significativa sobre la potencial redox en los suelos contaminados por cadmio.

Hipótesis alternativa: La aplicación del *Lupinus Mutabilis Sweet* genera alteración significativa sobre la potencial redox en los suelos contaminados por cadmio.

**Tabla 55:** Análisis de varianza en la prueba de ANOVA de potencial redox del *Lupinus Mutabilis Sweet*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTA	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F VALOR	PR > F
MODEL	2	18.81555556	9.407777778	11.55284	<.0001
ERROR	6	176.8333333	0.814326107		
CORRECTED	8	195.6488889			

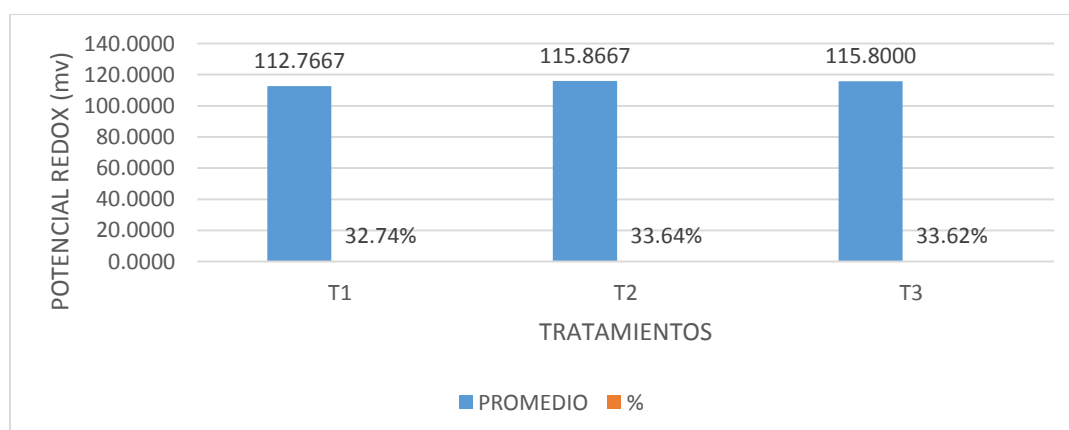
Coeficiente de variabilidad: 0.786

Interpretación: En la tabla 55, la probabilidad es menor que el nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación, teniendo una diferencia significativa en el potencial redox inicial y final de los tratamientos.

**Tabla 56:** Prueba de contraste de Tukey del indicador de potencial redox del *Lupinus Mutabilis Sweet*.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	112.7667	T1
B	115.8667	T2
C	115.8000	T3

En la tabla 56, se observó en los tratamientos una diferencia significativa entre ellas. Se comprobó estadísticamente que el promedio del potencial redox del *lupinus mutabilis sweet* presento un nivel de absorción de cadmio. Donde se obtuvo en el T1 una disminución del 112.7667mv y un incremento en el T2 del 115.8667mv. Para ver con mayor detalle el promedio la humedad del suelo en los tres periodos de tiempo, ver figura: 22.

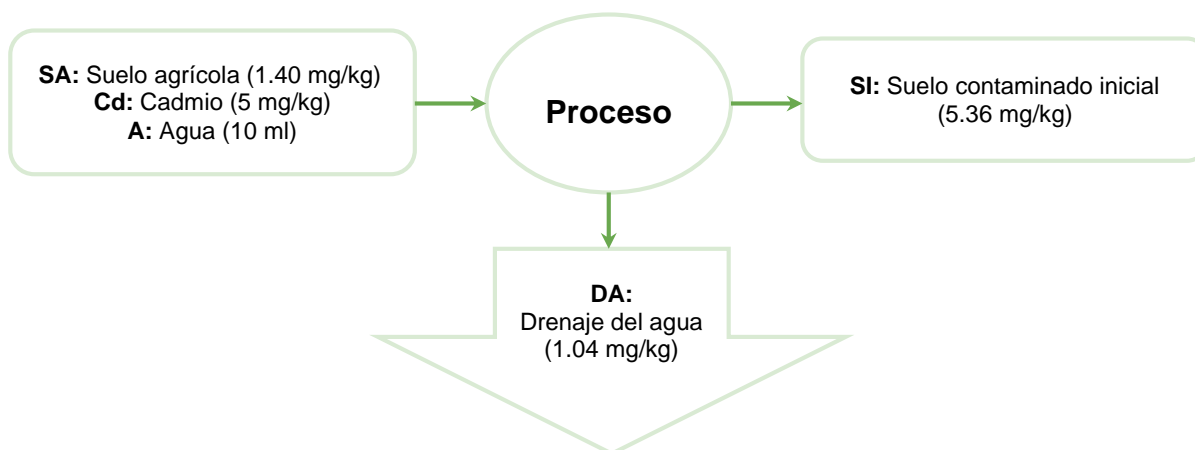


**Figura 22:** Potencial redox del *Lupinus Mutabilis Sweet*.

Interpretación: En la figura 22, se observó el promedio y el porcentaje de variación del potencial redos del *lupinus mutabilis sweet*. Se observó una disminución del 112.7667/mv en el T1 con un porcentaje del 32.74% y en el T2 se obtuvo un incremento del 115.8667mv con un porcentaje del 33.64%. En el T3 se obtuvo una disminución en del 115.8000mv con un porcentaje del 33.62%. Donde se observó en el T2 presentan un incremento a comparación del T1 y T3, por la cual nos permite una mejor oxigenación al momento de la absorción de cadmio. Por lo tanto, se puede deducir que al aplicar mayor dosis de *lupinus mutabilis sweet* presento mayor conductividad eléctrica al inicio del tratamiento.

### Balance del contaminante

Se realizó el balance del contaminante previo al tratamiento para tener conocimiento de cuanto contaminante se utilizó al inicio del tratamiento y compararlo con la concentración final. Para el inicio del tratamiento se añadió 5 mg/kg de cadmio al suelo agrícola en una solución de agua de 10 ml realizado en el laboratorio, obteniendo 5.36 mg/kg de suelo contaminado inicial. Ver figura 23.



**Figura 23:** Balance del contaminante inicial.

### Ecuación del balance de materia.

$$SA + Cd + A = SI \quad \dots\dots\dots \text{ecuación 1}$$

$$SA + Cd - SC = DA \quad \dots\dots\dots \text{ecuación 2}$$

$$SA + Cd = TCd \quad \dots\dots\dots \text{ecuación 3}$$

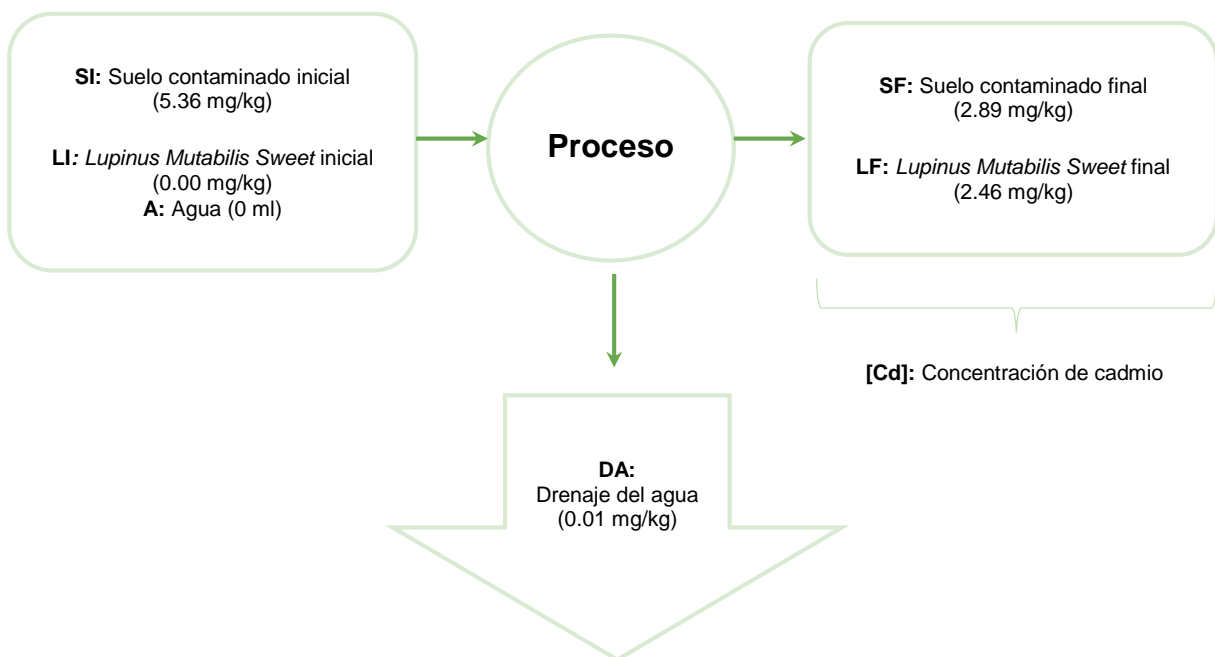
$$TCd - SI = DA \quad \dots\dots\dots \text{ecuación 4}$$

**Balance de drenaje del agua.**

$1.40 \text{ mg/kg} + 5 \text{ mg/kg} = 6.40 \text{ mg/kg}$  ..... ecuación 3

$6.40 \text{ mg/kg} - 5.36 \text{ mg/kg} = 1.04 \text{ mg/kg}$  ..... ecuación 4.

En la figura 24, se observa el balance del contaminante culminado los tratamientos, obteniendo 2.89 mg/kg de cadmio en la muestra de suelo y 2.89 mg/kg de absorción del cadmio en el *Lupinus Mutabilis Sweet*. Además, se puede observar una pérdida del contaminante en la hora de riego en la cual se obtuvo un drenaje de agua del 0.01 mg/kg de cadmio.



