



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

“Eficiencia del *Aloe barbadensis miller* en la reducción de Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”- Comas 2018”.

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

CÓRDOVA FIGUEROA, ESTEFANY FIORELLA

**ASESOR:**

DR. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA- PERÚ

**2018-I**

## PÁGINA DEL JURADO

---

.....

Presidente

---

.....

Secretario

---

.....

Vocal

## **DEDICATORIA**

A mis padres y familia por ser los principales pilares para mi educación, por todo su apoyo y comprensión en los momentos más cruciales en el desarrollo de mi investigación.

A mis amistades, compañeros de trabajo y docentes de la Universidad César Vallejo; quienes fueron partícipes de diversas formas en la elaboración de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre, por darme el apoyo moral y siempre estar a mi lado brindándome el soporte necesario y las palabras de aliento exactas.

A mi padre, hermano y hermana, por todas las veces en las que me ayudaron y motivaron a seguir adelante y no darme por vencida.

A mis familiares, por nunca dudar de mí y siempre estar en los momentos en los que más necesitaba.

Agradezco a la Universidad César Vallejo, por inculcarme metas e ideales pero principalmente permitirme ser una profesional en lo que más me apasiona.

A mis amistades y compañeros de trabajo, con los que he pasado momentos inolvidables durante mi carrera universitaria, sé que seremos excelentes compañeros y colegas en la vida.

Finalmente a mi asesor Dr. Carlos Cabrera Carranza por su enorme apoyo en la investigación para el proyecto y desarrollo de la presente tesis.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Estefany Fiorella Córdova Figueroa con DNI N° 76188491, 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 autentica.

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 dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos,..... de .... de 2018

---

Estefany Fiorella Córdova Figueroa

DNI N° 76188491

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “EFICIENCIA DEL ALOE BARBADENSIS MILLER EN LA REDUCCIÓN DE TURBIDEZ, DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO<sub>5</sub>), DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) Y COLIFORMES TOTALES EN AGUAS RESIDUALES DEL MATADERO DE AVES “SAN FRANCISCO”- COMAS 2018”.

La Autora.

Estefany Fiorella Córdova Figueroa

## INDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS .....	xii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS .....	4
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA .....	10
1.3.1. Aloe vera.....	10
1.3.2. Aguas residuales.....	11
1.3.3. Cadena de Custodia.....	12
1.3.4. Carga contaminante .....	12
1.3.5. Coagulación- floculación .....	12
1.3.6. Coagulante natural .....	13
1.3.7. Conductividad eléctrica .....	13
1.3.8. Coliformes Totales .....	13
1.3.9. Demanda Biológica de Oxígeno .....	13
1.3.10. Demanda Química de Oxígeno .....	14
1.3.11. Efluente.....	14
1.3.12. Equipo multiparámetro .....	14
1.3.13. Límites máximos permisibles (LMP) .....	15
1.3.14. Matadero.....	16

1.3.15. Muestra Compuesta .....	18
1.3.16. Oxígeno disuelto .....	18
1.3.17. Planta de Beneficio .....	18
1.3.18. Test de jarras .....	18
1.3.19. Tratamiento .....	18
1.3.20. Turbidez .....	18
1.3.21 Neutralización de carga.....	18
1.3.22. Sólidos suspendidos .....	19
1.3.23. Tiempo de resiliencia o residencia .....	19
1.3.24. Punto de monitoreo .....	19
1.3.25. Yodo.....	19
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.4.1. Problema General. ....	20
1.4.2. Problemas Específicos.....	20
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	20
1.6. HIPÓTESIS.....	21
1.6.1. Hipótesis General.....	21
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	22
1.7. OBJETIVOS.....	23
1.7.1. Objetivo General. ....	23
1.7.2. Objetivos Específicos. ....	23
II. MÉTODO.....	23
2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24
2.3. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN .....	24
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	27
2.4.1. Población .....	27
2.4.2. Muestra .....	27
2.4.3. Muestreo .....	29

2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	30
2.5.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
2.5.2. Procedimientos en Laboratorio.....	30
2.5.3. Validación y confiabilidad de los instrumentos.....	43
2.6. MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	45
2.7. ASPECTOS ÉTICOS .....	46
III. RESULTADOS .....	47
3.1. Resultados iniciales de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua muestreada.....	47
3.1.1. Parámetros físico-químicos iniciales.....	47
3.1.2. Parámetros microbiológicos iniciales.....	52
3.2. Resultados finales con tratamiento recibido: físico- químicos y microbiológicos del agua muestreada.....	54
3.2.1. Resultados finales en repeticiones de parámetros físico- químicos.....	54
3.2.2. Resultados finales en repeticiones de parámetros microbiológicos .....	64
3.3. Resultados estadísticos .....	66
3.3.1. Pruebas de Hipótesis .....	66
3.3.2. Pruebas de Normalidad.....	73
3.3.3. Pruebas de Correlación.....	77
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	78
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. RECOMENDACIONES.....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Corte transversal de la hoja del <i>Aloe barbadensis miller</i> .....	10
Figura N° 2:Diagrama de Proceso- Industria Matadero de aves .....	16
Figura N° 3: Matadero de aves “San Francisco” .....	16
Figura N° 4: Mapa de ubicación matadero “San Francisco” .....	17
Figura N° 5: Toma de muestra de afluente .....	28
Figura N° 6: Toma de muestra de canal- efluente.....	28
Figura N° 7: Envasado y rotulación de muestra .....	29
Figura N° 8: Filtrado de arena para filtro primario .....	31
Figura N° 9: Filtrado carbón vegetal para filtro primario .....	31
Figura N° 10: Filtro primario elaborado .....	32
Figura N° 11: Corte de la penca .....	32
Figura N° 12: Retiro de dermis y remojo de penca en agua destilada .....	33
Figura N° 13: Medición del pH.....	34
Figura N° 14: Multiparámetro para la medición de pH, conductividad y temperatura .....	34
Figura N° 15: Uso de reactivos para cálculo de oxígeno disuelto .....	35
Figura N° 16: Titulación con reactivos.....	35
Figura N° 17: Adición de reactivos para obtención de DQO .....	36
Figura N° 18: Muestra en reactor a 105°C- DQO .....	36
Figura N° 19: Titulación con reactivos.....	37
Figura N° 20: Elaboración de dilución .....	37
Figura N° 21: Preparación de frascos Winkler para introducirlo a la caja de calentamiento.....	38
Figura N° 22: Secado de muestras .....	38
Figura N° 23: Muestras en estufa a 105°C.....	39
Figura N° 24: Filtrado de muestra .....	39
Figura N° 25: Muestra en estufa.....	39
Figura N° 26: Peso de agar en la balanza.....	40
Figura N° 27: Mezcla y preparación de agar .....	40
Figura N° 28: Desinfección de las placas Petri con ayuda del mechero bunsen..	41
Figura N° 29: Filtro de agua muestra por el kitasato .....	41
Figura N° 30: Sembrado de papel filtro en placas petri .....	41

Figura N° 31: Material grueso del agua muestreada .....	42
Figura N° 32: Aplicación de coagulantes con el test de jarras .....	42
Figura N° 33: Filtro final para separación de lodos generados.....	43
Figura N° 34: Placa con muestra inicial.....	52
Figura N° 35: Conteo de colonias.....	52
Figura N° 36: Placa con aplicación de coagulante natural C <sub>Y</sub> .....	64
Figura N° 37: Placas con aplicación final de coagulantes naturales .....	64
Figura N° 38: Jornada laboral en el matadero “San Francisco” .....	90
Figura N° 39: Descarga de aguas residuales del matadero al desagüe.....	90
Figura N° 40: Residuos generados por las actividades en el matadero .....	91
Figura N° 41: Bomba de aireación utilizado para la investigación.....	91
Figura N° 42: Desinfección de materiales en el autoclave .....	92
Figura N° 43: Retiro de yodo en coagulante S <sub>Y</sub> .....	92
Figura N° 44: Agua destilada luego de proceso de retiro del yodo- 12hr .....	93
Figura N° 45: Dosis de coagulantes naturales .....	93
Figura N° 46: Aplicación de coagulantes en muestras .....	94
Figura N° 47: Pruebas iniciales- coagulante sin yodo .....	94
Figura N° 48: Agua luego de aplicación de coagulante S <sub>Y</sub> .....	95
Figura N° 49: Pruebas iniciales- Coagulante con yodo .....	95
Figura N° 50: Agua luego de la aplicación del coagulante C <sub>Y</sub> .....	96
Figura N° 51: Sistema desarrollado para aplicación de tratamiento.....	96
Figura N° 52: Desarrollo de tratamiento en sistema elaborado- 20L.....	97
Figura N° 53: Resultados finales .....	97
Figura N° 54: Lodo generado por tratamiento de agua .....	98

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Clasificación taxonómica .....	11
Tabla N° 2: Límites Máximos Permisibles .....	15
Tabla N° 3: LMP para descargas de efluentes líquidos de plantas de camales y plantas de beneficio .....	15
Tabla N° 4: Operacionalización de las variables .....	20
Tabla N° 5: Técnicas e instrumentos de validación.....	30
Tabla N° 6: Materiales y procedimiento para elaboración de filtro primario .....	31
Tabla N° 7: Materiales y procedimiento para la elaboración de coagulante natural .....	32
Tabla N° 8: Concentraciones de coagulante natural .....	33
Tabla N° 9: Procedimiento para medición de pH, temperatura, conductividad eléctrica y potencial redox.....	34
Tabla N° 10: Medición de Oxígeno Disuelto.....	35
Tabla N° 11: Medición de DQO .....	36
Tabla N° 12: Medición de DBO <sub>5</sub> .....	37
Tabla N° 13: Medición de Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	38
Tabla N° 14: Procedimiento de medición de parámetros microbiológicos.....	40
Tabla N° 15: Procedimiento de Test de jarras con coagulantes naturales .....	42
Tabla N° 16: Confiabilidad <i>Instrumento 1: Ficha de registro de datos en campo</i> .	44
Tabla N° 17: Confiabilidad <i>Instrumento 2: Cadena de Custodia</i> .....	44
Tabla N° 18: Confiabilidad <i>Instrumento 3: Etiqueta para frascos</i> .....	45
Tabla N° 19: Confiabilidad <i>Instrumento 4: Cuadro de resultados finales</i> .....	45
Tabla N° 20: Parámetros físico- químicos iniciales .....	47
Tabla N° 21: Resultados iniciales de turbidez de muestra de agua .....	47
Tabla N° 22: Relación entre DBO y DQO.....	49
Tabla N° 23: Datos obtenidos para el cálculo de Oxígeno Disuelto inicial .....	50
Tabla N° 24: Datos obtenidos ST <sub>inicial</sub> y SD <sub>inicial</sub> .....	51
Tabla N° 25: Resultados iniciales parámetros microbiológicos .....	52
Tabla N° 26: Resultados parámetro de turbidez.....	54
Tabla N° 27: Eficiencia de reducción- Coagulante con Yodo .....	57
Tabla N° 28: Eficiencia de reducción- Coagulante sin Yodo .....	57
Tabla N° 29: Datos obtenidos para el cálculo de DBO <sub>final</sub> .....	58

