



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Eficiencia entre la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis*  
y la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) en  
suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019

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

**AUTORAS:**

Jara Javier, Hellen Judith (ORCID: 0000-0003-0041-0600)  
Labán Pérez, Tania Elizabeth (ORCID: 0000-0002-8553-2916)

**ASESOR:**

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2019

## DEDICATORIA

A nuestros padres y familiares, por el constante e invaluable apoyo durante esta etapa universitaria, por motivarnos a ser mejores día a día y demostrarnos que con esfuerzo podemos lograr nuestras metas.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos fortaleza para afrontar los retos diarios que nos ponía en el camino, a nuestros padres y familiares por el incondicional apoyo brindado, a nuestro asesor Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez, por toda las enseñanzas, consejos y paciencia que nos brindó a lo largo de la preparación de la presente investigación y a todas las demás personas que nos apoyaron y animaron desinteresadamente para poder culminar con éxito esta etapa.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO .....	16
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
2.1.1. Tipo de investigación .....	16
2.1.2. Diseño de investigación .....	16
2.2. Variables, operacionalización .....	17
2.3. Población, muestra y muestreo .....	18
2.3.1. Población .....	18
2.3.2. Muestra.....	18
2.3.3. Muestreo.....	21
2.3.4. Unidad de análisis.....	21
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...21	

2.4.1. Técnica .....	21
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	21
2.4.3. Validez.....	22
2.5. Procedimiento .....	22
2.6. Método de análisis de datos .....	27
2.7. Aspectos éticos.....	27
III. RESULTADOS.....	28
3.1. Estadística descriptiva .....	28
3.1.1. Análisis descriptivo individual .....	28
3.1.1.1. Mediciones de Parcela N° 04 con el tratamiento de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol).....	28
3.1.1.2. Mediciones de Parcela N° 05 con el tratamiento de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol).....	32
3.1.1.3. Mediciones de Parcela N° 06 con el tratamiento de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol).....	35
3.1.1.4. Condiciones ambientales durante los tratamientos con <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Helianthus annuus</i> (Girasol).....	38
3.1.1.5. Concentración de Cadmio (Cd) en las plantas de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol).....	41
3.1.1.6. Concentración de Cadmio (Cd) en suelos por tratamientos .....	42
IV. DISCUSIÓN .....	50
V. CONCLUSIONES .....	52
VI. RECOMENDACIONES .....	54

REFERENCIAS.....	56
ANEXOS .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Contenido de cadmio en categorías de alimentos e ingesta estimada en poblaciones humanas .....	7
Tabla N° 02: Fuentes de origen de Cadmio .....	8
Tabla N° 03: Punto de monitoreo en Canchaque - Piura .....	11
Tabla N° 04: Resultados de calidad de agua en Canchaque - Piura.....	11
Tabla N° 05: Estándares de calidad ambiental para suelo.....	12
Tabla N° 06: Concentración de referencia total por tipo de suelo .....	12
Tabla N° 07: Matriz de operacionalización de variables.....	17
Tabla N° 08: Registro de muestreo de altura (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 04 .....	28
Tabla N° 09: Registro de muestreo de diámetro de la flor (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 04 .....	29
Tabla N° 10: Registro de muestreo de tamaño de las hojas (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 04.....	30
Tabla N° 11: Registro de muestreo de altura (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 05 .....	32
Tabla N° 12: Registro de muestreo de diámetro de la flor (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 05 .....	33
Tabla N° 13: Registro de muestreo de tamaño de las hojas (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 05.....	34
Tabla N° 14: Registro de muestreo de altura (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 06 .....	35
Tabla N° 15: Registro de muestreo de diámetro de la flor (cm) de <i>Helianthus annuus</i>	

(Girasol) en Parcela N° 06 .....	36
Tabla N° 16: Registro de muestreo de tamaño de las hojas (cm) de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) en Parcela N° 06.....	37
Tabla N° 17: Registro de temperatura durante los días de tratamiento.....	38
Tabla N° 18: Registro de Humedad relativa (HR%) durante los días de tratamiento .....	40
Tabla N° 19: Registro de concentración de Cadmio (en ppm) en las plantas de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) .....	41
Tabla N° 20: Registro de concentración de Cadmio (en ppm) en suelos .....	42
Tabla N° 21: Resumen de procesamiento de casos .....	43
Tabla N° 22: Estadístico descriptivo .....	44
Tabla N° 23: Prueba de normalidad .....	46
Tabla N° 24: Prueba de homogeneidad de varianzas .....	48
Tabla N° 25: Prueba ANOVA .....	48



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Fitoacumulación de contaminantes .....	10
Figura N° 02: Mapa de punto de toma de muestra de suelo contaminado con cadmio.....	19
Figura N° 03: Mapa del punto de ejecución del proyecto de investigación .....	20
Figura N° 04: Procedimiento de obtención de suelo con cadmio (Cd) .....	23
Figura N° 05: Procedimiento de producción de girasoles ( <i>Helianthus annuus</i> )....	23
Figura N° 06: Procedimiento de acondicionamiento de suelo para tratamiento ...	24
Figura N° 07: Procedimiento de toma de muestras.....	25
Figura N° 08: Aplicación de tratamientos .....	26
Figura N° 09: Distribución del boceto experimental.....	27
Figura N° 10: Evolución de altura (cm) de girasol en Parcela N° 04 .....	29
Figura N° 11: Evolución del diámetro de la flor (cm) de girasol en Parcela N° 04	30
Figura N° 12: Evolución del tamaño de las hojas (cm) de girasol en Parcela N° 04 .....	31
Figura N° 13: Evolución de altura (cm) de girasol en Parcela N° 05 .....	32
Figura N° 14: Evolución del diámetro de la flor (cm) de girasol en Parcela N° 05	33
Figura N° 15: Evolución del tamaño de las hojas (cm) de girasol en Parcela N° 05 .....	34
Figura N° 16: Evolución de altura (cm) de girasol en Parcela N° 06 .....	35
Figura N° 17: Evolución del diámetro de la flor (cm) de girasol en Parcela N° 06	36
Figura N° 18: Evolución del tamaño de las hojas (cm) de girasol en Parcela N° 06	

.....	37
Figura N° 19: Registro de temperatura durante los días de tratamiento .....	39
Figura N° 20: Registro de humedad relativa (HR%) durante los días de tratamiento .....	40
Figura N° 21: Concentración de Cadmio (en ppm) en plantas de <i>Helianthus annuus</i> (Girasol).....	41
Figura N° 22: Concentración de Cadmio (en ppm) en suelos .....	42
Figura N° 23: Prueba de normalidad por semana para <i>Bacillus subtilis</i> .....	46
Figura N° 24: Prueba de normalidad por semana para <i>Helianthus annuus</i> (Girasol) .....	47
Figura N° 25: Concentración de Cadmio (Cd) en <i>Bacillus subtilis</i> .....	48
Figura N° 26: Concentración de Cadmio (Cd) en <i>Helianthus annuus</i> (Girasol)....	49

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación con título “Eficiencia entre la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* y la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019” tiene como objetivo investigar la efectividad para la disminución de cadmio con ambos métodos, a fin de poder hallar la mejor técnica y poder propagar los resultados obtenidos.

La presente investigación se desarrolló entre los meses de octubre y noviembre del 2019, en condiciones naturales (ambiente no controlado) en el distrito de Comas, realizándose la medición diaria de la temperatura y humedad relativa del ambiente para monitorear el desarrollo y su relación con estos factores, mientras que los análisis de suelo para determinar el contenido de cadmio se realizaron cada dos semanas, al igual que vigilar el desarrollo de las plantas de girasol, anotando su crecimiento en tallo, hojas y flor. Las plantas de girasol se mandaron a analizar solo al inicio y el final de la investigación, a fin de no alterar los tratamientos ya establecidos.

Esta investigación se basó en el armado de 06 parcelas de tierra, donde cada parcela de 1 m<sup>2</sup> se conformó por 15 kg. de tierra contaminada por cadmio, certificado por el resultado del análisis inicial que arrojó 2,48 ppm de cadmio, sobrepasando el máximo de 1,4 ppm permitido para suelos agrícolas. Las parcelas T01, T02 y T03 pertenecieron a los tratamientos con diferentes dosis de *Bacillus subtilis*, donde la parcela T02 obtuvo la mejor reducción de contaminación utilizando como dosis 4 ml/L, dando un resultado final de 1.13 ppm de cadmio, mientras que las parcelas T04, T05 y T06 pertenecen a los tratamientos con diferentes dosis de girasol (*Helianthus annuus*), donde el mejor resultado de reducción de cadmio fue para la parcela T05 con 1.21 ppm de cadmio, la cual utilizó 4 unidades de girasol. Se calculó posteriormente que la eficiencia de biotransformación para el cadmio con la bacteria fue de 54.44%, mientras que la eficiencia de la fitoacumulación para el cadmio con el girasol fue de 51.21%.

**Palabras clave:** *Bacillus subtilis*, girasol (*Helianthus annuus*), biotransformación, fitoacumulación, contaminación por cadmio.

## **ABSTRACT**

The present research paper entitled “Efficiency between biotransformation using *Bacillus subtilis* and phytoaccumulation using sunflower (*Helianthus annuus*) in soils contaminated by Cadmium (Cd), Comas, 2019” aims to investigate the effectiveness for the loss of Cadmium with both methods, in order to find the best technique and be able to propagate the results obtained.

The present investigation was carried out between October and November 2019, under natural conditions (uncontrolled environment) in the district of Comas, with the daily measurement of the temperature and relative humidity of the environment to monitor the development and its relationship with These factors, while soil analyzes to determine cadmium content were performed every two weeks, as well as monitoring the development of sunflower plants, noting their growth on stem, leaves and flower. Sunflower plants were sent to analyze only at the beginning and the end of the investigation, in order not to alter the established treatments.

This investigation was based on the assembly of 06 plots of land, where each 1 m<sup>2</sup> plot was made up of 15 kg. of cadmium contaminated land, certified by the result of the initial analysis that yielded 2.48 ppm of cadmium, exceeding the maximum of 1.4 ppm allowed for agricultural soils. The plots T01, T02 and T03 belonged to the treatments with different doses of *Bacillus subtilis*, where the plot T02 obtained the best contamination reduction using as a dose 4 ml/L, giving a final result of 1.13 ppm of cadmium, while the plots T04, T05 and T06 belong to treatments with different doses of sunflower (*Helianthus annuus*), where the best result of cadmium reduction was for plot

T05 with 1.21 ppm of cadmium, which used 4 units of sunflower. It was subsequently calculated that the biotransformation efficiency for cadmium with the bacteria was 54.44%, while the phytoaccumulation efficiency for cadmium with sunflower was 51.21%.

**Keywords:** *Bacillus subtilis*, sunflower (*Helianthus annuus*), biotransformation, phytoaccumulation, cadmium contamination.

## I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática que presenta la presencia de cadmio en los suelos, sobre todo en nuestro país, es debido a la actividad minera y actividad agrícola, la contaminación por relaves mineros que contienen niveles altos de cadmio o la contaminación en los suelos agrícolas por el uso de fertilizantes fosfatados con alta presencia de cadmio o el uso de aguas residuales para el riego de los mismos significan un alto riesgo para la salud humana, no solo por su exposición tóxica, sino también porque muchos de esos suelos son los que proveen de alimento a las propias comunidades, mercados locales y a lo largo del país.

Las personas tenemos dos formas usuales de consumir cadmio, por vía respiratoria si nos encontramos trabajando en industrias mineras o dedicadas a actividades de galvanizado, es decir ocupacional, también por el uso de cigarrillos, ya que está demostrado según la OMS que las personas que consumen cigarrillos diarios están expuestas a consumir de 1 a 3 mg más de cadmio que las personas no fumadoras, y también se puede consumir el cadmio a través de la dieta diaria, ya sea por vegetales o carnes. Eso sugiere una mayor atención en solucionar dicho problema, siendo el primer motivo el de salud pública, sino también que muchas veces los cultivos con presencia de cadmio llegan a ser exportados, tales como el cacao y café, que sus frutos contienen niveles naturales de cadmio, pero al exponerse a un suelo contaminado, elevan aún más su contenido, poniendo en riesgo los productos finales que deriven de estas plantas. Justamente, a partir de enero del presente año, Europa disminuyó los niveles permitidos de cadmio para ambos productos y sus derivados, bajándolos de 0.80 ppm hasta 0.30 ppm, poniendo en riesgo la posible comercialización valuada en más de 280 millones de dólares.

Sabiendo aquello, es que se toma el presente planteamiento de investigación como una potencial solución para disminuir el contenido de cadmio en el suelo utilizando girasoles que tienen un gran nivel acumulador del metal y probar asimismo la eficacia de la aplicación del concentrado de *Bacillus subtilis*, usualmente usado como fungicida para diversas plantas, habiendo previamente demostrado su eficiencia para la transformación de cadmio a nivel laboratorio.

Teniendo en cuenta aquello, en Puno, se desarrolló durante un año una investigación a fin de aprovechar la capacidad de algunas plantas (como el girasol) para acumular contaminantes, puesto que los suelos de aquella ciudad se encuentran contaminados por la minería y su actividad con varios metales, como el cadmio. Se planteó como objetivo calcular cual era la concentración de cadmio en los suelos del centro poblado de La Rinconada en Puno y calcular la capacidad de acumulación de cadmio por el girasol (raíz, tallo y hoja) en ambiente controlado, utilizando para ello un invernadero y comparándolo con el ambiente exterior. Para la ejecución del estudio se utilizó 20 maceteros, 10 en interior y 10 en exterior y se obtuvieron los siguientes resultados: la concentración de cadmio en el suelo interior fue de 24.36 mg/kg, la concentración de cadmio en el suelo exterior fue de 21.76 mg/kg. En cuanto a la raíz, tallo y hojas, se obtuvo el siguiente resultado: en ambiente exterior, el cadmio presente en las hojas fue de 0.21 mg/kg, en raíz 0.88 mg/kg y tallo 0.29 mg/kg, mientras que en ambiente interior la 0.29 mg/kg, raíz con 1.80 mg/kg y tallo con 0.27 mg/kg, presentando un nivel de absorción mayor en la raíz, con un 5.716% (Suaña, 2017, p. 64).

Asimismo, García (2009) menciona que el girasol al ser un vegetal con alto nivel para acumular y tolerar metales pesados, por lo que se las expuso a 0, 500 y 1000 ppm de plomo con tres repeticiones. Las semillas se plantaron en macetas en las cuales se aplicaron los tratamientos como nitrato de plomo y otros fertilizantes, y se situaron en

invernadero. Al finalizar la investigación se pudo demostrar que los girasoles con el tratamiento de 1000 ppm de plomo acumularon más que las de otros tratamientos, sobre todo en la raíz, pero a comparación de crecimiento se desarrollaron menos que las otras dos, por lo que se concluyó que el girasol es una planta con capacidad bioacumuladora, siendo la raíz la mayor parte que almacena el metal y que el crecimiento se ve afectado a concentraciones superiores de 1000 ppm de plomo (p. 34).

De la misma forma, Cornejo (2015) planteó biotransformar el cadmio a través de la acción metabólica de las bacterias desarrolladas en el suelo en biopelículas en biorreactores, para relacionar el impacto ambiental que produce el metal en suelos de Tingo María. Los biorreactores se pusieron en operación con diferentes concentraciones de cadmio, a 60, 100, 200 y 300 mg/L. Se extrajo muestras de suelos de plantaciones de café y cacao, llevándose al laboratorio para elegir los microorganismos existentes, adaptándolos a bajas concentraciones de cadmio 0.6, 1, 2 y 3 mg/L, eligiendo los que se desarrollaron en la más alta concentración. Se calculó la Temperatura, el pH y la biomasa, hallándose la eficiencia de la biotransformación y rendimiento de biomasa inicial, a los tres días y al finalizar la operación del biorreactor. Se demostró que las especies *Pseudomonas aeuroginosas* y *Bacillus subtilis* fueron las de mejor rendimiento, soportando los niveles máximos de exposición de cadmio, aproximadamente en un 78.5% en el biorreactor 3 bajo 200 mg/L del mismo. Se observó que el aumento de pH y la concentración de cadmio hace que los organismos presentes inicien la biotransformación utilizando el metal como fuente de energía (p. 88).

Gutiérrez (2015) presentó una alternativa de bajo costo y fácil de implementar, tal como la biodegradación de hidrocarburos y remoción de metales pesados de desechos agroindustriales, por lo cual se reactivaron 122 cepas aisladas en ambiente minero, probándose la resistencia que tienen a los metales pesados y la capacidad de



producción de biomasa. Teniendo esos datos, se seleccionó una cepa de *Serratia marcescens* M8A-2T para remover cadmio y plomo, a lo largo del proceso se pudo demostrar que 2 cepas resistieron hasta 8000 ppm de zinc, 1 cepa a 36000 ppm de cromo, 20 cepas a 16000 ppm de níquel, 32000 ppm de plomo y 23 cepas de 800 ppm de cadmio. La biomasa resultante logró remover el 99,97% de cadmio con pH 3 y el 96% de plomo con pH 7 después de 1 hora de enfrentamiento con 100 ppm de todos los metales considerados. Gracias a esos resultados se pudo reconocer la cepa adecuada para ser empleadas en procesos que requieran la bioadsorción de plomo y cadmio, demostrándose su eficiencia a nivel piloto dentro de laboratorio (p. 11).

De igual manera, Revoredo (2018) nos menciona que nuestro país es productor de cacao por excelencia y en la actualidad está afrontando un problema severo debido a la presencia de cadmio en los suelos y que afectan directamente al contenido del mismo dentro de las semillas de cacao. Se determinó el potencial biorremediador de 3 cepas de estreptomicetos usando dos concentraciones de cadmio; de 100 ppm y 200 ppm. Se analizó la longitud de la planta y número de hojas a los 26 días, mes y medio, dos y tres meses. También se cuantificó el cadmio que absorbió la planta y la efectividad de las cepas para impedir la absorción de este metal. Los ensayos con las plantas del cacao demostraron que al exponerse al cadmio disminuye su longitud de raíz y planta, y que la cepa C2 tiene un potencial biorremediador, puesto que redujo la absorción de cadmio en un 76.47% en el tratamiento con 100 ppm y 31.51% en el tratamiento con 200 ppm, a comparación de las otras cepas que demostraron no tener ese potencial (p. 17).

Chávez (2014), existen muchas especies de origen vegetal que se han desarrollado para sobrevivir a condiciones adversas, convirtiéndolas en potenciales para los procesos de Fitorremediación. Se recolectaron 37 muestras de 12 sitios ubicados en La Oroya y Lago Junín (con pasivos mineros), seleccionándose 2 especies del género

*Calamagrostis* y *Nicotiana* para cultivarlos con contenido de plomo de 700, 1000 y 1200 ppm, a su vez se plantó *Vetiveria zizanoide* para comparar el potencial fitorremediador con las especies nativas ya mencionadas en un ambiente controlado durante 1 mes. Se concluyó luego del término que la *Nicotiana* posee un poder de Fitorremediación superior por su desarrollo elevado en biomasa, extrajo 0.3 mg de plomo y se adaptó mejor a las condiciones propuestas. Se recomienda incluir más metales para los análisis a fin de determinar si las mismas especies de plantas se pueden considerar como fitorremediadoras en suelos con contaminación polimetálica (p. 9).

Sacristán (2015) demostró que el análisis de la bioacumulación de cobre en lechuga mostró una diferencia significativa entre las regiones consideradas en el estudio, pero la comparación de resultados fue complicada debido al alto efecto tóxico observado en suelos agrícolas. No hubo biomasa después de la aplicación de las dosis en los suelos, lo que hizo complicado comparar la absorción de cobre, por otro lado, en cuanto al contenido de cobre en la parte comestible de las lechugas, aumentó a medida que el contenido de cobre en el suelo aumentaba también. Las concentraciones máximas registradas de cultivos de lechuga que absorbieron cobre fueron mayores en suelo salino, por lo que deberá presentarse mayor atención en los suelos con concentraciones mayores de cobre (> 1647.5 mg/kg), debido a que los vegetales almacenarán el metal en las partes comestibles (p. 170).