**Figura 24:** Balance del contaminante final.

**Ecuación del balance de materia.**

$SI + LI + A = SF + LF + DA$  ..... ecuación 1

$SF + LF - SI = DA$  ..... ecuación 2

$SF + LF = [Cd]$  ..... ecuación 3

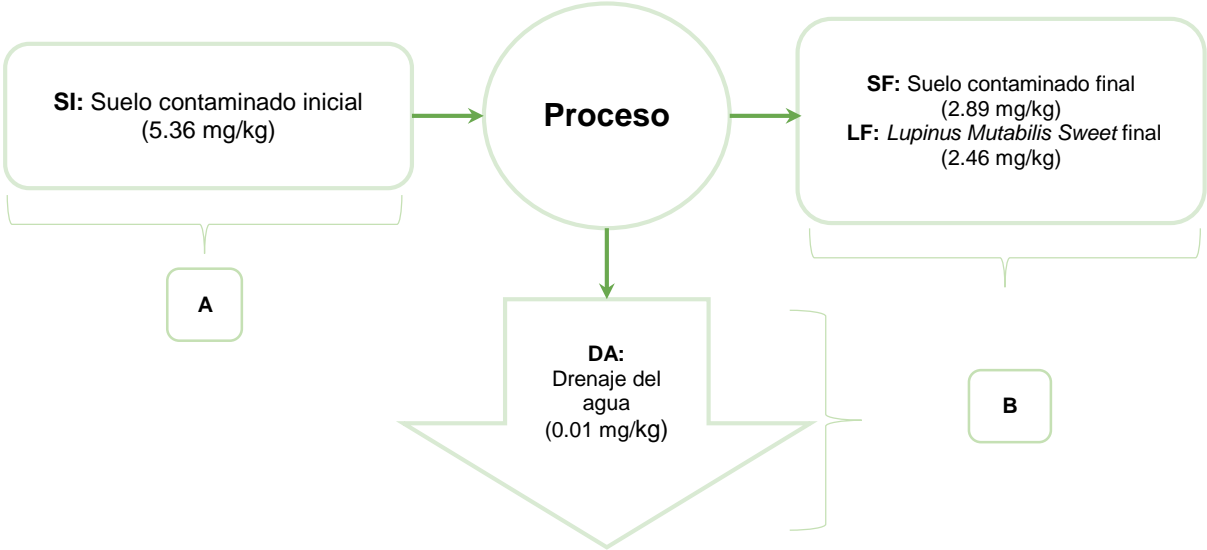
$[Cd] - SI = DA$  ..... ecuación 4

**Balance de Drenaje del agua.**

$2.89 + 2.46 = 5.35 \text{ mg/kg}$  ..... ecuación 3

$5.35 - 5.36 = 0.01 \text{ mg/kg}$  ..... ecuación 4

Se realizó la comprobación del balance del contaminante inicial y final, donde la sumatorio de los dos balances determinar si es la misma concentración a la inicial el tratamiento de la investigación. En la figura 25, se observa la concentración del suelo, la absorción de cadmio en el *Lupinus mutabilis sweet* final y el drenaje del agua; obteniendo como resultado la igual del suelo contaminado inicial.



**Figura 25:** Comprobación del balance del contaminante.

**Ecuación del balance de materia.**

$SI + LI + A = SI$  ..... ecuación 1

$A = B$  ..... ecuación 2

**Comprobación del balance del contaminante.**

$2.89 + 2.46 + 0.01 = 5.36 \text{ mg/kg}$  ..... ecuación 1

$5.36 \text{ mg/kg} = 5.36 \text{ mg/kg}$  ..... ecuación 2

## V. DISCUSIÓN

Los datos experimentales evidenciaron que en un periodo de tiempo de 60 días se obtuvo un porcentaje de absorción del contaminante del 49.57% correspondiente al tratamiento tres. Demostrando una mejor eficiencia del *Lupinus mutabilis* sweet. A comparación a lo reportado por Díaz, J y Escobar, S. (2019), quienes determinaron en un periodo de tiempo de 80 días un porcentaje de remoción del 34%, resultado de la estructura radical del *lupinus mutabilis*. Se concluyó que la eficiencia de la planta se encuentra en su estructura radical y no en su estructura aérea.

Se puede mencionar que la investigación presentó una mayor eficiencia de la planta en un periodo de tiempo menor a diferencia de lo reportado por Díaz, J y Escobar, S (2019) presentando una baja eficiencia en la planta en un periodo de tiempo más prolongado. La diferencia entre las dos investigaciones es debido a la cantidad de dosis aplicada en el tratamiento y la concentración del contaminante utilizado. Además, el análisis de absorción se determinó por el total de concentración en la planta y no por sus estructuras.

Los datos experimentales evidenciaron las propiedades físico químico final del *Lupinus mutabilis* sweet. El dato corresponde al periodo de tiempo de 60 días, presentó un promedio de longitud de tallo del 59.1400 cm, un promedio de longitud de la raíz principal del 31.4000 cm, un promedio de número de nódulo del 11.3333und, un promedio de número de folio del 13.6667und, un promedio de número de hojas del 131.6667und, un promedio de absorción de cadmio del 3.6700 mg/kg, un promedio de potencial de hidrogeno del 5.2333 pH, un promedio de conductividad eléctrica del 25.4647 mS/cm y un promedio de potencial redox del 115.8000mv.

A comparación a lo reportado por Hinojosa, S. (2016), determinó en un periodo de tiempo de 60 días un promedio de la estructura de la raíz principal de 12.50 cm y un promedio de altura de 13.33 cm correspondiente al 12% del tratamiento (porcentaje de estiércol de lombriz). Además, una remoción del contaminante del 13.33 mg/kg presente en la estructura de la raíz y 0,0154 mg/kg presentes en la altura correspondiente del tratamiento del 9% del tratamiento. Concluyeron que el tratamiento de 12% del tratamiento presentó un mayor promedio de la estructura de

la raíz principal y altura del *Lupinus mutabilis*, pero una menor cantidad de remoción del contaminante.

Se puede mencionar que la investigación presentó un mayor promedio en la longitud de la raíz principal y en longitud de tallo de la planta en un periodo de tiempo igual. Además, una menor concentración de cadmio a lo reportado por Hinostroza, S. (2016), presentando una diferencia en los parámetros físico químico de la planta en un periodo de tiempo igual. Obtuvo un menor promedio en la raíz principal y en la altura de la planta, pero una mayor concentración. La diferencia entre las dos investigaciones es debido a la cantidad de dosis aplicada en el tratamiento y la utilización de estiérco de lombriz como suplemento nutricional para planta y no tener algún conveniente en el proceso. Además, el análisis de absorción se determinó por el total de concentración en la planta y no por sus estructuras; la cantidad de contaminante utilizado en la investigación fue menor al comparado por Hinostroza, S. (2016).

Por otro lado en la investigación de Castellani, L., et al. (2020) realizó el mecanismo de transferencia de plásmido simbiótico que permite la diversificación y evolución de la bacteria CFN42 (*Rhizobium etli*). Donde el plasma simbiótico del CFN42 constituyen con el funcionamiento de la estructura radical, realizan la fijación y asimilación del nitrógeno más efectiva esto se debe al intercambio de información genética que realiza la bacteria. Concluyendo que la presencia de bacteria CFN42 incrementaría el número de nódulos presentes en las raíces de las plantas.

Se puede mencionar que la investigación presentó un promedio de número de nódulo del 11.3333 unidades, a lo reportado por Castellani, L., et al. (2020) que realizó la evolución de la bacteria para incrementar la presencia de nódulos. Así mismo, Chen, Z. (2020) realizó el método de cultivo de bacterias del género *rhizobium*. Para ello se mantiene la bacteria en una baja viscosidad para su desarrollo, obteniendo una solución líquida para mayor facilidad para la aplicación de la planta. Se obtuvo una solución viable para incrementar la captación de nitrógeno para la producción. La utilización de la técnica de transferencia de plásmido simbiótico o el cultivo de bacterias en la investigación como suplemento nutricional aumentaría la presencia de nódulos y por consiguiente una mejor captación de nitrógeno.

Así mismo, Los datos experimentales evidenciaron las propiedades físico químico final del suelo. El dato corresponde al periodo de tiempo de 60 días del tratamiento tres, presento un promedio del promedio redox con 141.90, nitrógeno con 0.33%, nitrato con 100 mg/L, CIC con 33.38meq/100g, M.O con 6.03%, pH con 7.31, concentración de cadmio del 1.69 mg/kg, una temperatura con 20°C, humedad con 12.62% y conductividad eléctrica con 0.36us/cm. Presentando una mejora en las propiedades físico químico del suelo, concluyendo que el uso de la planta actúa como fitoremediadora.

Los datos experimentales evidenciaron la mejor dosis de *Lupinus mutabilis sweet* es de 4 unidades a comparación de la dosis de 2 y 3 unidades que presentaron una menor absorción de cadmio correspondiente al periodo de tiempo de 60 días. Se obtuvo un buen resultado a pesar que no se empleó ninguna sustancia nutricional, solo se realizó el acondicionamiento del suelo y del *Lupinus mutabilis sweet* en el laboratorio antes de iniciar los tratamientos lo cual no ocasiono ni un costo adicional a comparación a lo reportado por Maguiña, L (2017). determinaron en un periodo de tiempo de 65 días un promedio de remoción del 3.13 mg/kg con respecto al tratamiento cuatro con 3 unidades de *Lupinus mutabilis sweet*. Concluyo la capacidad de fitorremediacion de la planta obteniendo un porcentaje de remoción del 28.36%.

Se puede mencionar que la investigación presento una concentración mayor del 3.67 mg/kg en la planta, en un periodo de tiempo menor a diferencia de lo reportado por Maguiña, L (2017). presentando una baja concentración mayor del 3.13 mg/kg en la planta en un periodo de tiempo más prolongado. La diferencia entre las dos investigaciones es debido a la cantidad de dosis aplicada en el tratamiento que se utilizo 4 unidades de *Lupinus mutabilis sweet*. Demostrando que a mayor dosis de *lupinus* mayor absorción del contaminante. El *Lupinus mutabilis sweet* es una de las plantas que tiene como característica deja pobre el suelo.

El mejor tiempo de aplicación del *Lupinus mutabilis sweet* fue el periodo de tiempo de 60 días, debía a que se obtuvo una mejor absorción de cadmio del 3.67 mg/kg correspondiente del tratamiento tres a diferencia del tratamiento uno con una absorción del 1.61 mg/kg y del tratamiento dos con 2.13mg/kg. Y una concentración final del 1.69 mg/kg. Se evidencio la rápida adaptación de la planta en cada periodo de



tiempo. A comparación a lo reportado por Choque, M. (2017), donde realizo la remoción de cadmio y en otros elementos, la cual me enfoque en el contaminante cadmio. Analizo el lodo extraído del lago Titicaca donde obtuvo una concentración de cadmio inicial del 6.05 mg/kg y en cinco días del tratamiento obtuvo una menor concentración de cadmio final del 1.0mg/kg, haciendo uso de la solución acuosa extraído del *Lupinus*.