Tabla N° 30: Resultados DBO <sub>5</sub> final.....	58
Tabla N° 31: Datos obtenidos para el cálculo de Oxígeno Disuelto final.....	60
Tabla N° 32: Datos obtenidos- cálculo de Demanda Química de Oxígeno .....	60
Tabla N° 33: Sólido Total final- Coagulante C <sub>γ</sub> y S <sub>γ</sub> .....	62
Tabla N° 34: Sólidos Disueltos final- Coagulante C <sub>γ</sub> y S <sub>γ</sub> .....	62
Tabla N° 35: Resultado final de parámetro microbiológico C <sub>γ</sub> .....	64

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Turbidez inicial en muestras recogidas.....	48
Gráfico N° 2: Comparativa resultado inicial DQO con los LMP <sub>AGUA</sub> .....	50
Gráfico N° 3: Comparativa resultado inicial SST con los LMP <sub>AGUA</sub> .....	51
Gráfico N° 4: Comparativa resultado inicial Coliformes Totales con LMP .....	53
Gráfico N° 5: Resultados obtenidos de 1era repetición.....	54
Gráfico N° 6: Resultados obtenidos de la 2da repetición .....	55
Gráfico N° 7: Comparativa de resultados obtenidos con el coagulante C <sub>Y</sub> .....	56
Gráfico N° 8: Comparativa de resultados obtenidos con el coagulante S <sub>Y</sub> .....	56
Gráfico N° 9: Comparativa resultados finales DBO- Normativa .....	59
Gráfico N° 10: Comparativa de resultados finales DQO con normativa .....	61
Gráfico N° 11: Comparativa resultados SST finales con SST inicial .....	63
Gráfico N° 12: Comparativa Coliformes Totales Resultado inicial y final .....	65
Gráfico N° 13: Prueba de normalidad- Turbidez- coagulante con yodo .....	73
Gráfico N° 14: Prueba de normalidad- Turbidez- coagulante sin yodo.....	74
Gráfico N° 15: Prueba de normalidad- DBO.....	74
Gráfico N° 16: Prueba de normalidad- OD .....	75
Gráfico N° 17: Prueba de normalidad- DQO .....	75
Gráfico N° 18: Prueba de normalidad- OD .....	76
Gráfico N° 19: Prueba de normalidad- Coliformes Totales.....	76

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar si la especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”. El volúmen de agua utilizada en este matadero es de aproximadamente 400L/día. El procedimiento de obtención del coagulante natural se desarrolló mediante el corte de la penca, el lavado para la eliminación de las impurezas y el retiro de la dermis de la penca para proseguir con el corte del gel de cuadraditos en tamaño aproximado de 3mm. Se elaboró también un filtro primario para el retiro del material grueso del agua residual. En la presente investigación se trabajó con diversas concentraciones y con el coagulante en su estado natural (CY) y con el remojo durante mas de 12hr para el uso del coagulante sin yodo SY. Se realizaron 3 tomas de muestras y los parámetros a evaluar fueron de DBO5, DQO, SST, Turbidez y Coliformes Totales. Los resultados obtenidos fueron del 99% de turbidez, 83.3 de DQO, 91.8% de SST y 99.8% de Coliformes Totales. Se concluyó finalmente que la especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves.

**Palabras clave:** coagulante natural, floculación, turbidez, dermis, organismos anaerobios

## ABSTRACT

The objective of this work is to determine if the species *Aloe barbadensis miller* is efficient in the treatment of wastewater from the "San Francisco" poultry slaughterhouse. The volume of water used in this slaughterhouse is approximately 200L / day. The process of obtaining the natural coagulant was developed by cutting the stalk, washing for the removal of impurities and removing the dermis from the stalk to continue with the gel cut of squares in an approximate size of 3mm. A primary filter was also developed for the removal of coarse material from wastewater. In the present investigation we worked with different concentrations and with the coagulant in its natural state (CY) and with the soaking for more than 12hr for the use of the coagulant without iodine SY. Three samples were taken and the parameters to be evaluated were BOD5, COD, SST, Turbidity and Total Coliforms. The results obtained were 99% of turbidity, 83.3 of COD, 91.8% of SST and 99.8% of Total Coliforms. It was finally concluded that the species *Aloe barbadensis miller* is efficient in the treatment of wastewater from the poultry slaughterhouse.

**Keywords:** natural coagulant, flocculation, turbidity, dermis, anaerobic organisms

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso sumamente indispensable en nuestra vida y es justamente por ello la preocupación que se presenta por su cuidado y la búsqueda de tratamientos para mejorar el estado en el que se encuentra; producto de las actividades antropogénicas en su mayoría, los efluentes de las industrias que no cuentan con un debido control de las autoridades competentes o tratamiento previo son las que causan un mayor impacto, y es por ello la importancia de buscar técnicas o tratamientos específicos que sean económicos y de fácil adopción para las industrias. (Alcarraz, 2010)

Uno de los tratamientos primarios que se conocen es el de la coagulación, que consiste en la remoción del material en suspensión, generalmente este tratamiento se da con la adición de químicos; sin embargo esto trae efectos negativos como los altos volúmenes de lodos generados, afectan el pH del agua tratada sin contar con los efectos nocivos para la salud y los altos costos de adquisición. Por esta razón es que se buscan alternativas de solución, como lo es el uso de coagulantes naturales de origen vegetal, ya que estos generan menor volumen de lodos, siendo su principal atractivo los bajos costes para las industrias.

Es por esto que la presente investigación propone como alternativa de coagulante natural a la especie *Aloe barbadensis miller*, con el fin de determinar su efectividad en la reducción de la turbiedad y el DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del matadero “San Francisco” que se encuentra ubicado en Av. Trapiche S/N, Comas; así como también evaluar el efecto que tiene la presencia del yodo en el tratamiento.

## **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la actualidad el estado no le ha brindado la debida importancia a la calidad de nuestras aguas residuales, demostrándose ello en avances o esfuerzos incipientes por lograr la mejora en tratamientos para nuestro recurso indispensable. Las causas para el crecimiento de la contaminación de esta son diversas, naturales o antropogénicas; siendo esta última, la razón principal.

Las descargas de aguas residuales tanto domésticas como industriales (actividades agropecuarias, curtiembres, papeleras, etc.) generan efectos perjudiciales tanto para la salud como para el medio ambiente. En el distrito de Comas, en la Av. Trapiche, se pueden observar diversas actividades de crianza de animales, como por ejemplo los centros de distribución de aves vivas y/o muertas por mayor y menor las cuales ocasionan el aumento de la concentración de compuestos perjudiciales para la salud (carga orgánica en alto contenido, rumen o sólidos en suspensión, sangre). Estos establecimientos están destinados a sacrificar animales domésticos para la obtención de productos cárnicos de buena calidad para el consumo de la población, sin embargo la principal problemática con estos centros es la poca o nula existencia de medidas de seguridad, higiene y tratamiento de residuos finales; convirtiéndose así en potenciales focos de contaminación.

Las aguas residuales de los mataderos de diversos animales se caracterizan principalmente por la elevada carga orgánica y turbiedad que presentan; no obstante el casi nulo tratamiento que reciben al momento de verterlo en los desagües es una de las principales tareas en las que el gobierno local (municipios) deberían de enfocarse; "San Francisco" es un matadero de aves, con venta al por mayor y menor, se encuentra ubicado en Av. Trapiche S/N. Comas, este matadero se caracteriza por ser uno de los abastecedores principales en la zona del cono norte (Los Olivos, Comas, San Martín de Porres, Puente Piedra, etc.) y posee una descarga de 400L diarios aproximadamente en actividades normales y en fiestas el volumen de descarga es mucho mayor, llegando a doblar el valor antes mencionado.

Es por ello que se requieren tratamientos para la mejora de sus aguas residuales, encontrándose como gran fuente alternativa los coagulantes y floculantes naturales; que son seguros y no generan daño al medio ambiente (en comparación con los coagulantes inorgánicos y polímeros sintéticos), la mayoría son de origen vegetal; presentando como agentes coagulantes activos a los carbohidratos, taninos, etc.; libre de tóxicos y sus volúmenes de lodos generados son de hasta 5 veces más bajo (y con valor nutricional más alto) en comparación con tratamientos utilizando agentes químicos. Por mencionar ejemplos, están las semillas de maíz, el frijol común, la Opuntia Ficus (Cactus), la Moringa Oleífera, la semilla de C. Obtusifolia, etc.

Los parámetros para evaluar la capacidad coagulante de serían la naturaleza de las cargas, el peso molecular del compuesto (coagulante natural), y también la densidad de carga. (Bolto y Gregory, 2007). Sin embargo para evaluar los efectos de la concentración en las muestras de agua se utilizan datos como la dosis necesaria del coagulante, el pH inicial del agua, el tiempo de establecimiento, la velocidad de agitación con la que se tratará (rpm) y la temperatura (este último tiende, en altas temperaturas, a presentar la rotura de los flóculos; es decir que reduce el tamaño, no obteniéndose una buena remoción de los contaminantes)

## 1.2. TRABAJOS PREVIOS

MARIO ALCARRAZ (2010) nos señala en su artículo que en nuestro país se ha ido aumentando el desarrollo industrial, siendo agravado la problemática de las aguas residuales a causa principal del incremento de industrias pequeñas o medianas clandestinas, que como no se encuentran debidamente registradas evaden de una forma u otra el debido control por el que deben pasar; resolver este problema no es solamente con la supervisión y continua sanción a la empresa generadora de los efluentes; sino que deber incluir estudios de tratamientos propios, que sean accesibles y principalmente económicos para que sean medidas adoptables; estos estudios son llamados también “Estudios de tratabilidad de aguas residuales” desarrollados con el fin de disminuir las cargas contaminantes por medio de diversos procesos para acondicionar al efluente a niveles permisibles. Los ensayos a los que son sometidos los efluentes para su debida caracterización y/o identificación previa constan de la determinación del pH, sólidos totales, DBO<sub>5</sub>, turbidez.

Nos menciona también de la importancia de los tratamientos al que los efluentes son sometidos, encontrándose tratamientos primarios que consisten principalmente en la remoción del material sedimentable para lograr la clarificación del agua, dentro de estos tratamientos primarios se encuentran los tratamientos de coagulación y floculación. En su estudio desarrolló en principio una caracterización fisicoquímica de las aguas residuales de una planta procesadora de frutas, evaluando el pH, azúcares totales (método Fehling Causse Bonnans), sólidos totales (método APHA), DBO (método A.O.A.C), turbidez (método USEPA). Encontrándose con valores de pH que iban en el rango de 4.2 a 5.5, valores de DBO entre 4670mg/L y 5320 mg/L, sólidos totales entre 2700mg/L y 3800 mg/L y turbidez entre 168 y 205 NTU. En el tratamiento de las aguas residuales, acondicionó el agua residual a pH 6.5 con ácido sulfúrico y a pH 9 con hidróxido de sodio, desarrollando una comparación en el procedimiento con el floculante orgánico Polycat CS-5460 y con el Sulfato de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), en ambos casos con una velocidad de agitación de 100 rpm durante 30 segundos para después pasar a 30 rpm

durante 30 minutos para luego dejarlo durante 30 minutos de sedimentación y finalmente separar el material sedimentado mediante decantación.

