



## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Dosis óptima del Cladodio de Tuna, *Opuntia ficus indica. L* en comparación del Sulfato de Aluminio para clarificar el agua del río Surco – 2015”**

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

**Autora:**

**Camacho Villanueva, Laura Denisse**

**Asesor:**

**Dr. José Eloy Cuellar Bautista**

**Línea de investigación:**

**Calidad y Gestión de Recursos Naturales**

**LIMA – PERÚ**

**2016 - II**

## HOJA DEL JURADO

---

Dr. Elmer Benites Alfaro

PRESIDENTE

---

Ing. Luis Gamarra Chavarry

SECRETARIO

---

Dr. Eloy Cuellar Bautista

VOCAL

## **DEDICATORIA**

Este esfuerzo se lo dedico a mis padres, Gloria y Camilo, que son fuente de mi inspiración y motivo de mis ganas de salir adelante; a mi hermana, Camila, como muestra de lucha y deseando que siga el mismo camino; a mis abuelos que desde el cielo me guían y por último y no menos importante a Marco Gallardo quien me acompaña y anima a seguir alcanzando mis metas.

## AGRADECIMIENTO

Ante todo a Dios por cada día que me regala lleno de vida y sabiduría para poder seguir alcanzando mis metas trazadas y por haberme levantado en cada caída.

A mis padres por el apoyo incondicional y sobre todo económico en el transcurso de mi carrera, por seguir creyendo en mí y exigirme cada día a ser mejor.

A la universidad César Vallejo Lima- Este por el uso de sus instalaciones (Laboratorio de calidad, biblioteca, salones, etc.).

A los maestros de mi escuela: Los Ingenieros Omar Vásquez, Oscar Asenjo, Milton Tullume y Elmer Benites que sin ser su obligación siempre me ofrecieron su tiempo, ayuda y apoyo desinteresadamente; demostrándome su amor no solo por la ciencia sino también el cariño y estima a sus alumnos.

A los que fueron mis asesores en este accidentado camino; al Dr. Muñoz por su apoyo y conocimientos brindados, al Mg. Wilber Quijano quien creyó en mí desde que le planteé la idea de mi tesis, por su apoyo, consejos, estima y al Dr. Eloy Cuellar por haber asumido este compromiso en su último tramo como si fuera suyo.

Al encargado del Laboratorio Daniel Neciosup Gonzales; quien con sus conocimientos despejó mis dudas y supo resolver otras; quien voluntariamente estuvo presente cuando lo necesitaba.

A mis tíos, primos, etc.; familia y amistades en general por el apoyo, confianza y porque nunca dejan de creer en mí.

Gracias a todos

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Laura Denisse Camacho Villanueva con DNI N° 71959196, en efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar 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, 02 de diciembre del 2016

---

Laura Denisse Camacho Villanueva

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros de Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Dosis óptima del Cladodio de Tuna, *opuntia ficus indica.L* en comparación del Sulfato de Aluminio para clarificar el agua del río Surco - 2015”, con la finalidad de Determinar la dosis óptima del Cladodio de la Tuna en comparación del Sulfato de Aluminio para clarificar el agua del río Surco - 2015, en cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Laura Denisse Camacho Villanueva

## INDICE GENERAL

HOJA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPITULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	1
1.2. Trabajos Previos.....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	4
1.4. Formulación del problema.....	14
1.5. Justificación del estudio.....	14
1.6. Hipótesis .....	15
1.7. Objetivos .....	15
CAPITULO II .....	17
METODOLOGÍA.....	17
2.1. Tipo de Investigación .....	17
2.2. Diseño de la Investigación .....	17
2.3. Variables, Operacionalización .....	17
2.4. Población y muestra.....	19
2.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y Confiabilidad.. ....	19
2.6. Método de análisis de datos .....	21
CAPITULO III .....	22
RESULTADOS .....	22
3.1. Balance de masa por operación .....	22
3.2. Análisis de agua del río Surco.....	22
3.3. Resultado del análisis de la calidad del agua del río surco sin tratamiento....	23
3.4. Resultado del análisis de la calidad del agua con coagulante químico.....	23
3.5. Resultado del análisis de la calidad del agua con coagulante natural.....	24

3.6. Método estadístico .....	37
CAPITULO IV .....	42
DISCUSIÓN .....	42
CAPITULO V .....	45
CONCLUSIONES .....	45
CAPITULO VI .....	47
RECOMENDACIONES .....	47
CAPITULO VII .....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
ANEXOS .....	50

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 2. 1: Operacionalización de variables .....	18
Cuadro N° 2. 2: Validación de expertos .....	20
Cuadro N° 2. 3: Resultado del alfa de Cronbach.....	20

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 3. 1: Balance de masa por operación.....	22
Tabla N° 3. 2: Resultado de los parámetros iniciales del agua del río Surco.....	23
Tabla N° 3.3: Resultado de los parámetros finales del agua del río Surco tratada con Sulfato de Aluminio.....	23
Tabla N° 3.4: Resultado de la Temperatura final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna .....	24
Tabla N° 3. 5: Resultado del pH final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna .....	25
Tabla N° 3.6: Resultado de la Conductividad Eléctrica final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna.....	27
Tabla N° 3. 7: Resultado de los Sólidos Totales final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna .....	29
Tabla N° 3. 8: Resultado de los Sólidos Disueltos Totales final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna.....	30
Tabla N° 3. 9: Resultado de los Sólidos Suspendidos Totales final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna.....	32
Tabla N° 3. 10: Resultado de La Turbidez final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna .....	34
Tabla N° 3. 11: Resultado de La Eficiencia final del agua del río Surco tratada con Cladodio de Tuna .....	35
Tabla N° 3. 12: Análisis de Varianza (Anova) – Dosis Optima .....	37
Tabla N° 3. 13: Análisis de Varianza (Anova) – Tiempo.....	38
Tabla N° 3.14: Análisis de Varianza (Anova) – Pesos.....	39
Tabla N° 3.15: Análisis de Varianza (Anova) – Rendimiento.....	40
Tabla N° 4.1: Resultados de prueba de jarras con aplicación de coagulantes .....	43