Se puede mencionar que la investigación presento una disminución de concentración en la planta en un periodo de tiempo mayor a lo reportado por Choque, M. (2017) realizo la utilización de una solución acuosa proveniente del *lupinus mutabilis sweet*. Demostró una mejor remoción del contaminante presente en el lodo a un corto tiempo. La diferencia entre las dos investigaciones es debido a la utilización del *Lupinus mutabilis sweet* por lo cual presenta una eficiencia de absorción en un corto tiempo. Demostrando que la solución acuosa es más efectiva que la utilización de la planta.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó los parámetros físico-químico del *Lupinus mutabilis sweet* al inicio y final del tratamiento de suelos contaminados por cadmio, siendo fundamental para el desarrollo de la investigación. Los parámetros de este estudio fueron los siguientes: longitud de tallo, longitud de raíz principal, número de nódulo, número de folio, número de hoja, pH, conductividad eléctrica y potencial redox; correspondiente los tres periodos de tiempo (20, 40 y 60 días). Cumpliendo con un rol fundamental para determinar la mejor eficiencia de reducción del contaminante.
2. La mejor dosis del *Lupinus mutabilis sweet* utilizado para el tratamiento fue de 4 unidades en los tres periodos de aplicación. La dosis de 4 unidades se determinó por la mayor concentración del contaminante. Además, se evidenció la presencia de número nódulo, el número folio y el brote de nuevos folios a comparación de las otras dosis (2 unidades y 3 unidades). Un dato importante, la presencia de flor en la planta es un indicador que su ciclo de vida está por culminar. La presencia de flor indica el brote de la semilla, una vez culminado la planta fallece.
3. Finalmente, el mejor tiempo de aplicación del *Lupinus mutabilis sweet* para el tratamiento de cadmio fue el período de tiempo de 60 días, observando que en el tercer tratamiento se absorbió 3.67mg/Kg de cadmio y la rápida adaptación de la planta que no se presentó en los demás periodos.
4. La eficiencia de absorción del *Lupinus mutabilis sweet* en el tratamiento se evidenció que en un periodo de tiempo de 60 días se obtuvo un promedio de absorción del contaminante del 3.67 mg/kg y un porcentaje del 49.57% correspondiente al tratamiento tres.

## VII. RECOMENDACIONES

Para iniciar el tratamiento se recomienda acondicionar siete días el *Lupinus mutabilis sweet* para su adaptación en la ciudad de lima para no tener ningún inconveniente en los tres periodos de tiempo de 20, 40 y 60 días. Además, se rego con agua sin cloro para simular el agua de manantial que se regaban desde su germinación.

La aplicación del *Lupinus mutabilis sweet* usar mayor dosis tales como de 4 und, 6 und o 8 und para una mejor concentración de cadmio. Eso evitara una aceleración en el ciclo de vida de la planta. Además, se tendrá mayor eficiencia de absorción sobre el contaminante y destacar con otras investigaciones.

Realizar una prueba nula para cada periodo de tiempo con sus respectivas dosis para tener un conocimiento del *Lupinus mutabilis sweet* presenta las mismas condiciones de adaptación sin el contaminante. Además, realizar una encuesta de color de los siguientes parámetros: longitud de raíz principal, longitud tallo y hojas.

El uso de maceteros mayor de 4 kilos en caso el periodo de tiempo sea mucho mayor a 60 días, debido a que la raíz tenga el espacio suficiente para desarrollarse y no ocasionar estrés en la planta. Así mismo incrementa la concentración del contaminante para tener mejor resultados.

## REFERENCIAS

ARIAS, Michelle. Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) a plant with nutritional and medicinal potential [En línea]. Bio Sciences Magazine, 2015, vol. 3, no 3, p. 163-172. [fecha de consulta: 28 de agosto de 2021].

Disponible en:

<http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/139/195>

ISSN: 2007-3380

Arias, J. et al.,. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [En línea]. México: Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergia, A.C, 2016. [fecha de consulta: 28 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

ISSN: 0002-5151

Aguirre, E. Propiedades biocida del alcaloide del chocho en tunales infestados por la cochinilla de escudo en la asociación agroindustrial Ilanavilla, villa maría del triunfo. [En línea]. Repositorio de biblioteca: Universidad Cesar Vallejo, 2018. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2018].

Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41267/Aguirre\\_PEK.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41267/Aguirre_PEK.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Aguilar, R. Efecto de la materia orgánica en la producción de semilla de tres ecotipos de tarwi silvestre (*Lupinus* sp.) EN K'IPHAK'IPHANIVIACHA [En línea]. Universidad mayor de san Andrés. 2017. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13588/T-2441.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Atchison, Guy, et al. Lost crops of the Incas: Origins of domestication of the Andean pulse crop tarwi, *Lupinus mutabilis* [en línea]. Vol.103, 31 16 september 2016. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]

Disponible en: <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3732/ajb.1600171>

Alengebawy, A. et al. Heavy metals and pesticides toxicity in agricultural soil and plants: Ecological risks and human health implications [en línea]. Volume 9, Issue 3, Pages 1 - 34 March 2021 Article number 42. [Fecha de consulta: 11 de julio del 2021].

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=resultslist&sort=cadmium+contaminated+soils&TITLE-ABS-KEY%28cadmium+contaminated+st=34&searchTerm>

ISSN: 23056304

Barda, Myrto, et al., Agro-Morphological Evaluation of Lupinus mutabilis in Two Locations in Greece and Association with Insect Pollinators [en línea]. Vol. 11. n° 3, 12 february 2021. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/3/236>

Barrezueta, U y Paz, G. Estudio comparativo de la estructura elemental de materia orgánica de suelo y mantillo cultivados de cacao en El Oro, Ecuador [En línea]. Revista Científica Agroecosistemas, 5(1), 54-62. (2017). [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/141>

Cantu, M y Yanez, M. Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo [en línea]. Rev. mex. de cienc. forestales vol.9 no.45 México ene./feb. 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2021].

Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322018000100122&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322018000100122&script=sci_arttext)

ISSN: 2007-1132

Caldas, J. El compromiso social en el tratamiento de hidrocarburos [en línea]. Junio del 2015, n.º1. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2021].

Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552015000100001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100001)

ISSN: 1909-0455

Cardoso, P. Effects of volatile sulfur compounds on growth and oxidative stress of *Rhizobium leguminosarum* E20-8 exposed to cadmium. *Science of the Total Environment* [en línea]. Volume 800. 15 December 2020. Article number 149478. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021].

Disponible en:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.0399&originort=plff&src=s&st1=rhizobium&sid=1293c14356087e48d&sl=24&s=TI28rhizobium%29&relpos=Cnt=0>

ISSN: 00489697

Carvajal, F., et al., *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering [en línea]. Vol.56 8 de junio, 2015- 31 de mayo 2016. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]

Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2013.772089>

Castellani, L. et al.,. Transfer of the Symbiotic Plasmid of *Rhizobium etli* CFN42 to Endophytic Bacteria Inside Nodules [En línea]. *Frontiers in Microbiology*; vol. 11, 2020. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021].

Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/107846>

ISSN: 1664-302X

Contreras, Y., et al. Comportamiento de nitratos en la zona saturada del suelo, vereda El Motilón [en línea]. *Boletín Informativo CEI*, 5(2), 114-115. (2018). [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible

en:

<http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/166>

Sarmiento, Guido y Huaman, Clesy. Evaluación de tres variedades de lupinus para la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con cadmio [en línea]. Trabajo de Investigación para optar el Título Profesional en Ingenierías o Biomédicas, 2019-2. [Fecha de consulta: 17 agosto de 2021].

Disponible

en:

[http://proyectos-vri.unsa.edu.pe/proyectos\\_vri/handle/91.103.221022/7298](http://proyectos-vri.unsa.edu.pe/proyectos_vri/handle/91.103.221022/7298)

Chen, Z. Bacterial Community Composition in Cadmium-Contaminated Soils in Xixiang City and Its Ability to Reduce Cadmium Bioaccumulation in Pak Choi (*Brassica chinensis* L.) [en línea]. *Huanjing Kexue/Environmental Science*. Volume 41. Issue 6. Pages 2889 – 2897. June 2020. [Fecha de consulta: 20 de junio del 2021].

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0.085085878319&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=rhizobiu>

ISSN: 02503301

Choque, M. Remoción de iones cadmio (ii), plomo (ii) y níquel (ii) de lodos sedimentados en la bahía interior de Puno – Lago Titicaca utilizando bioadsorbente acuoso de la semilla de tarwi (*Lupinus Mutabilis*). [En línea]. Universidad Nacional del Altiplano: Perú, 2017. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]

Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6209/EPG878-00878-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Czubinski, Jarosław., et al.,. *Lupinus mutabilis* seed composition and its comparison with other lupin species. [En línea]. Vol. 99, June 2021. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157521000752>

Díaz, J y Escobar, S. Eficiencia del TARWI (*Lupinus mutabilis*) asistido con *Bradyrhizobium* sp. Para la absorción de cadmio en suelos contaminados - Lima 2019. [En línea]. Tesis para Ingeniero Ambiental. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50464>

Escudero, Carlos y Cortez, Liliana. Técnica y métodos cuantitativos para la investigación científica [En línea]. Machla: Universidad Técnica de Machala. 2018. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2021].

Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12501>

ISBN: 978-9942-24-0927

Flores, Lourdes y Alcalá, Jorge. Manual de Procedimientos Analíticos [en línea]. México: Universidad nacional autónoma de México, 2010. [fecha de consulta: 26 de abril de 2021].

Disponible en:

<https://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL%20DEL%20LABORATARIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>

ISBN: 849-3037-907

Freire D. Classification of Andean Chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet) by Shape and Color Using Artificial Vision. Advances in Intelligent Systems and Computing. Multidisciplinary International Congress on Science and Technology. Volume 1326. AISC, Pages 64 – 78. 2020 15th

ISBN: 978-303068079-4

Disponible en: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85104823992&origin=resultslist&sort=plff&src=s&st1=lupinus+mutabil&sl=32&)

[85104823992&origin=resultslist&sort=plff&src=s&st1=lupinus+mutabil&sl=32&](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85104823992&origin=resultslist&sort=plff&src=s&st1=lupinus+mutabil&sl=32&)

Gavrilescu M. Improving phytoremediation of soils contaminated with heavy metals current opinión in biotechnology [En línea]. Volume 74, Páginas 21 – 2021. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2021]

Disponible en: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85118862048&origin=resultslist&sort=plf-)

[85118862048&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=phytoremediation&sid=2f122ce79ba2dc5bcdee461d3](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85118862048&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=phytoremediation&sid=2f122ce79ba2dc5bcdee461d3)

ISSN: 09581669

Galindo, Diego., et al. Caracterización de Temperatura y Humedad de Suelos Agrícolas [en línea]. Letras Con Ciencia Tecnológica, (16), 24-31. (2017). [Fecha de consulta: 19 mayo 2021].