Los resultados en porcentaje de remoción obtenidos finalmente en el caso del sulfato de aluminio fueron para sólidos totales 93.2%, DBO 93.87% y turbidez de 96.78%; en el caso del Polycat-5460 fue de sólidos totales 95.5%, DBO 96.58% y turbidez 98.1%; siendo en conclusión el que presentó un mayor rango de efectividad.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, UNIV. DE TAYLOR: Malasia (2014) en su artículo nos indica la clasificación que pueden llegar a tener los coagulantes químicos, dentro de los cuales nos señala que existen los coagulantes inorgánicos químicos convencionales como el cloruro de aluminio o el cloruro férrico, pero también están los polímeros orgánicos sintéticos como la poliacrilamida o también conocida por sus siglas PAM. En cuanto a la comparación de desventajas y beneficios presentes en los coagulantes naturales, y los coagulantes inorgánicos, los coagulantes inorgánicos tienen como principal desventaja la generación de grandes volúmenes de lodos y de la afectación que acarrea en la salud humana con enfermedades como el Alzheimer; sin embargo en el caso de los coagulantes naturales se tienen beneficios como el que esté clasificado como material biodegradable y principalmente en la reducción de costos para el tratamiento de las aguas residuales. Es por ello que recomienda el reemplazo o minimización de uso de las sales de aluminio por el uso y desarrollo de coagulantes naturales alternativos.

En el caso de su estudio preparó agua turbia sintética con ayuda de diferentes concentraciones de caolín y agua desionizada. La metodología desarrollada para la obtención del coagulante fue mediante lavado y limpieza previa de la penca, retirando la corteza y cortándola de un tamaño aproximado a 2cm, triturando luego la corteza añadiendo Cloruro de Sodio (NaCl), esta se mezcló durante 30 minutos y fue finalmente filtrado

Como resultado de la comparación entre la calidad de las aguas residuales tratadas con coagulantes naturales junto con las tratadas con coagulantes químicos; existe la posibilidad de reemplazar el uso de sulfato de aluminio en los tratamientos. Se demostró un rango de efectividad entre 81.2 a 93.13% en aguas residuales cuyo valor de pH era de 4; y en contraste con las aguas residuales con valores de pH igual a 10 que resultó ser 76.8 a 87.18%, un mayor rango de efectividad.

JULIÁN ZAMUDIO (2015) en su investigación menciona que la disponibilidad de agua potable en el país vecino de Colombia es limitada ya que tanto la continuidad como la calidad del servicio no es asegurada, más aún con el problema de no contar con información confiable y actual. En el distrito de Fusagasugá cuentan con un sistema de conducción que se sirven de fuentes acuíferas superficiales, sin embargo estos sistemas no aseguran la calidad del agua para consumo, es a consecuencia de ello que se inicia una investigación con procedimientos de acción floculante haciendo uso de diversos productos naturales; dentro de los cuales menciona a la sábila, la semilla del mango dulce, la cáscara de mandarina, semillas de tamarindo, ramas y hojas de la moringa, lapitahaya, etc. En cuanto a la preparación del compuesto con la sábila se trabaja con la penca, cortándola por la raíz y abriéndola por la mitad, exponiéndose los cristales y retirándose cuidadosamente con un bisturí para finalmente cortarlo en cuadrados pequeños con lados no mayores a 3mm. En el tratamiento brindó al inicio un tiempo de nucleación de 1 minuto con una velocidad de agitación de 100 rpm, el coagulante de la sábila se aplicó con una dosis de 1.4 g/L, 50 rpm (velocidad de coagulación) durante 20 minutos y un tiempo de sedimentación de 15 minutos, obtuvo como índice de remoción de turbiedad un valor aproximado de 47%, para el pH se obtuvo un rango de acción entre 6.5 y 7.5; finalmente se presenció un aumento proporcionado entre la conductividad y la dosis que se aplicó. Concluyendo que los cristales de la sábila son una excelente opción como coagulante natural ya que es una opción de bajo costo y mayor producción en el mercado.

Según MARÍA KOPYTKO (2014) en su estudio desarrollado con agua cruda de la corriente Palmichala en Colombia; menciona que el Aloe vera tiene una gran versatilidad en su composición y que ello ayuda a los procesos de coagulación y floculación. Aplica al Aloe Vera como un ayudante de floculación junto con el sulfato de aluminio haciendo inclusive una disminución de la dosis de aluminio en un 20% o de alumbre en un 40%. Inicialmente obtuvo valores de alcalinidad, pH, turbidez y color aparente. Utiliza también al alumbre como coagulante (con dosis de 1%, 3%, 5%, 7% y 10%) y al Aloe Vera como coagulante primario y como ayudante. Mediante la metodología de prueba de jarras, y probando en diferentes concentraciones de aloe (0.5%, 1%, 3%, 5%, 7% y 10%) habiendo eliminado la turbidez hasta en un 95% y ayudando a disminuir la dosis de alumbre utilizado en un 20%, si bien indica que el aloe es un “pobre” coagulante en comparación con el sulfato de aluminio, explica que es independiente de la turbiedad de la muestra inicial analizada; y demuestra que el Aloe si presenta propiedades floculantes para el tratamiento de agua. Sin embargo lo considera un ayudante para los coagulantes químicos y también que disminuye la generación de residuos no tratables

GUZMÁN LUIS (2013), menciona a la coagulación como el proceso más importante en el tratamiento de aguas, incluyendo la remoción de material suspendido. Sin embargo el usos de coagulantes químicos trae diversas desventajas que van desde a los altos costos de adquisición hasta los grandes volúmenes de lodos que se generan por su aplicación. La investigación tuvo como principal objetivo dar a conocer la bibliografía, clasificación, eficiencia y mecanismos utilizados con respecto a coagulantes de origen natural ya que hace más de 4000 años se han llevado usando para el tratamiento de aguas residuales domésticas, polímeros naturales que se obtienen de las cortezas, hojas, frutas o raíces. Mencionando algunos ejemplos al *Opuntia Ficus*, *Strychnos potatorum*, pudiéndose utilizar como como sustitutos o solos para el tratamiento de coagulación- floculación;

aplicándose en la reducción de la turbidez y acondicionamiento de lodos. La capacidad coagulante de ciertas especies vegetales que se evaluaron en aguas con turbiedad valorada entre 50 a 100 NTU, fluctúan entre 50- 95% y con dosis de 20 a 250 mg/L. Concluyendo en las ventajas que los coagulantes naturales representan para el medio ambiente, como lo producción reducida y más eco-amigable de lodos o en caso de utilizarlos como ayudantes de coagulantes químicos, representa como principal beneficio las reducciones significativas de dosis de coagulantes inorgánicos, y la neutralización de cargas

IDRIS (2011), nos indica la importancia de la calidad del agua para el aseguramiento de nuestras actividades diarias, es por ello que con el fin de asegurarla las autoridades se encuentran prestando mucha atención en la búsqueda y en el tratamiento de las aguas residuales, dentro de estos tratamientos figura la coagulación que es definida como un proceso en el que se desestabiliza a los coloides (flóculos) y se eliminan mediante procedimientos de filtración. En la actualidad se observa el uso de coagulantes químicos, mayormente las sales del aluminio por su bajo costo principalmente, sin embargo los peligros y desventajas que representan para el ambiente y la salud humana han hecho que la búsqueda de alternativas naturales, dándonos como resultado a la especie *Aloe barbadensis miller*, que posee una similitud o características similares al cactus. En cuanto a la metodología la hoja se lavó y limpió, para posteriormente retirar su corteza y cortarla en tamaño de 2 cm, de las cuales se pesaron y trituraron 5gr, añadiéndole 100ml de cloruro de sodio a diferentes concentraciones (0.05 a 3M); esta se mezcló durante 30 minutos y fue finalmente filtrada.

Finalmente se demostró la capacidad de la especie en cuanto a remoción de la turbidez ya que fue capaz de eliminar en un 75% la turbidez inicial del agua con un pH 4; también se observó la relación existente entre el cloruro de sodio, utilizado en la extracción y la eficiencia de remoción de turbidez, quedándose en que 1,5 M era la concentración ideal para los próximos experimentos.

TECH (2017). Describe que el uso y aprovechamiento de los recursos naturales en los procesos como el tratamiento de aguas residuales es un “camino prometedor” puesto que involucra una reducción en los costos y los impactos ambientales ocasionados durante el uso de coagulantes sintéticos. Menciona al *Aloe barbadensis miller* como una planta compuesta por 75 nutrientes y compuestos activos que incluyen desde aminoácidos hasta minerales que ayudan a que esta especie presente una capacidad de coagulación y que se podría utilizar como un auxiliar con el alumbre en el tratamiento de las aguas residuales y reducir el uso de coagulantes químicos. Las hojas del Aloe Vera son recolectadas y lavadas para la eliminación de la suciedad presente, para a continuación separar el gel de su epidermis. Con ayuda de un mezclador, para que se forme un líquido del gel y sea conservado en botellas de vidrio; en este caso se recreó al agua contaminada artificialmente y también se utilizó el Sulfato de Aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) al 5% en forma líquida. Para el desarrollo del proceso de floculación utilizó dos velocidades de 200- 300rpm (mezcla rápida) durante 2 minutos y 30-40 rpm (mezcla lenta) por un tiempo de 15 minutos, el tiempo de sedimentación utilizado fue de 30 minutos para finalmente retirar con una pipeta la muestra. Los resultados obtenidos demostraron una eficiencia máxima de 91% con el coagulante químico- alumbre y en el caso del Aloe Vera gel una eficiencia de 75 a 80% en dosis de 10mg/L y de 40mg/L

QUILLE, Germán y DONAIRES T. (2013), menciona que las aguas residuales provenientes de camales contienen sangre, estiércol, pelos, grasas y altas cargas orgánicas. Mediante la investigación que presentó desarrolló un tratamiento mediante un proceso mixto de lechada de cal con el que removió la alta carga orgánica y también la elaboración de compost con los residuos sólidos del camal. En cuanto al tratamiento de sus efluentes, los valores iniciales obtenidos indicaron un pH de 7.4,  $\text{DBO}_5$  de 854 mg/L, DQO de 1753 mg/L y sólidos en suspensión de 2100 mg/L, todos los parámetros analizados a excepción del pH sobrepasan los LMP establecidos por la normativa. Hizo un pre-tratamiento de lechada de cal con una solución al 30% para llevar a la

muestra a un pH mayor a 11, agitando con aire por un tiempo de 20 minutos; para finalmente tratarlo con sulfato de aluminio al 1%, agitándolo nuevamente con aire durante 5 minutos y dejándolo en reposo. Durante la etapa de sedimentación separó el sólido del líquido durante 2 horas. Los resultados obtenidos indicaron valores de DBO<sub>5</sub> 210mg/L, DQO 470mg/L y sólidos suspendidos de 18mg/L, es decir con un porcentaje de remoción de DBO<sub>5</sub> 75%, DQO 73%, sólidos en suspensión 99%. Señaló también la importancia en el reaprovechamiento de los residuos sólidos generados por el matadero, para la elaboración de compost ya que tiene se caracterizó por su alto contenido de materia orgánica.

### 1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

#### 1.3.1. Aloe vera

Planta tropical perenne, especie nativa del África, perteneciente a la familia Liliaceae; suculenta, lo que quiere decir que posee una alta capacidad de retención de agua, sin tallos o con un tallo muy corto, sin embargo tiene alta capacidad de adaptación a situaciones de estrés hídrico (sequías) (Idris, 2011, 1p.)

La sábila es una planta herbácea perenne, sus hojas se caracterizan por ser carnosas y gruesas, los componentes del Aloe Gel, consisten básicamente en polisacáridos como el Hexosano, que se desdobra en glucosa y manosa; llamándose también glucomano. (Ferraro, 2011, 12p.)

