



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**“TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS CON CADMIO (Cd)
USANDO LA PLANTA DE GIRASOL *HELIANTHUS ANNUUS*, A
NIVEL DE LABORATORIO, 2015”**

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

AUTOR:

ABANTO SANTA CRUZ, JHUSTY ANDHERSON

ASESOR:

DR. JOSE ELOY CUELLAR BAUTISTA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA - PERÚ

2015

Página del jurado



Dr. Sabino Muñoz Ledesma

PRESIDENTE



Mg. Elmer Benites Alfaro

SECRETARIO



Mg. Wilber Quijano Pacheco

VOCAL

A mis padres Pascual Abanto Hernández y Carmen Santa Cruz Sánchez, a mi hermano Jarvin Abanto Santa Cruz, por su apoyo incondicional tanto moral y económico, así como su ejemplo de valor, dedicación y esfuerzo para ver realizado uno de mis sueños y poder darles la satisfacción de verme triunfar. A mis abuelitas Irma y Florencia que desde el cielo, siempre me guiaron. A toda mi familia que me apoyó.

AGRADECIMIENTO

Mediante estas líneas quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron en el proceso de la realización del proyecto.

Debo primero agradecer a Dios por haberme guiado en el camino correcto a lo largo de toda mi carrera, por darme la salud, felicidad y fuerza necesaria para terminar este capítulo de mi vida con mucha alegría y tranquilidad, así mismo, agradezco a la Universidad Cesar Vallejo, por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional.

Debo dar gracias a mis padres, a mi hermano, a toda mi familia y a las personas que me apoyaron en el desarrollo de la investigación; un sincero agradecimiento al Ing. Elmer Benites Alfaro y al Dr. Sabino Muñoz, por el apoyo incondicional y disponibilidad que tuvo al asumir la dirección de esta tesis, en el inicio hasta el final. Mil gracias al jefe de laboratorio Daniel Neciosup Gonzales por sus conocimientos, confianza, paciencia y apoyo constante en las mediciones fisicoquímicas realizadas. Al Dr. José Cuellar Bautista por su contribución en el transcurso de la realización del proyecto de investigación, al mismo tiempo al Ing. Máximo Zevallos León, por sus palabras de aliento y apoyo para el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos Evelyn Andrea Rocca Murga y Carlos Monsalve Venturo por su amistad, apoyo y consejos, para poder culminar lo que un día comenzó con un sueño.

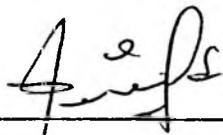
Muchas Gracias a Todos

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Jhusty Andherson Abanto Santa Cruz con N° DNI: 71717744, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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



Lima, Julio 2015

JHUSTY ANDHERSON ABANTO SANTA CRUZ

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada **“TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS CON CADMIO (Cd) USANDO LA PLANTA DE GIRASOL *HELIANTHUS ANNUUS*, A NIVEL DE LABORATORIO, 2015”**, con la finalidad de determinar la eficiencia de la especie *Helianthus Annuus* en la absorción de cadmio (Cd) en aguas contaminadas, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El Autor

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 PROBLEMA.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
2. MARCO METODOLÓGICO.	15
2.1. HIPÓTESIS.....	9
2.2. VARIABLES.....	9
2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	16
2.4. METODOLOGÍA.	17
2.5 TIPO DE ESTUDIO.	17
2.6. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	17
2.7. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS.	19
2.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	19
2.8.1. PROCEDIMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PATRÓN DE CADMIO (Cd).	20
2.9. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.	20
3. RESULTADOS.....	21
3.1. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS.....	21
3.2. RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUA EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS.	22
3.3. RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUA EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS.	23

3.4. RESULTADO DE LOS NIVELES DE CADMIO (Cd) ABSORBIDOS POR LAS RAÍCES DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i>	30
3.5. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	36
3.5.1 PRUEBA DE NORMALIDAD.....	36
3.5.2 PRUEBA DE SHAPIRO-WILK.....	36
3.5.3 HIPÓTESIS DE NORMALIDAD.	36
3.5.3.1 PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK PARA EL EXPERIMENTO DE 10 DÍAS.	37
3.5.3.2 PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK PARA EL EXPERIMENTO DE 15 DÍAS.	39
3.5.3.3 PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK PARA EL EXPERIMENTO DE 20 DÍAS.	41
3.5.3.4 PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK EN LOS EXPERIMENTOS DE 10, 15 Y 20 DÍAS.....	43
3.5.4 CONTRASTE DE HIPÓTESIS	45
4. DISCUSIÓN	50
5. CONCLUSIONES.....	52
6. RECOMENDACIONES.....	53
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	54
8. ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO Nº 2.1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	16
CUADRO Nº 2.2: DETALLE DE MATERIALES, EQUIPOS DE MUESTREO Y MATERIALES DE SIEMBRA	19
CUADRO Nº 2.3: MATERIALES DE TRABAJO PARA SOLUCIÓN PATRÓN DE CADMIO (Cd)	20