Disponible en: <https://revistas.itc.edu.co/index.php/letras/article/view/129>

Gonzales. E y Mauricio, L. Eficiencia de Adsorción de la Biomasa del *Lupinus mutabilis* y *Caesalpinia spinosa* para Cadmio y Plomo en las Aguas de la quebrada Sinchao - Chugur, Cajamarca 2021 [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental, Lima, Perú. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2021].



Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72668>

Guachamin, J. Estudio de variabilidad espacial de propiedades químicas del suelo mediante procedimientos geoestadísticos en la comunidad “Larcapamba” [en línea]. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE. 169 p. (2019). [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20182>

Guilengue, N., et al.,. Genetic and Genomic Diversity in a Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) Germplasm Collection and Adaptability to Mediterranean Climate Conditions [En línea]. Vol. 10, 22 diciembre 2019. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/1/21>

Hernandez, R., et al.,. Metodología de la investigación [En línea]. 4º ed. México: MCGRAW-HILL, ing. 2017. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021].

Disponible

en:

[http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_158/recursos/](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_158/recursos/)

Herrera, J. Efecto del exceso de humedad del suelo sobre el rendimiento en algunos cultivos de importancia agrícola en Cuba [en línea]. Revista Ingeniería Agrícola, 2018, vol. 6, no 2, p. 3-7. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/811>

Hinostroza, Siderlin. Fitoestabilización de Cadmio por *Lupinus Mutabilis* en un suelo contaminado del distrito El Mantaro, Jauja 2016. [En línea]. Universidad Continental, 2016. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]

Disponible: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4918>

Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los suelos sustratos para plantas [en línea]. Barbaro, Lorena. Enero de 2011. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible

en:

[https://inta.gob.ar/-inta\\_-\\_importancia\\_del\\_ph\\_y\\_la\\_conductividad\\_elctrica.pdf](https://inta.gob.ar/-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf)

Jara. Enoc. Evaluación de *Lupinus condensiflorus* C.P.Sm., *L. ballianus* C.P. Sm. y *Astragalus garbancillo* Cav. (Fabaceae) en la restauración de suelos que contienen plomo, cadmio y zinc [en línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. 2018. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2021].

Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9406/Jara\\_pe.pdf?sequence=1](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9406/Jara_pe.pdf?sequence=1)

Linares, Virginia. Replanteo de instalaciones solares térmicas. NAE0208 [en línea]. Editorial: Pertenece a Innovación y Cualificación S.L . 2017. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=s1YpEAAAQBAJ&pg=PT173&dq=absorci%C3%B3n+y+adsorci%C3%B3n+%C3%B3n%20y%20adsorci%C3%B3n&f=false>  
ISBN: 978-84-17086-48-0

Lin, Jan., et al. Seismogenic crustal structure affected by the Hainan mantle plume [en línea]. *Gondwana Research*. Volume 103, Pages 23 – 36. March 2021. [Fecha de consulta: 27 abril 2021].

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120644989&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=EARTH%27S+CRUST&sid=356ba1cd15ea7ae90f5a1e30>  
ISSN: 1342937X

Londoño, Paola, et al. Biorremediación como estrategia para la recuperación de suelos mineros contaminados con mercurio, cadmio y plomo (Hg, Cd, Pb) [en línea]. Universidad de Córdoba: Biblioteca digital. 2020. [Fecha de consulta: 27 junio 2021].

Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3831>

López, Raúl, et al. Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas [en línea]. Revista: Cubana de Medicina Militar, 2019, vol. 48. [fecha de consulta: 08 de junio de 2021].

Disponible en: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/331>

ISSN: 1561-3046

Martínez, C. Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos [En línea]. Madrid: Universidad nacional de educación a distancia. p. 172. 2014. [Fecha de consulta: 1 de junio de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?printsec=frontcover&dq=T%C3%A9>

Martínez, J. Nitrógeno del suelo: desde la materia orgánica al cultivo [en línea]. Argentina: Universidad Nacional del Sur. Enero de 2019. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/8739>

ISBN: 978-987-778-272-1

Marroquín, Roberto. Metodología de la investigación [En línea]. Perú: Universidad nacional de educación Enrique Guzmán y Valle - programa de titulación. 2012. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2021].

Disponible en: [http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.pdf](http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf)

Marañón, T y Madejon, E. Funciones del suelo y servicios ecosistémicos: importancia de la materia orgánica. Reciclando los residuos para mejorar los suelos y el medioambiente [En línea]. V Jornadas de la Red Española de Compostaje 13-16. (2017). [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]

Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/152351>

ISBN: 978-84-617-9214-6

Maguiña, L. Determinación de la capacidad fitorremediadora de *Lupinus mutabilis* Sweet “chocho o tarwi” en suelos contaminados con cadmio (Cd) [en línea]. Perú: Universidad Ricardo Palma. p 148. 2017. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2021].

Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1708/Magui%C3%B1a\\_L.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1708/Magui%C3%B1a_L.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Machuca, Yoyse. Cajamarca: analizan suelos y granos de cacao en Jaén y San Ignacio para mejorar su producción [en línea]. La república. Pe. marzo del 2020. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2021/10/06/cajamarca-analizan-suelos-y-granos-de-cacao-en-jaen-y-san-ignacio-para-mejorar-su-produccion-lrnd/>

Mendoza, C. Uso de imágenes multiespectrales para determinar textura en suelos agrícolas [en línea]. México: Universidad Autónoma de Queretaro. 2019. [Fecha de consulta: 20 octubre 2021].

Disponible en: <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/2103>

Navarrete, Julio. El muestreo en la investigación cualitativa. Investigaciones sociales [En línea]. Peru: Universidad nacional Mayor de San Marco. vol. 4, no 5, p. 165-180. 2009.

[Fecha de consulta: 1 de junio de 2021]

Disponible en: [https://es&as\\_sdt=0%2C5&q=muestreo+cualitativo&oq=Muestreo](https://es&as_sdt=0%2C5&q=muestreo+cualitativo&oq=Muestreo)

Nicomedes, N. Tipos de Investigación. [En línea]. 5 de abril de 2018. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021].

Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>

Panchev, Valentin., et al., Comparative study of species of the genus lupinus on the sowing qualities of seeds during their treatment with ultrasound [En línea]. Agricultural University of Plovdiv, 12 Mendeleev Blvd, Plovdiv, Bulgaria. Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXV, No. 1, 2021. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2021].

[http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2021/issue\\_1/Art89.pdf](http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2021/issue_1/Art89.pdf)

ISSN: 2285-5653

Papuico, R. Fitorremediación de un suelo contaminado con cadmio, utilizando Lupinus mutabilis y estiércol de lombriz. Huancaní, Jauja. 2019 [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental, Huancayo, Perú. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8548>

Paico, A y Surco, K. Fitorremediación con cultivos de Armuelle (*Atriplex Hortensis*) asistido con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo salino, Cañete, 2019 [en línea]. Universidad cesar vallejo: Facultad de ingeniería y arquitectura. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50934/Paico\\_LA%20-%20Surco\\_MKD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y2019](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50934/Paico_LA%20-%20Surco_MKD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y2019)

Porta. Jaune. Edafología: uso y protección de suelos [en línea]. Madrid: Ediciones Mundi – prensa. 4° ed. 2019. [fecha de consulta: 16 de octubre del 2021].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=SZ3BDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=q ue+es+el+suelo&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=SZ3BDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=q ue+es+el+suelo&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 978-84-8476-750-3

Quispe, Z. Efecto biocida del extracto hidroalcohólico de semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet “tarwi” sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* Say “zancudo”. Ayacucho, 2013 [En línea]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, 2017. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2021]

Disponible en: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1662/TESIS%20B800\\_ Qui.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1662/TESIS%20B800_ Qui.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Raimundo, J. Introducción a la contaminación de suelos [en línea]. Madrid: Ediciones Mundi – prensa. 3° ed. 2017. [Fecha de consulta: 08 de abril del 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?r&dq=La+contaminaci%C3%B3n+v=onepage&q=La%20contaminaci%C%B3n%20del>

ISBN: 978-84-8476-789-3

RISSO, Verónica. Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información [en línea]. Revista: Español a de documentación científica, 2017, vol. 40, no 2, p. 175. [fecha de consulta: 1 de junio del 2021].

Disponible en: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/979>

ISBN: 978-92-5-131639-9

Rojas, L y Muñoz, L. Contenido de nitratos en hojas de lechuga hidropónica cultivada en la región de Atacama [en línea]. La Serena: Informativo INIA Intihuasi. n°: 58. (2016). [Fecha de consulta: 20 octubre 2021].

Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4806>

Sánchez, F. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos [en línea]. Revista digital de investigación en docencia universitaria, 2019, vol. 13, no 1, p. 102-122. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2021].

Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=00](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=00)

ISSN: 2223-2516

Silano, Marco. Food and feed chemical contaminants in the European Union: Regulatory, scientific, and technical issues concerning chemical contaminants occurrence, risk assessment, and risk management in the European Union [en línea]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition .Volume 57, 2017 - Issue 10 11 sep 2017. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021].

Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2015.1059313>

Sierra, Carlos y Rojas, Carlos. La materia orgánica y su efecto en las características físico, químicas y biológicas del suelo [en línea]. Hidango: Serie Actas - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 23. (2008). [Fecha de consulta: 27 abril 2021].