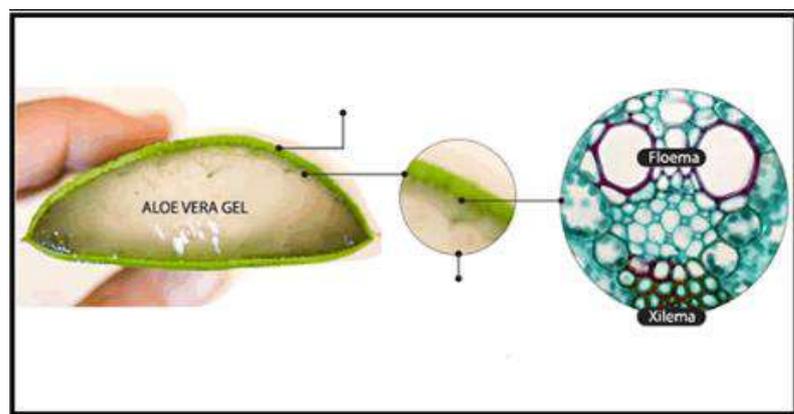


Figura N° 1: Corte transversal de la hoja del *Aloe barbadensis miller*

Fuente: Ferraro, 2011

El *Aloe barbadensis miller* exhibe un alto potencial para uso en tratamiento de aguas, principalmente por su parecido o por las características similares que presenta con el cactus.

El comúnmente conocido con “Aloe Vera” pertenece a la familia Liliaceae, presentando hasta en 400 especies; sus características de alta tasa de retención de agua y el amplio rango geográfico en el que crece y se desarrolla lo hacen ideal para el uso en diversos ambientes y tratamiento de aguas residuales de industrias. (DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, UNIV. DE TAYLOR: Malasia, 2014, 3p.)

**Tabla N° 1: Clasificación taxonómica**

<b>REINO</b>	<b>Plantae</b>
<b>SUB-REINO</b>	Tracheobionta
<b>DIVISIÓN</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE</b>	Liliopsida
<b>SUBCLASE</b>	Lilidae
<b>ORDEN</b>	Asparagale
<b>FAMILIA</b>	<i>Aloaceae</i>
<b>GENERO</b>	<i>Aloe</i>
<b>ESPECIE</b>	<i>vera</i>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 1.3.2. Aguas residuales

Aguas cuyas características fisicoquímicas, hayan sido modificadas por actividades realizadas por el hombre, las cuales terminan siendo vertidas a cuerpos de agua natural o reutilizadas; requiriendo un tratamiento previo. (ANA, 2016, 47p.)

#### 1.3.2.1. Aguas residuales industriales

Aguas que son generadas a consecuencia del desarrollo de actividades productivas, provenientes de actividad agrícola, pesquera, agroindustrial y/o minera. (ANA, 2016, 50p.)

### 1.3.3. Cadena de Custodia

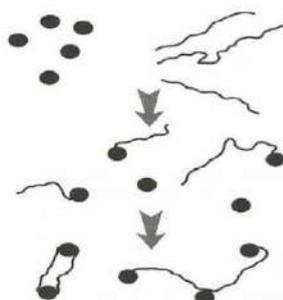
Documento utilizado para el monitoreo de calidad de aguas, permite garantizar las condiciones de registro, seguimiento y resultados. (ANA, 2016, 50p.)

### 1.3.4. Carga contaminante

Sustancia o microorganismos contenidos en un determinado volumen de agua, es determinado mediante la multiplicación de la concentración de las sustancias y el caudal determinado a la hora del muestreo. (ANA, 2016, 50p.)

### 1.3.5. Coagulación- floculación

Proceso fisicoquímico que se utiliza en el tratamiento de aguas residuales de industrias o domésticas, con la finalidad de la eliminación de las partículas coloidales presentes; esto ocurre mediante la adición de agentes coagulantes (naturales o químicos). Este procedimiento se desarrolla mediante la actuación en las cargas de las partículas, las cuales las cancelan y origina una compresión de la capa difusa que esta alrededor de los coloides; esto permite la creación de los flóculos los cuales pasando un tiempo efectivo sedimentan. (Bravo, 2015, 15p.)



**Figura N° 2: Formación de flóculos con el uso de polímeros**

Fuente: Bravo, 2015

La floculación tiene relación con los fenómenos de transporte dentro del líquido y con la formación de puentes químicos entre las partículas presentes en el agua residual; formándose una malla de coágulos que

forman finalmente flóculos suficientemente grandes para que logren sedimentar, sin embargo la coagulación se caracteriza por la desestabilización de las partículas suspendidas, reduciendo las fuerzas de separación entre ellas; es ahí donde se añade el coagulante durando este proceso una fracción de segundo . (Alcarraz, 2010, 62p.)

#### **1.3.6. Coagulante natural**

Alternativa de gran potencial, presentan nula o mínima toxicidad; presentan propiedades similares a los coagulantes sintéticos; los cuales aglomeran las partículas suspendidas presentes en el agua a tratar; ello facilita su sedimentación. (Guzmán, 2013, 262p.)

La coagulación natural presenta muchos beneficios dentro de los cuales se encuentra la biodegradación y la reducción significativa en los costos de tratamiento. (Idris, 2011,1p.)

#### **1.3.7. Conductividad eléctrica**

Indicador de la cantidad de iones que están disueltos en el agua, su unidad de medida es Siemens (S/cm) o micro Siemens ( $\mu\text{S/cm}$ ). (ANA, 2016, 48p.)

#### **1.3.8. Coliformes Totales**

Bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gram negativas, que no presentan esporulación y tienen forma alargada. Son conformadas por coliformes termotolerantes y el *Escherichia coli*. (VARGAS, 2000, 3p)

#### **1.3.9. Demanda Biológica de Oxígeno**

Oxígeno requerido por los microorganismos presentes en las aguas residuales, por ello se considera al DBO como un ensayo importante para la determinación de la concentración de la materia orgánica. Su unidad de medida es de mg/L. (Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- República de Colombia, 2007, 2p.)

El DBO nos indica la velocidad con la que las bacterias o microorganismos consumiran el oxigeno necesario para la biodegradabilidad de la materia orgánica presente en el agua, sin

embargo si el material orgánico se encuentra en exceso estequiométrico de la cantidad de oxígeno requerido no se podrá medir el oxígeno disuelto y por ende no se podrá evaluar la Demanda de Oxígeno.



Las aguas residuales de industrias en las que no se ha desarrollado una actividad microbiana capaz de consumir el material orgánico presente, se puede deber a la presencia de agentes químicos o físicos (variaciones de temperatura, no existencia de turbulencia o aireación) y se recomienda la aireación por varios días para el posterior desarrollo de actividad microbiana. (Ing. De tratamiento de Aguas Residuales, 2015, 4p.)

#### **1.3.10. Demanda Química de Oxígeno**

Es el oxígeno que se necesita para la oxidación química de la materia orgánica, se diferencia del DBO en que este último detecta el material que se degrada biológicamente, sin embargo en el caso del DQO todo el material (biodegradable o no) es consumido u oxidado químicamente por el reactivo (Dicromato de Potasio) en un medio ácido y en presencia de un catalizador. La reacción que se desarrolla para ello es de una mezcla de ácido sulfúrico y dicromato de potasio con un catalizador.



Con una temperatura de 150°C durante 2 hr de digestión, el cromo cambia en su estado de oxidación, oxidando la materia orgánica. (Ing. De tratamiento de Aguas Residuales, 2015, 4p.)

#### **1.3.11. Efluente**

Agua tratada proveniente de actividades antropogénicas las cuales pueden ser vertidas en un cuerpo de agua o pueden ser reutilizadas. (ANA, 2016, 52p.)

#### **1.3.12. Equipo multiparámetro**

Instrumento que mide en simultáneo diversos parámetros como el pH, temperatura, conductividad, y oxígeno disuelto. (ANA, 2016, 52p.)

### 1.3.13. Límites máximos permisibles (LMP)

Medidas de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente (líquido) o emisión (gases), su determinación y cumplimiento corresponden al MINAM. (ANA, 2016, 54p.)

En la presente investigación el LMP con el que evaluán los resultados de los parámetros iniciales y finales es el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

**Tabla N° 2: Límites Máximos Permisibles**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Diario “El Peruano”, 2010

En específico para la presente investigación, se encontró un LMP para plantas de beneficio el cual no se encuentra aprobado, sin embargo se ha sentado como una base para normar las actividades de las plantas de beneficio como los camales.

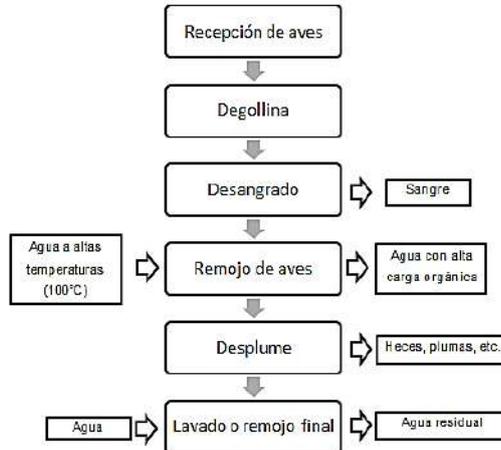
**Tabla N° 3: LMP para descargas de efluentes líquidos de plantas de camales y plantas de beneficio**

Parámetros	Unidad	LMP	Método de ensayo
<b>I Generales</b>			
1 pH	-	6,0 – 9,0	APHA 4500-H+ - B, págs. 4-90 a 4-94, 21.ª edición.2005
2 Sólidos suspendidos totales	mg/L	300	APHA 2540-D, págs. 2-58 a 2-59, 21.ª edición.2005
<b>II Orgánicos</b>			
3 Demanda bioquímica de oxígeno -DBO <sub>5</sub> 20 °C	mg/L	250	APHA-AWWA-WEF-5210 B, ED. 21 TH.2005
4 Demanda química de oxígeno-DQO	mg/L	500	EPA 410.2.1999
<b>III Inorgánicos</b>			
5 Fósforo total	mg/L	40	Standard methods for the examination of water and

Fuente: DECRETO SUPREMO N.º - 2009- MINAM

### 1.3.14. Matadero

Establecimientos que están destinados a sacrificar animales domésticos para la obtención de productos cárnicos de buena calidad para el consumo de la población. (Alcalá, 2011, 232p.)