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 3.1: Temperatura VS Dosis de Cladodio.....	24
Gráfico N° 3.2: Medición de Temperatura en diferentes Tratamientos .....	25
Gráfico N° 3.3: pH VS Dosis de Cladodio .....	26
Gráfico N° 3.4: Medición de pH en diferentes Tratamientos.....	27
Gráfico N° 3.5: Conductividad Eléctrica vs Dosis de Cladodio .....	28
Gráfico N° 3.6: Medición de Conductividad Eléctrica en diferentes Tratamientos .....	28
Gráfico N° 3.7: Sólidos Totales vs Dosis de Cladodio .....	29
Gráfico N° 3.8: Medición de Sólidos Totales en diferentes Tratamientos .....	30
Gráfico N° 3.9: Sólidos Disueltos Totales vs Dosis de Cladodio .....	31
Gráfico N° 3.10: Medición de Sólidos Disueltos Totales en diferentes Tratamientos...	32
Gráfico N° 3.11: Sólidos Suspendidos Totales vs Dosis de Cladodio.....	33
Gráfico N° 3.12: Medición de Sólidos Suspendidos Totales en diferentes Tratamientos .....	33
Gráfico N° 3.13: Turbidez vs Dosis de Cladodio .....	34
Gráfico N° 3.14: Medición de Sólidos Suspendidos Totales en diferentes Tratamientos .....	35
Gráfico N° 3.15: Eficiencia vs Dosis de Cladodio .....	36
Gráfico N° 3.16: Cálculo de Eficiencia en diferentes Tratamientos.....	36

## RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad obtener la dosis óptima del Cladodio de Tuna en comparación del Sulfato de Aluminio para clarificar el agua del río Surco. La zona estudiada pertenece al Distrito de Surco, Provincia y Departamento de Lima; la cual pertenece a la zona baja del río, el cual previo tratamiento en la PTAR Intihuatana es usado para el riego de áreas verdes. El trabajo de muestro se realizó en el primer semestre del año 2015, teniendo como referencia un solo punto, que es la entrada a la PTAR. El objetivo principal de la tesis de investigación fue hallar la dosis óptima del Cladodio de Tuna para clarificar el agua del río Surco para luego ser comparado con otra muestra tratada con el Sulfato de Aluminio. Para determinar la dosis óptima del Cladodio de la Tuna se realizó el tratamiento de las muestras de aguas recogidas; dividiendo el proceso en tres (03) etapas: primero la obtención de las muestras de agua y análisis de sus parámetros iniciales, segundo la obtención del coagulante del Cladodio de Tuna y finalmente la tercera etapa que consistía en comparar el coagulante del Cladodio con el Sulfato de Aluminio tratando las muestras de aguas obtenidas. La data obtenida se comparará entre sí para determinar la dosis óptima del coagulante obtenido de la del Cladodio de Tuna para luego ser comparada con el Sulfato de Aluminio. Como resultado se obtuvo que la dosis óptima del Cladodio de Tuna es de 0.4 gr, teniendo una eficiencia de más del 90%.

Se concluyó que la dosis óptima del Cladodio de Tuna en comparación del Sulfato de Aluminio tiene mayor eficiencia clarificando el agua del río Surco. Del análisis varianza - Anova el valor de significancia fue de 0.00001 rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna, que demuestra que la dosis óptima para clarificar el agua del río Surco será de 0.4 gr de Cladodio de Tuna (en harina) en comparación de los 0.3gr de Sulfato de Aluminio.

**Palabras Clave:** Cladodio de Tuna, Coagulantes naturales, Sulfato de Aluminio, Río Surco.

## ABSTRACT

The present investigation has the purpose determine the optimum dose of Tuna Cladodium in comparison to Aluminum Sulphate to clarify the water of the Surco River. The studied area belongs to the District of Surco, province and Department of Lima; which belongs to the lower zone of the river, which previous treatment in the PTT Intihuatana is used for the irrigation of green areas. The sampling work was carried out in the first half of 2015, having as a reference a single point, which is the entrance to the WWTP. The main objective of the research thesis was to determine the optimal dose of Tuna Cladodium to clarify the water of the River Surco and then compare it with another sample treated with Aluminum Sulphate. In order to determine the optimum dose of the Tuna Cladodium, the collected water samples were treated; (3) stages: first obtaining the water samples and analyzing their initial parameters, according to the clotting of the clone of Tuna and finally the third stage was to compare the cladodium coagulant with the sulfate Of aluminum by treating the samples of water obtained. The data obtained will be compared to each other to determine the optimum dose of the coagulant obtained from that of the Tuna Cladodium and then compared with the aluminum sulphate. As a result it was obtained that the optimum dose of Tuna Cladodium is 0.4 g, having an efficiency of more than 90%.

It was concluded that the optimum dose of Tuna Cladodium in comparison to Aluminum Sulphate has greater efficiency by clarifying the water of the Surco River. From the analysis of the variance - Anova, the value of significance was 0.00001. Rejecting the null hypothesis and accept the alternative hypothesis, which shows that the optimum dose to clarify the water of the River Groove will be 0.4 g of Tuna Cladodium (Flour) compared to 0.3 g of aluminum sulphate.

**Keywords:** Aluminum Sulphate, Cladode of Tuna natural coagulants, river Surco.