La región Pasco, por ejemplo, hasta el 2015 fue una de las regiones que tenía gran cantidad de yacimientos mineros, desencadenando muchos problemas socio ambientales que trajo consigo pasivos abandonados de esas mismas actividades, tal como menciona Papuico (2018) los costosos tratamientos y la limitada eficacia de ellos han permitido el nuevo implemento de tecnologías más económicas y de menor complejidad, por lo que la Fitorremediación es la mejor alternativa, es sustentable y no requiere de muchos

especialistas, pudiendo permitir a la población la rehabilitación de los ambientes afectados. En la investigación realizada por su persona se determinó que la planta Yaluzai es una planta Fitoextractora de los metales que se encuentran en las partes cosechables de las plantas, tales como hierro, cobre, plomo y zinc, y a su vez, genera una cobertura verde que potencialmente puede llegar a medir 2.5 m de altura, añadiendo así una alternativa más para la extracción de metales del suelo de forma natural y económica (p. 95).

Damodaran y Parkin (2018), nos explican que la contaminación en el suelo por cadmio se puede deber a que se utilizan fertilizantes fosfatados por cadmio; en tanto, la aplicación de aguas residuales también contribuye a este factor. Esta preocupación surgió desde que se sabe que el cadmio presente en el suelo es más biodisponible para las plantas que el plomo o el mercurio, y que los alimentos cultivados en suelos contaminados con cadmio son la fuente principal de exposición del metal para la población en general. En Estados Unidos, La principal fuente de exposición al cadmio entre los no fumadores es la dieta. Las verduras de hoja, granos, legumbres y carne de riñones tienden a contener niveles más altos que otros alimentos. Algunos animales y plantas son bioacumuladores de ese metal. Por ejemplo, las semillas de girasol por lo general contienen niveles más altos de cadmio que otras cultivadas en el mismo medio. Felizmente el consumo de estos alimentos suele ser bajo (Tabla N° 01). Se estima que la ingesta diaria de cadmio es de 30 ug/día, que es menor a 70 ug/día, tal como indica la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación como nivel seguro de ingestión (p. 654).

**Tabla N° 01: Contenido de cadmio en categorías de alimentos e ingesta estimada en poblaciones humanas**

ALIMENTO	CONTENIDO DE CD EN		INGESTA TÍPICA (g/día)	EXPOSICIÓN (ug/día)	
	ALIMENTOS (mg/kg)			MÁXIMO	TÍPICO
	MÁXIMO	TÍPICO			
Vegetales	0.1	0.05	250	25	12.5
Cereales y leguminosas	0.2	0.05	200	40	10
Fruta	0.05	0.01	150	7.5	1.5
Oleaginosas y cacao	1	0.5	1	1	0.5
Carne de aves	0.1	0.02	150	15	3
Hígado (Bovino, ovino, de aves, cerdo)	0.5	1	5	2.5	0.5
Riñones (Bovino, ovino, de aves, cerdo)	2	0.5	1	2	0.5
Peces	0.05	0.02	30	1.5	0.6
Crustáceos y moluscos	2	0.25	3	6	0.75
<b>TOTAL</b>				<b>93.5</b>	<b>30</b>

Fuente: Damodaran y Parkin (2018, p. 654)

El cadmio se encuentra en la naturaleza como óxidos complejos, sulfuros y carbonatos en el zinc, plomo y cobre (Tabla N° 02). Su costo es bajo debido a que es un subproducto del proceso de otros metales. Tiene diversas aplicaciones como para la industria del galvanizado, uso en plásticos, pigmentos, pinturas y cerámicas, baterías, debido a que es muy resistente a la corrosión. Los metales pesados son un gran riesgo para la salud cuando se está en contacto frecuente, tanto ambiental como laboral, siendo los más peligrosos el plomo, mercurio, cadmio y arsénico. Como fuente principal de exposición para la población se tiene la comida y los cigarrillos. Los efectos que produce el cadmio se suelen manifestar en los riñones y huesos de las personas, siendo las más propensas las personas con déficit de hierro. La concentración de cadmio en el ambiente es: urbanas de 2 a 15 ng/m<sup>3</sup>, en zonas rurales 0.1 a 5 ng/m<sup>3</sup> e industriales de 15 a 150 ng/m<sup>3</sup>. La permanencia del cadmio en el suelo es de 300 años y casi el 90% no llega a transformarse. Su llegada a suelos con fines agrícolas suele ser por medio aéreo con un 41%, con fertilizantes fosfatados con 54% y por aplicación de abono con 5% (Pérez y Azcona, 2012, p. 2).

**Tabla N° 02: Fuentes de origen de Cadmio**

ANTROPOGÉNICAS	NATURALES
Lodos residuales y estiércol	Actividad volcánica
Fertilizantes fosfatados y nitrogenados	Rocas
Industria de plateado y galvanizado	
Minería de zinc, cobre, plomo y otros metales	
Industria de fundición de metales	
Incineración	
Industria de alimentos fosfatados para animales	

Fuente: Pérez y Azcona (2012, p. 2).

Para la completa comprensión de la presente investigación, se necesitan definir diversas teorías relacionadas, las cuales son las siguientes:

El pH es un indicador que hace referencia al grado de alcalinidad o acidez. Es un parámetro que nos indica el número de iones de Hidrogeno que se encuentran presentes en diferentes soluciones, siendo el pH del agua neutra a temperatura ambiente de valor 7. A menor valor, el compuesto será considerado ácido, mientras que a mayor valor será considerado alcalino (Herrera et al., 2014, p. 8).

Las bacterias han ido creando diferentes tipos de mecanismo para sobrellevar las consecuencias dañinas de metales que son catalogados como tóxicos, dentro de los más importantes se encuentran: Las composiciones celulares que realizan la captura de iones, realizando la neutralización de su toxicidad; La modificación del estado redox por causa de las enzimas; y los transportadores de la membrana que realizan la expulsión de los géneros que han sido determinados como nocivos del citoplasma celular (Silver y Phung, 2005, párr. 1)

La bacteria *Bacillus Subtilis*, contiene un sistema que transforma las células de metales, con una resistencia máxima de 275 ug/ml, a diferencia de *Pseudomonas sp.* y *Arthobacter sp.* que resisten de 20 a

50 ug/ml de metales (Mijares, 2003, p. 62), esto se da por un sistema extracelular que forma una pared polimérica donde se une el metal y utiliza su energía para realizar sus actividades (Vullo, 2003, p. 2).

El girasol, con nombre científico *Helianthus annuus* L., planta importante en varias áreas de Europa, Asia y América, resulta de gran utilidad debido a que puede derivar en productos como el aceite y en menor uso, consumo de semillas secas. Originaria de los Valles del Mississippi, esta planta tiene la característica de poseer un solo tronco con ramificaciones y con terminaciones en grandes inflorescencias. Las hojas de posición alterna pueden llegar a medir hasta 15 cm. Las anteras del girasol se encargan de expeler el polen cuando la corola no está abierta, aunque la polinización cruzada es normal en esta planta. El tallo puede llegar a medir entre 60 cm a alturas superiores a los 2 metros. La raíz principal usualmente tiene 8 cm de largo, pero la ramificación de esta a través de pequeños hilos puede extenderse a una profundidad de 40 cm., formando una red muy espesa en la base, más aún si no consiguen agua, tienden a desarrollar mayor profundidad para buscar humedad. El girasol es una planta anual, dependiendo mucho también del cuidado que se le da a la misma y de las condiciones climáticas, aunque es una planta bastante resistente a las variaciones (Guerrero, 1999, p. 472).

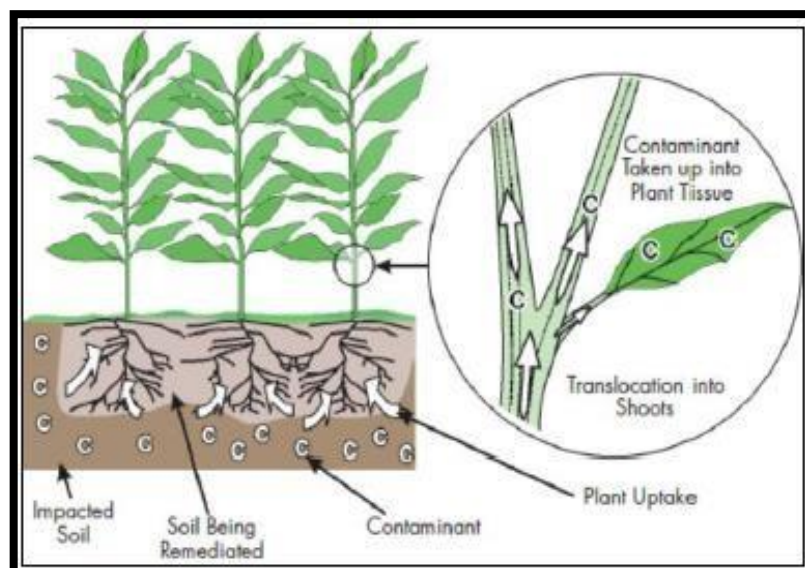
Las transformaciones más importantes de metales, se dan por manera directa, esto se da por la variación del estado, tomando como donantes y receptores de electrones, por medio de agentes oxidantes generados por microorganismos, por lo cual se acopla el término de biotransformaciones, los cuales generan transformación en el pH y el potencial de redox (Sifuentes, 2014, p. 12).

El cadmio puede hallarse disuelto dentro del agua que se encuentra en el suelo, el cuál fue absorbido por medio de superficies orgánicas e inorgánicas. La disponibilidad del cadmio para tener contacto con

diferentes especies depende de los factores químicos, físicos, biológicos y el estado en el que se encuentre el suelo. Es de gran importancia determinar el cultivo que se encuentre en el suelo, ya que no todas las especies retienen el metal (Cadmio) de la misma manera. (Prince et al., 2002, párr. 1).

De acuerdo a la FAO, describe al suelo como poseedor de un manto delgado que fue conformándose a lo largo del tiempo a velocidad lenta a partir de las rocas desintegradas por el agua, variaciones de temperatura, el cual está compuesto por minerales, materia orgánica, aire y agua. (Food and Agriculture Organization, 2018, párr. 3.)

La fitoacumulación, también llamada Fitoextracción, se constituye en el captado de un metal por medio de plantas (Figura N° 01) al acumular el contaminante a través del tejido de las plantas, tales como el tallo, las raíces y hojas. Existen algunas plantas que absorben una mayor cantidad de metal en comparación de otras, estas reciben el nombre de plantas hiperacumuladoras (Beltrán, 2001, p. 27).



Fuente: Beltrán (2001, pág. 27)

**Figura N° 01: Fitoacumulación de contaminantes**

La Autoridad Nacional del Agua (2018) en el año 2017 realizó la toma de muestra de la calidad de agua en la Cuenca Piura, la cual arrojó los siguientes resultados (Tabla N° 03 y Tabla N° 04):

**Tabla N° 03: Punto de monitoreo en Canchaque – Piura**

N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DISTRITO	PROVINCIA	COORDENADAS UTM (WGS-84)	
					ESTE	NORTE
<b>ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA ALTO HUANCABAMBA</b>						
1	1379QMina1	Quebrada Puente Fierro o Mina, captación agua potable Palambla	Canchaque	Huancabamba	657463	9406522

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2018, p. 10)

**Tabla N° 04: Resultados de calidad de agua en Canchaque – Piura**

<b>FECHA Y HORA DE MUESTREO</b>			27/11/2017
			11:30:00
<b>PARÁMETROS</b>	ECA Cat. 1-A2	<b>UNIDAD</b>	1378QMina1
<b>PH</b>	5,5 – 9	<b>UNIDAD DE PH</b>	7,614
<b>CADMIO TOTAL (CD TOT)</b>	0,005	<b>MG/L</b>	0,00012

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2018, p. 12)

El Estándar de Calidad Ambiental – ECA, de acuerdo al D.S. N° 002-2013 – MINAM-ECA-SUELO, detalla que un suelo agrícola es aquel destinado a cultivos, pastos que han sido cultivados y forrajes, suelos con aptitud para la ganadería. (Ministerio del Ambiente, 2013, pág. 4)

Dentro de la normal nacional e internacional se presenta lo siguiente:

Según el D.S. N° 011-2017- MINAM, en el cual se detallan las concentraciones máximas permisibles en los suelos, el ECA para suelos de uso agrícola referente a concentración de cadmio es de 1.4mg/kg PS (Tabla N° 05):



**Tabla N° 05: Estándares de calidad ambiental para suelo**

PARÁMETROS EN MG/KG PS	USOS DEL SUELO			MÉTODOS DE ENSAYO
	SUELO AGRÍCOLA	SUELO RESIDENCIAL/ PARQUES	SUELO COMERCIAL/ INDUSTRIAL/ EXTRACTIVO	
<b>Cadmio</b>	1,4	10	22	EPA 3050 EPA051

Fuente: Ministerio del Ambiente (2017, p. 14)

A continuación, se detallan las normas internacionales:

De acuerdo a Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (1999), conocido por sus siglas en inglés como CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), marca como Estándar de calidad ambiental para cadmio en suelos destinados a la agricultura 1.4 mg/kg en peso seco, mientras que la concentración para suelos industriales es de 22 mg/kg en peso seco (p. 6).

La Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, determina las concentraciones de referencia totales por tipo de uso de suelo (Tabla N° 06) tal como se indica a continuación:

**Tabla N° 06: Concentración de referencia total por tipo de suelo**

CONTAMINANTE	USO AGRÍCOLA/ RESIDENCIAL/ COMERCIAL (MG/KG)	USO INDUSTRIAL (MG/KG)
<b>Cadmio</b>	37	450

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007, p.41)

Como problema general se presenta el siguiente:

- ¿Cuál es el nivel de eficiencia entre la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* y la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019?

Como problemas específicos se tienen los siguientes:

- ¿Cuál es el nivel de eficiencia de la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019?,
- ¿Cuál es el nivel de eficiencia de la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019?
- ¿Existe relación entre la concentración de Cadmio (Cd) y la adaptación de las plantas de girasol (*Helianthus annuus*) durante del tratamiento, Comas, 2019?

A continuación, se presenta la justificación de la investigación:

Los tratamientos de biotransformación y fitoacumulación son técnicas ya usadas con anterioridad que han demostrado su alta eficacia y sostenibilidad, debido a que como se utilizan muchas veces especies nativas son recursos que las mismas comunidades disponen para el tratamiento de los suelos, de igual manera, la disponibilidad de diferentes especies de plantas y fertilizantes o fungicidas no son de difícil acceso, siendo estas últimas creadas con las mismas bacterias que poseen los suelos, a fin de no introducir especies que podrían significar un riesgo posterior para el ecosistema.

Estas técnicas al ser relativamente sencillas de aplicar tanto en las plantas, suelos o agua que esté contaminada, no requerirán de un alto nivel de especialización, permitiendo a las personas de la comunidad, muchos de ellos dueños de hectáreas de tierra donde cultivan sus propios alimentos, utilizar los tratamientos con una breve explicación, además de poseer un costo bajo de aplicación y no requerir de permisos especiales para la obtención de los concentrados de bacterias o las especies de plantas que se requieran. Así mismo, al plantearse en la presente investigación el uso de girasoles para la

fitoacumulación del cadmio presente en el suelo, este a posterior no generaría directamente un residuo, sino que dichas plantas podrían ser comercializadas por los mismos pobladores como plantas ornamentales, ya que ese es uno de sus usos, recuperando así la inversión inicial e incluso generando nuevos ingresos para sus hogares.

La viabilidad del presente trabajo de investigación se basa tanto en los antecedentes en los cuales indica el bajo costo de los materiales a utilizar, además de no requerir demasiado espacio para su aplicación experimental. De igual manera, permitirá aplicar el *Bacillus subtilis* como biotransformador de cadmio, ya que está demostrado que esta bacteria utiliza los iones del cadmio como fuente de energía para su subsistencia en el medio, ya que hasta el momento solo se han realizado pruebas a nivel laboratorio, y ello se comparará con la eficiencia demostrada del girasol, pero en diferentes cantidades en la misma área de terrero.

Para la presente investigación se presenta la siguiente hipótesis general:

- H1: La biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* es más eficiente que la fitoacumulación utilizando Girasol (*Helianthus Annuus*) en el tratamiento de suelos contaminados por Cadmio (Cd), Comas, 2019.
- H0: La biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* es menos eficiente que la fitoacumulación utilizando Girasol (*Helianthus Annuus*) en el tratamiento de suelos contaminados por Cadmio (Cd), Comas, 2019.

Las hipótesis específicas son:

- La variación del nivel de eficiencia de la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd) será superior al 50%, Comas, 2019.
- La variación del nivel de eficiencia de la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) al finalizar el tratamiento en suelos

contaminados por cadmio (Cd) será superior al 50%, Comas, 2019.

- La concentración de Cadmio (Cd) está directamente relacionada con la adaptación de las plantas de girasol (*Helianthus annuus*) durante del tratamiento, Comas, 2019.

Se ha planteado como objetivo general de la presente investigación, lo siguiente:

- Determinar la eficiencia entre la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* y la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019.

A continuación, se presentan los objetivos específicos:

- Determinar el nivel de eficiencia de la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis*  
al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019.
- Determinar el nivel de eficiencia de la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019.
- Determinar la relación entre la concentración de Cadmio (Cd) y la adaptación de las plantas de girasol (*Helianthus annuus*) durante del tratamiento, Comas, 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo cuantitativo, según Barragán *et al.* (2003), la investigación cuantitativa “comprende fundamentalmente la operación con cantidades y que el propósito final es establecer similitudes y diferencias en proporciones, la cual está obligada a levantar una base de datos, para la que se debe identificar, levantar y registrar dicha información con cuidado” (p. 115). Asimismo, la validez de la investigación cuantitativa dependerá del tipo de variables elegidas y el proceso de selección de la muestra.

#### 2.1.2. Diseño de investigación

El trabajo de investigación presenta un diseño de investigación experimental, según Baena (2014), “en la investigación experimental, los investigadores no solo deberán encontrarse en condiciones viables de realizar el experimento, sino también se deberá presentar la manipulación de alguna variable experimental en condiciones estrictamente controladas, para poder saber de qué modo o por qué motivo se produce determinado comportamiento o situación” (p. 100).

En esta investigación se utilizarán girasoles (*Helianthus annuus*) y *Bacillus subtilis* a fin de disminuir el contenido de cadmio presente en los suelos durante determinado tiempo, pudiendo así determinar cuál de los dos posee el mejor rendimiento expuesto a las mismas condiciones.

## 2.2. Variables, operacionalización

**Tabla N° 07: Matriz de operacionalización de variables**

TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
INDEPENDIENTE	Uso de Girasol <i>Helianthus annuus</i>	El girasol tiene la facilidad de almacenar grandes cantidades de Cadmio y Uranio en el tallo y raíz con gran tolerancia a metales (Lin, Jiang y Lui, 2003, párr. 1).	El girasol será sembrado en el suelo y así evaluar la acumulación de Cadmio por medio de la planta	Adaptación del girasol	Altura del girasol	cm
					Diámetro de la flor del girasol	cm
					Tamaño de las hojas del girasol	cm
				Dosis	2	Unidad
					4	Unidad
					8	Unidad
INDEPENDIENTE	Uso de <i>Bacillus Subtilis</i>	<i>Bacillus Subtilis</i> , posee la habilidad de la acumulación intracelular de metal (cadmio), acumulando hasta 275 ug/ml, creando una barrera polimérica (Mijares, 2003, p. 62).	Bacillus Subtilis será aplicado en el suelo para evaluar la reducción de Cadmio.	Dosis	2	mg/L
					4	mg/L
					8	mg/L
DEPENDIENTE	Suelo contaminado por cadmio	Suelo contaminado, es el cual ha recibido alteración de sus propiedades químicas, físicas y/o biológicas, o sea una un riesgo para el ser humano (García, 2013, p. 18).	Suelo contaminado por cadmio, el cuál será recuperado por medio de dos tratamientos	Concentración	Concentración de Cadmio	ppm

Fuente: Elaboración propia

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

La población para el presente estudio está representada por los suelos contaminados por la presencia de cadmio (Cd) en su composición.