**Figura N° 3: Diagrama de Proceso- Industria Matadero de aves**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

#### 1.3.14.1. Ubicación del lugar de estudio

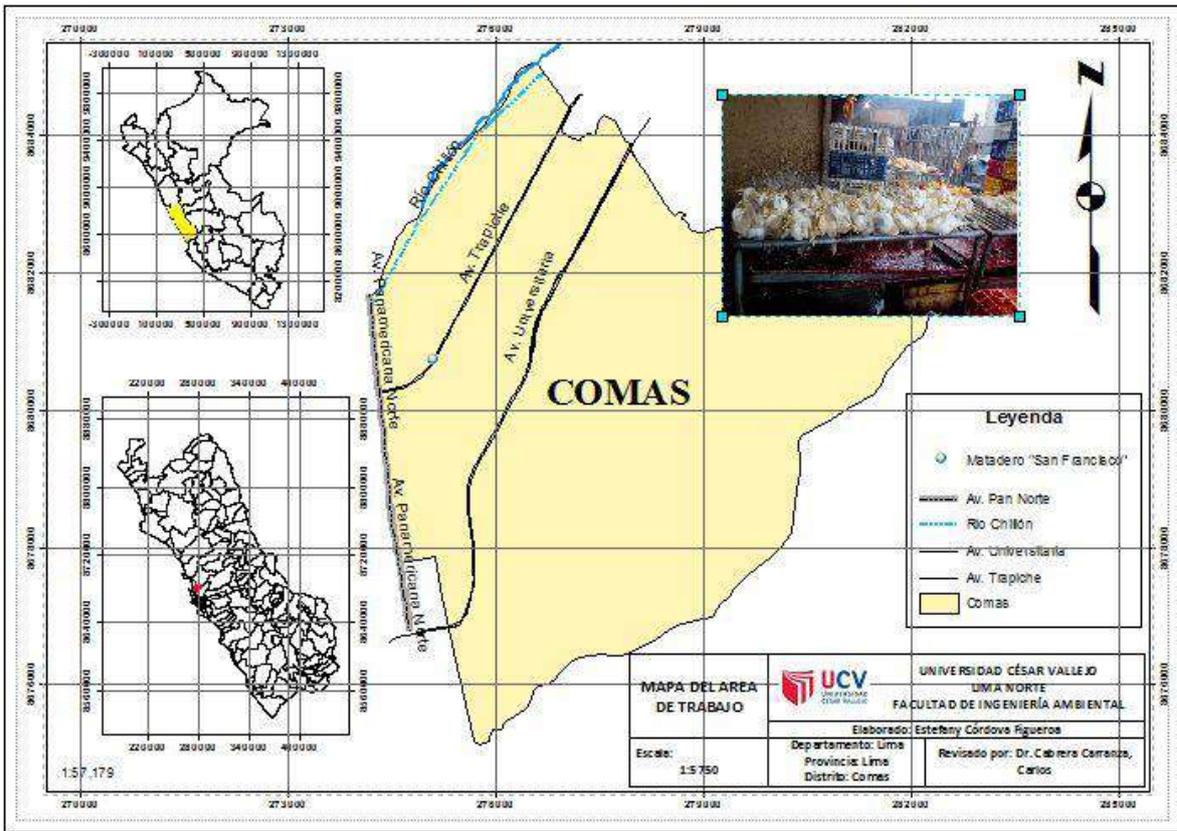
El lugar de estudio es en el matadero “San Francisco”, ubicado en la Autopista Chillón Trapiche- 180, distrito de Comas. Las coordenadas UTM son las siguientes:

X: 275077  
Y: 8680758  
h: 118 msnm



**Figura N° 4: Matadero de aves “San Francisco”**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 5: Mapa de ubicación matadero “San Francisco”**

### **1.3.15. Muestra Compuesta**

Resultado de la mezcla de un número de muestras simples, el volumen de cada muestra simple tiene que ser representativa o proporcional al caudal de descarga. (DECRETO SUPREMO N.º - 2009- MINAM, 3p.)

### **1.3.16. Oxígeno disuelto**

Concentración de oxígeno en un líquido, depende de la temperatura y presión de la atmósfera, importante condicionante para determinar el desarrollo de la vida acuática. (ANA, 2016, 54p.)

### **1.3.17. Planta de Beneficio**

Establecimiento que cuenta con las instalaciones y equipos necesarios para la actividad de beneficio de animales para el consumo humano. (DECRETO SUPREMO N.º - 2009- MINAM, 4p.)

### **1.3.18. Test de jarras**

Método experimental que más se utiliza en los procedimientos de floculación- coagulación, se aplican generalmente entre mezcla rápida y lenta con un tiempo aproximado para cada uno. (Tech, 2017, 3p.)

### **1.3.19. Tratamiento**

Procedimiento, proceso o técnica que modifica los parámetros físicos, químicos o biológicos del efluente con el objetivo de eliminar o disminuir el daño a la salud y ambiente

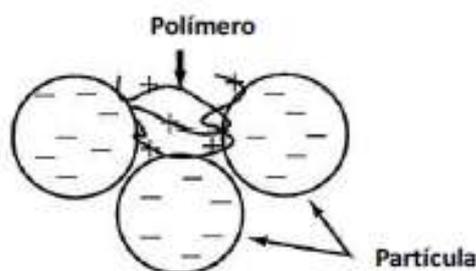
### **1.3.20. Turbidez**

Medida del grado en el que el agua pierde su propiedad de transparencia ocasionado por la presencia de partículas en suspensión. (González, 2011, 2p.)

### **1.3.21 Neutralización de carga**

Procedimiento que sucede cuando el agente coagulante y las partículas son de cargas opuestas, ello es para que las partículas coloidales se desestabilicen. En trabajos revisados anteriormente se observa que en la mayoría de las aguas residuales las partículas presentan cargas

negativas; es por ello que se prefieren floculantes como polielectrólitos (polianiones o policationes) naturales. (Bravo, 2015, 17p.)



**Figura N° 6: Esquema de neutralización de carga**

**Fuente: Bravo, 2015**

#### **1.3.22. Sólidos suspendidos**

Generalmente de origen orgánico o mineral y de un tamaño mayor a los 10-6 mm, generalmente originados por la descomposición de animales y plantas; son considerados responsables de la turbidez y color del agua. (Guzmán, 2013, 253p)

#### **1.3.23. Tiempo de resiliencia o residencia**

Factor principal que influye en el rendimiento del proceso de floculación y coagulación, los tiempos de retención más altos favorecen el mayor retiro de material suspendido grande y por tanto una mayor eficiencia de la remoción de los contaminantes. (Parra, 2006, 14p.)

#### **1.3.24. Punto de monitoreo**

Ubicación geográfica (punto) donde se realizará la toma de muestra y posterior evaluación de la calidad de agua de un cuerpo de agua. (ANA, 2016, 49p.)

#### **1.3.25. Yodo**

Pertenece a la familia de halógenos, se presenta en estado sólido a temperatura ambiental; en esta investigación se encuentra en la estructura del *Aloe barbadensis miller* (sábila).

## 1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.4.1. Problema General.

- ✓ ¿Cuál es la eficiencia del *Aloe barbadensis miller* en la reducción de DBO<sub>5</sub> , turbiedad, DQO y coliformes totales en las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco, Comas 2018?

### 1.4.2. Problemas Específicos.

- ✓ ¿Qué cantidad (concentración) de DBO<sub>5</sub> es reducida por la especie *Aloe barbadensis miller* en las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018?
- ✓ ¿Qué cantidad de turbiedad es reducida por la especie *Aloe barbadensis miller* en las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018?
- ✓ ¿Qué cantidad (concentración) de DQO es reducida por la especie *Aloe barbadensis miller* en las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018?
- ✓ ¿El yodo del *Aloe barbadensis miller* influye en la reducción del parámetro de Coliformes Totales durante el tratamiento en las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018?

## 1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

### ✓ Ambiental

Este trabajo de investigación se desarrolló con el fin de dar a conocer las propiedades ambientales del *Aloe barbadensis miller* al reducir los niveles de turbiedad, DBO<sub>5</sub> y DQO en las aguas residuales del matadero “San Francisco” ubicado en el distrito de Comas. La metodología aplicada fue mediante el uso en diferentes dosis del mucílago de la especie antes mencionada, la cual presenta propiedades floculantes.

Al determinarse mediante la prueba de jarras la dosificación más adecuada para el tratamiento se pudo adoptar medidas de tratamiento en este matadero para que sus aguas presenten menor carga contaminante.

Al reconocer el nivel de eficiencia del *Aloe barbadensis miller* como un coagulante natural se podrá recomendar e incluso reemplazar a futuro la utilización de los coagulantes químicos

✓ **Económica**

Si bien el uso de los coagulantes químicos como el sulfato de aluminio, que es muy usado en la actualidad, tiene bajos costos; genera costos para el tratamiento de los lodos que genera. Sin embargo con el uso de los coagulantes de origen vegetal se tendría un menor de volumen de lodos generados y estos lodos poseen alto valor nutricional haciendo más factible para las industrial su disposición o tratamiento.

✓ **Social**

Los mataderos o industrias en general que tratan sus aguas residuales, están en búsqueda de tratamientos factibles tanto para su economía como también para cumplir con la normativa vigente; el uso de coagulantes naturales como el que se obtendrá del *Aloe barbadensis miller* representará un tratamiento idóneo para las pequeñas y medianas empresas.

✓ **Teórica**

Asimismo esta investigación cooperó en la determinación de la influencia del yodo en el tratamiento de las aguas residuales, ya que en la aplicación del mucílago de la sábila se evaluó con la presencia del yodo y sin este.

## 1.6. HIPÓTESIS

### 1.6.1. Hipótesis General.

**H<sub>1</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”

**H<sub>0</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* no es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”

### 1.6.2. Hipótesis Específicas

**H<sub>2</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en la reducción de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018

**H<sub>0</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* no es eficiente en la reducción de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018

**H<sub>3</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en la reducción de turbidez las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018

**H<sub>0</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* no es eficiente en la reducción de turbidez las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018

**H<sub>4</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en la reducción de DQO de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018

**H<sub>0</sub>:** La especie *Aloe barbadensis miller* no es eficiente en la reducción de DQO de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018

**H<sub>5</sub>:** El yodo presente en la especie *Aloe barbadensis miller* en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, con la especie *Aloe barbadensis miller*, si tiene influencia en el tratamiento del parámetro de Coliformes Totales.

**H<sub>0</sub>:** El yodo presente en la especie *Aloe barbadensis miller* en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, con la especie *Aloe barbadensis miller*, no tiene influencia en el tratamiento del parámetro de Coliformes Totales.

## 1.7. OBJETIVOS

### 1.7.1. Objetivo General.

- ✓ Evaluar la eficiencia de la especie *Aloe barbadensis miller* en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018.

### 1.7.2. Objetivos Específicos.

- ✓ Determinar la eficiencia de la especie *Aloe barbadensis miller* en la reducción de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018.
- ✓ Determinar la eficiencia de la especie *Aloe barbadensis miller* en la reducción de la turbiedad de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018.
- ✓ Determinar la eficiencia de la especie *Aloe barbadensis miller* en la reducción de DQO de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018.
- ✓ Conocer la influencia del yodo presente en la especie *Aloe barbadensis miller* para la reducción del parámetro de Coliformes Totales en el proceso de tratamiento de aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”, Comas 2018.

## II. MÉTODO

En la investigación desarrollada se ha aplicado con un enfoque cuantitativo, ya que se han tomado datos como DBO, DQO, turbidez, coliformes totales, O<sub>2</sub> disuelto, etc.; los cuales se cuantificaron y se vieron reflejados y procesados en datos estadísticos y fueron finalmente contrastados con las hipótesis planteadas anteriormente y se obtuvieron las conclusiones respectivas.

### 2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se caracterizó por tener un diseño de investigación experimental, en su nivel pre- experimental, se manipuló la variable independiente de forma intencional para que se pudiera generar un efecto en la variable dependiente, estuvo comprendida por 3 etapas:

- Una medición aleatoria de la variable dependiente (**pre-test**), siendo en este estudio la medición o análisis de los parámetros físico-químicos: turbidez, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos en suspensión total (SST) y los parámetros microbiológicos: coliformes totales.
- La aplicación de la variable independiente, siendo en este estudio el coagulante natural *Aloe barbadensis miller*, en dos estados: con la presencia del yodo en estado natural de la especie y el coagulante con el proceso de retiro de este yodo.
- Finalmente una nueva medición de la variable dependiente (**post-test**), de ambos parámetros: físico-químicos y microbiológicos.