Disponible en:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soriano, M. Desamparados Conductividad eléctrica del suelo [en línea]. Artículo: Universitat Politècnica de València. 2018. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/105110/Soriano%20-%20Conductividad%20el%20c3%a9ctrica%20del%20suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tang, Bo., et al., Effect of biochar on immobilization remediation of Cd-contaminated soil and environmental quality [en línea]. Volume 204, Part A, March 2021, 111840. [Fecha de consulta: 09 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935121011348?via%3Dihub>

Thompson, L. Soils and their fertility [en línea]. Spain: Editorial Reverte. Edition n ° 4. 2021. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VpIUeAAAQBAJ&pg=PA95&dq=la+temperatura+del+suelo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj>

ISBN: 978-84-291-9001-4

Vásquez, I. Tipos de estudio y métodos de investigación. [En línea]. España: Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Vol. 32. N° 345. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>

ISSN: 1390-9592

Vistoso, E y Martínez, J. Propiedades físicas del suelo [en línea]. Osorno: Ficha Técnica INIA Remehue. n°. 14. (2019). [Fecha de consulta: 20 octubre 2021]

Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/66895>

Xiao, Z. Enhancing cadmium extraction potential of Brassica napus: Effect of rhizosphere interactions [en línea]. Journal of Environmental Management. Volume 284. 15 April 2021. Article number :112056. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85100429583&origin=resultslist&sort=plff&src=s&st1=phytoremediation&nlo=&nlr=&>

ISSN: 03014797

## ANEXOS

### Anexo 1: Operacionalización de variables.

LUPINUS MUTABILIS SWEET PARA EL TRATAMIENTO DE SUELO CONTAMINADOS POR CADMIO A NIVEL LABORATORIO, 2021.					
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>	La planta <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> , más conocida por su nombre comercial tarwi; es de tipo arbustivo que cuenta con una capacidad fitorremediadora y cuya raíz se caracteriza por tener un número considerable de nódulos. ha sido demostrado que tiene una efectividad reductora en suelos contaminados con cd; debido a su efectividad de absorción que presenta. (MAGUIÑA, LUISA. 2017. P 34).	La planta <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para determinar las propiedades físico químico y las dosis de semillas.	Propiedades físico químico del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>	Longitud del tallo	cm
				Longitud de raíz principal	cm
				Numero de nódulos	Unidades
				Numero de foliolos	Unidades
				Numero de hoja	Unidades
				Absorción de cadmio	mg/kg
				pH	0 - 14
				Conductividad eléctrica	µS / cm
			Potencial redox	mv	
			Dosis de <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>	2	Unidades
				3	Unidades
				4	Unidades
Tiempo de aplicación del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>	20	Días			
	40	Días			
	60	Días			
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Tratamiento de suelos contaminados por cadmio	LA contaminación por cadmio en los suelos, altera a la toxicidad natural del suelo, al ser un metal pesado afectan directamente a las características físico químico. por lo tanto, la interacción del cadmio con el suelo presenta varios problemas al ecosistema y a la salud humana. (AGUILAR, LUIS. 2015, P 23).	El tratamiento de suelos contaminados por cadmio se determinó mediante las propiedades físico químico del suelo inicial y final en los tres periodos de tiempo establecidos en el desarrollo del proyecto de investigación.	Propiedades químicas del suelo inicial y final	Potencial redox	mv
				Nitrógeno	%
				Nitrato	mg/L
				Capacidad de intercambio catiónico	meq / 100g
				Materia orgánica	%
				pH	0 - 14
			Concentración de cadmio	mg/kg	
			Propiedades físicas del suelo inicial y final	Temperatura	°C
				Humedad	%
Conductividad eléctrica	µS / cm				



## Anexo 2: Matriz de consistencia.


LUPINUS MUTABILIS SWEET PARA EL TRATAMIENTO DE SUELO CONTAMINADOS POR CADMIO A NIVEL LABORATORIO, 2021.											
	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD		
General	¿Cuál es la eficiencia del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio?	Determinar la eficiencia del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.	Es eficiente <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.	INDEPENDIENTE <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>	La planta <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> , más conocida por su nombre comercial tarwi; es de tipo arbustivo que cuenta con una capacidad fitorremediadora y cuya raíz se caracteriza por tener un número considerable de nódulos. ha sido demostrado que tiene una efectividad reductora en suelos contaminados con cd; debido a su efectividad de absorción que presenta. (MAGUIÑA, LUISA. 2017. P 34).	La planta <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para determinar las propiedades físico químico y las dosis de semillas.	Propiedades físico químico del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>	Longitud del tallo	cm		
								Longitud de raíz principal	cm		
								Numero de nódulos	Unidades		
								Numero de folíolos	Unidades		
								Absorción de cadmio	mg/kg		
								pH	0 - 14		
								Conductividad eléctrica	µS / cm		
								Potencial redox	mv		
								Dosis de <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>	2	Unidades	
									3	Unidades	
	4	Unidades									
	20	Días									
	40	Días									
	60	Días									
Especifico	¿Cuáles son las propiedades físico químico inicial y final del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio?	Determinar las propiedades físico químico inicial y final del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.	Las propiedades físico químico inicial y final del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> produce efectos para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.	DEPENDIENTE Tratamiento de suelos contaminados por cadmio	LA contaminación por cadmio en los suelos, altera a la toxicidad natural del suelo, al ser un metal pesado afectan directamente a las características físico químico. por lo tanto, la interacción del cadmio con el suelo presenta varios problemas al ecosistema y a la salud humana. (AGUILAR, LUIS. 2015, P 23).	El tratamiento de suelos contaminados por cadmio se determinó mediante las propiedades físico químico del suelo inicial y final en los tres periodos de tiempo establecidos en el desarrollo del proyecto de investigación.	Propiedades químicas del suelo inicial y final	Potencial redox	mv		
								Nitrógeno	%		
								Nitrato	mg/L		
	¿Cuál será la mejor dosis del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio?	Determinar la mejor dosis del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio	Sera 3 unidades la mejor dosis del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.					Capacidad de intercambio catiónico	meq / 100g		
									Materia orgánica	%	
									pH	0 - 14	
	¿En qué tiempo de aplicación será mejor el <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio?	Determinar el mejor tiempo de aplicación del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.	Sera 40 días el mejor tiempo de aplicación del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelos contaminados por cadmio.					Concentración de cadmio	mg/kg		
									Propiedades físicas del suelo inicial y final	Temperatura	°C
										Humedad	%
			Conductividad eléctrica	µS / cm							








**Anexo 6:** Instrumentos de recolección de datos nº4

		Formato de propiedades físicas del suelo					
		Formato de ficha de observación científica					
		Datos generales					
<b>Título</b>		<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.					
<b>Autora</b>		Paredes Domínguez, Carolina Laura					
<b>Asesor</b>		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales					
Muestras		Temperatura (°C)		Humedad (%)		Conductividad Eléctrica (µs / cm)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	R1						
	R2						
	R3						
T2	R1						
	R2						
	R3						
T3	R1						
	R2						
	R3						

**Anexo 7:** Instrumentos de recolección de datos nº5

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Formato de ficha de muestreo para suelo – <i>In situ</i>		n °1
Formato de ficha de observación científica			
<b>Título</b>	<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.		
<b>Autora</b>	Paredes Domínguez, Carolina Laura		
<b>Asesor</b>	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales		
Datos generales			
Nombre del sitio estudio		Departamento	
Uso principal		Provincia	
Dirección del predio		Distrito	
Datos del punto de muestreo			
Nombre del punto de muestreo		Profundidad final	
Coordenadas (UTM)		Operario	
		Descripción de la superficie	
Técnica de muestreo		Precipitación	
Temperatura (°C)		Instrumentos usados	
Datos de la muestra			
Clave de la muestra		Cantidad de la muestra	
Fecha		Medidas de conservación	
Hora		Tipo de muestra	
Para muestras superficiales compuestas			
Área de muestreo (m2)		Numero de sub - muestras	
Comentario		Croquis	

**Anexo 8:** Instrumentos de recolección de datos n°6

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Formato de ficha de muestreo para suelo - <i>in situ</i></b>			<b>n °2</b>
		<b>Formato de ficha de observación científica</b>			
<b>Título</b>		<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.			
<b>Autora</b>		Paredes Domínguez, Carolina Laura			
<b>Asesor</b>		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales			
<b>Muestras</b>		<b>pH (0 – 14)</b>	<b>Temperatura (°c)</b>	<b>Intensidad solar</b>	<b>Humedad</b>
<b>P.E</b>	1				
<b>P.E</b>	2				
<b>P.E</b>	3				
<b>P.E</b>	4				
<b>P.E</b>	5				
<b>P.E</b>	6				
<b>P.E</b>	7				
<b>P.E</b>	8				
<b>P.E</b>	9				
<b>P.E</b>	10				
<b>P.E</b>	11				
<b>P.E</b>	12				
<b>P.E</b>	13				