La población se refiere a un grupo donde tienen en común diferentes características, las cuales serán motivo de investigación.

### **2.3.2. Muestra**

El presente estudio tomó como muestra 90 kilos de suelos con presencia alta de cadmio (Cd), los cuales se dividirán en 6 maceteros de 15 kg. de capacidad, la mitad de ellos se someterán al tratamiento con girasoles (*Helianthus annuus*) y la otra mitad con diferentes dosis de *Bacillus subtilis*.

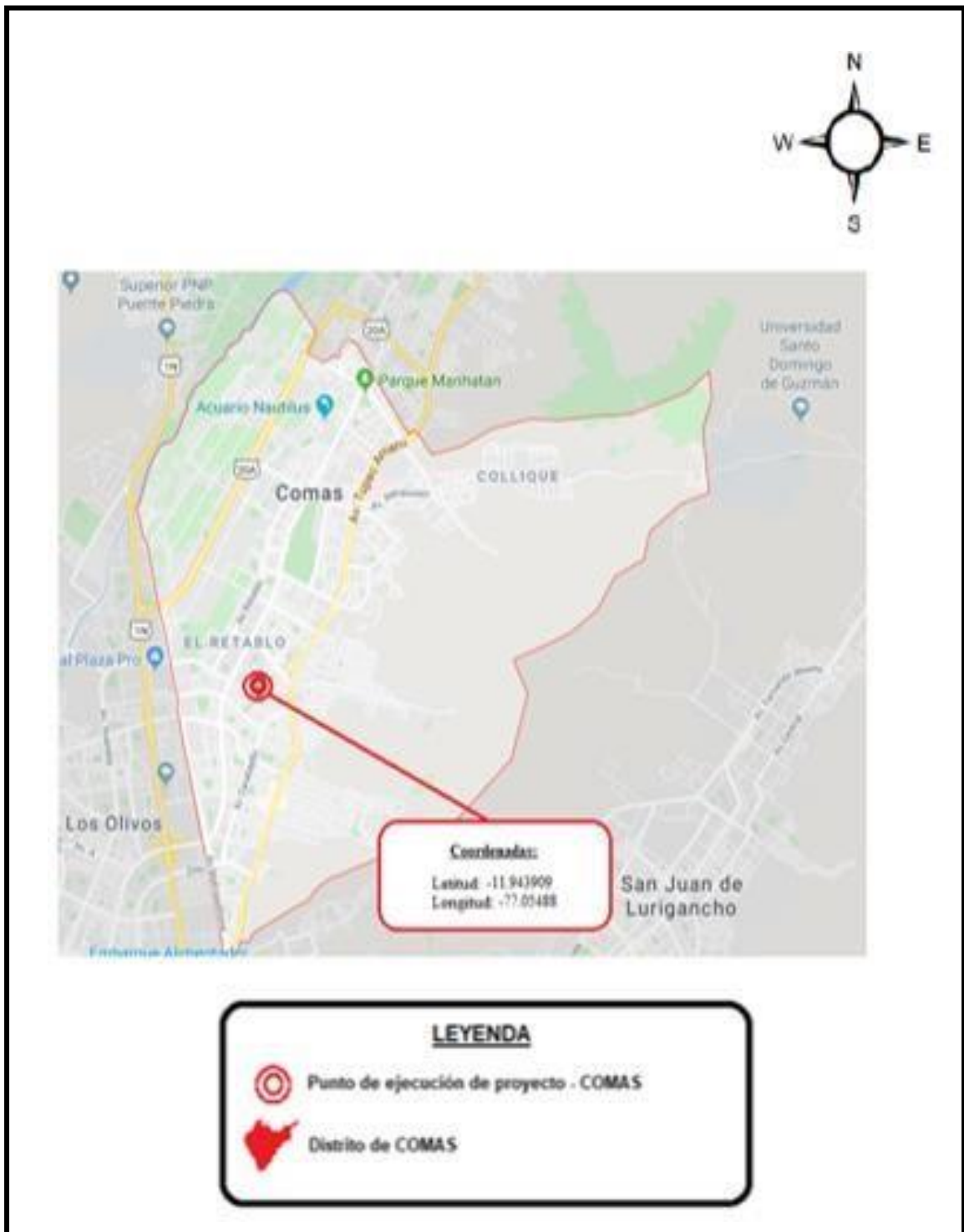
Los maceteros que contienen girasoles se dividirán en cantidades de 2, 4 y 8 respectivamente, mientras que los maceteros que contendrán *Bacillus subtilis* serán tratados con 2 ml., 4 ml. y 8 ml. De concentrado respectivamente. La muestra se extrajo de cultivos de cacao proveniente del distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba, región Piura (Figura N° 02) y el desarrollo de la investigación se dio en la Urbanización Santa Luzmila, distrito de Comas, región Lima (Figura N° 03).



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 02: Mapa de punto de toma de muestra de suelo contaminado con cadmio**





Fuente: Elaboración propia

Figura N° 03: Mapa del punto de ejecución del proyecto de investigación

### **2.3.3. Muestreo**

El muestreo de la presente investigación es al azar y de tipo simple puesto que, para el seguimiento del progreso de los tratamientos, se realizarán muestras de suelo de 1 kg. cada dos semanas hasta finalizar el estudio.

### **2.3.4. Unidad de análisis**

La unidad de análisis para la presente investigación fue el suelo con alto contenido de cadmio (Cd), se mandó a analizar al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Asimismo, se mandó a analizar el agua a utilizar durante las semanas de tratamiento para saber su contenido de cadmio (Cd) y que no pudiese influir directamente en el aumento o disminución del resultado final.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica**

Se empleó la técnica observacional. Se realizó el muestreo por macetero cada dos semanas durante un mes en las 6 parcelas de diferentes tratamientos, a fin de monitorear el progreso de los mismos y poder producir resultados representativos y válidos al finalizar el estudio. No se realizaron tratamientos diferentes más de los señalados en el procedimiento.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Para la presente investigación se necesitaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- a) Ficha de análisis de suelo y plantas: En esta ficha se detalla el contenido de cadmio presente a lo largo de las semanas de tratamiento que brinda el laboratorio.
- b) Ficha de parámetros ambientales: En esta ficha se detalla la T° del ambiente, humedad relativa de frecuencia diaria hasta el término de la investigación.
- c) Ficha de crecimiento de plantas de girasol: En esta ficha se detallan datos de altura de la planta, diámetro de la flor y tamaño de las hojas, expresado en centímetros, medidos con dos semanas de distancia.

### **2.4.3. Validez**

La validez del presente estudio se realizó bajo la supervisión de 3 Ingenieros afines con el tema, los cuales evaluaron los instrumentos y se procedió al promedio de los mismos.

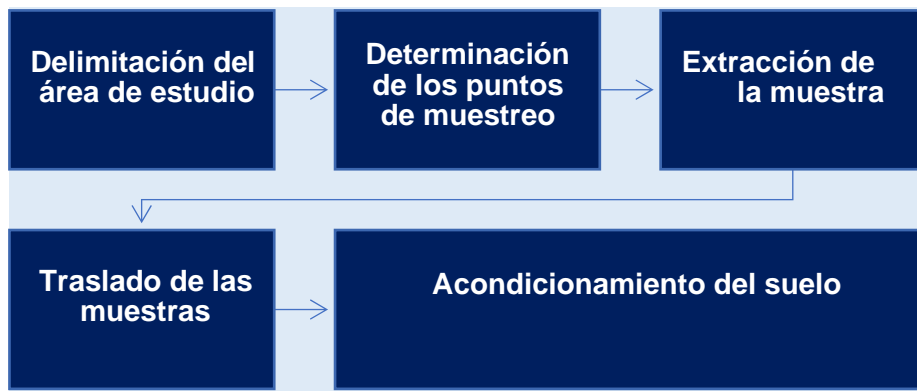
- a) Ficha de análisis de suelo y plantas: La presente ficha tiene una validez de 95.17% de promedio.
- b) Ficha de parámetros ambientales: La presente ficha tiene una validez de 95% de promedio.
- c) Ficha de crecimiento de plantas de girasol: La presente ficha tiene una validez de 94.83% de promedio.

### **2.5. Procedimiento**

Para la presente investigación se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Procedimiento de obtención de suelo con alto nivel de cadmio (Cd)

Para la toma de muestra, se delimito el área de estudio, ubicando el punto de muestreo, la obtención de la muestra representativa, el traslado de la muestra, y el acondicionamiento del suelo para la aplicación de la investigación (Figura N° 04).

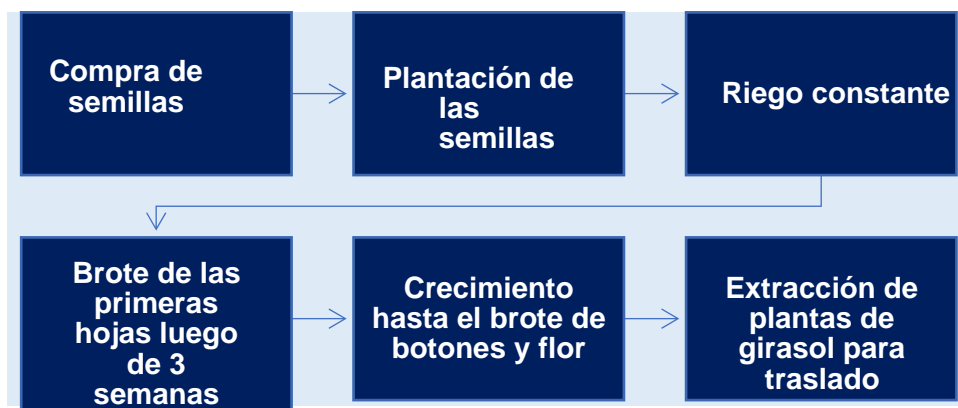


Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 04: Procedimiento de obtención de suelo con cadmio (Cd)**

b) Procedimiento de producción de girasoles (*Helianthus annuus*)

En la figura se detalla el procedimiento de producción de girasoles que tuvo como inicio se compraron las semillas de girasol, se realizó el plantado de las semillas, los cuidados de la planta, después de las 3 primeras semanas de vida se observó el brote de las primeras hojas de la planta, se continuo con los cuidados hasta el brote de la flor para luego ser extraída y trasladada (Figura N°05).

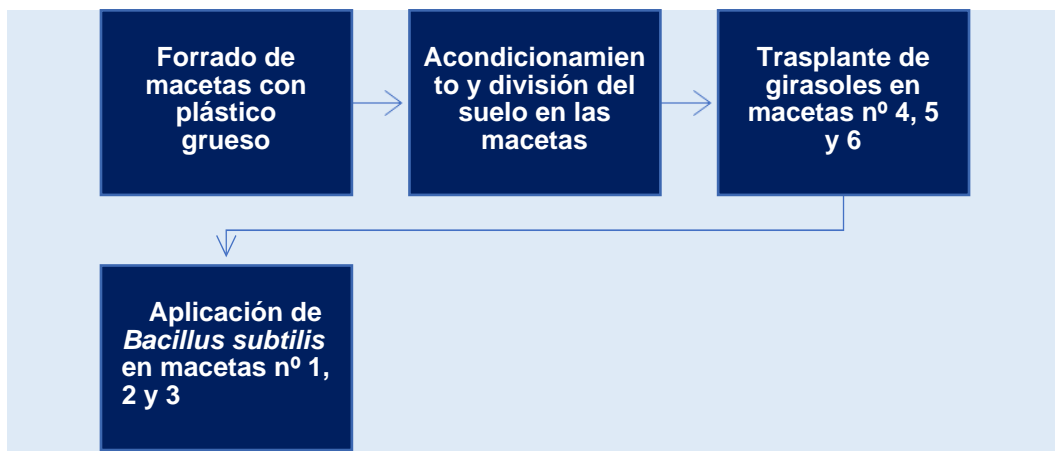


Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 05: Procedimiento de producción de girasoles (*Helianthus annuus*)**

c) Procedimiento de acondicionamiento de suelo para tratamiento

Para el acondicionamiento del suelo, como primer paso se realizó el forrado de las macetas con plástico grueso, acondicionando las divisiones para el control de las 6 muestras de suelo, luego se realizaron la aplicación de los 2 tratamientos, en las macetas 4,5 y 6, se trasplantaron los girasoles y en las macetas 1,2 y 3 se aplicó el *Bacillus subtilis* (Figura N° 06).

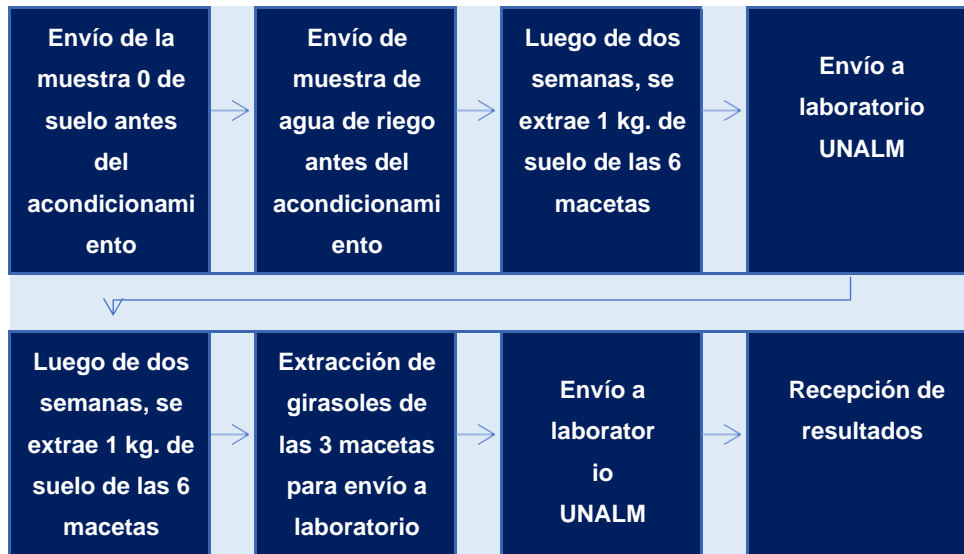


Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 06: Procedimiento de acondicionamiento de suelo para tratamiento**

d) Procedimiento de toma de muestras

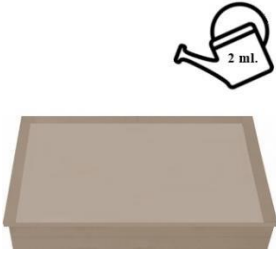
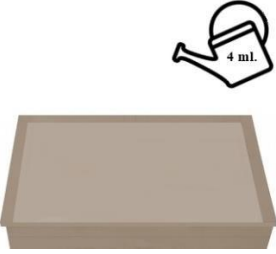
Antes de iniciar la investigación se envió una muestra de suelo para analizar al laboratorio, así mismo se envió el agua con la cual se realizó el riego del suelo contaminado por Cadmio, cada 2 semanas se enviaron muestras de cada maceta a laboratorio para analizar la efectividad de los diferentes tratamientos, esta investigación duro 1 mes (Figura N° 07).

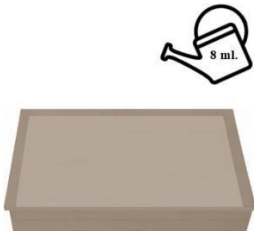
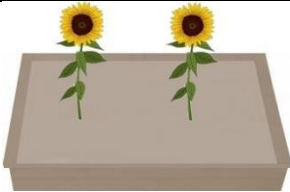




Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 07: Procedimiento de toma de muestras**

e) Aplicación de tratamientos con *Bacillus subtilis* y girasoles (*Helianthus annuus*) A continuación, se detalla los tratamientos utilizados en el presente estudio en las diferentes parcelas objetos de análisis (Figura N° 08):

TRATAMIENTO	DOSIS DE CADA TRATAMIENTO
	Parcela N° 01: Aplicación de 2 ml. De concentrado de <i>Bacillus subtilis</i>
	Parcela N° 02: Aplicación de 4 ml. De concentrado de <i>Bacillus subtilis</i>

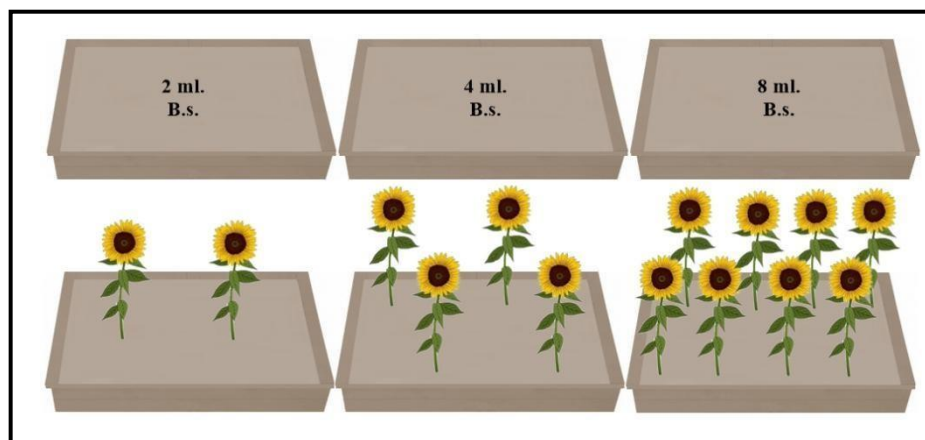
TRATAMIENTO	DOSIS DE CADA TRATAMIENTO
	Parcela N° 03: Aplicación de 8 ml. De concentrado de <i>Bacillus subtilis</i>
	Parcela N° 04: Contenido de 2 girasoles ( <i>Helianthus annuus</i> )
	Parcela N° 05: Contenido de 4 girasoles ( <i>Helianthus annuus</i> )
	Parcela N° 06: Contenido de 8 girasoles ( <i>Helianthus annuus</i> )

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 08: Aplicación de tratamientos**

f) Distribución del boceto experimental

En la siguiente Figura se detalla la distribución de los tratamientos utilizados durante las semanas de análisis (Figura N° 09):



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 09: Distribución del boceto experimental**

## **2.6. Método de análisis de datos**

La presente investigación utiliza dos instrumentos de recolección de datos (Fichas 1, 2 y 3), de los que se obtendrán los resultados para el posterior procesamiento de los mismos en gabinete. Se utilizaron los siguientes programas:

- a) SPSS (Statistical Product and Service Solutions): Este programa estadístico nos permitió aplicar el análisis ANOVA, además de las pruebas de normalidad.
- b) Microsoft Word: Este programa permitió plasmar los resultados e interpretarlos a fin de conseguir la resolución de los objetivos planteados.
- c) Microsoft Excel: Este programa permitió transcribir los datos a través de los formatos ya estipulados, calcular los promedios y distintos gráficos que se necesiten.