ÍNDICE DE TABLA

TABLA N° 3.1: RESULTADO IN SITU DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS.	21
TABLA N° 3.2 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CADMIO (Cd) EN AGUA Y EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS.	21
TABLA N° 3.3: RESULTADO IN SITU DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS..	22
TABLA N° 3.4 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CADMIO (Cd) EN AGUA Y EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS.	22
TABLA N° 3.5: RESULTADO IN SITU DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS..	23
TABLA N° 3.6: RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CADMIO (Cd) EN AGUA Y EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS.	24
TABLA N° 3.7: RESULTADOS DEL PH Y DE LA TEMPERATURA EN EL AGUA	25
TABLA N° 3.8: RESULTADOS DE LA CONDUCTIVIDAD EN LOS TRATAMIENTOS	27
TABLA N° 3.9: RESULTADOS DE LOS SOLIDOS TOTALES DISUELTOS.....	28
TABLA N° 3.10: RESULTADO DE LOS NIVELES DE CADMIO (Cd) ABSORBIDOS POR LAS RAÍCES DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i>	30
TABLA N° 3.11: RESULTADO IN SITU DEL CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> EN LOS PERIODOS DE TRATAMIENTO DE 10, 15 Y 20 DÍAS.	31
TABLA N° 3.12: RESULTADO IN SITU DEL CRECIMIENTO DE LA HOJA DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> EN LOS PERIODOS DE TRATAMIENTO DE 10, 15 Y 20 DÍAS.	33
TABLA N° 3.13: RESULTADO IN SITU DEL CRECIMIENTO DE LA RAÍZ DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> EN LOS PERIODOS DE TRATAMIENTO DE 10, 15 Y 20 DÍAS.	34
TABLA N° 3.14: RESULTADO DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK PARA EL EXPERIMENTO DE 10 DÍAS.....	37

TABLA N° 3.15: RESULTADO DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK PARA EL EXPERIMENTO DE 15 DÍAS.....	39
TABLA N° 3.16: RESULTADO DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK PARA EL EXPERIMENTO DE 20 DÍAS.....	41
TABLA N° 3.17: RESULTADO DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK EN LOS EXPERIMENTOS DE 10, 15 Y 20 DÍAS..	41
TABLA N° 3.18: RESULTADO DE LA EFICIENCIA EN EL AGUA EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS...	45
TABLA N° 3.19: RESULTADO ESTADÍSTICO DE MUESTRAS RELACIONADAS EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS	45
TABLA N° 3.20: RESULTADO DE LA T- STUDENT EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS.	46
TABLA N° 3.21: RESULTADO DE LA EFICIENCIA EN EL AGUA EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS....	46
TABLA N° 3.22: RESULTADO ESTADÍSTICO DE MUESTRAS RELACIONADAS EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS	46
TABLA N° 3.23: RESULTADO DE LA T- STUDENT EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS.	47
TABLA N° 3.24: RESULTADO DE LA EFICIENCIA EN EL AGUA EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS....	47
TABLA N° 3.25: RESULTADO ESTADÍSTICO DE MUESTRAS RELACIONADAS EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS	47
TABLA N° 3.26: RESULTADO DE LA T- STUDENT EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS	48
TABLA N° 3.27: RESULTADO DE LA EFICIENCIA EN EL AGUA EN LOS TRATAMIENTOS DE 10. 15 Y 20 DÍAS.....	48
TABLA N°3.28: RESULTADO ESTADÍSTICO DE MUESTRAS RELACIONADAS EN LOS TRATAMIENTOS DE 10, 15 Y 20 DÍAS.....	49
TABLA N° 3.29: RESULTADO DE LA T- STUDENT EN LOS TRATAMIENTOS DE 10, 15 Y 20 DÍAS.....	49

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRAFICO N° 3.1: RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS.....	21
GRAFICO N° 3.2: RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS.....	23
GRAFICO N° 3.3: RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS.....	24
GRAFICO N° 3.4: COMPORTAMIENTO DE PH Y TEMPERATURA EN EL AGUA	26
GRAFICO N° 3.5: COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD EN LOS TIPOS DE TRATAMIENTO.....	28
GRAFICO N° 3.6: COMPORTAMIENTO DE LOS STD EN LOS TIPOS DE TRATAMIENTO.....	29
GRAFICO N° 3.7: NIVELES DE CADMIO (Cd) ABSORBIDOS.....	30
GRAFICO N° 3.8: TAMAÑO DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i>	32
GRAFICO N° 3.9: TAMAÑO DE LA HOJA DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> ..	33
GRAFICO N° 3.10: TAMAÑO DE LA RAÍZ DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i>	35
GRAFICO N° 3.11: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO INICIAL EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS	37
GRAFICO N° 3.12: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO FINAL EN LA PRUEBA DE 10 DÍAS.	38
GRAFICO N° 3.13: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO INICIAL EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS.	39
GRAFICO N° 3.14: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO FINAL EN LA PRUEBA DE 15 DÍAS.	40
GRAFICO N° 3.15: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO INICIAL EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS.	41
GRAFICO N° 3.16: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO FINAL EN LA PRUEBA DE 20 DÍAS.	42