## Anexo 9: Evidencia



**Figura 26 :** Dirección regional de agricultura, Huaraz - Ancash.



**Figura 27:** Limitación del área de trabajo, paltay - Huaraz.



**Figura 28 :** Limitación del cuadrante del área de trabajo, paltay - Huaraz.



**Figura 29 :** Ubicación de los 13 puntos estratégicos, paltay - Huaraz.



**Figura 30 :** Limpieza en el área a trabajar, paltay - Huaraz.



**Figura 31:** Trece puntos estratégicos por el método de Zig-Zag, paltay - Huaraz.



**Figura 32:** Anotación de los parámetros in situ, paltay - Huaraz.



**Figura 33:** ph 6.0 del Punto estratégico 1, paltay - Huaraz.



**Figura 34:** Temperatura, humedad e intensidad solar del Punto estratégico 1, paltay - Huaraz.



**Figura 35:** ph 7.0 del Punto estratégico 6, paltay - Huaraz.



**Figura 36:** Temperatura, humedad e intensidad solar del Punto estratégico 6, paltay - Huaraz.



**Figura 37:** ph 7.0 del Punto estratégico 13, paltay - Huaraz.



**Figura 38:** Temperatura, humedad e intensidad solar del Punto estratégico 13, paltay - Huaraz.



**Figura 39:** Medida de cada lado del PE.1 es de 20 cm, paltay - Huaraz.



**Figura 40:** Profundidad de 30 cm del PE.1, paltay - Huaraz.





**Figura 41:** Retiro de la muestra de suelo PE.4, paltay – Huaraz.



**Figura 42:** Profundidad de 30 cm del PE.7, paltay – Huaraz.



**Figura 43:** Muestra de suelo, paltay – Huaraz.



**Figura 44:** Tamizado de la muestra de suelo, paltay – Huaraz.



**Figura 45:** Profundidad de 30 cm del PE.13, paltay – Huaraz.



**Figura 46:** Tamizado de la muestra de suelo agrícola, paltay - Huaraz



**Figura 47:** Empaquetado de la muestra de suelo agrícola, paltay – Huaraz.



**Figura 48:** Pesar la muestra de suelo agrícola, paltay – Huaraz.



**Figura 49:** Muestra de suelo agrícola, paltay - Huaraz



**Figura 50:** Obtención de la semilla del *Lupinus Mutabilis Sweet*, Llaca - Huaraz.



**Figura 51:** Tamizado de suelo para el uso de la germinación, Huaraz.



**Figura 52:** Pesar el suelo agrícola, Huaraz



**Figura 53:** Selección de la semilla del *Lupinus Mutabilis Sweet*, Huaraz.



**Figura 54:** Germinación de dosis de *Lupinus Mutabilis Sweet*, Huaraz.



**Figura 55:** Germinación de la planta *Lupinus Mutabilis Sweet*, Huaraz.



**Figura 56:** *Lupinus Mutabilis Sweet*, Huaraz



**Figura 57:** Muestra de suelo agrícola de paltay, laboratorio de lima.



**Figura 58:** Homogenización de la muestra de suelo, Lima.



**Figura 59:** Método del cuarteo, Lima.



**Figura 60:** Contaminante cadmio, Lima.



**Figura 61:** Pesar el cadmio para diez litros de agua, Lima.



**Figura 62:** Preparación del contaminante, Lima.



**Figura 63:** Contaminación de la muestra de suelo agrícola, Lima.



**Figura 64:** Pesar las unidades experimentales, Lima



**Figura 65:** Unidades experimentales y etiquetado, Lima.



**Figura 66:** Muestra de suelo agrícola y suelo contaminado por cadmio para analizar, Lima



**Figura 67:** Pesar la muestra de cada malla, Lima.



**Figura 68:** Agitar la muestra por 30 min, Lima.



**Figura 69:** carbono orgánico total antes de titulado, Lima.



**Figura 70:** carbono orgánico total titulado, Lima.



**Figura 71:** Estrado de muestra, Lima.



**Figura 72:** Secar la muestra en la estufa, Lima.



**Figura 73:** Agitar la muestra por 30 min, Lima.



**Figura 74:** Potencial de hidrogeno de la muestra, Lima.



**Figura 75:** Potencial de redox de la muestra, Lima.



**Figura 76:** Análisis de textura de suelo agrícola y contaminado, Lima.



**Figura 77:** Inicio del tratamiento, Lima.



**Figura 78:** Longitud del tallo principal al inicio del tratamiento, Lima.



**Figura 79:** Longitud de la raíz principal al inicio del tratamiento, Lima.



**Figura 80:** Numero de nódulo al inicio del tratamiento, Lima.



**Figura 81:** Número de folio al inicio del tratamiento, Lima.



**Figura 82:** Numero de hoja al inicio del tratamiento, Lima.



**Figura 83:** Periodo 1 (20 días), Lima.



**Figura 84:** Longitud del tallo principal (Periodo 1), Lima.



**Figura 85:** Longitud de la raíz principal (Periodo 1), Lima.



**Figura 86:** Numero de nódulo (Periodo 1), Lima.



**Figura 87:** Número de folio (Periodo 1), Lima.



**Figura 88:** Número de hoja (Periodo 1), Lima.



**Figura 89:** Periodo 2 (40 días), Lima.



**Figura 90:** Longitud del tallo principal (Periodo 2), Lima.



**Figura 91:** Longitud de la raíz principal (Periodo 2), Lima.



**Figura 92:** Numero de nódulo (Periodo 2), Lima.



**Figura 93:** Número de folio (Periodo 2), Lima.



**Figura 94:** Número de hoja (Periodo 2), Lima.



**Figura 95:** Periodo 3 (60 días), Lima.



**Figura 96:** Longitud del tallo principal (Periodo 3), Lima.



**Figura 97:** Longitud de la raíz principal (Periodo 3), Lima.



**Figura 98:** Numero de nódulo (Periodo 3), Lima





**Figura 99:** Número de folio (Periodo 3), Lima.



**Figura 100:** Número de hoja (Periodo 3), Lima.

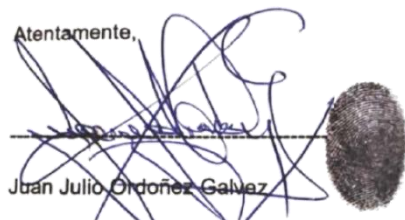
**Anexo 10:** Instrumento de recolección de datos nº1 juicio de expertos.

		<b>Formato de propiedades físico químico del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i></b>																	
		Formato de ficha de observación científica																	
		Datos generales																	
<b>Título</b>		<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.																	
<b>Autora</b>		Paredes Domínguez, Carolina Laura																	
<b>Asesor</b>		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales																	
<b>Muestras</b>		Longitud del tallo (cm)		Longitud de raíz principal (cm)		Numero de nódulos (und)		Numero de foliolos (und)		Numero de hoja (und)		Absorción de cadmio (mg/kg)		pH (0 – 14)		Conductividad eléctrica (µs / cm)		Potencial redox (mv)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	R1																		
	R2																		
	R3																		
T2	R1																		
	R2																		
	R3																		
T3	R1																		
	R2																		
	R3																		



Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Código Renacy P0034858  
 CIP 71998

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 CIIP: 162994

## Anexo 11: Validación - Instrumento de recolección de datos nº1.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
90%

#### III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Perú, P. O. Box 5034188  
 CIP 71998  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

## Anexo 12: Validación - Instrumento de recolección de datos n°1.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Juan Julio, Ordoñez Gálvez.

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*

1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

SI
90%

Lima, 06 de agosto del 2021.

Atentamente,

FIRMA DEL EXPERTO INFORM

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## Anexo 13: Validación - Instrumento de recolección de datos n°01.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*  
 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.  
 ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
90%


#### V. PROMEDIO DE VALIDACIÓN


Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE



**Anexo14:** Instrumento de recolección de datos nº2 juicio de expertos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Formato de dosis y tiempo de aplicación del <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>											
		Formato de ficha de observación científica											
		Datos generales											
<b>Título</b>		<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.											
<b>Autora</b>		Paredes Domínguez, Carolina Laura											
<b>Asesor</b>		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales											
<b>Muestras</b>		2 (und)		3 (und)		4 (und)		20 (Días)		40 (Días)		60 (Días)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>T1</b>	R1												
	R2												
	R3												
<b>T2</b>	R1												
	R2												
	R3												
<b>T3</b>	R1												
	R2												
	R3												

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Código Renacy P0034858  
 CIP 71998

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 CIIP: 162994

## Anexo 15: Validación - Instrumento de recolección de datos n<sup>o</sup>2.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*  
 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.  
 ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
90%

#### VI. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Cédula Profesional 20034858  
 CP-71398  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

## Anexo 16: Validación - Instrumento de recolección de datos nº2.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Juan Julio, Ordoñez Gálvez.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*  
 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.  
 ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
90%

#### VII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

Atentamente,

~~FIRMA DEL EXPERTO A FOR~~

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## Anexo 17: Validación - Instrumento de recolección de datos nº2.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*  
 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### VIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.  
 ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.


SI
90%

#### VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE  
 DHP: 16254

**Anexo 18:** Instrumento de recolección de datos n°3 juicio de expertos.

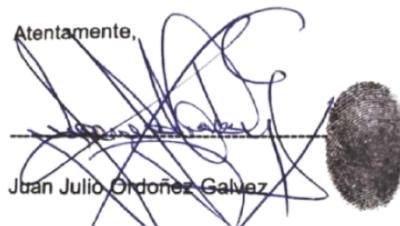
		Formato de propiedades químicas del suelo													
		Formato de ficha de observación científica													
		Datos Generales													
Titulo		Lupinus Mutabilis Sweet para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.													
Autora		Paredes Domínguez, Carolina Laura													
Asesor		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales													
Muestras		Potencial redox (mv)		Nitrógeno (%)		Nitrato (mg/L)		Capacidad de intercambio catiónico (meq / 100g)		Materia orgánica (%)		pH (0 – 14)		Concentración de cadmio (mg/kg)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	R1														
	R2														
	R3														
T2	R1														
	R2														
	R3														
T3	R1														
	R2														
	R3														



Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Código Renacy P0034858  
 CIP 71998



Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI:70837735  
 CIIP: 162994

## Anexo 19: Validación - Instrumento de recolección de datos n°3.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*  
 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### IX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.  
 ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
90%

#### IX. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONICYTEC  
 FIRMADO DIGITALMENTE  
 CIP 71998

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

## Anexo 20: Validación - Instrumento de recolección de datos nº3.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Juan Julio, Ordoñez Gálvez.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### X. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

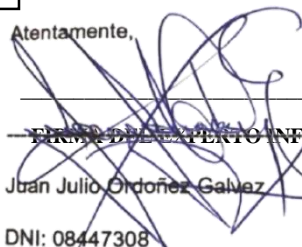
- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
90%

#### X. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

Atentamente,



~~CIERRE DEL EXPERTO INFO~~ E

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## Anexo 21: Validación - Instrumento de recolección de datos nº3.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
90%

#### XI. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.


LUCERO KATHERINE CASTRO TENA

DNI: 70837735

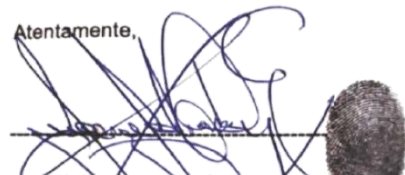
FIGMA DIO EXPERTO INFORMANTE



**Anexo 22:** Instrumento de recolección de datos nº4 juicio de expertos.

		Formato de propiedades físicas del suelo					
		Formato de ficha de observación científica					
		Datos generales					
<b>Título</b>		<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.					
<b>Autora</b>		Paredes Domínguez, Carolina Laura					
<b>Asesor</b>		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales					
Muestras		Temperatura (°C)		Humedad (%)		Conductividad Eléctrica (µs / cm)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1	R1						
	R2						
	R3						
T2	R1						
	R2						
	R3						
T3	R1						
	R2						
	R3						

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Código Renacy P0034858  
 CIP 71998

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 CIIP: 162994

## Anexo 22: Validación - Instrumento de recolección de datos nº4.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
90%

#### XII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP 71998

## Anexo 23: Validación - Instrumento de recolección de datos nº4.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Juan Julio, Ordoñez Gálvez.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
90%

#### XIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

Atentamente,

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## Anexo 24: Validación - Instrumento de recolección de datos nº4.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		


#### XIV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.


SI
90%


#### XIV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

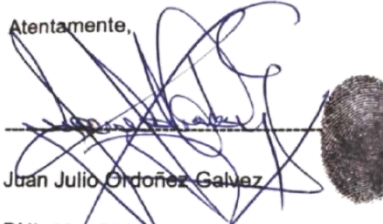
Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 C.I.P. 162994

**Anexo 25:** Instrumento de recolección de datos nº5 juicio de expertos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Formato de ficha de muestreo para suelo – <i>In situ</i>		nº1
Formato de ficha de observación científica				
<b>Título</b>	<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.			
<b>Autora</b>	Paredes Domínguez, Carolina Laura			
<b>Asesor</b>	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales			
Datos generales				
Nombre del sitio estudio		Departamento		
Uso principal		Provincia		
Dirección del predio		Distrito		
Datos del punto de muestreo				
Nombre del punto de muestreo		Profundidad final		
Coordenadas (UTM)		Operario		
		Descripción de la superficie		
Técnica de muestreo		Precipitación		
Temperatura (°C)		Instrumentos usados		
Datos de la muestra				
Clave de la muestra		Cantidad de la muestra		
Fecha		Medidas de conservación		
Hora		Tipo de muestra		
Para muestras superficiales compuestas				
Área de muestreo (m2)		Numero de sub - muestras		
Comentario		Croquis		

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Código Renacy P0034858  
 CIP 71998

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 CIIP: 162994

## Anexo 26: Validación - Instrumento de recolección de datos n°5.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*  
 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.  
 ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
90%

#### XV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 E.O. N.° 19031856  
 CP. 71996  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

## Anexo 27: Validación - Instrumento de recolección de datos nº5.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Juan Julio, Ordoñez Gálvez.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XVI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

#### XVI. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

90%

Lima, 06 de agosto del 2021.