## **2.7. Aspectos éticos**

En la presente investigación se consideró el consentimiento informado, en el cual los investigadores estuvieron de acuerdo en brindar sus resultados al resto,



reconociendo sus derechos y responsabilidades; la confidencialidad, en la cual se informó la seguridad y protección de su identidad como informantes valiosos de la investigación y la observación participante, en la cual los investigadores actuaron con prudencia y bajo la supervisión de su asesor, acopiando los datos obtenidos durante el proceso, asumiendo la responsabilidad ética para todas las consecuencias y efectos que se derivaron por la interacción de los diversos participantes de la investigación actual.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Estadística descriptiva

##### 3.1.1. Análisis descriptivo individual

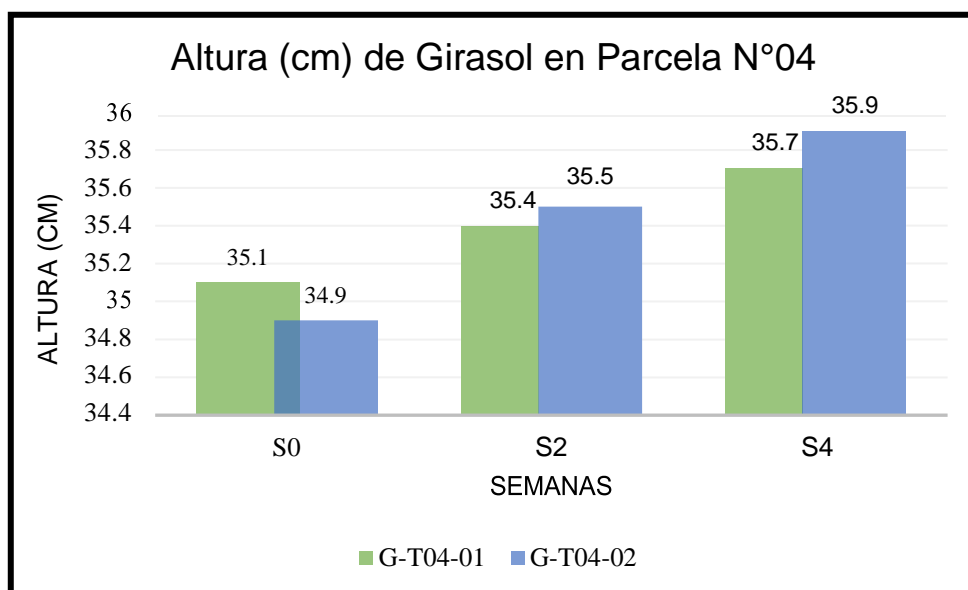
Se tuvo en consideración los análisis realizados a los tratamientos con *Bacillus subtilis* y *Helianthus annuus* (Girasol) a lo largo de 4 semanas, recabando datos *in-situ* mediante las fichas de campo y realizando análisis de laboratorio, se obtuvieron los siguientes datos:

##### 3.1.1.1. Mediciones de Parcela N° 04 con el tratamiento de *Helianthus annuus* (Girasol)

**Tabla N° 08: Registro de muestreo de altura (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 04**

CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T04-01	35.10	35.40	35.70
G-T04-02	34.90	35.50	35.90

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 10: Evolución de altura (cm) de girasol en Parcela N° 04**

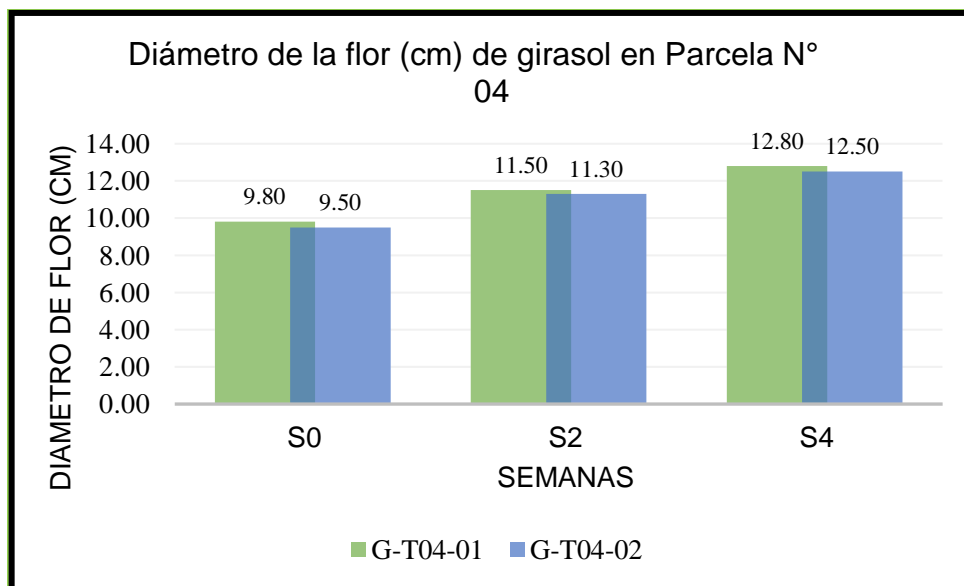
Interpretación:

En la tabla N° 08 se observan los datos de altura (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 04 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 10 que la tendencia de la altura a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T04-01 aumentó de 35.10 cm a 35.70 cm, mientras que la planta de girasol con código G-T04-02 aumentó de 34.90 cm a 35.90 cm, aumentando en promedio 0.80 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

**Tabla N° 09: Registro de muestreo de diámetro de la flor (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 04**

CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T04-01	9.80	11.50	12.80
G-T04-02	9.50	11.30	12.50

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 11: Evolución del diámetro de la flor (cm) de girasol en Parcela N° 04**

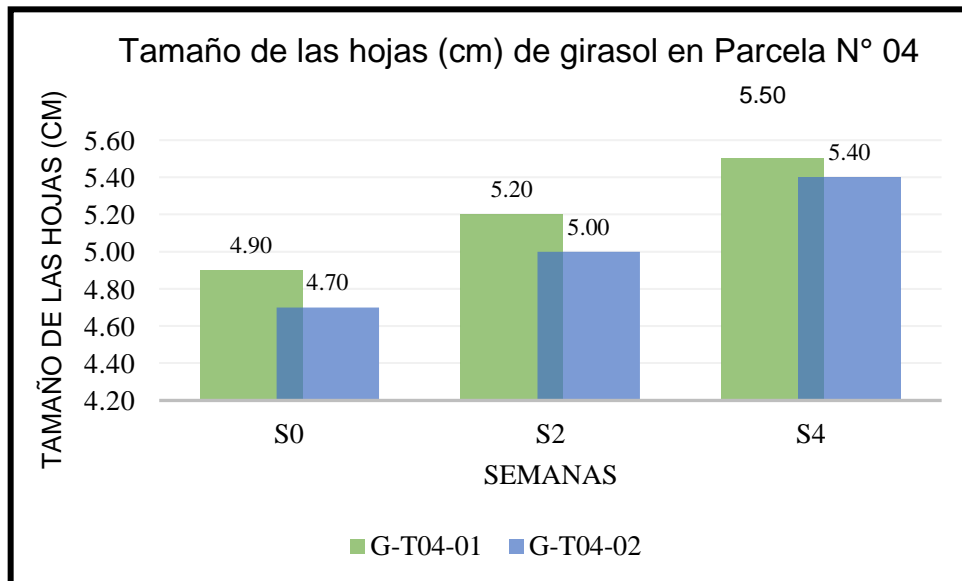
Interpretación:

En la tabla N° 09 se observan los datos de diámetro de la flor (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 04 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 11 que la tendencia del diámetro de la flor a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T04-01 aumentó de 9.80 cm a 12.80 cm, mientras que la planta de girasol con código G-T04-02 aumentó de 9.50 cm a 12.50 cm, aumentando en promedio 3.00 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

**Tabla N° 10: Registro de muestreo de tamaño de las hojas (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 04**

CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T04-01	4.90	5.20	5.50
G-T04-02	4.70	5.00	5.40

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 12: Evolución del tamaño de las hojas (cm) de girasol en Parcela N° 04**

Interpretación:

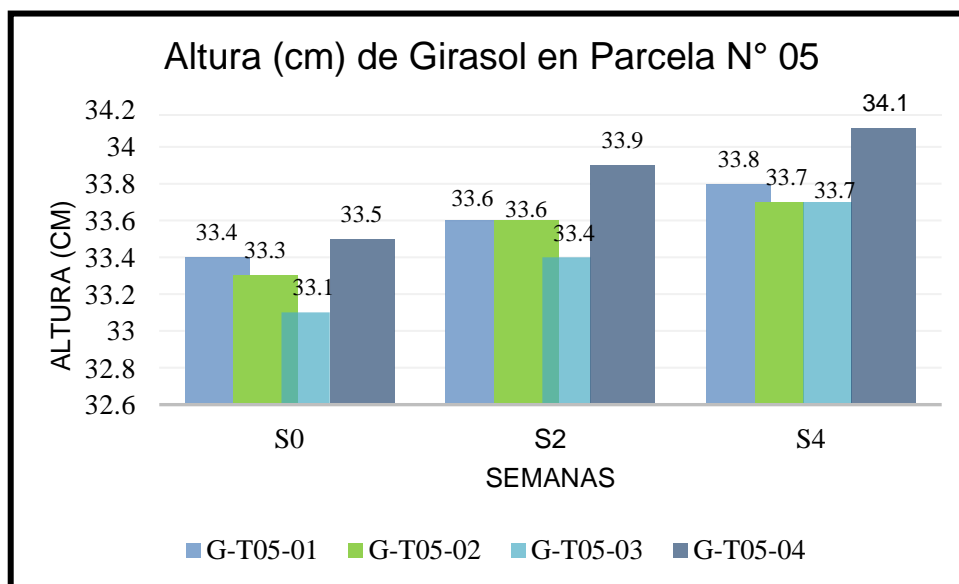
En la tabla N° 10 se observan los datos de las hojas (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 04 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 12 que la tendencia de las hojas a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T04-01 aumentó de 4.90 cm a 5.50 cm, mientras que la planta de girasol con código G-T04-02 aumentó de 4.70 cm a 5.40 cm, aumentando en promedio 0.6 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

**31.12 Mediciones de Parcela N° 05 con el tratamiento de *Helianthus annuus* (Girasol)**

**Tabla N° 11: Registro de muestreo de altura (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 05**

CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T05-01	33.40	33.60	33.80
G-T05-02	33.30	33.60	33.70
G-T05-03	33.10	33.40	33.70
G-T05-04	33.50	33.90	34.10

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 13: Evolución de altura (cm) de girasol en Parcela N° 05**

Interpretación:

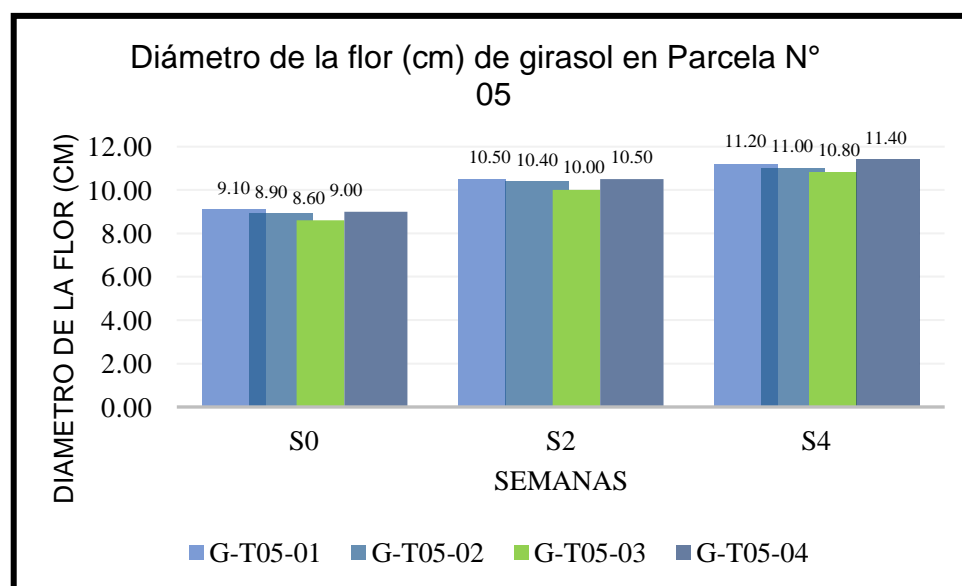
En la tabla N° 11 se observan los datos de altura (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 05 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 13 que la tendencia de la altura a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la

planta de girasol con código G-T05-01 aumentó de 33.40 cm a 33.80 cm, G-T05-02 aumentó de 33.30 cm a 33.70 cm, G-T05-03 aumentó de 33.10 cm a 33.70 cm y G-T05-04 aumentó de 33.50 cm a 34.10 cm, aumentando en promedio 0.50 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

**Tabla N° 12: Registro de muestreo de diámetro de la flor (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 05**

CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T05-01	9.10	10.50	11.20
G-T05-02	8.90	10.40	11.00
G-T05-03	8.60	10.00	10.80
G-T05-04	9.00	10.50	11.40

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 14: Evolución del diámetro de la flor (cm) de girasol en Parcela N° 05**

Interpretación:

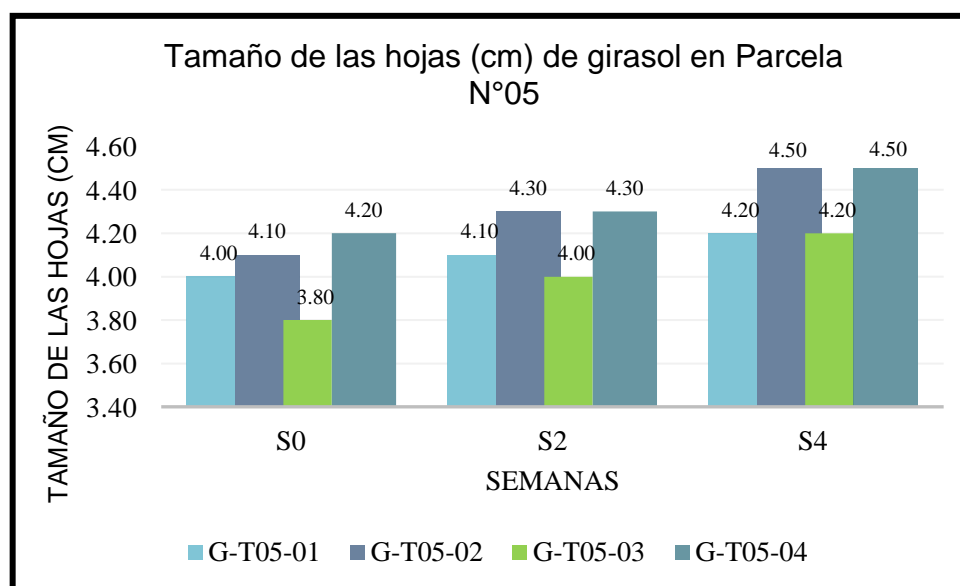
En la tabla N° 12 se observan los datos de diámetro de la flor (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 05 a lo largo de las 4 semanas

de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 14 que la tendencia del diámetro de la flor a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T05-01 aumentó de 9.10 cm a 11.20 cm, G-T05-02 aumentó de 8.90 cm a 11.00 cm, G-T05-03 aumentó de 8.60 cm a 10.80 cm y G-T05-04 aumentó de 9.00 cm a 11.40 cm, aumentando en promedio 2.20 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

**Tabla N° 13: Registro de muestreo de tamaño de las hojas (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 05**

CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T05-01	4.00	4.10	4.20
G-T05-02	4.10	4.30	4.50
G-T05-03	3.80	4.00	4.20
G-T05-04	4.20	4.30	4.50

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 15: Evolución del tamaño de las hojas (cm) de girasol en Parcela N° 05**

Interpretación:

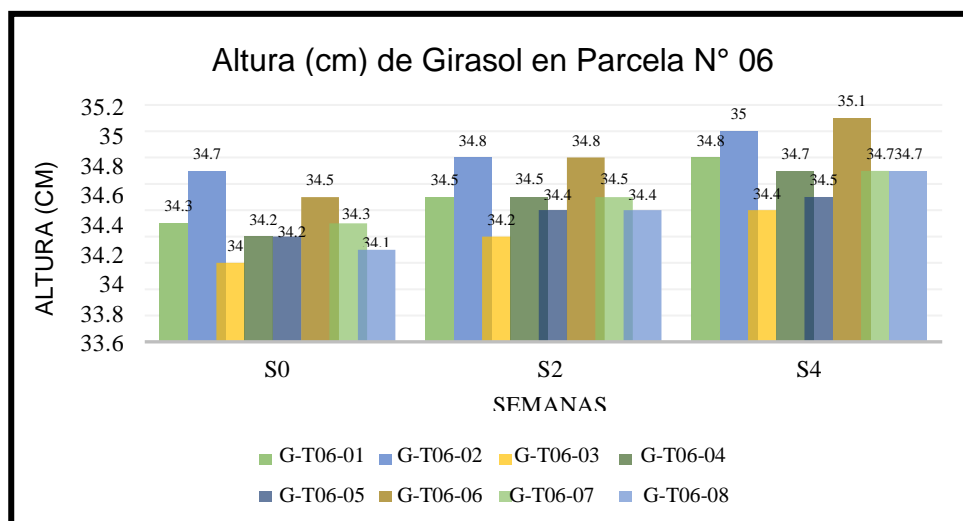
En la tabla N° 13 se observan los datos de las hojas (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 05 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 15 que la tendencia de las hojas a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T05-01 aumentó de 4.00 cm a 4.20 cm, G-T05-02 aumentó de 4.10 cm a 4.50 cm, G-T05-03 aumentó de 3.80 cm a 4.20 cm y G-T05-04 aumentó de 4.20 cm a 4.50 cm, aumentando en promedio 0.33 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

### 3.1.13. Mediciones de Parcela N° 06 con el tratamiento de *Helianthus annuus* (Girasol)

**Tabla N° 14: Registro de muestreo de altura (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 06**

CÓDIGO	S0	S2	S4	CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T06-01	34.30	34.50	34.80	G-T06-05	34.20	34.40	34.50
G-T06-02	34.70	34.80	35.00	G-T06-06	34.50	34.80	35.10
G-T06-03	34.00	34.20	34.40	G-T06-07	34.30	34.50	34.70
G-T06-04	34.20	34.50	34.70	G-T06-08	34.10	34.40	34.70

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 16: Evolución de altura (cm) de girasol en Parcela N° 06**



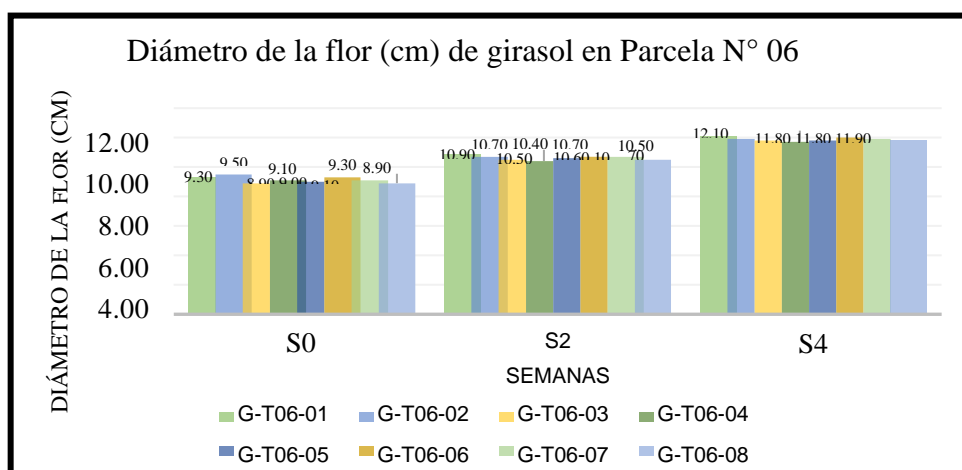
Interpretación:

En la tabla N° 14 se observan los datos de altura (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 06 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 16 que la tendencia de la altura a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T06-01 aumentó de 34.30 cm a 34.80 cm, G-T06-02 aumentó de 34.70 cm a 35.00 cm, G-T06-03 aumentó de 34.00 cm a 34.40, G-T06-04 aumentó de 34.20 cm a 34.70 cm, G-T06-05 aumentó de 34.20 cm a 34.50 cm, G-T06-06 aumentó de 34.50 cm a 35.10 cm, G-T06-07 aumentó de 34.30 cm a 34.70 cm y G-T06-08 aumentó de 34.10 cm a 34.70 cm, aumentando en promedio 0.45 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

**Tabla N° 15: Registro de muestreo de diámetro de la flor (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 06**

CÓDIGO	S0	S2	S4	CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T06-01	9.30	10.90	12.10	G-T06-05	9.00	10.60	11.80
G-T06-02	9.50	10.70	11.90	G-T06-06	9.30	10.70	12.00
G-T06-03	8.90	10.50	11.80	G-T06-07	9.10	10.70	11.90
G-T06-04	9.10	10.40	11.70	G-T06-08	8.90	10.50	11.80

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 17: Evolución del diámetro de la flor (cm) de girasol en Parcela N° 06**

