



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Evaluación de la efectividad de la planta *Opuntia Ficus Indica* (Nopal) y *Stenocereus Pruinosus* (Pitahaya) para el tratamiento de las aguas naturales del Río Santa - Caraz 2017”

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

AUTORA:

Lucerito Del Rosario Uría Pérez

ASESOR:

Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad ambiental y gestión de recursos naturales

LIMA – PERÚ

2017- II

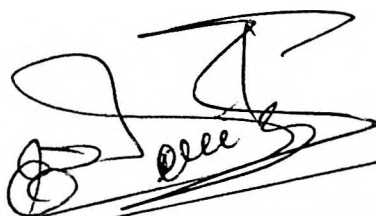
PÁGINA DEL JURADO

La presente tesis que lleva como título “Evaluación de la efectividad de la planta *Opuntia Ficus Indica* (Nopal) y *Stenocereus Pruinosus* (Pitahaya) para el tratamiento de las aguas naturales del Río Santa - Caraz 2017” fue realizado por Lucerito Del Rosario Uría Pérez, bajo la guía del Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez.

La tesis fue revisada y aprobada por los siguientes jurados para obtener el Título de Ingeniera Ambiental.

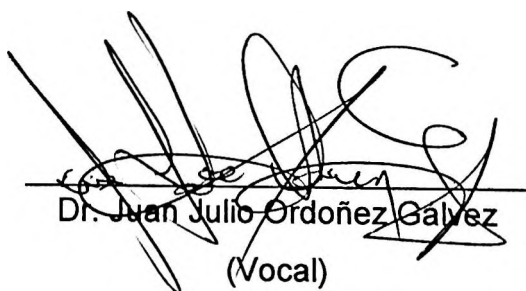
Dr. Francisco Alejandro Alcántara Boza

(Presidente)



Dr. Elmer González Benites Alfaro

(Secretario)



Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

(Vocal)

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios quien siempre ilumina mi camino con paciencia y sabiduría para el logro de mis objetivos. A mis padres Cesar y Rosario, a mis papitos Angelita, Celinda y Baldomero, a mi Hermana Milagros y a mi esposo Omar Boris Zegarra porque siempre me han ayudado a ser constante y firme en mis decisiones. A mis dos ángeles que siempre me cuidan a mi papito Pepe y mi tía Gladys. A mi principal motivación de superación mi hija Mirelly Alanis.

Lucerito

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme un día más de vida y así poder ir logrando mis objetivos.

Agradezco a mis padres Cesar y Rosario, a mi mamita Celinda Delgado y a mi esposo Omar Boris Zegarra por el apoyo que siempre me han brindado moralmente y económicamente. Por guiarme y ayudarme en cada etapa de mi vida.

Agradezco a mi asesor Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez que con sus conocimientos siempre me estuvo guiando para la culminación de mi desarrollo de investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Lucerito del Rosario Uría Pérez con DNI N° 70010777, 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, 01 diciembre de 2017



Lucerito Del Rosario Uria Perez

DNI: 70010777

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes tesis titulada “Evaluación de la efectividad de la planta *Opuntia Ficus Indica* (Nopal) y *Stenocereus Pruinosus* (Pitahaya) para el tratamiento de las aguas naturales del Río Santa, Caraz - 2017”; la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La autora.

ÍNDICE

	Pág.
CARÁTULA	
PÁGINAS PRELIMINARES	
Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	3
1.2 Trabajos previos	4
1.3 Teorías relacionadas al tema	10
1.4 Formulación del problema	25
1.5 Justificación del estudio	25
1.6 Hipótesis	26
1.7 Objetivo	26
II. MÉTODO	27
2.1 Diseño de investigación	28
2.1.1 Tipo de estudio	28
2.1.2 Diseño de estudio	28
2.2 Variables, Operacionalización	29
2.3 Población y muestra	30
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
2.5 Procedimiento experimental	35
2.5.1 Procedimiento experimental en campo	35
2.5.2 Parte experimental en laboratorio	40