Atentamente,

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## Anexo 28: Validación - Instrumento de recolección de datos nº5.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XVII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
90%


#### XVII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

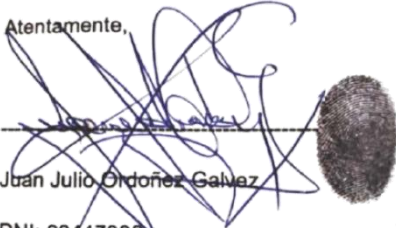
  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE



**Anexo 29:** Instrumento de recolección de datos n°6 juicio de expertos.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		Formato de ficha de muestreo para suelo - <i>in situ</i>			n °2
		Formato de ficha de observación científica			
<b>Título</b>		<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> para el tratamiento de suelo contaminados por cadmio a nivel laboratorio, 2021.			
<b>Autora</b>		Paredes Domínguez, Carolina Laura			
<b>Asesor</b>		Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales			
Muestras		pH (0 – 14)	Temperatura (°c)	Intensidad solar	Humedad
P.E	1				
P.E	2				
P.E	3				
P.E	4				
P.E	5				
P.E	6				
P.E	7				
P.E	8				
P.E	9				
P.E	10				
P.E	11				
P.E	12				
P.E	13				

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONCYTEC  
 Código Renacy P0034858  
 CIP 71998

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 CIIP: 162994

## Anexo 30: Validación - Instrumento de recolección de datos n°6.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*
- 1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XVIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
90%

#### XVIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 Dr. ELMER G. BENITES ALFARO  
 Ing. Químico  
 Investigador CONICYTEC  
 FIRMADO DIGITALMENTE  
 CIP 71998

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

## Anexo 31: Validación - Instrumento de recolección de datos nº6.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Juan Julio, Ordoñez Gálvez.

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*

1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

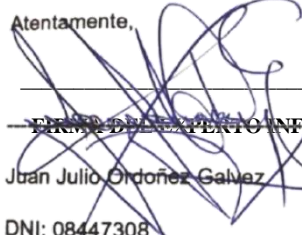
#### XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### XIX. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

SI
90%

Lima, 06 de agosto del 2021.

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

## Anexo 31: Validación - Instrumento de recolección de datos n°6.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine.

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de propiedades físico químico del *Lupinus Mutabilis Sweet*

1.4. Autor(A) del instrumento: Carolina Laura, Paredes Domínguez.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### XX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- ✓ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- ✓ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### XX. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

SI
90%

Lima, 06 de agosto del 2021.

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE

**Anexo 32:** Certificado de análisis del suelo agrícola.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : CAROLINA LAURA PAREDES DOMINGUEZ

Procedencia de muestra : Distrito Paltay – Provincia Huaraz - Ancash

Recepción de muestra : Lima, 28 de Agosto del 2021

**Análisis de suelo caracterización inicial**

Muestra	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido/base	Conductividad Eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
SAL	19.2	7.89	1580	314.7
SCI	19.0	6.32	1315	284.8

Muestra	Agua disponible %	Punto permanente de marchitez %	Capacidad de campo %	Humedad Gravimétrica %
SAL	38.79	25.71	38.79	7.36
SCI	26.75	76.77	26.75	10.00

Muestra	Carbono Orgánico Total %	Nitratos mg/l	Capacidad de Intercambio catiónico Meq/100g	Nitrógeno %	Cadmio inicial mg/kg
SAL	0.40	45	7.36	0.09	1.40
SCI	0.10	36	10	0.05	5.36

Muestra	Materia Organica %	Densidad Aparente $\text{mg}/\text{cm}^3$	Arena %	Limo %	Arcilla %	Conductividad hidráulica $\text{cm}/\text{seg}$
SAL	0.69	1.074	29.32	37.52	37.16	0.09
SCI	0.13	1.00	25.32	53.84	20.84	0.05

Métodos: Potenciometría, Norma ASTM D 2216, Acetato de Amonio pH7 – 1N, EPA 3050, Espectrofotometría UV, Bouyoucos, Darcy, Cilindro, Kjeldahl, Walkley y Black, Bodman-Mahud.

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 33:** Certificado de análisis del suelo agrícola.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

N° Malla	Abertura mm	Peso Retenido g	Retenido parcial %	% Acumulado	
				+ retenido	- pasa
N° 4	4.75	0	0		100
N° 6	3.350	24	10.40	10.4	89.6
N° 10	2.00	38	15.20	25.6	74.4
N° 18	1.00	54	21.60	47.2	52.8
N° 30	0.60	25	10.40	57.6	42.4
N° 50	0.30	36	14.40	72.0	28.0
N° 80	0.180	23	9.20	81.2	18.80
N° -80	-0.180	47	18.80	100	00

Método Norma ASTM D 422

Lima, 03 setiembre del 2021

  
MSc. Atilio Mendoza Apolaya  
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 34:** Certificado de las propiedades físico-químico del suelo alcabo de los 20 días con cadmio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : CAROLINA LAURA PAREDES DOMINGUEZ

Procedencia de muestra : Distrito Paltay – Provincia Huaraz - Ancash

Recepción de muestra : Lima, 26 de Setiembre del 2021

Análisis de suelo contaminado por Cadmio

**PRIMER PERIODO**

PERIODO 1	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno acido/base	Conductividad Eléctrica mS/cm	Potencial Redox mv
P1 - (T1 - R1)	20.1	6,80	0.865	107,6
P1 - (T1 - R2)	20.1	6,77	0.812	122,5
P1 - (T1 - R3)	20.1	6,79	0.845	141,2
P1 - (T2 - R1)	20.1	7,02	1.077	146,8
P1 - (T2 - R2)	20.1	6,98	1.082	148,6
P1 - (T2 - R3)	20.1	6,99	1.085	149,6
P1 - (T3 - R1)	20.1	7,03	1.123	153,7
P1 - (T3 - R2)	20.1	7,05	1.129	154,1
P1 - (T3 - R3)	20.1	7,00	1.120	156,1

PERIODO 1	Materia Orgánica %	Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Humedad gravimétrica %	Carbono Orgánico total (%)
P1 - (T1 - R1)	1.46	30.080	19.90	1.24
P1 - (T1 - R2)	1.56	30.158	20.00	1.28
P1 - (T1 - R3)	1.47	30.138	19.96	1.24
P1 - (T2 - R1)	1.65	32.407	21.58	1.33
P1 - (T2 - R2)	1.81	32.474	21.63	1.43
P1 - (T2 - R3)	1.68	32.245	21.25	1.35
P1 - (T3 - R1)	1.88	33.229	21.98	1.16
P1 - (T3 - R2)	1.92	33.227	21.91	1.31
P1 - (T3 - R3)	1.91	33.262	21.96	1.16

Métodos: Potenciometría, Norma ASTM D 2216, Acetato de Amonio pH7 – 1N, Walkley y Black

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 35:** Certificado de las propiedades físico-químico del suelo y *Lupinus mutabilis sweet* alcabo de los 20 días con cadmio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

PERIODO 1	Nitrógeno %	Nitratos mg/l	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>	Relación C/N
P1 - (T1 - R1)	0.08	55.4	0.78	15.47
P1 - (T1 - R2)	0.09	56.1	0.76	14.24
P1 - (T1 - R3)	0.08	55.8	0.77	15.54
P1 - (T2 - R1)	0.09	66.7	0.79	14.77
P1 - (T2 - R2)	0.10	66.3	0.81	14.25
P1 - (T2 - R3)	0.09	66.8	0.80	14.95
P1 - (T3 - R1)	0.07	70.6	0.84	16.62
P1 - (T3 - R2)	0.08	70.3	0.86	16.36
P1 - (T3 - R3)	0.07	70.5	0.88	16.62

PERIODO 1	Cadmio Suelo mg/kg	Cadmio en Tarwi mg/kg	Cadmio Foliar Inicial mg/kg	Cadmio Inicial en suelo mg/kg
P1 - (T1 - R1)	4.90	0.46	0.00	5.36
P1 - (T1 - R2)	4.95	0.41	0.00	5.36
P1 - (T1 - R3)	4.94	0.42	0.00	5.36
P1 - (T2 - R1)	4.41	0.95	0.00	5.36
P1 - (T2 - R2)	4.38	0.98	0.00	5.36
P1 - (T2 - R3)	4.39	0.97	0.00	5.36
P1 - (T3 - R1)	3.52	1.84	0.00	5.36
P1 - (T3 - R2)	3.50	1.86	0.00	5.36
P1 - (T3 - R3)	3.51	1.85	0.00	5.36

Métodos Kjeldahl, espectrofotometría UV, Cilindro, Norma EPA 3050, A.A.