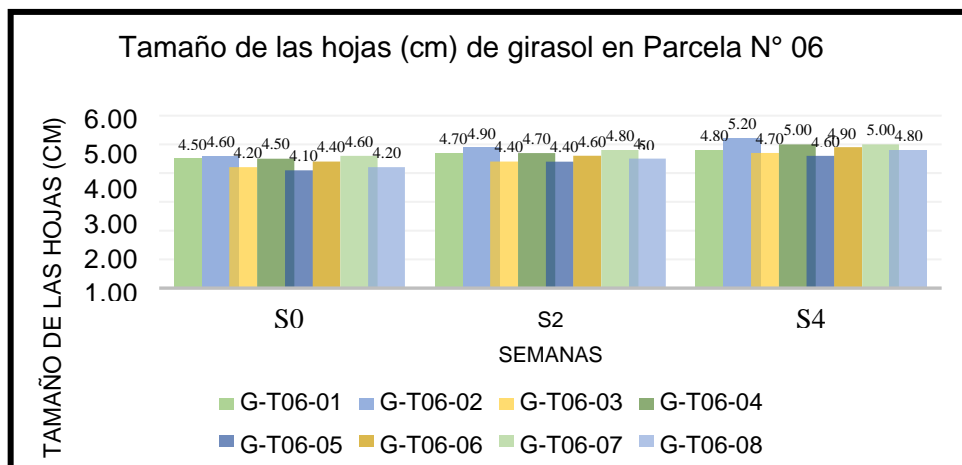
Interpretación:

En la tabla N° 15 se observan los datos de diámetro de la flor (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 06 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 17 que la tendencia del diámetro de la flor a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T06-01 aumentó de 9.30 cm a 12.10 cm, G-T06-02 aumentó de 9.50 cm a 11.90 cm, G-T06-03 aumentó de 8.90 cm a 11.80, G-T06-04 aumentó de 9.10 cm a 11.70 cm, G-T06-05 aumentó de 9.00 cm a 11.80 cm, G-T06-06 aumentó de 9.30 cm a 12.00 cm, G-T06-07 aumentó de 9.10 cm a 11.90 cm y G-T06-08 aumentó de 8.90 cm a 11.80 cm, aumentando en promedio 2.70 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

**Tabla N° 16: Registro de muestreo de tamaño de las hojas (cm) de *Helianthus annuus* (Girasol) en Parcela N° 06**

CÓDIGO	S0	S2	S4	CÓDIGO	S0	S2	S4
G-T06-01	4.50	4.70	4.80	G-T06-05	4.10	4.40	4.60
G-T06-02	4.60	4.90	5.20	G-T06-06	4.40	4.60	4.90
G-T06-03	4.20	4.40	4.70	G-T06-07	4.60	4.80	5.00
G-T06-04	4.50	4.70	5.00	G-T06-08	4.20	4.50	4.80

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 18: Evolución del tamaño de las hojas (cm) de girasol en Parcela N° 06**

Interpretación:

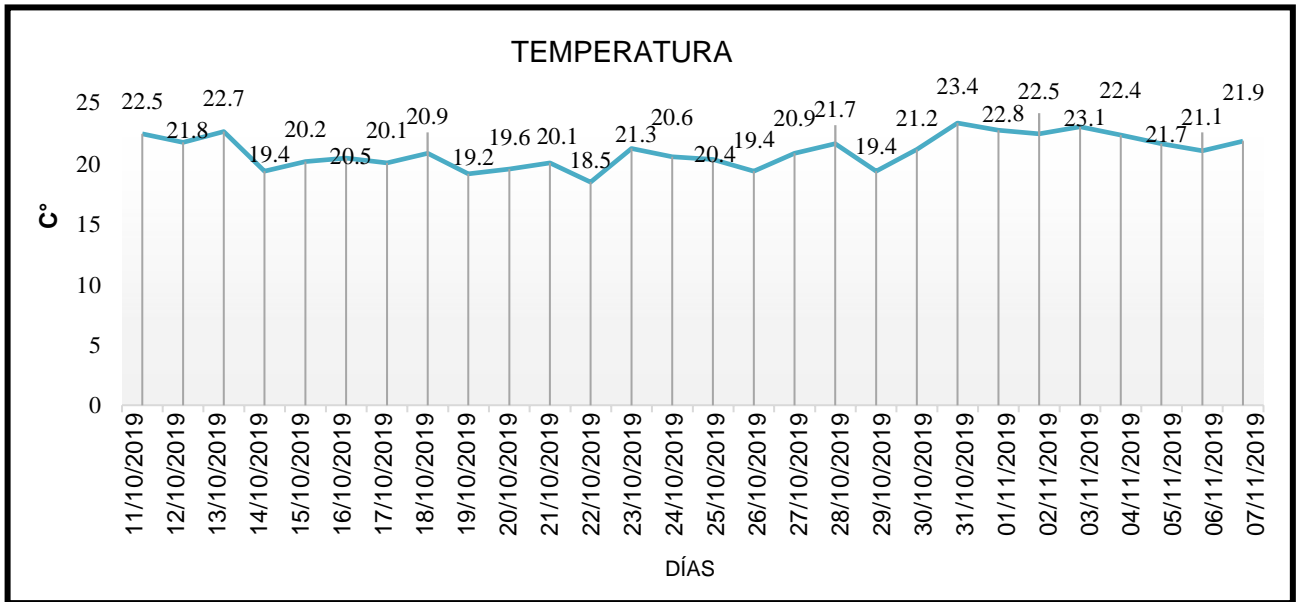
En la tabla N° 16 se observan los datos de las hojas (cm) de las plantas de girasol en la Parcela N° 06 a lo largo de las 4 semanas de tratamiento, apreciándose gracias a la figura N° 18 que la tendencia de las hojas a través de las semanas es ascendente, pudiéndose notar que para la planta de girasol con código G-T06-01 aumentó de 4.50 cm a 4.80 cm, G-T06-02 aumentó de 4.60 cm a 5.20 cm, G-T06-03 aumentó de 4.20 cm a 4.70, G-T06-04 aumentó de 4.50 cm a 5.00 cm, G-T06-05 aumentó de 4.10 cm a 4.60 cm, G-T06-06 aumentó de 4.40 cm a 4.90 cm, G-T06-07 aumentó de 4.60 cm a 5.00 cm y G-T06-08 aumentó de 4.20 cm a 4.80 cm, aumentando en promedio 0.49 cm debido a que todas se encuentran en etapa de crecimiento.

#### **31.14. Condiciones ambientales durante los tratamientos con *Bacillus subtilis* y *Helianthus annuus* (Girasol)**

**Tabla N° 17: Registro de temperatura durante los días de tratamiento**

DÍA	T° (C°)	DÍA	T° (C°)	DÍA	T° (C°)	DÍA	T° (C°)
11/10/2019	22.5	18/10/2019	20.9	25/10/2019	20.4	1/11/2019	22.8
12/10/2019	21.8	19/10/2019	19.2	26/10/2019	19.4	2/11/2019	22.5
13/10/2019	22.7	20/10/2019	19.6	27/10/2019	20.9	3/11/2019	23.1
14/10/2019	19.4	21/10/2019	20.1	28/10/2019	21.7	4/11/2019	22.4
15/10/2019	20.2	22/10/2019	18.5	29/10/2019	19.4	5/11/2019	21.7
16/10/2019	20.5	23/10/2019	21.3	30/10/2019	21.2	6/11/2019	21.1
17/10/2019	20.1	24/10/2019	20.6	31/10/2019	23.4	7/11/2019	21.9

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 19: Registro de temperatura durante los días de tratamiento**

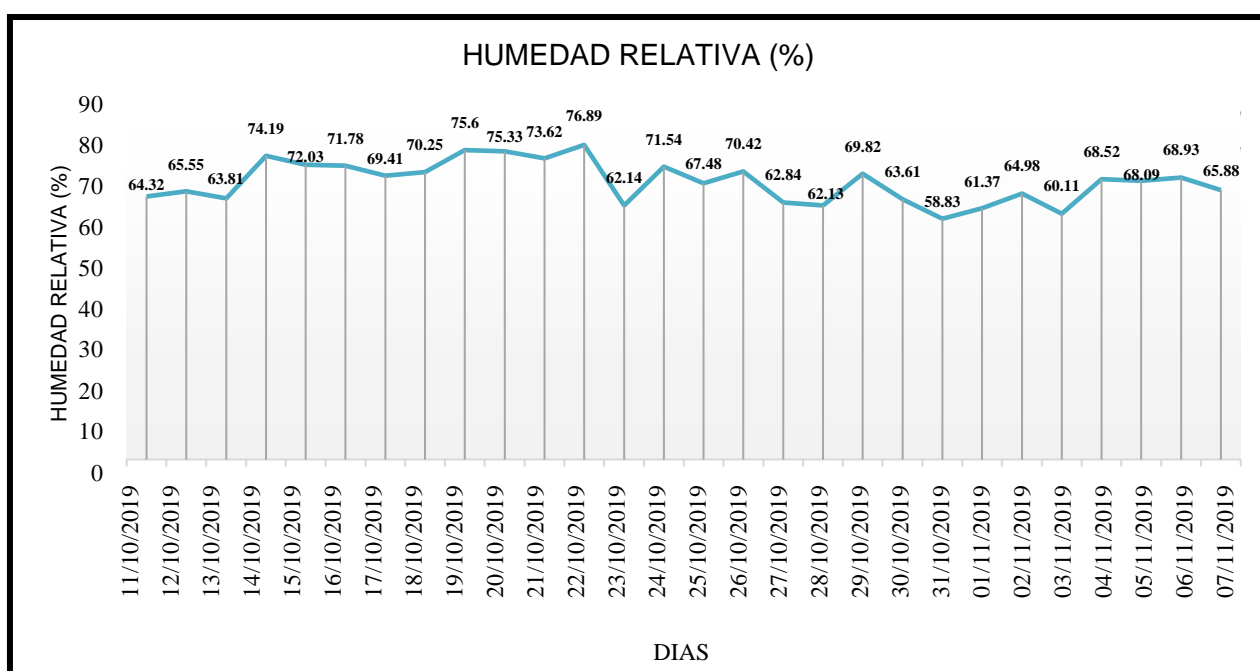
Interpretación:

En la tabla N° 17 se observan los datos de temperatura expresados en grados centígrados desde el día 11 de octubre al 7 de noviembre del presente año, apreciando en la Figura N° 19 que se tuvo como temperatura máxima de 23.4 C° el día 31 de octubre y registró una temperatura mínima de 18.5 C° el día 22 de octubre. Se obtuvo como promedio mensual 21.05 C°. Los datos de temperatura se obtuvieron con el medidor de Estrés Térmico marca EXTECH, el cual se alquiló para las respectivas mediciones.

**Tabla N° 18: Registro de Humedad relativa (HR%) durante los días de tratamiento**

DÍA	HR%	DÍA	HR%	DÍA	HR%	DÍA	HR%
11/10/2019	64.32	18/10/2019	70.25	25/10/2019	67.48	1/11/2019	61.37
12/10/2019	65.55	19/10/2019	75.60	26/10/2019	70.42	2/11/2019	64.98
13/10/2019	63.81	20/10/2019	75.33	27/10/2019	62.84	3/11/2019	60.11
14/10/2019	74.19	21/10/2019	73.62	28/10/2019	62.13	4/11/2019	68.52
15/10/2019	72.03	22/10/2019	76.89	29/10/2019	69.82	5/11/2019	68.09
16/10/2019	71.78	23/10/2019	62.14	30/10/2019	63.61	6/11/2019	68.93
17/10/2019	69.41	24/10/2019	71.54	31/10/2019	58.83	7/11/2019	65.88

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 20: Registro de humedad relativa (HR%) durante los días de tratamiento**

Interpretación:

En la tabla N° 18 se observan los datos de Humedad relativa expresados en porcentaje (%) desde el día 11 de octubre al 7 de noviembre del presente año, apreciando en la Figura N° 20 que se tuvo como humedad relativa máxima de 76.89% el día 22 de octubre y registró como humedad relativa mínima de 58.83% el día 31 de octubre.

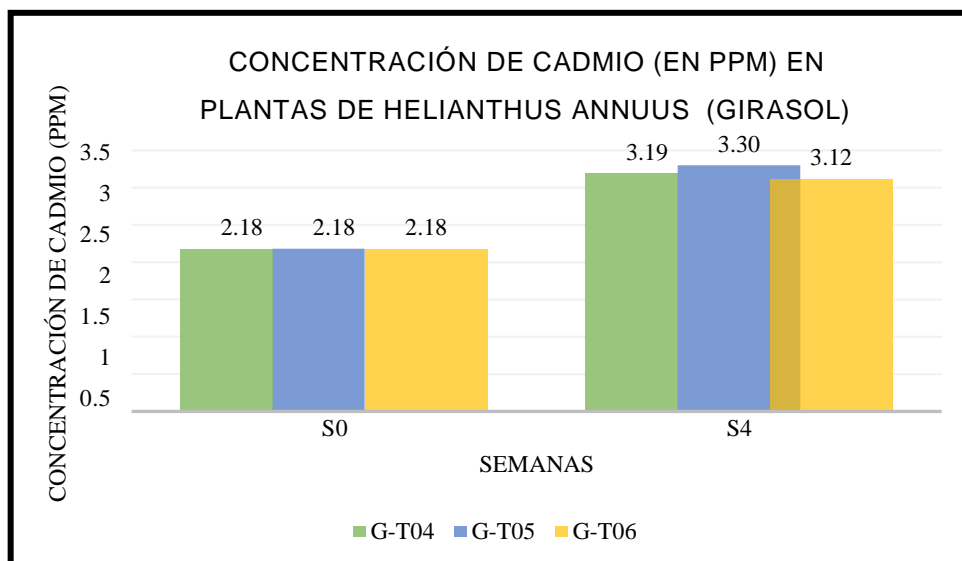
Se obtuvo como promedio mensual 67.84% Los datos de humedad relativa (%) se obtuvieron con el medidor de Estrés Térmico marca EXTECH, el cual se alquiló para las respectivas mediciones.

### 31.15. Concentración de Cadmio (Cd) en las plantas de *Helianthus annuus* (Girasol)

Tabla N° 19: Registro de concentración de Cadmio (en ppm) en las plantas de *Helianthus annuus* (Girasol)

SEMANA		S0	S4
PLANTAS DE GIRASOL	G-T04	2.18	3.19
	G-T05	2.18	3.30
	G-T06	2.18	3.12

Fuente: LASPAF UNALM - Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21: Concentración de Cadmio (en ppm) en plantas de *Helianthus annuus* (Girasol)

Interpretación:

En la tabla N° 19 se observan los datos de concentración de cadmio en las plantas de girasol expresados en ppm durante la semana inicial y

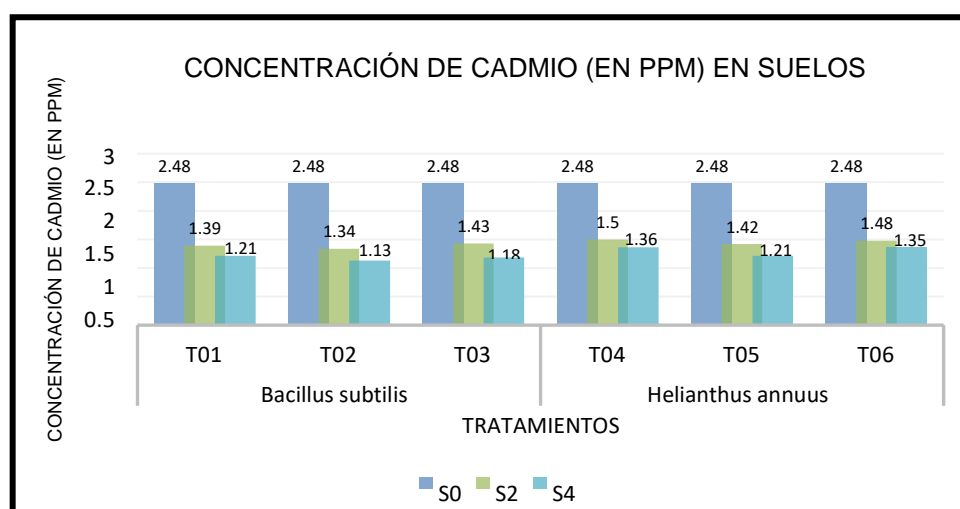
final, apreciando en la Figura N° 21 que se tuvo como concentración de cadmio en la planta de girasol G-T04 inicial 2.18 ppm y final 3.19 ppm, en G-T05 inicial 2.18 ppm y final 3.3 ppm y en G-T06 inicial 2.18 y final 3.12, pudiéndose notar que la planta G-T05 absorbió la mayor cantidad de cadmio durante las 4 semanas de tratamiento. Estos datos se obtuvieron gracias al Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### 31.1.6. Concentración de Cadmio (Cd) en suelos por tratamientos

Tabla N° 20: Registro de concentración de Cadmio (en ppm) en suelos

SEMANA		S0	S2	S4
<b>BACILLUS SUBTILIS</b>	<b>T01</b>	2.48	1.39	1.21
	<b>T02</b>	2.48	1.34	1.13
	<b>T03</b>	2.48	1.43	1.18
<b>HELIANTHUS ANNUUS (GIRASOL)</b>	<b>T04</b>	2.48	1.5	1.36
	<b>T05</b>	2.48	1.42	1.21
	<b>T06</b>	2.48	1.48	1.35

Fuente: LASPAF UNALM - Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22: Concentración de Cadmio (en ppm) en suelos

Interpretación:

En la tabla N° 20 se observan los datos de concentración de cadmio en el suelo de las diferentes parcelas expresados en ppm durante la semana inicial (S0), intermedia (S2) y final (S4), apreciando en la Figura N° 22 que se tuvo como concentración de cadmio en la parcela T01 inició con 2.48 ppm disminuyendo hasta 1.21 ppm, T02 inició con 2.48 ppm disminuyendo hasta 1.13 ppm, T03 inició con 2.48 ppm disminuyendo hasta 1.18 ppm, T04 inició con 2.48 ppm disminuyendo hasta 1.36 ppm, T05 inició con 2.48 ppm disminuyendo hasta 1.21 ppm y T06 inició con 2.48 ppm disminuyendo hasta 1.35 ppm. Estos datos se obtuvieron gracias al Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

A continuación, se muestran los datos obtenidos gracias al programa IBM SPSS Statistics 25 – SPSS, que permitió procesar los datos con los diferentes tipos de análisis estadísticos:

**Tabla N° 21: Resumen de procesamiento de casos**

TRATAMIENTO	SEMANA	CASOS					
		VÁLIDO		PERDIDOS		TOTAL	
		N	PORCENTAJE	N	PORCENTAJE	N	PORCENTAJE
<b>BACILLUS SUBTILIS</b>	S0	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	S2	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	S4	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
<b>HELIANTHUS ANNUUS (GIRASOL)</b>	S0	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	S2	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	S4	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia



**Tabla N° 22: Estadístico descriptivo**

TRATAMIENTO	SEMANA		ESTADÍSTICO	DESV. ERROR	
<i>Bacillus subtilis</i>	S0	Media	24,800	,00000	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	24,800	
			Límite superior	24,800	
		Media recortada al 5%	24,800		
		Mediana	24,800		
		Varianza	,000		
		Desv. Desviación	,00000		
		Mínimo	2,48		
		Máximo	2,48		
		Rango	,00		
		Rango intercuartil	,00		
		Asimetría	.	.	
		Curtosis	.	.	
		S2	Media	13,867	,02603
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	12,747	
			Límite superior	14,987	
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		13,900		
	Varianza		,002		
	Desv. Desviación		,04509		
	Mínimo		1,34		
	Máximo		1,43		
	Rango		,09		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		-,331	1,225	
	Curtosis		.	.	
	S4		Media	11,400	,02082
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,504	
			Límite superior	12,296	
		Media recortada al 5%	.		
		Mediana	11,300		
		Varianza	,001		
		Desv. Desviación	,03606		
		Mínimo	1,11		
		Máximo	1,18		
		Rango	,07		
Rango intercuartil		.			
Asimetría		1,152	1,225		
Curtosis		.	.		