2.5.3 Prueba de test de jarras	43
2.5.4 Método de aireación	44
2.5.5 Parte experimental análisis de laboratorio de las muestras ..	48
2.6 Validez y confiabilidad	53
2.7 Método de análisis de datos	54
2.8 Aspectos éticos	54
III. RESULTADOS	55
IV. DISCUSIÓN	91
V. CONCLUSIONES	95
VI. RECOMENDACIONES	97
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
VIII. ANEXOS	104
ANEXO 01: Recolección del agua del Río Santa	105
ANEXO 02: Río Santa	105
ANEXO 03: Colorímetro, medición del color verdadero del agua	106
ANEXO 04: Realización de las concentraciones de los coagulantes líquidos	106
ANEXO 05: Utilización del test de jarras	107
ANEXO 06: Aguas purificadas con el test de jarras	107
ANEXO 07: Coagulantes – floculantes preparados para utilizar en el método de aireación	108
ANEXO 08: Analizando Oxígeno disuelto	108
ANEXO 09: Resultado final del tratamiento del Agua del Río Santa	109
ANEXO 10: Matriz de consistencia	110
ANEXO 11: Ficha de campo para muestreo de agua	111
ANEXO 12: Ficha de datos generales de análisis en laboratorio antes del tratamiento	112
ANEXO 13: Ficha de seguimiento de análisis del tratamiento de Coagulación – floculación	113

ANEXO 14: Ficha de seguimiento de análisis de etapa final del tratamiento	114
ANEXO 15: Validación del instrumento N°01	115
ANEXO 16: Validación del instrumento N°02	116
ANEXO 17: Validación del instrumento N°03	117
ANEXO 18: Análisis de Coliformes totales en la muestra inicial	118
ANEXO 19: Análisis de Coliformes totales de la muestra 02 (90% Pitahaya) – Test de jarras	119
ANEXO 20: Análisis de Coliformes totales de la muestra 03 (50% Pitahaya) – Test de jarras	120
ANEXO 21: Análisis de Coliformes totales de la muestra 04 (25% Nopal) – Test de jarras	121
ANEXO 22: Análisis de Coliformes totales de la muestra 05 en la muestra tratada con el desinfectante Semilla de Moringa	122
ANEXO 23: Certificado del laboratorio donde se realizó los análisis de las muestras de agua del Río Santa (Método de aireación)	123
ANEXO 24: Ubicación de la toma de muestra de agua en el Río Santa	124
ANEXO 25: Ubicación de la recolección de la Pitahaya y Nopal para la realización de coagulantes / Floculantes	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del Nopal	11
Tabla 2. Taxonomía de la Pitahaya	13
Tabla 3. Clasificación de los desinfectantes	22
Tabla 4. Tipos de coagulante / floculante	23
Tabla 5. Operacionalización de variables	29
Tabla 6. Matriz de etapa e instrumento de la primera fase	32
Tabla 7. Matriz de etapa e instrumento de la segunda fase	33
Tabla 8. Matriz de etapa e instrumento de la última fase	34
Tabla 9. Estadística de fiabilidad de alfa de Cron Bach	54
Tabla 10. Resultados analizados en el campo	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nopal (<i>OPUNTIA FICUS INDICA</i>), Caraz	11
Figura 2: Pitahaya (<i>Stenocereus Pruinosus</i>), Caraz	13
Figura 3: Planta y semilla de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), Folkard y Sutherland 1996	15
Figura 4: El Río santa, ubicado en la ciudad de Caraz en el distrito de Pueblo Libre	16
Figura 5: Esquema del proceso del tratamiento del agua	18
Figura 6: Esquema del proceso básico del tratamiento del agua	19
Figura 7: Reestabilización de partículas	20
Figura 8: Esquema del proceso de coagulación – floculación	22
Figura 9: Ubicación del Río Santa en Tocash – Caraz	30
Figura 10. Identificación del lugar	35
Figura 11. Toma del punto de coordenada	35
Figura 12. Toma de la muestra de agua	36
Figura 13. Realización de la medición del pH en el agua del Río Santa .	36
Figura 14. Realización de la medición de la conductividad eléctrica del agua del Río Santa	37
Figura 15. Realización de la medición del oxígeno disuelto y temperatura del agua del Río Santa	37
Figura 16. Preparación de las muestras para mantenerlas hasta que lleguen al laboratorio y ser analizadas	38
Figura 17. Muestra de Coliformes Totales	38
Figura 18. Recolección del Nopal en la ciudad de Caraz en el distrito Pueblo Libre, 2017	39
Figura 19. Recolección de Pitahaya en la ciudad de Caraz en el distrito Pueblo Libre, 2017	39
Figura 20. Nopal y Pitahaya en la ciudad de Caraz en el distrito Pueblo Libre, 2017	40