GRAFICO N° 3.17: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO INICIAL EN LA PRUEBA DE 10, 15 Y 20 DÍAS.....43

GRAFICO N° 3.17: GRÁFICO DE NORMALIDAD Q-Q PLOT PARA CADMIO FINAL EN LA PRUEBA DE 10, 15 Y 20 DÍAS.....44

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

FOTOGRAFÍA Nº 01: SOLUCIÓN PATRÓN DE CADMIO (Cd).	46
FOTOGRAFÍA Nº 02: IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i>	47
FOTOGRAFÍA Nº 03: ESTERILIZACIÓN Y ROTULACIÓN DE LAS PECERAS.	48
FOTOGRAFÍA Nº 04: VERTIMIENTO DE AGUA Y CONCENTRACIÓN DE CADMIO	48
FOTOGRAFÍA Nº 05: PLANTACIÓN DEL GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> EN LOS TRATAMIENTOS	49
FOTOGRAFÍA Nº 06: SISTEMA DE TRATAMIENTO COMPLETO.....	49
FOTOGRAFÍA Nº 07: MEDICIONES IN SITU DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS.....	50
FOTOGRAFÍA Nº 08: MEDICIONES DEL TAMAÑO DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> ANTES Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS Y RÉPLICAS..	51
FOTOGRAFÍA Nº 09: MEDICIONES DEL TAMAÑO DE LA HOJA DE PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> ANTES Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS Y RÉPLICAS.....	51
FOTOGRAFÍA Nº 10: MEDICIONES DEL TAMAÑO DE LA RAÍZ DE LA PLANTA DE GIRASOL <i>HELIANTHUS ANNUUS</i> ANTES Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS Y RÉPLICAS.....	52

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la eficiencia de la planta de girasol *Helianthus annuus*, en el tratamiento de aguas contaminadas con cadmio (Cd), la cual se desarrolló bajo las siguientes condiciones de trabajo: En primera instancia se recogió agua potable en recipientes plásticos, el volumen aproximado de 20 Lt de agua, y se dejó reposar por 5 días a condiciones ambientales, con el fin de liberar el cloro presente en el agua y este no afecte al sistema de tratamiento, pasado el periodo de disociación de cloro, se retiró 1L de agua y se vertió en cada una de las 15 peceras, seguido de ello en el Laboratorio de Calidad de la Universidad César Vallejo se preparó un solución patrón de cadmio (Cd) de 1000 mg/l Cd, solución de la cual se retiró concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/l Cd, las cuales fueron vertidas en las peceras, posterior a ello se condicionó las 15 plantas de girasol *Helianthus annuus*, que previamente se tomó nota de sus características morfológicas, con variaciones de pH de 2.5-5-7.5-10 y 12 de rango, teniendo en consideración que los tratamientos se realizaron en los periodos de 10, 15 y 20 días experimentales. Los resultados mostraron que a 10 días de tratamiento se logró obtener un nivel de eficacia del 92%, en cambio en 15 días de tratamiento el 96.64%, muy distinto en 20 días, pues se logra un nivel de eficacia del 99.91% de disminución de cadmio (Cd) en el agua.

Palabras Clave: Eficiencia, helianthus annuus, aguas contaminadas con cadmio.

ABSTRACT

This research aimed to determine the efficiency of the plant sunflower *Helianthus annuus*, in the treatment of contaminated with cadmium (Cd), which was developed under the following working conditions waters: In the first instance drinking water was collected in plastic containers The approximate volume of 20 Lt of water, and allowed to stand for 5 days at ambient conditions, in order to release the chlorine present in the water and this does not affect the treatment system, beyond the period of dissociation of chlorine, is He retired 1L of water and poured into each of the 15 tanks, followed it in the Laboratory Quality César University Vallejo a pattern of cadmium solution (Cd) of 1000 mg / l Cd solution was prepared in which retired concentrations of 10, 20, 30, 40 and 50 mg / l Cd, which were poured into the tanks, after this 15 sunflower plants *Helianthus annuus*, which previously note of their morphological characteristics was made, with variations conditioned 2.5-5-7.5-10 pH range and 12, taking into consideration treatments were performed in periods of 10, 15 and 20 experimental days. The results showed that 10 days of treatment was possible to obtain an efficiency of 92%, while in 15 days of treatment the 96.64%, very different in 20 days, because an efficiency of 99.91% decrease is achieved Cadmium (Cd) in the water.

Keywords: Efficiency, *Helianthus annuus*, water contaminated with cadmium.