TRATAMIENTO	SEMANA		ESTADÍSTICO	DESV. ERROR	
<i>Helianthus annuus</i> (Girasol)	S0	Media	24,800	,00000	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	24,800	
			Límite superior	24,800	
		Media recortada al 5%	24,800		
		Mediana	24,800		
		Varianza	,000		
		Desv. Desviación	,00000		
		Mínimo	2,48		
		Máximo	2,48		
		Rango	,00		
		Rango intercuartil	,00		
		Asimetría	.	.	
		Curtosis	.	.	
	S2	Media	14,667	,02404	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,632	
			Límite superior	15,701	
		Media recortada al 5%	.		
		Mediana	14,800		
		Varianza	,002		
		Desv. Desviación	,04163		
		Mínimo	1,42		
		Máximo	1,50		
		Rango	,08		
		Rango intercuartil	.		
		Asimetría	-1,293	1,225	
		Curtosis	.	.	
	S4	Media	13,067	,04842	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,983	
			Límite superior	15,150	
		Media recortada al 5%	.		
		Mediana	13,500		
		Varianza	,007		
		Desv. Desviación	,08386		
		Mínimo	1,21		
		Máximo	1,36		
		Rango	,15		
Rango intercuartil		.			
Asimetría		-1,704	1,225		
Curtosis		.	.		

Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia

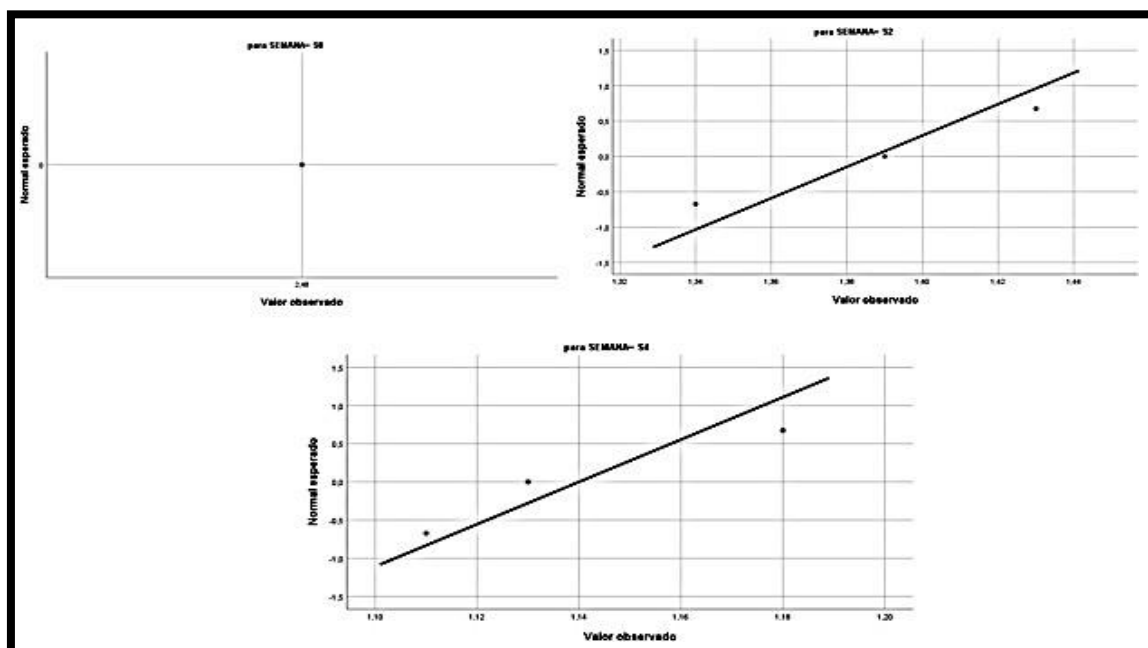
Según “Contraste de normalidad” (s.f., párr. 3), en caso de que la muestra sea máxima de 50 datos, se podrá contrastar la normalidad utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, la cual calcula la media y la varianza muestral, ordenando las observaciones de menor a mayor. Si la significancia es mayor a 0,05, significa que los datos incluidos dentro del muestreo pertenecen a una distribución normal, tal como se aprecia en la Tabla N° 23 y las Figuras N° 23 y N° 24.

**Tabla N° 23: Prueba de normalidad**

TRATAMIENTO	SEMANA	KOLMOGOROV-SMIRNOV <sup>a</sup>			SHAPIRO-WILK		
		ESTADÍSTICO	GL	SIG.	ESTADÍSTICO	GL	SIG.
<i>Bacillus subtilis</i>	S0	.	3	.	.	3	.
	S2	,196	3	.	,996	3	,878
	S4	,276	3	.	,942	3	,537
<i>Helianthus annuus</i> (Girasol)	S0	.	3	.	.	3	.
	S2	,292	3	.	,923	3	,463
	S4	,364	3	.	,800	3	,114

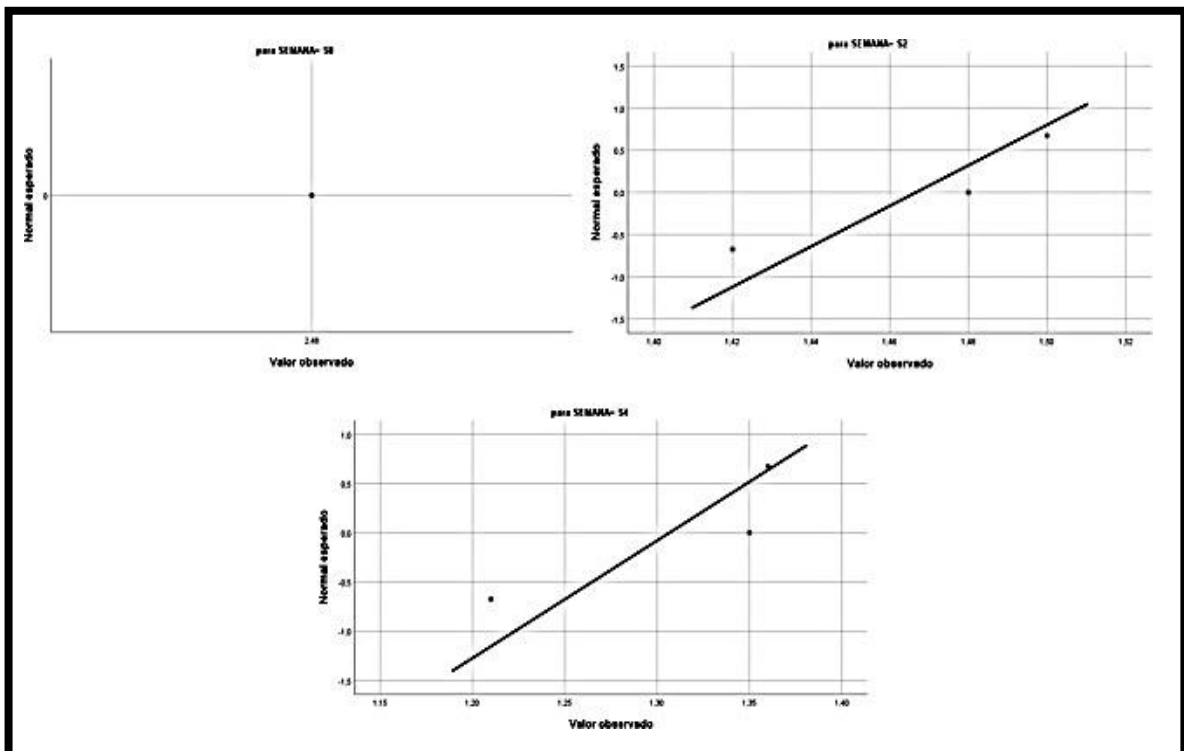
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia



Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia

**Figura N° 23: Prueba de normalidad por semana para *Bacillus subtilis***



Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia

**Figura N° 24: Prueba de normalidad por semana para *Helianthus annuus* (Girasol)**

A continuación, se muestran la prueba de homogeneidad de varianzas y prueba ANOVA, con 95% de confianza. Se puede ver en la Tabla N° 24 que el estadístico de Levene toma un valor que es lo suficientemente pequeño para no rechazar la hipótesis de igualdad de dispersión o también llamada homocedasticidad, eso quiere decir que los valores de los datos que se tomaron como muestra mantienen una tendencia constante. De igual forma, en la Tabla N° 25 que muestra los resultados del ANOVA, el valor F es distinto de 1 para cualquier nivel de significación, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Asimismo, se muestra en la Figura N° 25 y Figura N° 26 la tendencia de concentración de Cadmio (Cd) en suelo para *Bacillus subtilis* y *Helianthus annuus* (Girasol).

**Tabla N° 24: Prueba de homogeneidad de varianzas**

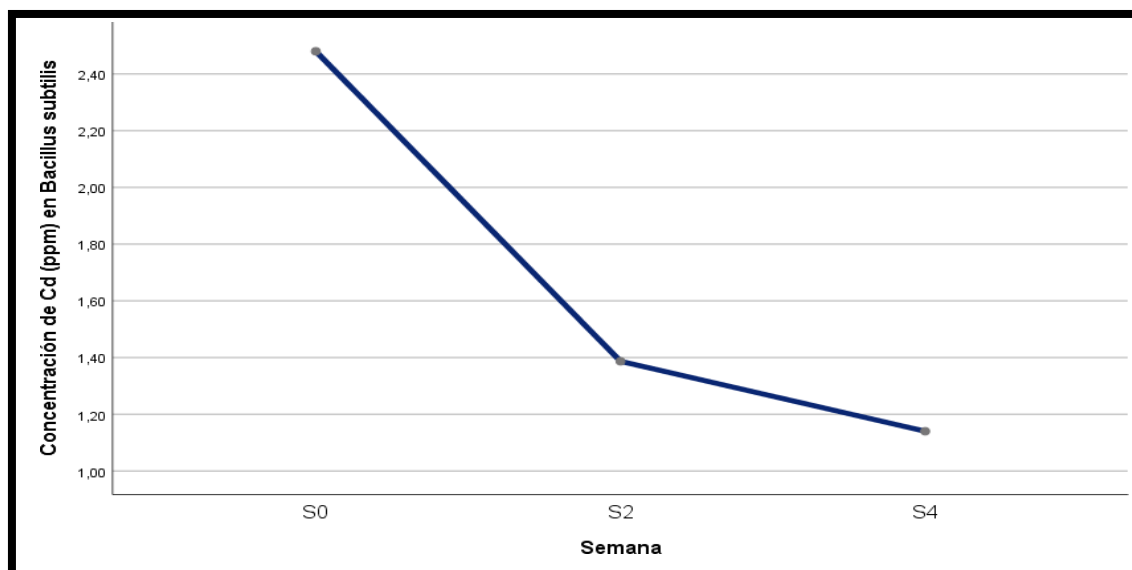
TRATAMIENTO	ESTADÍSTICO DE LEVENE		GL1	GL2	SIG.
<i>Bacillus subtilis</i>	Se basa en la media	3,127	2	6	,117
	Se basa en la mediana	1,675	2	6	,264
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,675	2	3,990	,296
	Se basa en la media recortada	3,026	2	6	,123
<i>Helianthus annuus</i> (Girasol)	Se basa en la media	8,614	2	6	,017
	Se basa en la mediana	,801	2	6	,492
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,801	2	2,598	,536
	Se basa en la media recortada	7,168	2	6	,026

Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia

**Tabla N° 25: Prueba ANOVA**

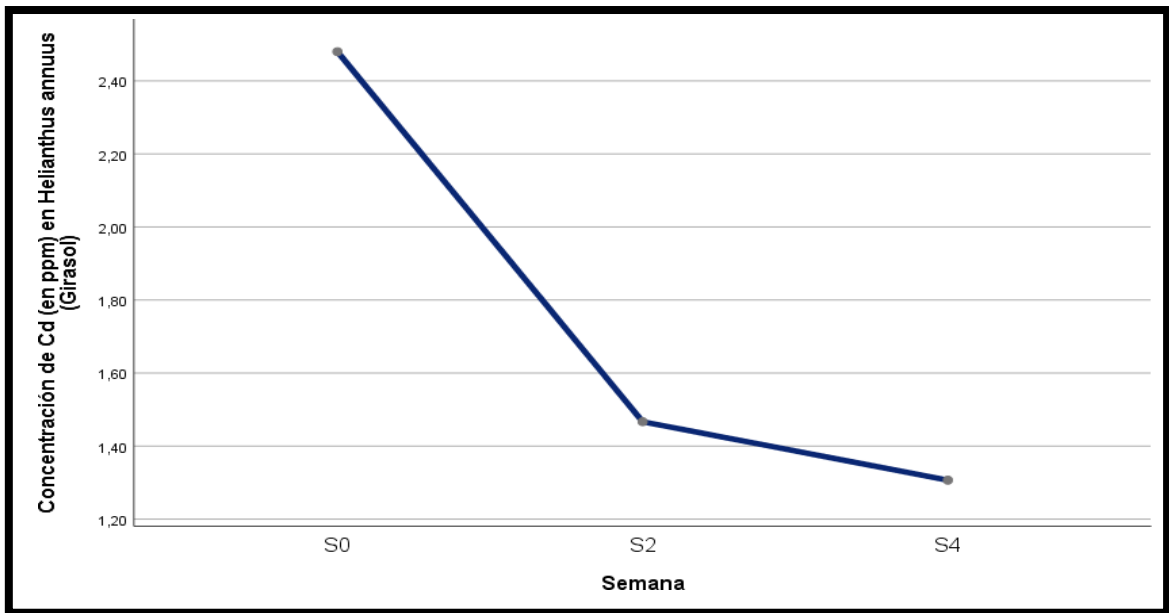
TRATAMIENTO	SUMA DE CUADRADOS		GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	SIG.
<i>Bacillus subtilis</i>	Entre grupos	3,052	2	1,526	1,373,320	,000
	Dentro de grupos	,007	6	,001		
	Total	3,058	8			
<i>Helianthus annuus</i> (Girasol)	Entre grupos	2,429	2	1,215	415,635	,000
	Dentro de grupos	,018	6	,003		
	Total	2,447	8			

Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia



Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia

**Figura N° 25: Concentración de Cadmio (Cd) en *Bacillus subtilis***



Fuente: IBM SPSS Statistics 25 – Elaboración propia

**Figura N° 26: Concentración de Cadmio (Cd) en Helianthus annuus (Girasol)**

#### IV. DISCUSIÓN

En esta investigación se evaluó el nivel de eficiencia de la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* y fitoacumulación utilizando *Helianthus annuus* en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019.

De acuerdo a lo que se detalló en los antecedentes de este trabajo, *Bacillus subtilis* y *Helianthus annuus*, juegan un papel importante para el tratamiento de suelos contaminados con cadmio, con el fin de indagar la eficiencia y aplicar los métodos en situaciones no controladas, evaluando la reducción del nivel de cadmio en suelos.

Cornejo (2015, p. 88) planteó biotransformar el cadmio a través de la acción metabólica de las bacterias desarrolladas en el suelo en biopelículas en biorreactores, para relacionar el impacto ambiental que produce el metal en suelos de Tingo María. Se demostró que las especies *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus subtilis* fueron las de mejor rendimiento, soportando los niveles máximos de exposición de cadmio, aproximadamente en un 78.5% en un biorreactor.

El presente trabajo aplicó por primera vez la bacteria *Bacillus subtilis* al tratamiento para la reducción de cadmio en un ambiente de condiciones no controladas, demostrando su efectividad no solo a nivel de laboratorio y bajo ciertos parámetros como lo demostró Cornejo, obteniendo un resultado con mayor eficiencia de reducción de cadmio a un 54,44%.

García (2009, p. 34), menciona que el girasol al ser un vegetal con alto nivel para acumular y tolerar metales pesados, por lo que se las expuso a 0, 500 y 1000 ppm de plomo con tres repeticiones. Al finalizar la investigación se pudo demostrar que los girasoles con

el tratamiento de 1000 ppm de plomo acumularon más que las de otros tratamientos.

Luego de aplicar en nuestra investigación, el trasplante de girasoles a 3 muestras de suelo contaminado, el crecimiento del *Helianthus annuus* (Girasol) no se vio afectado por las condiciones climáticas que se presentaron durante los tratamientos, demostrando así su capacidad de rápida adaptación, lo que nos demuestra que la eficiencia de la fitoacumulación para el cadmio con el girasol fue de 51.21%.

Suaña (2017, p. 64) desarrolló durante un año, para la que se aprovechó la capacidad de algunas plantas (como el girasol) para acumular contaminantes, Para la ejecución del estudio se utilizó 20 maceteros, 10 en interior y 10 en exterior y se obtuvieron los siguientes resultados: la concentración de cadmio en el suelo interior fue de 24.36 mg/kg, la concentración de cadmio en el suelo exterior fue de 21.76 mg/kg.

En nuestra investigación se utilizaron 3 maceteros codificados en T04, T05 y T06, para el tratamiento con *Helianthus annuus* (Girasol), demostrando que la parcela T05 en fitoacumular del cadmio tiene mayor eficiencia, tanto en la semana 2 como en la semana 4, obteniendo una reducción de cadmio de 1.21 ppm, demostrando la reducción del contaminante, al igual que Suaña.



## V. CONCLUSIONES

Se determinó que la eficiencia entre la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* y la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019 fue de un 54.44% para la biotransformación por el cadmio con *Bacillus subtilis* y un 51.21% para la fitoacumulación del cadmio con girasol (*Helianthus annuus*). La variación existente entre las eficiencias de los tratamientos con *Bacillus subtilis* y *Helianthus annuus* (girasol) fue de 3.23% a favor del primer tratamiento. Los mejores resultados se obtuvieron en la parcela T02 tratada con *Bacillus subtilis* (1.13 ppm de concentración de cadmio) y en la parcela T05 tratada con *Helianthus annuus* (girasol) (1.21 ppm de concentración de cadmio).

Se determinó que la eficiencia de la biotransformación utilizando *Bacillus subtilis* al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), 2019 fue de 54.44%. Las parcelas T01, T02 y T03 tratadas con la bacteria en mención, demostraron la tendencia de la parcela T02 en biotransformar el valor inicial del cadmio (2.48 ppm) con mayor eficiencia, tanto en la semana 2 con 1.34 ppm, como en la semana 4 con 1.13 ppm, mientras que la parcela T01 mostraron mediana biotransformación durante la semana 2 con 1,39 ppm de cadmio y menor biotransformación durante la semana 4 con 1,21 ppm de cadmio, y la parcela T03 mostraron poca biotransformación con 1,43 ppm de cadmio durante la semana 2 pero mediana biotransformación durante la semana 4 con 1,18 ppm de cadmio.

Se determinó que la eficiencia de la fitoacumulación utilizando girasol (*Helianthus annuus*) al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019, fue de 51.21%. Las parcelas T04, T05 y T06 tratadas con *Helianthus annuus* (Girasol),

demonstraron la tendencia de la parcela T05 en fitoacumular el valor inicial del cadmio (2.48 ppm) con mayor eficiencia, tanto en la semana 2 con 1.42 ppm, como en la semana 4 con 1.21 ppm, mientras que la parcela T06 mostró mediana pero constante fitoacumulación en la semana 2 con 1,48 ppm de cadmio y en la semana 4 con 1,35 ppm de cadmio, y la parcela T04 mostró menor fitoacumulación en la semana 2 con 1,50 ppm de cadmio y en la semana 4 con 1,36 ppm de cadmio.

Se determinó que la relación entre la concentración de Cadmio (Cd) y la adaptación de las plantas de girasol (*Helianthus annuus*) durante el tratamiento, Comas, 2019 fue inversamente proporcional, debido a que mientras mayor cantidad de cadmio absorbía la planta de girasol, menor era el crecimiento de las distintas partes de la misma. Se pudo apreciar que en la parcela T05 que fue la que mejor resultado obtuvo en cuanto a la absorción de cadmio (resultado final de 1.21 ppm), demostró tener menor crecimiento en los tres aspectos analizados de la planta, con los siguientes promedios: crecimiento de altura de 0,5 cm., crecimiento de diámetro de flor de 2,2 cm. y crecimiento de tamaño de hojas de 0,33 cm. La parcela T06 (resultado final de 1.35 ppm) obtuvo los siguientes promedios: crecimiento de altura de 0.45 cm., crecimiento de diámetro de flor de 2.7 cm. y crecimiento de tamaño de hojas de 0.49 cm. La parcela T04 (resultado final de 1.36 ppm) obtuvo los siguientes promedios: crecimiento de altura de 0.8 cm., crecimiento de diámetro de flor de 3.0 cm. y crecimiento de tamaño de hojas de 0.6 cm.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda prolongar la duración de los tratamientos tanto con *Bacillus subtilis* como con *Helianthus annuus* (Girasol), a fin de conocer si llegan a un punto de saturación o transformación con respecto a la reducción de cadmio en los suelos.