Lima 30 de Setiembre del 2021

  
  
 MSc. Atilio Mendoza Ardaya  
 Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú

Teléfono: (51 1) 4824427, Central Telefónica (51 1) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



**Anexo 36:** Certificado de las propiedades físico-químico del suelo alcabo de los 40 días con cadmio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : CAROLINA LAURA PAREDES DOMINGUEZ

Procedencia de muestra : Distrito Paltay – Provincia Huaraz - Ancash

Recepción de muestra : Lima, 18 de Octubre del 2021

Análisis de suelo contaminado por Cadmio

**SEGUNDO PERIODO**

PERIODO 2	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno acido/base	Conductividad Eléctrica mS/cm	Potencial Redox mv
P2 - (T1 - R1)	21.2	6.88	0.600	160.9
P2 - (T1 - R2)	21.2	6.90	0.605	161.0
P2 - (T1 - R3)	21.2	6.92	0.652	161.8
P2 - (T2 - R1)	21.2	7.05	0.545	164.6
P2 - (T2 - R2)	21.2	7.08	0.549	164.8
P2 - (T2 - R3)	21.2	7.04	0.554	164.4
P2 - (T3 - R1)	21.2	7.10	0.44	165.4
P2 - (T3 - R2)	21.2	7.12	0.430	165.6
P2 - (T3 - R3)	21.2	7.11	0.420	165.5

PERIODO 2	Materia Organica %	Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Humedad gravimétrica %	Carbono Orgánico total (%)
P2 - (T1 - R1)	4.03	27.36	19.66	2.33
P2 - (T1 - R2)	4.03	27.86	19.87	2.34
P2 - (T1 - R3)	4.21	27.96	19.58	2.45
P2 - (T2 - R1)	4.78	30.18	20.67	2.55
P2 - (T2 - R2)	4.83	30.49	20.48	2.57
P2 - (T2 - R3)	4.65	30.36	20.57	2.60
P2 - (T3 - R1)	5.46	36.78	21.62	2.76
P2 - (T3 - R2)	5.41	36.48	21.67	2.80
P2 - (T3 - R3)	5.55	36.86	21.53	2.73

Métodos: Potenciometría, Norma ASTM D 2216, Acetato de Amonio pH7 – 1N, Walkley y Black

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 – Perú

Teléfono: (51 1) 4824427, Central Telefónica (51 1) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

**Anexo 37:** Certificado de las propiedades físico-químico del suelo y *Lupinus mutabilis sweet* alcabo de los 40 días con cadmio.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

PERIODO 2	Nitrógeno %	Nitratos mg/l	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>	Relación C/N
P2 - (T1 - R1)	0.215	97.8	0.81	10.63
P2 - (T1 - R2)	0.220	97.4	0.83	10.65
P2 - (T1 - R3)	0.235	98.1	0.80	10.41
P2 - (T2 - R1)	0.221	99.7	0.96	11.53
P2 - (T2 - R2)	0.226	99.5	0.94	11.35
P2 - (T2 - R3)	0.228	99.6	0.92	11.40
P2 - (T3 - R1)	0.235	100.0	1.00	11.72
P2 - (T3 - R2)	0.232	100.0	1.02	12.09
P2 - (T3 - R3)	0.233	100.0	1.01	11.70

PERIODO 2	Cadmio Suelo mg/kg	Cadmio en Tarwi mg/kg	Cadmio Foliar Inicial mg/kg	Cadmio Inicial en suelo mg/kg
P2 - (T1 - R1)	4.10	1.26	0.00	5.36
P2 - (T1 - R2)	4.12	1.24	0.00	5.36
P2 - (T1 - R3)	4.13	1.23	0.00	5.36
P2 - (T2 - R1)	3.61	1.75	0.00	5.36
P2 - (T2 - R2)	3.59	1.77	0.00	5.36
P2 - (T2 - R3)	3.58	1.78	0.00	5.36
P2 - (T3 - R1)	3.23	2.13	0.00	5.36
P2 - (T3 - R2)	3.20	2.16	0.00	5.36
P2 - (T3 - R3)	3.18	2.18	0.00	5.36

Métodos Kjeldahl, espectrofotometría UV, Cilindro, Norma EPA 3050, A.A.

Lima 26 de Octubre del 2021

  
  
 MSc. Atilio Mendoza Apolaya  
 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 38:** Certificado de las propiedades físico-químico del suelo alcabo de los 60 días con cadmio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : CAROLINA LAURA PAREDES DOMINGUEZ

Procedencia de muestra : Distrito Paltay – Provincia Huaraz - Ancash

Recepción de muestra : Lima, 05 de Noviembre del 2021

Análisis de suelo contaminado por Cadmio

**TERCER PERIODO**

PERIODO 3	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno acido/base	Conductividad Eléctrica mS/cm	Potencial Redox mv
P3 - (T1 - R1)	20.0	7.53	0.595	130.1
P3 - (T1 - R2)	20.0	7.62	0.529	143.7
P3 - (T1 - R3)	20.0	7.70	0.514	145.3
P3 - (T2 - R1)	20.0	7.52	0.466	147.3
P3 - (T2 - R2)	20.0	7.53	0.448	142.8
P3 - (T2 - R3)	20.0	7.51	0.458	138.3
P3 - (T3 - R1)	20.0	7.32	0.385	143.7
P3 - (T3 - R2)	20.0	7.33	0.350	140.8
P3 - (T3 - R3)	20.0	7.29	0.340	141.2

PERIODO 3	Materia Organica %	Capacidad de Intercambio catiónico (meq/100g)	Humedad gravimétrica %	Carbono Orgánico total (%)
P3 - (T1 - R1)	4.19	24.67	14.09	2.75
P3 - (T1 - R2)	4.13	26.89	14.13	2.65
P3 - (T1 - R3)	4.19	25.81	14.05	2.68
P3 - (T2 - R1)	5.08	31.26	12.35	2.99
P3 - (T2 - R2)	5.11	31.13	12.40	2.95
P3 - (T2 - R3)	5.01	31.00	12.25	2.94
P3 - (T3 - R1)	6.03	33.53	12.75	3.13
P3 - (T3 - R2)	6.05	33.12	12.48	3.20
P3 - (T3 - R3)	6.02	33.49	12.62	3.23

Métodos: Potenciometría, Norma ASTM D 2216, Acetato de Amonio pH7 – 1N, Walkley y Black

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 39:** Certificado de las propiedades físico-químico del suelo y *Lupinus mutabilis sweet* alcabo de los 60 días con cadmio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

PERIODO 3	Nitrógeno %	Nitratos mg/l	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>	Relación C/N
P3 - (T1 - R1)	0.256	97.8	0.81	10.75
P3 - (T1 - R2)	0.254	97.4	0.83	10.43
P3 - (T1 - R3)	0.255	98.1	0.80	10.51
P3 - (T2 - R1)	0.276	99.7	0.96	10.85
P3 - (T2 - R2)	0.272	99.5	0.94	10.83
P3 - (T2 - R3)	0.273	99.6	0.92	10.78
P3 - (T3 - R1)	0.325	100.0	1.00	9.62
P3 - (T3 - R2)	0.328	100.0	1.02	9.74
P3 - (T3 - R3)	0.326	100.0	1.01	9.90

PERIODO 3	Cadmio Suelo mg/kg	Cadmio en Tarwi mg/kg	Cadmio Foliar Inicial mg/kg	Cadmio Inicial en suelo mg/kg
P3 - (T1 - R1)	3.75	1.61	0.00	5.36
P3 - (T1 - R2)	3.74	1.62	0.00	5.36
P3 - (T1 - R3)	3.77	1.59	0.00	5.36
P3 - (T2 - R1)	3.28	2.08	0.00	5.36
P3 - (T2 - R2)	3.22	2.14	0.00	5.36
P3 - (T2 - R3)	3.20	2.16	0.00	5.36
P3 - (T3 - R1)	1.70	3.66	0.00	5.36
P3 - (T3 - R2)	1.68	3.68	0.00	5.36
P3 - (T3 - R3)	1.69	3.67	0.00	5.36

Métodos Kjeldahl, espectrofotometría UV, Cilindro, Norma EPA 3050, A.A.

Lima 12 de Noviembre del 2021

  
**MSc. Atílio Mendoza Apolaya**  
 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](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

**Anexo 40:** Propiedades químicas del *Lupinus mutabilis sweet* realizados en las instalaciones de un laboratorio ubicado en lima.

### ANÁLISIS DE QUÍMICO DEL *LUPINUS MUTABILIS SWEET*.

ELABORADO POR: Carolina Laura, Paredes Dominguez

FECHA: Lima, 28 de Agosto del 2021.

Se realizó la toma de parámetros de campo y análisis en la muestra: Temperatura (°C), Potencial de Hidrogeno (Acido/base), Conductividad eléctrica (µS/cm) y Potencial Redox (mv) del *lupinus mutabilis sweet*, mediante el método de potenciometria en las instalaciones de un laboratorio ubicado en Lima.

Parámetro químico inicial del *lupinus mutabilis sweet*.

PT – P1	Potencial de Hidrogeno (Acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mv)
S/Contaminar	6.56	12.45	185.2

#### PRIMER PERIODO

PT – P1	Potencial de Hidrogeno (Acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mv)
P1 – (T1.R1)	5.62	16.1	144.0
P1 – (T1.R2)	5.65	15.0	132.0
P1 – (T1.R3)	5.76	16.3	145.8
P1 – (T2.R1)	5.80	16.6	134.0
P1 – (T2.R2)	5.89	15.1	128.3
P1 – (T2.R3)	5.96	17.2	134.6
P1 – (T3.R1)	6.05	17.3	145.0
P1 – (T3.R2)	6.00	18.2	146.4
P1 – (T3.R3)	6.01	16.7	132.5

#### SEGUNDO PERIODO

PT – P1	Potencial de Hidrogeno (Acido/base)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox (mv)
P1 – (T1.R1)	5.47	20.2	124.3
P1 – (T1.R2)	5.32	19.1	131.4
P1 – (T1.R3)	5.42	21.3	123.0
P1 – (T2.R1)	5.41	19.5	125.0
P1 – (T2.R2)	5.56	19.3	121.4
P1 – (T2.R3)	5.43	21.0	129.2
P1 – (T3.R1)	5.56	21.8	124.3
P1 – (T3.R2)	5.50	21.4	125.7
P1 – (T3.R3)	5.68	22.6	128.1

**Anexo 41:** Propiedades químicas del *Lupinus mutabilis sweet* realizados en las instalaciones de un laboratorio ubicado en lima.

TERCER PERIODO

PT - P1	Potencial de Hidrogeno (Acido/base)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Potencial Redox (mv)
P1 - (T1.R1)	5.35	23.8	104.1
P1 - (T1.R2)	5.21	22.6	114.2
P1 - (T1.R3)	5.34	23.7	120.0
P1 - (T2.R1)	5.21	24.6	112.7
P1 - (T2.R2)	5.31	22.6	116.8
P1 - (T2.R3)	5.22	25.1	118.1
P1 - (T3.R1)	5.32	24.9	120.2
P1 - (T3.R2)	5.39	25.3	114.7
P1 - (T3.R3)	5.26	26.2	112.5



Carolina Paredes Dominguez



Dr. Elmer E. REYES ALVARADO  
Ing. Químico  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ  
Código Renacy: P0334658  
AseSOR®