Figura 21. Limpiado de espinas del Nopal, 2017	40
Figura 22. Lavado y alistado para refrigerar el Nopal y Pitahaya, 2017.	41
Figura 23. Proceso de elaboración de los coagulantes de Nopal y Pitahaya, 2017	42
Figura 24: Obtención de los coagulantes - floculantes cada uno con su respectiva medición de pH con el papel PANPEHA	42
Figura 25. Proceso de utilización de la prueba de Test de jarras, 2017	43
Figura 26. Diseño de la mini planta para el proceso de coagulación – floculación	45
Figura 27. Diseño de la mini planta para el proceso de coagulación – floculación con el agua sedimentando	46
Figura 28. Vertiendo el coagulante – floculante natural de pitahaya en concentración 5%	47
Figura 29. Proceso del método de aireación para la etapa de coagulación – floculación	47
Figura 30. Winkler listo para determinar el oxígeno disuelto	50
Figura 31. Determinación del color	51
Figura 32. Pesado final de los Sólidos disueltos	52
Figura 33. Coliformes totales de la muestra tratada con Nopal, muestra inicial y muestra tratada con Pitahaya	53
Figura 34. Turbidez según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	57
Figura 35. Turbidez según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). Método aireación	58
Figura 36. Color según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	59
Figura 37. Color según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	60

Figura 38. pH según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	61
Figura 39. pH según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	62
Figura 40. Conductividad Eléctrica según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	63
Figura 41. Conductividad Eléctrica según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	64
Figura 42. Oxígeno disuelto según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	65
Figura 43. Oxígeno disuelto según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	66
Figura 44. Sólidos Totales según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	67
Figura 45. Sólidos Totales según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	68
Figura 46. Sólidos disueltos según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	69
Figura 47. Sólidos disueltos según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	70
Figura 48. Sólidos suspendidos según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	71
Figura 49. Sólidos suspendidos según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	72
Figura 50. Coliformes totales según las concentraciones elegidas de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). – Test de jarras	73

Figura 51. Análisis de Coliformes totales antes, durante el coagulante y después del desinfectante a un 25% de concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal)	74
Figura 52. Coliformes totales según las concentraciones de los coagulantes – floculantes (nopal y pitahaya). - Método aireación	75
Figura 53. Porcentaje de remoción de turbidez Coagulante – floculante Nopal vs Pitahaya	76
Figura 54. Porcentaje de remoción de color Coagulante – floculante Nopal vs Pitahaya	77
Figura 55. Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos – floculante Nopal vs Pitahaya	77
Figura 56. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para la eliminación de turbidez del agua del Río Santa	79
Figura 57. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la Pitahaya: 5%, 10% y 15%) para la eliminación de turbidez del agua del Río Santa	79
Figura 58. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para la Remoción de Color del agua del Río Santa	80
Figura 59. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la Pitahaya: 5%, 10% y 15%) para la Remoción de Color del agua del Río Santa	81
Figura 60. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para identificar la variación de pH en el agua del Río Santa	82
Figura 61. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la pitahaya: 5%, 10% y 15%) para identificar la variación de pH en el agua del Río Santa	82