Se recomienda aplicar ambas técnicas en conjunto con el desarrollo de otros cultivos, a fin de conocer si existe alguna alteración en el comportamiento de ambos tratamientos y/o afectación a los cultivos ya existentes.

Se recomienda utilizar ambas técnicas juntas para verificar si existe mayor porcentaje de reducción de cadmio presente en los suelos, monitoreando su progreso semana a semana a fin de tener mayor detalle de su accionar.

Se recomienda mandar a analizar la parte radicular, tallo y flor por separado de las plantas de *Helianthus annuus* (Girasol) para poder conocer qué porcentaje del total absorbido fue por las tres diferentes partes, pudiendo utilizar otras técnicas en base a esa información para aumentar la reducción con la planta.

Se recomienda utilizar ambas técnicas en diferentes zonas del país, a fin de demostrar si existe relación con lo obtenido en el presente estudio, teniendo en cuenta factores como la temperatura y humedad relativa del ambiente, esto garantizaría su aplicación no solo bajo determinados parámetros, sino que permitiría expandir su uso en diferentes partes del globo.

Se recomienda utilizar otras especies vegetales con características hiperacumuladoras de metales tales como el

girasol, comparando su efectividad frente a los tratamientos aplicados en el presente estudio.

Se recomienda utilizar ambas técnicas para la disminución de otros metales altamente tóxicos que suelen afectar la calidad del suelo y el desarrollo de las especies que viven en él.

## REFERENCIAS

- AUTORIDAD Nacional del Agua (ANA). Segundo monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la Cuenca Piura. Piura: Ministerio de Agricultura y Riego, 2018. 22 pp.
- BAENA Paz, Guillermina. Metodología de la Investigación – Serie Integral por competencias. 1º ed. México, D.F.: Grupo Editorial Patria, 2014. 157 pp.  
ISBN: 9786077440031
- BELTRÁN Villavicencio, Margarita. Fitoextracción en suelos contaminados con cadmio y zinc usando especies vegetales comestibles. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, 2001. 175 pp.
- BIOQUÍMICA básica + StudentConsult en español: Base molecular de los procesos fisiológicos por Emilio Herrera Castellón [et al]. Barcelona: Elsevier España, 2014. 609 pp.  
ISBN: 9788490223888
- CADMIUM toxicity in mulberry plants with special reference to the nutritional quality of leaves por W.S.P.M Prince [et al]. [s.l.]: Journal of Plant Nutrition, 2002. 700 pp.
- CANADIAN Council of Ministers of the Environment. Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health: Cadmium. Manitoba: Canadian environmental quality guidelines, 1999. 9 pp.
- CHÁVEZ Rodríguez, Luciana. Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014. 114 pp.
- CONTRASTE de normalidad [en línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, s.f. [fecha de consulta: 26 de noviembre de 2019]. Disponible en: [ub.edu/aplica\\_infor/spss/cap5-6.htm](http://ub.edu/aplica_infor/spss/cap5-6.htm)
- CORNEJO Naranjo, Sabrina. Biotransformación de cadmio por medio de bacterias de suelo en biorreactores Air Lift. Tingo

- María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2015. 120 pp.
- DAMODARAN, Srinivasan y PARKIN, Kirk L. Química de Alimentos de Fennema. 5<sup>o</sup> ed. Santana: Artmed Editora LTDA, 2018. 1120 pp.  
ISBN: 9788582715468
  - FOOD Agriculture Organization (FAO). Ecología y enseñanza rural: Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas [en línea]. Estados Unidos: Estudio FAO Montes 131, s.f. [fecha de consulta: 10 de noviembre de 2019] Disponible en: <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>
  - GARCÍA Lucas, Encarnación. Estrategias para la recuperación de suelos degradados en ambientes semiáridos: Adición de dosis elevadas de residuos orgánicos de origen urbano y su implicación en la fijación de carbono. Murcia: Universidad de Murcia, 2013. 363 pp.
  - GARCÍA Zare, Liz Michielle. Capacidad remediadora y bioacumuladora de los órganos de *Helianthus annuus L.* "girasol" cuando son sometidas a diferentes concentraciones de plomo. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2009. 52 pp.  
ISSN: 1665-7330
  - GUERRERO García, Andrés. Cultivos herbáceos extensivos. 6<sup>o</sup> ed. Madrid: Mundi- Prensa Libros, 1999. 831 pp.  
ISBN: 9788471147974
  - GUÍA para la formulación y ejecución de proyectos de investigación por Rossana Barragán [et al]. 3<sup>o</sup> ed. La Paz: Fundación PIEB, 2003. 360 pp.  
ISBN: 9990568553
  - GUTIERREZ Moreno, Susana Mónica. Estudio de la bioadsorción de Cadmio y Plomo con biomasa de *Serratia marcescens* M8a-2T, a nivel de laboratorio. Lima: Universidad

Nacional Mayor de San Marcos, 2015. 99 pp.

- LIN, Jinxing, JIANG, Wusheng y LIU, Donghua. Accumulation of copper by roots, hypocotyls, cotyledons and leaves of sunflower (*Helianthus annuus L.*). [s.l.]: Bioresource Technology, 2003. 155 pp.  
ISSN: 0960-8524
- MIJARES Mastretta, Anna Pia. Aislamiento y caracterización de bacterias con capacidad para inmovilizar Cadmio. Puebla: Universidad de Las Américas, 2003. 97 pp.
- MINISTERIO del Ambiente. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Lima: Diario El Peruano, 2013. 5 pp.
- PAPUICO Huayta, Karito Zulma. Técnica de Fitorremediación en la extracción de metales pesados con la planta yaluzai (*Senecio rudbeckiaefolius*) en la relavera de Quiulacocha del distrito de Simón Bolívar de Rancas. Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018. 106 pp.
- PÉREZ García, Perla Esmeralda y AZCONA Cruz, María Isabel. Los efectos del cadmio en la salud. México: Revista de Especialidades Médicas Quirúrgicas, 2012. 205 pp.
- REVOREDO Marquina, Andrea Gisella. Efecto del tratamiento con 3 cepas de estreptomicetos en la acumulación de cadmio en plantas de *Theobroma cacao L.* Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2018. 95 pp.
- SACRISTÁN Moraga, Daniel. Evaluación de la toxicidad y de la bioacumulación del Cu en un cultivo acumulador (*Lactuca sativa L.*) y otro no-acumulador (*Solanum lycopersicum L.*) en suelos agrícolas mediterráneos representativos, como base para la propuesta de estrategias de gestión. Valencia: Universitat de València, 2015. 202 pp.
- SECRETARIA de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, que

establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. México: Diario Oficial, 2007. 62 pp.

- SIFUENTES Vásquez, Enith Magaly. Producción de inóculo de *Pleurotus ostreatus* para uso en biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014. 75 pp.
- SILVER, Simon. y PUNG, Le T. A bacterial view of the periodic table: genes and proteins for toxic inorganic ions. Chicago: J Ind Microbiol Biotechnol, 2005. 605 pp.
- SUAÑA Quispe, Maria Elena. Capacidad del girasol (*Helianthus annuus L.*) para absorber cadmio en suelos contaminados en ambiente controlado – Puno. Puno: Universidad Nacional del altiplano, 2017. 79 pp.
- VULLO, Diana L. Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente. [s.l.]: Revista Química Viva, 2003. 6 pp.



# **ANEXOS**

## ANEXO N° 04: ANÁLISIS DE CADMIO EN SUELO DE LA SEMANA 0



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : TANIA LABAN PEREZ/ HELLEN JARA JAVIER  
PROCEDENCIA : PIURA/ HUANCABAMBA/ CANCHAQUE  
REFERENCIA : H.R. 70193  
BOLETA : 3569  
FECHA : 11/10/2019

Número Muestra		Cd ppm
Lab	Claves	
4291	MC-01	2.48

 Ing. Brulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: LASPAF UNALM

## ANEXO N° 05: ANÁLISIS DE CADMIO EN SUELO DE LA SEMANA 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : TANIA LABAN PEREZ  
PROCEDENCIA : PIURA/ HUANCABAMBA/ CANCHAQUE  
REFERENCIA : H.R. 70625  
BOLETA : 3682  
FECHA : 08/11/2019

Lab	Número Muestra		Cd ppm
	Claves		
4856	T1		1.39
4857	T2		1.34
4858	T3		1.43
4859	T4		1.50
4860	T5		1.42
4861	T6		1.48

  
Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: LASPAF UNALM

## ANEXO Nº 06: ANÁLISIS DE CADMIO EN SUELO DE LA SEMANA 4



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : HELLEN JARA JAVIER  
PROCEDENCIA : PIURA/ HUANCABAMBA/ CANCHAQUE  
REFERENCIA : H.R. 70795  
BOLETA : 3739  
FECHA : 25/11/2019

Lab	Número Muestra		Cd ppm
	Claves		
5235	T1		1.21
5236	T2		1.13
5237	T3		1.18
5238	T4		1.36
5239	T5		1.21
5240	T6		1.35

 Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: LASPAF UNALM

**ANEXO N° 07: ANÁLISIS DE CADMIO EN PLANTA DE GIRASOL DE LA SEMANA 0**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR**

SOLICITANTE : TANIA LABAN PÉREZ  
PROCEDENCIA : PIURA/ HUANCABAMBA/ CANCHAQUE  
MUESTRA : PLANTA DE GIRASOL  
REFERENCIA : H.R. 70626  
BOLETA : 3682  
FECHA : 11/11/2019

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Cd ppm
4717	-	2.18



*Braulio La Torre Martínez*  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
Celular: 946 - 505 - 254  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: LASPAF UNALM

# ANEXO N° 08: ANÁLISIS DE CADMIO EN PLANTA DE GIRASOL DE LA SEMANA 4



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : HELLEN JARA JAVIER  
PROCEDENCIA : PIURA/ HUANCABAMBA/ CANCHAQUE  
MUESTRA : PLANTA DE GIRASOL  
REFERENCIA : H.R. 70796  
BOLETA : 3739  
FECHA : 26/11/2019

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Cd ppm
5032	GT4	3.19
5033	GT5	3.30
5034	GT6	3.12

  
Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio



Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
Celular: 946-505-254  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: LASPAF UNALM

# ANEXO N° 09: ANÁLISIS DE CADMIO EN AGUA DE RIEGO PARA TRATAMIENTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN AGUA

SOLICITANTE : TANIA LABAN PÉREZ/ HELLEN JARA JAVIER  
PROCEDENCIA : LIMA  
REFERENCIA : H.R. 70194  
BOLETA : 3569  
FECHA : 10/10/19

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Dureza total ppm	Cd ppm
4292		7.15	0.65	256.85	0.011

  
Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
Celular: 946 - 505 - 254  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: LASPAF UNALM

## ANEXO Nº 10: ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LOS SUELOS DEL TRATAMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : TANIA LABAN PEREZ  
PROCEDENCIA : PIURA/ HUANCABAMBA/ CANCHAQUE  
REFERENCIA : H.R. 70624  
BOLETA : 3682  
FECHA : 08/11/2019

Número Muestra		M.O %
Lab	Claves	
4855	T0	5.11

  
Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: LASPAF UNALM



# ANEXO N° 11: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE ESTRÉS TÉRMICO

<b>INMETRO</b> Instrumentación y Gestión en Metrología		ISO/IEC 17025
<b>Área de Metrología</b> <i>Laboratorio de Temperatura</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> NÚMERO LTI-00488-2018
		Expediente: N° 02166-IM-2018 Página 1 de 2
Fecha de recepción:	3 de diciembre de 2018	<p><i>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</i></p> <p><i>Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.</i></p> <p><i>El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.</i></p> <p><i>INMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</i></p> <p><i>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.</i></p> <p><i>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</i></p>
Objeto de Calibración:	MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO	
Marca / Fabricante:	EXTECH	
Modelo:	HT30	
N° Serie / Identificación:	9610609 / No indica	
Procedencia:	China	
Ubicación:	No indica	
Alcance de indicación:	0 °C a 50 °C; 32 °F a 122 °F ( Función Temperatura del Aire TA ) 0 °C a 80 °C; 32 °F a 176 °F ( Función Temperatura del Globo TG ) 0% HR a 100% HR ( Función Higrómetro )	
División mínima:	0.1 °C/°F; 1% HR	
Solicitante:	<b>GRUPO SSOMA PERU S.A.C.</b>	
Dirección:	<b>MZA. L LOTE. 8 URB. LOS LIBERTADORES - LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>	
Fecha de calibración:	4 de diciembre de 2018	
Lugar de calibración:	Laboratorio de Temperatura - Área de Metrología Jr. Antisuyo 280, Urb. Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima.	
Metodo de calibración:	Comparación directa con patrones de temperatura y humedad certificadas, comparación realizada en un medio temperatura y humedad controlada.	
<b>Condiciones ambientales:</b>		
Temperatura inicial:	21,2 °C	Humedad relativa inicial: 65,9 %
Temperatura final:	21,6 °C	Humedad relativa final: 66,0 %
Sello	Fecha de emisión	Aprobado por:
	5 de diciembre de 2018	 Ing. Américo Pajuel Curasma Gerencia del Servicio de Metrología
<p>ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE DIFUNDIRSE COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES, LOS EXTRACTOS O MODIFICACIONES REQUIEREN LA AUTORIZACIÓN DE INMETRO.</p> <p>Jr. ANTISUYO Nro. 280 - ZARATE - S.J.L. - Lima 36, Teléfono: (511) - 4596856 / Nextel: 2*1068 / RPM: #969997005 / Celular: 996363358 Web: www.inmetrosac.com / e-mail: calibraciones@inmetrosac.com / ventas@inmetrosac.com / inmetro.sac@gmail.com</p>		

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO LTI-00488-2018

Expediente: N° 02166-IM-2018

Página 2 de 2

Patrones de referencia

Patrón utilizado	Número de certificado / informe	Trazabilidad de referencia
Termohigrómetro Digital	LH-209-2018	INACAL - DM

Resultados de medición

Medición de Temperatura del Aire (TA)

Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	T.C.V. (°C)	Incertidumbre (°C)	Error Máximo Permitido (°C)
20,00	0,3	20,3	0,53	± 2,00
25,00	0,76	25,76	0,53	± 2,00
30,00	0,24	30,24	0,53	± 2,00

La temperatura convencionalmente verdadera (T.C.V.) es el resultado de la relación:

T.C.V. : Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del termómetro + Corrección

Para el termómetro - Temperatura del globo (TG)

Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	T.C.V. (°C)	Incertidumbre (°C)	Error Máximo Permitido (°C)
20,00	0,43	20,43	0,53	± 2,00
25,00	0,36	25,36	0,53	± 2,00
30,00	0,48	30,48	0,53	± 2,00

T.C.V. : Temperatura Convencionalmente Verdadera

T.C.V. = Indicación del termómetro + Corrección

Para el higrómetro

Indicación del Higrómetro (% HR)	Corrección (% HR)	HR.C.V. (% HR)	Incertidumbre (% HR)	Error Máximo Permitido (% HR)
40,00	0,06	40,06	4,18	± 3,00
60,00	-0,15	59,85	4,57	± 3,00
85,00	-1,50	83,50	4,87	± 3,00

HR.C.V. : Humedad Relativa Convencionalmente Verdadera

HR.C.V. = Indicación del higrómetro + Corrección

Observaciones

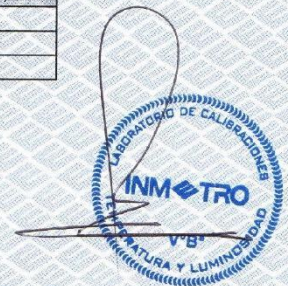
Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

El tiempo de estabilización no fue menor a 30 minutos.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE DIFUNDIDO COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES, LOS EXTRACTOS O MODIFICACIONES REQUIEREN LA AUTORIZACIÓN DE INMETRO.

Jr. ANTISUYO Nro. 280 - ZARATE - S.J.L. - Lima 36, Teléfono: (511) - 4596856 / Nextel: 2\*1068 / RPM: #969997005 / Celular: 995363358  
Web: [www.inmetrosac.com](http://www.inmetrosac.com) / e-mail: [calibraciones@inmetrosac.com](mailto:calibraciones@inmetrosac.com) / [ventas@inmetrosac.com](mailto:ventas@inmetrosac.com) / [inmetro.sac@gmail.com](mailto:inmetro.sac@gmail.com)

Fuente: INMETRO

**ANEXO Nº 12: FICHA Nº 01 – ANÁLISIS DE SUELO Y PLANTAS**

FICHA Nº 01: ANÁLISIS DE SUELO Y PLANTAS					
SEMANA					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	LATITUD:	FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO:			
	LONGITUD:	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS:			
RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Peso de muestra (Kg.)	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)					
RESULTADO DE ANÁLISIS DE PLANTAS					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Cantidad	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)					

-----  
**EDIZABETH APOLONIA**  
 JAVIER LLASHAG  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP Nº 178498

-----  
**LIZETH MATILDE**  
 BUSTAMANTE VARGAS  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP Nº 191891

-----  
**RODRIGO GABRIEL NESTOR**  
 CASTAÑEDA LINGAN  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP Nº 131527

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N° 13: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 01” – 1ER EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Javier Lashag, Edizbeth Apolonia
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Grupo SOMA Perú S.A.C - Gerente Administrativo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 01 - Análisis de suelo y plantas
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Jara, Javier, Hellen, Judith, Laban, Pérez, Tania, Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	Esta 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	La estrategia responde 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

SI
—

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

94.0 %

Lima, 9 de octubre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO JAVIER LASHAG  
EDIZBETH APOLONIA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 DNI No. 40301729 Telf. 011 5737373  
Reg. CIP N° 178498

## ANEXO N° 14: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 01” – 2DO EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: BUSTAMANTE VARGAS LIZETH  
 1.2. Cargo e institución donde labora: ESPECIALISTA AMBIENTAL - KPL  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 01 - Análisis de suelo y plantas  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Jara, Javier, Huellen, Judith, Labaña, Pérez, Tania, Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. 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 VALORACIÓN :

96.0%

Lima, 27 Noviembre del 201 9

LIZETH MATILDE  
BUSTAMANTE VARGAS  
INGENIERA AMBIENTAL  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 48884604 Telf.: 910.115.701

## ANEXO N° 15: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 01” – 3ER EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Castañeda Limgan, Rodrigo Gabriel Nestor  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Municipalidad de San Isidro - Técnico Valorización R.S.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 01 - Análisis de Suelo y plantas  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sara Sawyer Hellen Sudith / Lebañ Pérez Tania Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	Esta 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	La estrategia responde 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

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95.5 %

Lima, 27 Noviembre del 2019

RODRIGO GABRIEL NESTOR  
 CASTAÑEDA LINGAN  
 INGENIERO AMBIENTAL

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 91021732 Telf.: ~

**ANEXO N° 16: FICHA N° 02 – PARÁMETROS AMBIENTALES**

FICHA N° 02: PARÁMETROS AMBIENTALES							
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>		LATITUD:					
		LONGITUD:					
<b>EQUIPO DE MEDICIÓN:</b>		Estrés térmico					
<b>MARCA:</b>		EXTECH					
<b>NÚMERO DE SERIE:</b>							
<b>ESTADO:</b>		Calibrado					
SEMANA	N°	DÍA	TEMPERATURA (C°)	HUMEDAD RELATIVA (HR%)	HORA DE MUESTREO		
<b>OBSERVACIONES:</b>							

  
 RODOLFO GABRIEL NESTOR  
 CASTAÑEDA LINGAN  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 191897

  
 LIZETH MANTILDE  
 BUSTAMANTE VARGAS  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 191891