El esquema para esta investigación:

G: O<sub>1</sub>-X-O<sub>2</sub>

O<sub>1</sub>: medición aleatoria de la variable dependiente (pre-test)

X: aplicación de la variable independiente. Coagulante natural *Aloe barbadensis miller*, en dos estados: con la presencia del yodo en estado natural de la especie y el coagulante con el proceso de retiro de este yodo.

O<sub>2</sub>: nueva medición de la variable dependiente (**post-test**)

## 2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue aplicada porque “los conocimientos que se generaron mediante la investigación ayudaron a solucionar problemas prácticos, es decir con fines utilitarios”, (Bernardo, Encinas y Menacho, 2015, p.111).

Es por ello que la investigación fue considerada de carácter aplicado ya que se ayudó a dar solución al tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”.

## 2.3. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

Para el presente estudio se clasificaron dos tipos de variables:

- Variable dependiente: Reducción de parámetros físico-químicos como la turbidez, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de

oxígeno (DBO), sólidos en suspensión total (SST) y los parámetros microbiológicos: coliformes totales.

- Variable independiente: Eficiencia de la especie *Aloe barbadensis miller* como coagulante natural.

Las variables que también intervinieron en la presente investigación fueron: pH, temperatura, la velocidad de agitación, el tiempo para la coagulación y floculación, el tiempo de sedimentación, la concentración del coagulante *Aloe barbadensis miller* y la dosis aplicada.

La operacionalización de estas variables se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla N° 4:** Operacionalización de las variables

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	
INDEPENDIENTE	Eficiencia de la especie <i>Aloe barbadensis miller</i>	La sábila ( <i>Aloe barbadensis miller</i> ), es una planta herbácea perenne, sus hojas se caracterizan por ser carnosas y gruesas, los componentes del Aloe Gel, consisten básicamente en polisacáridos. (Ferraro, 2011, 12p.)	La eficiencia será determinada mediante la resta entre la concentración inicial con la concentración final y dividiendolo entre la concentración final, calculando el porcentaje de eficiencia de la remoción de cada parámetro por analizar	Condiciones físicas para la obtención de la dosis efectiva del coagulante	Velocidad de agitación	RPM- min	Discreta- cuantitativa
					Tiempo de establecimiento	min, hr	
					Dosis de coagulante	mg	
				Reducción	$Eficiencia = \frac{A_{inicial} - A_{final}}{A_{inicial}} \times 100$	(%)	
DEPENDIENTE	Reducción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos	Propiedades de interés para la determinación de la calidad del agua, podrían ser compuestos, sustancias y/o indicadores (ANA, 2016, 55p.)	La reducción de estos parámetros de las aguas, se desarrollará con la aplicación de diversas dosis del coagulante producido por la especie <i>Aloe barbadensis miller</i> , se verificará la dosis más óptima de esta en función a los parámetros físico químicos, biológicos y al porcentaje de floculantes removidos, con ayuda del test de jarras.	Parámetro físico	Turbidez	NTU	Discreta- cuantitativa
				Parámetros químicos	DBO <sub>5</sub>	mg/L	
					DQO	mg/L	
				Parámetros microbiológicos	Coliformes Totales	NMP	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## **2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.4.1. Población**

La población considerada en esta investigación son los efluentes del matadero de aves “San Francisco”.

Estos efluentes, los cuales son un aproximado de 400L diarios, son las aguas producto del proceso de degollina y pelado de las aves como gallinas, pollos y gallos.

### **2.4.2. Muestra**

Se consideró la toma de muestras desde: el recipiente donde se desarrolla el remojo y pelado de las aves (afluente- entrada) y el desagüe (efluente- salida), de cada punto de muestreo se recolectaron 4 litros por cada repetición y se evaluaron los parámetros antes mencionados

Las muestras para el cálculo de la efectividad de la especie *Aloe barbadensis miller* serán tomadas en dos puntos del matadero “San Francisco”, de la cual se tomarán 2 litros de cada punto; teniéndose en total 4 litros por cada repetición. Finalmente se muestrearon 30 litros del matadero para llevar a cabo una prueba final a mayor escala.

#### **a. Toma de muestras**

Las tomas de las muestras se desarrollaron siguiendo lo señalado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales y la toma de las muestras se desarrollaron en dos puntos:

- Afluente: agua con variación de temperatura y utilizada para el remojo previo de las aves



**Figura N° 7: Toma de muestra de afluente**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Efluente: canal de desagüe donde prima residuos de sangre de las aves.



**Figura N° 8: Toma de muestra de canal- efluente**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 9: Envasado y rotulación de muestra**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En campo los parámetros evaluados fueron principalmente el de pH y temperatura, los cuales sirvieron para completar el *Instrumento N° 1: Ficha de Registro de Datos en Campo- Ubicación de puntos de muestreo* y los parámetros que evaluaron con las repeticiones en laboratorio fueron primordialmente los de DBO, DQO, turbiedad, pH, coliformes totales y temperatura (°C) completados en el *Instrumento N°2: Cadena de Custodia*.

#### **2.4.3. Muestreo**

El muestreo que se llevó a cabo en esta investigación es no probabilístico, por conveniencia; ya que se seleccionaron las muestras porque son accesibles al investigador, garantizándose así la representatividad.

Fecha de toma de muestras:

Muestra N° 1: 10/03/18

Muestra N° 2: 24/04/18

Muestra N°3: 06/05/18

## 2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

### 2.5.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados en la presente investigación se detallan a continuación:

**Tabla N° 5: Técnicas e instrumentos de validación**

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Toma de muestras en el matadero "San Francisco"	Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales	Experimental	<i>Instrumento N° 1: Ficha de Registro de Datos en Campo- Ubicación de puntos de muestreo</i>
Fabricación de coagulante de <i>Aloe barbadensis miller</i>	Antecedentes	Experimental	Revisión bibliográfica
Remoción de contaminantes del agua residual del matadero	Laboratorio	Experimental y observación	<i>Instrumento N°2: Cadena de Custodia</i>
Procesamiento y análisis de resultados	Investigador	Análisis de datos obtenidos	Minitab 18, Excel y IBM SPSS Statistics 24

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 2.5.2. Procedimientos en Laboratorio

Los análisis se desarrollaron en el laboratorio "LC ICA DEL PERÚ SAC", en compañía de personal experto, la muestra se etiquetó como M<sub>T</sub> (muestra Trapiche) y los coagulantes se diferenciaron por el que el mucílago del *Aloe barbadensis miller* cuente con la presencia del yodo S<sub>Y</sub> (sin yodo), C<sub>Y</sub> (con yodo).

### 2.5.2.1. Elaboración de filtro primario

Luego de las tomas de muestras en cada repetición desarrollada, las muestras pasaron por un proceso de filtrado primario con el fin de desodorizar y remover el material grueso (plumas, heces, polvillo, etc.)

**Tabla N° 6: Materiales y procedimiento para elaboración de filtro primario**

Materiales	
✓ Cuarzo	✓ Arena
✓ Carbón natural (algarrobo)	✓ Envase adaptado- caño de pase
✓ Tamiz 1/8	✓ Tamiz 1.00 mm
✓ Tamiz 12.5 mm	
Procedimiento	
<p><b>Paso N° 1:</b> Se realizó la granulometría del filtro a utilizar, fue determinada mediante la malla ASTM- 422; correspondiente al #18 que equivale a 1mm de diámetro, para filtrar la arena, la cual luego de pesar un aproximado de 500 gr fue lavada con la finalidad de que no genere turbidez en la muestra original a tratar. Luego se hizo uso del cuarzo (<math>\text{SiO}_2</math>), se pesó un aproximado de 200 gr, siendo finalmente lavado también para su uso en el filtro primario.</p>	 <p><b>Figura N° 10: Filtrado de arena para filtro primario</b></p>
<p><b>Paso N° 2:</b> Se tomó carbón vegetal (algarrobo) con una granulometría de malla ½ pulgada, que equivale a 12.5 mm, normada por ATSM- 422</p>	 <p><b>Figura N° 11: Filtrado carbón vegetal para filtro primario</b></p>

<p><b>Paso N° 3:</b> El orden para el filtro primario es de carbón, cuarzo y finalmente arena</p>	 <p><b>Figura N° 12: Filtro primario elaborado</b></p>
---	--

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 2.5.2.2. Elaboración de coagulante natural

En la presente investigación, se utilizaron dos clases de coagulantes, ambos fueron elaborados de la misma especie *Aloe barbadensis miller*, sin embargo se obtienen mediante dos procedimientos desarrollados que marcan la diferencia para su obtención.

**Tabla N° 7: Materiales y procedimiento para la elaboración de coagulante natural**

<b>Materiales</b>	
✓ <i>Aloe barbadensis miller</i>	✓ bisturí
✓ Agua destilada	
<b>Procedimiento</b>	
<p><b>Paso N° 1:</b> Se procedió a cortar las pencas a utilizar evitando el desangre, colocándolas en posición vertical y lavándolas posteriormente para el retiro de las impurezas</p>	 <p><b>Figura N° 13: Corte de la penca</b></p>

**Paso N° 2:** Se retira la dermis de la penca, y al remojo en agua destilada (durante 12 hr) para proceder a diferenciar entre el coagulante que contará con la presencia del yodo y el coagulante que fue utilizado directamente. Finalmente se corta en cuadrados pequeños para utilizarlo como coagulante natural



**Figura N° 14: Retiro de dermis y remojo de penca en agua destilada**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Tabla N° 8: Concentraciones de coagulante natural**

<b>DOSIS 1</b>	7.5 gr aloe en 150 ml de agua	<b>DOSIS 2</b>	15 gr aloe en 150 ml de agua
$7.5 \text{ gr} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{gr}} = 7500 \text{ mg}$		$15 \text{ gr} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{gr}} = 15\ 000 \text{ mg}$	
$150 \text{ ml} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{ml}} = 150\ 000 \text{ mg}$		$150 \text{ ml} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{ml}} = 150\ 000 \text{ mg}$	
$\frac{7500 \text{ mg}}{150\ 000 \text{ mg}} \times 100\% = 5\ %$		$\frac{15\ 000 \text{ mg}}{150\ 000 \text{ mg}} \times 100\% = 10\ %$	
<b>DOSIS 3</b>	22.5 gr aloe en 150 ml de agua	<b>DOSIS 4</b>	30 gr aloe en 150 ml de agua
$22.5 \text{ gr} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{gr}} = 22\ 500 \text{ mg}$		$30 \text{ gr} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{gr}} = 30\ 000 \text{ mg}$	
$150 \text{ ml} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{ml}} = 150\ 000 \text{ mg}$		$150 \text{ ml} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{ml}} = 150\ 000 \text{ mg}$	
$\frac{22\ 500 \text{ mg}}{150\ 000\text{mg}} \times 100\% = 15\ %$		$\frac{30\ 000 \text{ mg}}{150\ 000 \text{ mg}} \times 100\% = 20\ %$	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Para la obtención de las concentraciones del coagulante natural, se hacía uso de la masa (gr) del aloe y el volúmen (ml) de agua destilada necesarios. La dosis aplicada en la muestra de agua (M<sub>T</sub>) fue de 25ml de coagulante por 200ml de M<sub>T</sub>.