Figura 62. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para identificar la variación de conductividad del agua del Río Santa	83
Figura 63. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la Pitahaya: 5%, 10% y 15%) para identificar la variación de conductividad del agua del Río Santa	84
Figura 64. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para identificar la variación de oxígeno disuelto del agua del Río Santa	85
Figura 65. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la Pitahaya: 5%, 10% y 15%) para identificar la variación de oxígeno disuelto del agua del Río Santa	85
Figura 66. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para identificar los sólidos totales del agua del Río Santa	86
Figura 67. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la Pitahaya: 5%, 10% y 15%) para identificar los sólidos totales del agua del Río Santa	87
Figura 68. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para identificar los sólidos disueltos del agua del Río Santa	88
Figura 69. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la Pitahaya: 5%, 10% y 15%) para identificar los sólidos disueltos del agua del Río Santa	88
Figura 70. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración del Nopal: 5%, 10% y 15%) para identificar los sólidos suspendidos del agua del Río Santa	89
Figura 71. Figura de normalidad del tratamiento de Coagulación – floculación (Concentración de la Pitahaya: 5%, 10% y 15%) para identificar los sólidos suspendidos del agua del Río Santa	90

RESUMEN

En el presente trabajo se busca determinar la efectividad de los coagulantes-floculantes de cactus de Nopal y Pitahaya para el proceso de purificación del agua del Río Santa en la ciudad de Caraz en el distrito de Pueblo Libre. Para ello, se elaboró los coagulantes líquidos a diferentes concentraciones (% P/V). Una vez obtenidos los coagulantes líquidos se utilizó dos métodos de experimentación: El primero fue el test de jarras para evaluar en el laboratorio las concentraciones de 90%, 50% y 25% hasta encontrar las dosis y concentración óptima para ello se tomó como indicador la turbidez y color. El segundo método de aireación se utilizó un diseño de una pequeña planta de tratamiento del proceso primario coagulación, floculación y sedimentación. Para purificar el agua del Río Santa en este segundo método se utilizó una dosis de 30 ml y se vertió en las 6 muestras de agua del Río Santa a concentraciones de 5%, 10% y 15%.

Los resultados obtenidos del Coagulante – Floculante Nopal y pitahaya con respecto al % de remoción de turbidez fue de 74.5% y 76.5%. El porcentaje de remoción del color para Nopal es de 99.1 % y Pitahaya 99.3%. El % de Remoción de ST de la Nopal y Pitahaya es de 53.63% y 45.73%. El % de remoción de Sólidos disueltos es de 6.14% y 11.84% para el Nopal y Pitahaya. Por lo tanto, se concluye que la pitahaya es mejor removedor de turbidez y color a una concentración de 5%. Sin embargo, remueve menor cantidad de sólidos totales y sólidos disueltos.

Palabras claves: Coagulantes, Floculantes, partículas coloidales, tratamiento de aguas superficiales.

ABSTRACT

In the present work we seek to determine the effectiveness of the coagulants: Nopal and Pitahaya cactus flocculants for the process of water purification of the Santa River in the city of Caraz in the district of Pueblo Libre. For this, liquid coagulants were prepared at different concentrations (% P / V). Once the liquid coagulants were reached, two experimentation methods were used: The first was the jar test to evaluate in the laboratory the concentrations of 90%, 50% and 25% until finding the doses and the optimum concentration for it. turbidity and color. The second method of aeration was used in a design of a small treatment plant for the primary process of coagulation, flocculation and sedimentation. To purify water from the Santa River in this second method, a 30 ml dose was used and it was poured into the 6 samples of water from the Santa River in concentrations of 5%, 10% and 15%.

The results obtained from the Coagulant - Nopal Flocculent and pitahaya with respect to the percentage of removal of turbidity was 74.5% and 76.5%. The percentage of color removal for Nopal is 99.1% and Pitahaya 99.3%. The ST Removal% of Nopal and Pitahaya is 53.63% and 45.73%. The% removal of dissolved solids is 6.14% and 11.84% for nopal and pitahaya. Therefore, it is concluded that the pitahaya is better turbidity and color remover at a concentration of 5%. However, it removes less amount of total solids and dissolved solids.

Keywords: Coagulants, Flocculants, colloidal particles, surface water treatment.