  
 ELIZABETH APOLONIA  
 JAVIER LLASHAG  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 178498

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N° 17: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 02” – 1ER EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Javier Mashag, Edizbeth Apolonia  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Grupo SSOMA Perú S.A.C - Gerente Administrativo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 02 - Parámetros Ambientales  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Jara, Javier, Hellen, Judith / Laban, Pérez, Tania, Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	Esta 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	La estrategia responde 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

SI
—

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93.5 %

Lima, 9 de octubre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
**EDIZBETH APOLONIA**  
**JAVIER MASHAG**  
**INGENIERA AMBIENTAL**  
 Reg. CIP N° 178498  
 DNI No. 4030421. Telf.: 592 511 597



## ANEXO N° 18: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 02” – 2DO EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

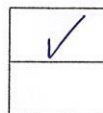
- 1.1. Apellidos y Nombres: BUSTAMANTE VARGAS LIZETH  
 1.2. Cargo e institución donde labora: ESPECIALISTA AMBIENTAL - IPL  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA N° 02 - Parámetros Ambientales  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sara Javier, Hellen Judith, Roberto Pérez, Tania Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. 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 VALORACIÓN :

96.0 %

Lima, 27 Noviembre del 2019

LIZETH MATILDE  
BUSTAMANTE VARGAS  
INGENIERA AMBIENTAL  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 45584604 Telf.: 91.0115701

## ANEXO N° 19: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 02” – 3ER EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro de Lingón, Rodrigo Gabriel Nestor  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Municipalidad de San Isidro - Técnica Valorización P.S.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 02 - Parámetros Ambientales  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sara Javier, Helton Judith / Labán Pérez, Tania Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	Esta 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	La estrategia responde 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

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95.5 %

Lima, 27 de Noviembre del 2019

RODRIGO GABRIEL NESTOR  
 CASO DE LINGÓN  
 INGENIERO AMBIENTAL


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 71021932 Telf: -


**ANEXO N° 20: FICHA N° 03 – CRECIMIENTO DE PLANTAS DE GIRASOL**

FICHA N° 03: CRECIMIENTO DE PLANTAS DE GIRASOL				
SEMANA				
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LATITUD:		
		LONGITUD:		
TRATAMIENTO	CÓDIGO	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	DIAMETRO DE FLOR (cm)	TAMANO DE HOJAS (cm)
T04	G-T04-01			
	G-T04-02			
T05	G-T05-01			
	G-T05-02			
	G-T05-03			
	G-T05-04			
T06	G-T06-01			
	G-T06-02			
	G-T06-03			
	G-T06-04			
	G-T06-05			
	G-T06-06			
	G-T06-07			
	G-T06-08			
<b>OBSERVACIONES:</b>				


  



EDIZABETH APOLONIA  
JAVIER LLASHAG  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 178498



LIZETH MATILDE  
BUSTAMANTE VARGAS  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 191891



RODRIGO GABRIELLY  
CASTAÑEDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 101 07

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N° 21: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 03” – 1ER EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Javier Lashag, Edizbeth Apolonia  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Grupo SOMA Perú SAC - Gerente Administrativo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 03 - Crecimiento de plantas de girasol  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Jara, Javier, Hellen Judith / Labor, Pérez, Tania Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	Esta 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	La estrategia responde 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

SI
—

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93.0 %

Lima, 9 de octubre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 EDIZBETH APOLONIA  
 JAVIER LLASHAG  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 DNI No. 40301729  
 Reg. CIP N° 176498

## ANEXO N° 22: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 03” – 2DO EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

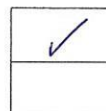
- 1.1. Apellidos y Nombres: BUSTAMANTE VARGAS LIZETH  
 1.2. Cargo e institución donde labora: ESPECIALISTA AMBIENTAL - MPL  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA N° 03 - Crecimiento de las plantas de girasol  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sara Javier, Helén Judith / Loboán Pérez, Tania Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. 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 VALORACIÓN :

96.0 %

Lima, 27 Noviembre del 2019

**LIZETH MARILDE  
BUSTAMANTE VARGAS  
INGENIERA AMBIENTAL**

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 45887604 / Telf.: 910 115701

## ANEXO N° 23: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO “FICHA N° 03” – 3ER EXPERTO INFORMANTE



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castañeda Lingan, Rodrigo Gabriel Nestor  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Municipalidad de San Isidro - Técnico de Valorización R.S.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 03 - Crecimiento de las plantas de girasol  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sara Samer, Helen Judith, Fabán Pérez, Tania Elizabeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	Esta 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	La estrategia responde 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

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95.5 %

Lima, 27 Noviembre del 201 09

RODRIGO GABRIEL NESTOR  
CASTAÑEDA LINGAN  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
Reg. J. N° 191007

DNI No. 71021732 Telf.: .....

## ANEXO N° 24: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>VARIABLE 1:</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>
¿Cuál es el nivel de eficiencia entre la biotransformación utilizando <i>Bacillus subtilis</i> y la fitoacumulación utilizando girasol ( <i>Helianthus annuus</i> ) en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019?	Determinar la eficiencia entre la biotransformación utilizando <i>Bacillus subtilis</i> y la fitoacumulación utilizando girasol ( <i>Helianthus annuus</i> ) en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019.	H1: La biotransformación utilizando <i>Bacillus subtilis</i> es más eficiente que la fitoacumulación utilizando Girasol ( <i>Helianthus Annuus</i> el tratamiento de suelos contaminados por Cadmio (Cd), Comas, 2019. H0: La biotransformación utilizando <i>Bacillus subtilis</i> es menos eficiente que la fitoacumulación utilizando Girasol ( <i>Helianthus Annuus</i> el tratamiento de suelos contaminados por Cadmio (Cd), Comas, 2019.	<b>Uso de (Girasol) <i>Helianthus annuus</i></b> <b>DIMENSIONES:</b> ➤ Adaptación del girasol - Altura de girasol - Diámetro de la flor - Tamaño de las hojas de girasol ➤ Dosis - 2 Unid - 4 Unid - 8 Unid	Aplicada – Cuantitativa <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental <b>POBLACIÓN:</b> - Suelos contaminados por la presencia de cadmio (Cd) en su composición. <b>MUESTRA:</b> - 90 kilos de suelos con presencia alta de cadmio (Cd)
<b>Problema específico 1</b>	<b>Objetivo específico 1</b>	<b>Hipótesis específica 1</b>	<b>VARIABLE 2:</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b>
¿Cuál es el nivel de eficiencia de la biotransformación utilizando <i>Bacillus subtilis</i> al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019?,	Determinar el nivel de eficiencia de la biotransformación utilizando <i>Bacillus subtilis</i> al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019.	La variación del nivel de eficiencia de la biotransformación utilizando <i>Bacillus subtilis</i> al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd) será superior al 50%, Comas, 2019.	<b>Uso de <i>Bacillus Subtilis</i></b> <b>DIMENSIÓN:</b> ➤ Dosis - 2 mg/L - 4 mg/L - 8 mg/L	Observacional <b>INSTRUMENTOS:</b> - Ficha de análisis de suelo - Ficha de parámetros ambientales
<b>Problema específico 2</b>	<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Hipótesis específica 2</b>	<b>VARIABLE 3:</b>	<b>INSTRUMENTOS:</b>
¿Cuál es el nivel de eficiencia de la fitoacumulación utilizando girasol ( <i>Helianthus annuus</i> ) al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019?	Determinar el nivel de eficiencia de la fitoacumulación utilizando girasol ( <i>Helianthus annuus</i> ) al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd), Comas, 2019.	La variación del nivel de eficiencia de la fitoacumulación utilizando girasol ( <i>Helianthus annuus</i> ) al finalizar el tratamiento en suelos contaminados por cadmio (Cd) será superior al 50%, Comas, 2019.	<b>Suelo contaminado por cadmio</b> <b>DIMENSIÓN:</b> ➤ Concentración - ppm	- Ficha de crecimiento de plantas de girasol
<b>Problema específico 3</b>	<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Hipótesis específica 3</b>		
¿Existe relación entre la concentración de Cadmio (Cd) y la adaptación de las plantas de <i>Helianthus annuus</i> (girasol) durante del tratamiento, Comas, 2019?	Determinar la relación entre la concentración de Cadmio (Cd) y la adaptación de las plantas de <i>Helianthus annuus</i> (girasol) durante del tratamiento, Comas, 2019	La concentración de Cadmio (Cd) está directamente relacionada con la adaptación de las plantas de <i>Helianthus annuus</i> (girasol) durante del tratamiento, Comas, 2019.		

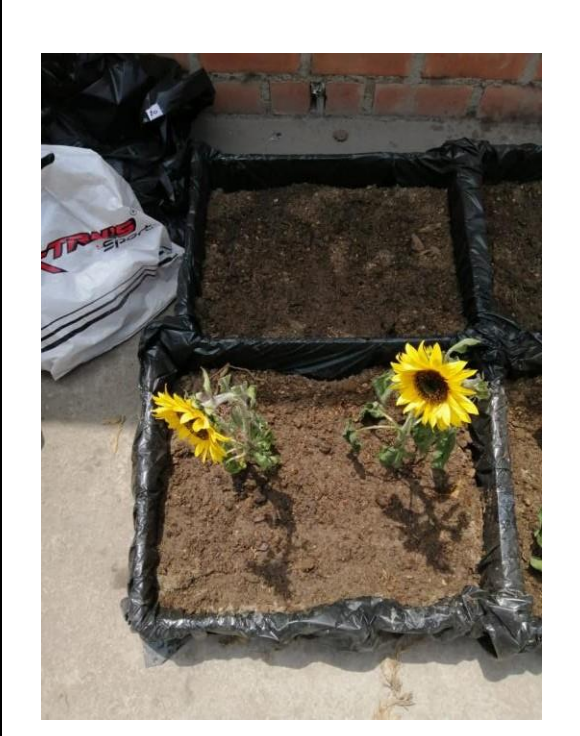
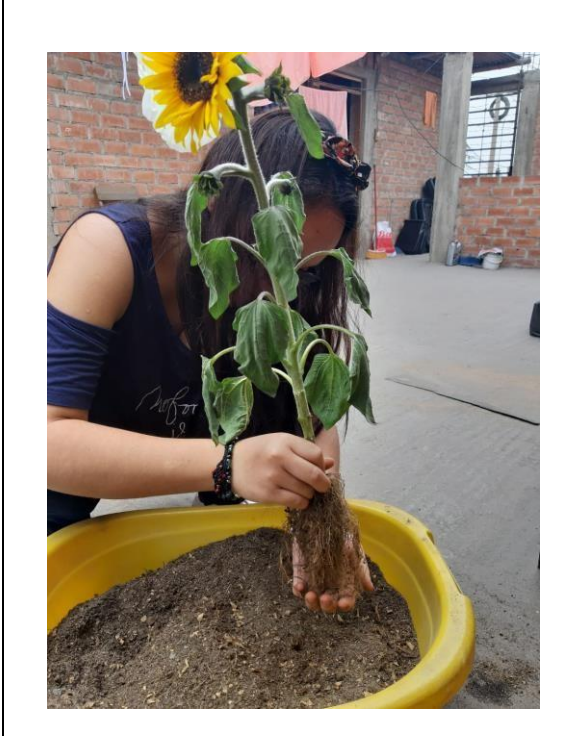
Fuente: Elaboración propia

## ANEXO Nº 25: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fuente: Elaboración propia





Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 26: FICHA N° 01 – LLENADO EN CAMPO

FICHA N° 01: ANÁLISIS DE SUELO Y PLANTAS					
SEMANA					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LATITUD:	-5.3818928	FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO:	26/09/2019
		LONGITUD:	-79.6022954	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS:	11/10/2019
RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Peso de muestra (Kg.)	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)	T01	1.0	2.48	Se mandó a analizar solo un kilogramo de muestra debido a que se trataba de una muestra previa a los tratamientos, es decir, muestra base o cero (T0).	
	T02	1.0	2.48		
	T03	1.0	2.48		
	T04	1.0	2.48		
	T05	1.0	2.48		
	T06	1.0	2.48		
RESULTADO DE ANÁLISIS DE PLANTAS					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Cantidad	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)	G-T04	1.0	2.18	Se mandó a analizar una unidad de planta de girasol del grupo que se iba a trasplantar para los tratamientos.	
	G-T05	1.0	2.18		
	G-T06	1.0	2.18		

Fuente: Elaboración propia

**FICHA N° 01: ANÁLISIS DE SUELO Y PLANTAS**

		SEMANA		S2	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	LATITUD:	-11.943903	FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO:	25/10/2019	
	LONGITUD:	-77.05488	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS:	08/11/2019	
<b>RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO</b>					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Peso de muestra (Kg.)	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)	T01	1.0	1.39	%	
	T02	1.0	1.34		
	T03	1.0	1.43		
	T04	1.0	1.50		
	T05	1.0	1.42		
	T06	1.0	1.48		
<b>RESULTADO DE ANÁLISIS DE PLANTAS</b>					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Cantidad	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)	G-T04	-	-	Esta semana no se realizó el análisis de plantas de girasol debido a que forman parte del tratamiento.	
	G-T05	-	-		
	G-T06	-	-		

Fuente: Elaboración propia

FICHA N° 01: ANÁLISIS DE SUELO Y PLANTAS

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		SEMANA		54	
LATTUD:		-11.943903	FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO: 08/11/2019		
LONGITUD:		-77.05488	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS: 22/11/2019		
RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Peso de muestra (Kg.)	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)	T01	1.0	1.21	%	
	T02	1.0	1.13		
	T03	1.0	1.18		
	T04	1.0	1.36		
	T05	1.0	1.21		
	T06	1.0	1.35		
RESULTADO DE ANÁLISIS DE PLANTAS					
Parámetro a analizar	Código de muestra	Cantidad	Cd (ppm)	Observaciones	
Cadmio (Cd)	G-T04	1.0	3.19	%	
	G-T05	1.0	3.30		
	G-T06	1.0	3.12		

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 27: FICHA N° 02 – LLENADO EN CAMPO**

FICHA N° 02: PARÁMETROS AMBIENTALES					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LATITUD:	- 11.943903		
		LONGITUD:	- 77.05488		
EQUIPO DE MEDICIÓN:		Estrés térmico			
MARCA:		EXTECH			
NÚMERO DE SERIE:		9610603			
ESTADO:		Calibrado			
SEMANA	N°	DÍA	TEMPERATURA (C°)	HUMEDAD RELATIVA (HR%)	HORA DE MUESTREO
S1	1	12/10/19	22.5	64.32	12:02 pm
	2	12/10/19	21.8	65.55	12:05 pm
	3	13/10/19	22.7	63.81	12:00 m
	4	14/10/19	19.4	74.19	12:06 pm
	5	15/10/19	20.2	72.03	12:08 pm
	6	16/10/19	20.5	71.78	12:15 pm
	7	17/10/19	20.2	69.41	12:25 pm
S2	8	18/10/19	20.9	70.25	12:11 pm
	9	19/10/19	19.2	75.6	12:06 pm
	10	20/10/19	19.6	75.33	12:04 pm
	11	21/10/19	20.1	73.62	12:21 pm
	12	22/10/19	18.5	76.89	12:11 pm
	13	23/10/19	21.3	62.14	12:15 pm
	14	24/10/19	20.6	71.54	12:03 pm
OBSERVACIONES:					
%					

Fuente: Elaboración propia



**FICHA N° 02: PARÁMETROS AMBIENTALES**

<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</b>		<b>LATITUD:</b>	- 11.943903		
		<b>LONGITUD:</b>	- 77.05488		
<b>EQUIPO DE MEDICIÓN:</b>		Estrés térmico			
<b>MARCA:</b>		EXTECH			
<b>NÚMERO DE SERIE:</b>		9610603			
<b>ESTADO:</b>		Calibrado			
<b>SEMANA</b>	<b>N°</b>	<b>DÍA</b>	<b>TEMPERATURA (C°)</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA (HR%)</b>	<b>HORA DE MUESTREO</b>
S3	15	25/10/19	20.4	67.48	12:06 pm
	16	26/10/19	19.4	70.42	12:04 pm
	17	27/10/19	20.9	62.84	12:18 pm
	18	28/10/19	21.7	62.13	12:22 pm
	19	29/10/19	19.4	69.82	12:11 pm
	20	30/10/19	21.2	63.61	12:14 pm
	21	31/10/19	23.4	58.83	12:17 pm
S4	22	01/11/19	22.8	61.37	12:12 pm
	23	02/11/19	22.5	64.98	12:10 pm
	24	03/11/19	23.1	60.11	12:10 pm
	25	04/11/19	22.4	68.52	12:07 pm
	26	05/11/19	21.7	68.09	12:01 pm
	27	06/11/19	21.1	68.93	12:02 pm
	28	07/11/19	21.9	65.88	12:08 pm
<b>OBSERVACIONES:</b>					
%					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 28: FICHA N° 03 – LLENADO EN CAMPO

FICHA N° 03: CRECIMIENTO DE PLANTAS DE GIRASOL				
SEMANA		50		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LATITUD:	-11.943903	
		LONGITUD:	-77.05488	
TRATAMIENTO	CÓDIGO	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	DIÁMETRO DE FLOR (cm)	TAMAÑO DE HOJAS (cm)
T04	G-T04-01	35.1	9.8	4.9
	G-T04-02	34.9	9.5	4.7
T05	G-T05-01	33.4	9.1	4.0
	G-T05-02	33.3	8.9	4.1
	G-T05-03	33.1	8.6	3.8
	G-T05-04	33.5	9.0	4.2
T06	G-T06-01	34.3	9.3	4.5
	G-T06-02	34.7	9.5	4.6
	G-T06-03	34.0	8.9	4.2
	G-T06-04	34.2	9.1	4.5
	G-T06-05	34.2	9.0	4.1
	G-T06-06	34.5	9.3	4.4
	G-T06-07	34.3	9.1	4.6
	G-T06-08	34.1	8.9	4.2
OBSERVACIONES:				
%				

Fuente: Elaboración propia

FICHA N° 03: CRECIMIENTO DE PLANTAS DE GIRASOL

SEMANA		S2		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LATITUD:	- 11.943903	
		LONGITUD:	- 77.05488	
TRATAMIENTO	CÓDIGO	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	DIÁMETRO DE FLOR (cm)	TAMAÑO DE HOJAS (cm)
T04	G-T04-01	35.4	11.5	5.2
	G-T04-02	35.5	11.3	5.0
T05	G-T05-01	33.6	10.5	4.1
	G-T05-02	33.6	10.4	4.3
	G-T05-03	33.4	10.0	4.0
	G-T05-04	33.9	10.5	4.3
T06	G-T06-01	34.5	10.9	4.7
	G-T06-02	34.8	10.7	4.9
	G-T06-03	34.2	10.5	4.4
	G-T06-04	34.5	10.4	4.7
	G-T06-05	34.4	10.6	4.4
	G-T06-06	34.8	10.7	4.6
	G-T06-07	34.5	10.7	4.8
	G-T06-08	34.4	10.5	4.5

OBSERVACIONES:

∅

Fuente: Elaboración propia

FICHA N° 03: CRECIMIENTO DE PLANTAS DE GIRASOL				
SEMANA		54		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LATITUD:	- 11.943903	
		LONGITUD:	- 77.05488	
TRATAMIENTO	CÓDIGO	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	DIÁMETRO DE FLOR (cm)	TAMAÑO DE HOJAS (cm)
T04	G-T04-01	35.7	12.8	5.5
	G-T04-02	35.9	12.5	5.4
T05	G-T05-01	33.8	11.2	4.2
	G-T05-02	33.7	11.0	4.5
	G-T05-03	33.7	10.8	4.2
	G-T05-04	34.1	11.4	4.5
T06	G-T06-01	34.8	12.1	4.8
	G-T06-02	35.0	11.9	5.2
	G-T06-03	34.4	11.8	4.7
	G-T06-04	34.7	11.7	5.0
	G-T06-05	34.5	11.8	4.6
	G-T06-06	35.1	12.0	4.9
	G-T06-07	34.7	11.9	5.0
	G-T06-08	34.7	11.8	4.8
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Fuente: Elaboración propia