### 2.5.2.3. Medición de parámetros físico- químicos

La medición de los parámetros físicos como: pH, temperatura se desarrollaron en el lugar de toma de muestra y también en el laboratorio, sin presentar cambios notables puesto que el traslado al laboratorio se desarrollaba en minutos; sin embargo los parámetros como conductividad eléctrica y Potencial Redox fueron medidos en el laboratorio con los equipos necesarios para cada uno.

**Tabla N° 9: Procedimiento para medición de pH, temperatura, conductividad eléctrica y potencial redox**

<b>Materiales</b>	
pH metro	multiparámetro
Vasos de precipitación	Agua destilada
<b>Procedimiento</b>	
<b>Paso N° 1:</b> La muestra se vierte en el vaso de precipitación (que previamente ha sido lavado con agua destilada) y con ayuda del pHmetro se calcula el valor del pH	 <p><b>Figura N° 15: Medición del pH</b></p>
<b>Paso N° 2:</b> La temperatura, conductividad y el potencial redox fue calculado con el equipo multiparámetro	 <p><b>Figura N° 16: Multiparámetro para la medición de pH, conductividad y temperatura</b></p>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

**a. Oxígeno Disuelto (OD):**

**Tabla N° 10: Medición de Oxígeno Disuelto**

<b>Materiales</b>	
Frascos Winkler	Probeta
pipeta	bureta
<b>Reactivos</b>	
Sulfato de Manganeso ( $MnSO_4 \cdot 2H_2O$ )	Álcali-Yoduro- Ácida
Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ )	Disulfato de Sodio ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ )
<b>Procedimiento</b>	
<p><b>Paso 1:</b> Se llenó 300ml de la muestra (<math>M_T</math>) en el frasco Winkler, luego se cerró y volteó para el retiro de lo sobrante (es importante la verificación de burbujas en la botella). Con una pipeta se vertió 1ml de cada reactivo: Sulfato de manganeso/ álcali- yoduro-ácida/ ácido sulfúrico (en el respectivo orden mencionado). Luego se volteó para homogeneizar la solución y se esperó 10 minutos</p>	 <p><b>Figura N° 17: Uso de reactivos para cálculo de oxígeno disuelto</b></p>
<p><b>Paso 2:</b> Luego de los 10 minutos se procedió a la titulación, midiéndose 100ml en el frasco Winkler y vaciándolo en el matraz, se procedió a verter entre 5 a 6 gotas de almidón hasta observar el cambio a un color morado oscuro. Con la bureta se tituló la muestra con el disulfato de sodio hasta que viró a un color transparente</p>	 <p><b>Figura N° 18: Titulación con reactivos</b></p>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

**b. Demanda Química de Oxígeno (DQO):**

**Tabla N° 11: Medición de DQO**

<b>Materiales</b>	
Tubos de ensayo	Pipetas
Agua destilada	
<b>Reactivos</b>	
Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Dicromato de Potasio 0.25N (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )
Sulfato ferroso amoniacal (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	Ferroína
<b>Procedimiento</b>	
<p><b>Paso 1:</b> Se vertió en un tubo de ensayo la muestra M<sub>T</sub> y en el otro agua destilada para que nos sirva de blanco. Se les agregó 3ml de Dicromato de potasio y luego ácido sulfúrico (este último con sumo cuidado, ya que la temperatura aumenta). Se cerraron los tubos de ensayo para evitar la fuga de gases y se agitó.</p>	 <p><b>Figura N° 19: Adición de reactivos para obtención de DQO</b></p>
<p><b>Paso 2:</b> Se procedió a llevarlo al reactor a una temperatura de 105°C por 2 horas, luego de ello se esperó a que se enfriara y se comenzó con la titulación</p>	 <p><b>Figura N° 20: Muestra en reactor a 105°C- DQO</b></p>

**Paso 3:** Se virió el blanco y  $M_T$  en dos matraz, se agregó 5 gotas de ferroína y se tituló con sulfato ferroso amoniacal hasta que viró de verde oscuro a azul y luego rojo



**Figura N° 21: Titulación con reactivos**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### c. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):

**Tabla N° 12: Medición de DBO<sub>5</sub>**

<b>Materiales</b>	
Frasco Winkler (300 ml)	Incubadora (caja de calentamiento)
Bolsas negras	
<b>Reactivos</b>	
Agua de dilución (para DBO <sub>5</sub> )	
<b>Procedimiento</b>	
<p><b>Paso 1:</b> Una vez obtenido el valor del DQO y con el cuadro de relación entre el DBO y el DQO, se elaboró la dilución y se llenó el frasco Winkler, completando la diferencia con agua de dilución para DBO<sub>5</sub>, se cerró e invirtió para evitar la conformación de burbujas dentro del frasco.</p>	

**Figura N° 22: Elaboración de dilución**

<p><b>Paso 2:</b> Se procedió a cubrir los frascos con bolsas especiales de color negro, que evitan el ingreso de luz. Para a continuación llevarlo a la caja de calentamiento por un periodo de 5 días a 20°C</p>	 <p><b>Figura N° 23: Preparación de frascos Winkler para introducirlo a la caja de calentamiento</b></p>
--	--

Fuente: Elaboración Propia, 2018

#### d. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

**Tabla N° 13: Medición de Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

Materiales	
Vasos de precipitación 250 ml	Papel filtro
Estufa	
Procedimiento Sólidos Totales	
<p><b>Paso 1:</b> Se inició con el secado del vaso de precipitación en la estufa con una temperatura de 105°C por una hora aprox, para luego proceder a pesar y obtener el peso del vaso de precipitación.</p>	 <p><b>Figura N° 24: Secado de muestras</b></p>

**Paso 2:** Luego se colocó en la estufa a 105°C, luego se procedió a dejarlo enfriar y finalmente pesarlo para obtener, con la diferencia de valores el valor de los Sólidos Totales



**Figura N° 25: Muestras en estufa a 105°C**

### Procedimiento Sólidos Disueltos

**Paso 1:** Se inició con el secado del vaso de precipitación en la estufa con una temperatura de 105°C por una hora aproximadamente, para luego proceder a pesar y obtener el peso del vaso de precipitación. La muestra se agitó y se filtró un volúmen de 100ml



**Figura N° 26: Filtrado de muestra**

**Paso 2:** Posteriormente se llevó a la estufa a una temperatura de 105°C. se esperó a que la muestra se evapore y que se seque. Luego se pesó y se obtuvo con la diferencia de pesos el valor de los sólidos disueltos



**Figura N° 27: Muestra en estufa**

Fuente: Elaboración Propia 2018

#### 2.5.2.4. Medición de parámetros microbiológicos

La medición de los parámetros microbiológicos se desarrolló antes y después de aplicado el tratamiento con el coagulante natural.

**Tabla N° 14: Procedimiento de medición de parámetros microbiológicos**

Materiales	
Placas Petri	Endo Agar
Papel Filtro (0.45 micras)	kitasato
Procedimiento	
<p><b>Paso N° 1:</b> Pesado previo del Endo-agar (23gr), para la preparación del caldo de cultivo en las placas petri</p>	 <p><b>Figura N° 28: Peso de agar en la balanza</b></p>
<p><b>Paso N° 2:</b> Dilución en alcohol etílico (9ml) y se llevó hasta ebullición del Endo-Agar</p>	 <p><b>Figura N° 29: Mezcla y preparación de agar</b></p>

<p><b>Paso N° 3:</b> Desinfección de las placas Petri, con el mechero Bunsen; previo a la colocación del caldo de cultivo.</p>	 <p><b>Figura N° 30:</b> Desinfección de las placas Petri con ayuda del mechero bunsen</p>
<p><b>Paso N° 4:</b> Se filtraron 100ml las muestras en una membrana de nitrocelulosa de 0.45µm, con ayuda de una bomba de vacío</p>	 <p><b>Figura N° 31:</b> Filtro de agua muestra por el kitasato</p>
<p><b>Paso N° 5:</b> Sembrado de las membranas con agua residual en las placas con el caldo de cultivo (ENDO LES: este medio de cultivo fue incubado a 35°C durante 24hr)</p>	 <p><b>Figura N° 32:</b> Sembrado de papel filtro en placas petri</p>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 2.5.2.5. Aplicación de tratamiento con test de jarras

**Tabla N° 15: Procedimiento de Test de jarras con coagulantes naturales**

<b>Materiales</b>	
Coagulantes naturales ( <i>Aloe barbadensis miller</i> )	Agua muestreada
Test de jarras	Filtro primario elaborado
<b>Procedimiento</b>	
<p><b>Paso N° 1:</b> La muestra recolectada, pasó por el filtro primario para la eliminación del material grueso (plumas, heces, etc) y para la desodorización</p>	 <p><b>Figura N° 33: Material grueso del agua muestreada</b></p>
<p><b>Paso N° 2:</b> Se procedió a la homogenización de la muestra (300rev/min) durante 20 minutos y posteriormente se agregó 1gr de cal para la adecuación del Ph. Se prosiguió con la aplicación de los coagulantes naturales en ambas presentaciones (<math>C_Y</math>, <math>S_Y</math>), en ambos casos a una velocidad de 50 rev/min durante un tiempo de 5 minutos para evitar el rompimiento de los flóculos formados.</p>	 <p><b>Figura N° 34: Aplicación de coagulantes con el test de jarras</b></p>

**Paso N° 3:** Finalmente se pasó por un filtro de arena de cuarzo, para la separación del agua tratada y el lodo generado



**Figura N° 35: Filtro final para separación de lodos generados**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### **2.5.3. Validación y confiabilidad de los instrumentos**

#### **2.5.3.1. Validación de los instrumentos**

La validación de los instrumentos fue desarrollada y evaluada con la ayuda de 3 jueces expertos.

##### **Especialista 1:**

Apellidos y nombres: Frank Koenig Trujillo Ramírez

Grado Académico: Ing. Ambiental

Centro donde labora: Supervisor del Programa de Segregación en la Fuente Sub Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Pueblo Libre

CIP N°: 163212

##### **Especialista 2:**

Apellidos y nombres: Ordoñez Gálvez, Juan Julio

Grado Académico: Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Centro donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

CIP N°: 89972

### Especialista 3:

Apellidos y nombres: Jave Nakayo Jorge Leonardo

Grado Académico: Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Centro donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

CIP N°: 43444

#### 2.5.3.2. Confiabilidad de los instrumentos

Para la obtención de la confiabilidad de los instrumentos que se aplicaron en la presente investigación se promedió la calificación colocada por cada jurado experto.

**Tabla N° 16: Confiabilidad *Instrumento 1: Ficha de registro de datos en campo***

INSTRUMENTO 1	Ficha de registro de datos en campo												
	JURADOS/ CRITERIOS	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGIA	PERTINENCIA	Promedio por cada jurado experto	PROMEDIO POR INSTRUMENTO
ORDOÑEZ, Juan	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90.5
TRUJILLO, Frank	100	95	95	95	95	100	95	95	100	95	96.5		
JAVE, Jorge	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85		

Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Tabla N° 17: Confiabilidad *Instrumento 2: Cadena de Custodia***

INSTRUMENTO 2	Cadena de Custodia												
	JURADOS/ CRITERIOS	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGIA	PERTINENCIA	Promedio por cada jurado experto	PROMEDIO POR INSTRUMENTO
ORDOÑEZ, Juan	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90.83
TRUJILLO, Frank	100	100	100	100	95	100	95	95	95	95	95	97.5	
JAVE, Jorge	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85		

Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Tabla N° 18: Confiabilidad Instrumento 3: Etiqueta para frascos**

INSTRUMENTO 3	Etiqueta para frascos											
JURADOS/ CRITERIOS	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGIA	PERTINENCIA	Promedio por cada jurado experto	PROMEDIO POR INSTRUMENTO
ORDOÑEZ, Juan	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	91.66
TRUJILLO, Frank	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
JAVE, Jorge	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla N° 19: Confiabilidad Instrumento 4: Cuadro de resultados finales**

INSTRUMENTO 4	Cuadro de resultados											
JURADOS/ CRITERIOS	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGIA	PERTINENCIA	Promedio por cada jurado experto	PROMEDIO POR INSTRUMENTO
ORDOÑEZ, Juan	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	91.16
TRUJILLO, Frank	100	95	100	95	100	100	95	100	100	100	98.5	
JAVE, Jorge	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	

**Fuente: Elaboración Propia**

Del cual se obtuvo un promedio de 91.04% obteniendo una calificación de "Aceptable". Se puede verificar que los resultados obtenidos nos indican que se encuentran en un rango de fiabilidad muy alto, por lo cual se aplicaron en la investigación.

## 2.6. MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados obtenidos y recopilados fueron evaluados con los instrumentos validados anteriormente

Se hizo uso del programa Microsoft Excel, SPSS Statistics 24 y Minitab 18, para la comparación de los resultados del análisis de las muestras tomadas inicialmente del matadero y con el tratamiento con el coagulante natural del *Aloe barbadensis miller*, mediante el estudio de correlación, diagramas de dispersión y el test de normalidad (para conocer si las

variables presentan o no una distribución normal). Los resultados se presentan en tablas y gráficos

## **2.7. ASPECTOS ÉTICOS**

La presente investigación ha respetado la veracidad de los resultados de los diversos análisis que se realizaron, con el compromiso de hacer uso de referencias y fuentes confiables.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados iniciales de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua muestreada

##### 3.1.1. Parámetros físico-químicos iniciales

###### a. Temperatura, pH, conductividad eléctrica y Potencial Redox

Los parámetros iniciales se obtuvieron en campo y en laboratorio, cada uno preservado correctamente y con su cadena de custodia respectiva.

**Tabla N° 20: Parámetros físico- químicos iniciales**

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP Agua (DS N° 003-2010- MINAM)	Proyecto de LMP Agua (DS N° - 2009- MINAM)	RESULTADOS OBTENIDOS
Temperatura	°C	<35	---	26
pH	---	6.5-8.5	6.0- 9.0	6.3
Cond. Eléctrica (CE)	µS/cm	---	---	33.3
Pot. Redox (Eh.m)	mV	---	---	66

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Los valores de temperatura y pH se encuentran dentro del rango de los LMP respectivamente, sin embargo la eficiencia del coagulante natural del Aloe vera se desarrolla mejor con pH alcalino (rango de 9- 11)

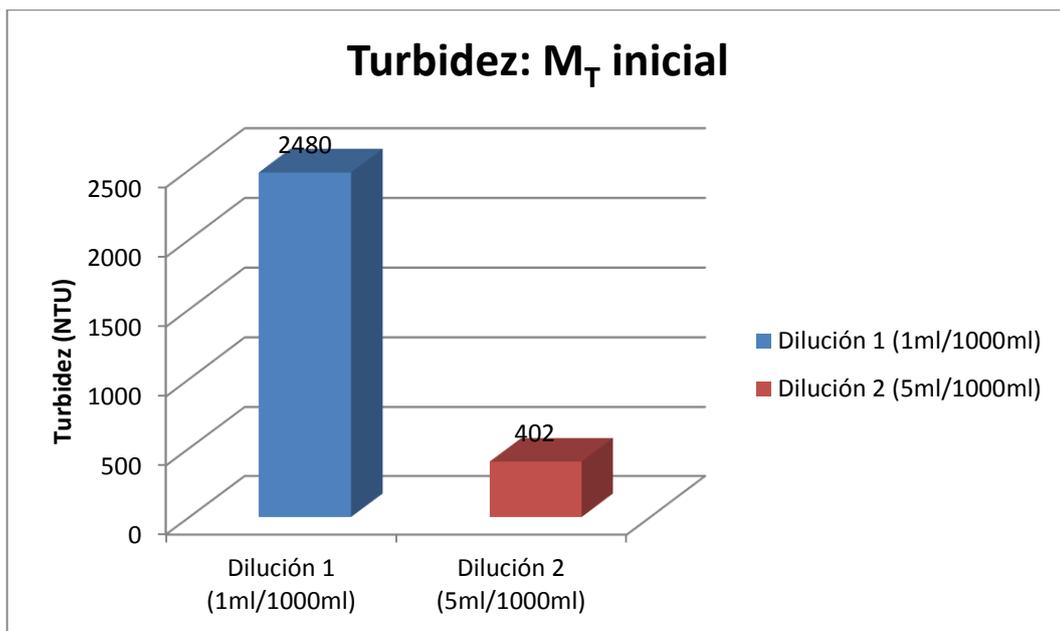
###### b. Turbidez

Se detalla a continuación los resultados de turbidez iniciales de la muestra de agua.

**Tabla N° 21: Resultados iniciales de turbidez de muestra de agua**

Dilución (1ml/100ml)		Dilución (5ml/100ml)	
Turbidez inicial (NTU)	24.8	turbidez inicial (NTU)	20.1
X 100 se ha diluido 100 veces (NTU)	<b>2480</b>	X 20 se ha diluido 20 veces (NTU)	<b>402</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Gráfico N° 1: Turbidez inicial en muestras recogidas**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Las muestras denominadas Dilución 1 (D1) y Dilución 2 (D2) que figuran en el **Gráfico N°1**, se diferencian en los pre tratamientos recibidos, la D1 es sin haber recibido un filtrado previo, es decir la muestra en su estado natural; sin embargo D2 ha pasado por el filtrado primario y una variación en la temperatura (para un intento de retiro de la sangre), como se observa que la variación es significativa; en la investigación se dará preferencia al dato obtenido de D1 siendo la muestra en su estado original.

### c. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Para la medición del parámetro de DBO, es necesario el conocer el DQO, ya que con ello se desarrolla el factor de dilución. Como se sabe el DBO es el oxígeno requerido por los microorganismos para la degradación biológica de la materia orgánica presente en el agua, sin embargo la muestra obtenida del matadero ha pasado por un proceso de variación de temperatura, es decir; el agua es llevada hasta 100°C (temperatura de ebullición), es por ello que el parámetro de Demanda Biológica de Oxígeno se ve influenciada al eliminar un grupo de microorganismos aerobios.

**Tabla N° 22: Relación entre DBO y DQO**

<b>DQO (ppm)</b>	<b>Dilución</b>
1-5	Directa
5-10	Directa y 50%
10-15	50%- 30%
15-25	30%- 15%
25-50	15%- 10%
50-100	10%- 5%
100-200	2%- 1%
400-800	1%- 0.5%

Fuente: FLORES Duberli, (2013)

Para la medición del DBO se necesita contar con el valor del DQO, ya que con ello se obtendría el valor de dilución. El valor de DQO inicial obtenido fue de 1200mg/L, es por ello que no se encuentra un valor de relación de dilución. Sin embargo el valor de DBO<sub>5</sub> final se logro obtener, dada la aplicación del coagulante natural y oxigenación de la muestra durante el tratamiento.

#### **d. Oxígeno Disuelto (OD)**

Para el cálculo del Oxígeno Disuelto se aplica la siguiente fórmula:

$$OD \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{V_{disulfato} \times N_{disulfato} \times 8000 \times V_{botella}}{ml \text{ de la muestra valorada} \times (V_{botella} - 2)}$$

Donde:

$V_{disulfato}$ : Volumen gastado de disulfato de sodio

$N_{disulfato}$ : Normalidad de disulfato

$V_{botella}$ : Volumen de botella Winkler

Al corroborar en los resultados iniciales se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla N° 23: Datos obtenidos para el cálculo de Oxígeno Disuelto inicial**

Código	Volumen de muestra	Normalidad de disulfato	Volumen a titular	Volumen gastado de disulfato	OD (mg/L)
ODinicial	300ml	0.0245	100 ml	2.24	<b>4.41</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Los datos iniciales obtenidos se reemplazaron en la fórmula antes mencionada, resultando la muestra inicial con un OD de 4.41mg/L

**e. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La obtención de este parámetro fue obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$DQO = \frac{(V_{blanco} - V_{muestra}) \times N_{sulfato\ ferroso\ amoniacal} \times 8000}{V_{ml}(muestra)}$$

Donde:

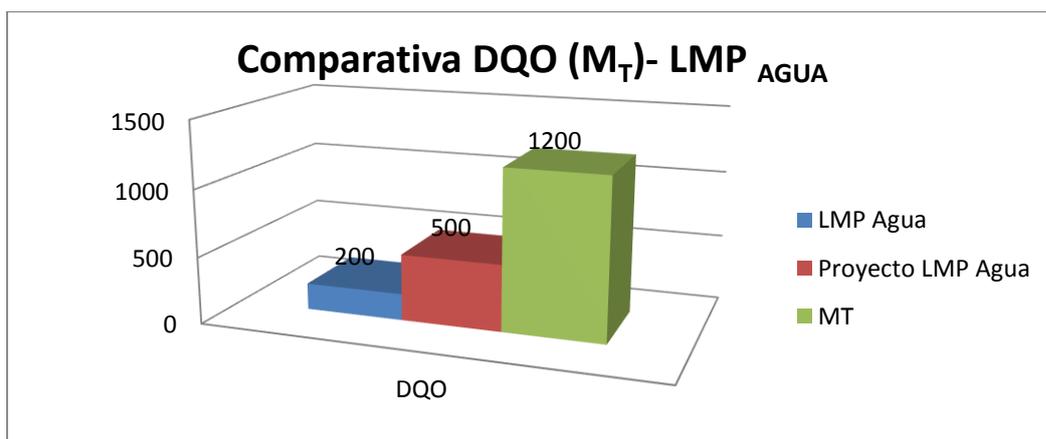
$V_{blanco}$ : Volúmen gastado en la muestra blanco

$V_{muestra}$ : Volúmen gastado en la muestra ( $M_T$ )

$N_{sulfato\ ferroso\ amoniacal}$ : Normalidad del sulfato ferroso amoniacal

Reemplazando los datos:

$$DQO = \frac{(3,2 - 1,4) \times 0,25 \times 8000}{3} = 1200 \text{ mg/L}$$



**Gráfico N° 2: Comparativa resultado inicial DQO con los LMP<sub>AGUA</sub>**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En el **Gráfico N° 2**, se puede observar que el DQO de la muestra sobrepasa los LMP (de agua y el proyecto para plantas de camales), sin embargo este parámetro nos indicó la existencia de materia orgánica (químicamente degradable- oxidable).

#### f. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Para la obtención de este parámetro se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$SST = ST - SD$$

Dónde:

SST: Sólidos Suspendidos Totales

ST: Sólidos Totales

SD: Sólidos Disueltos

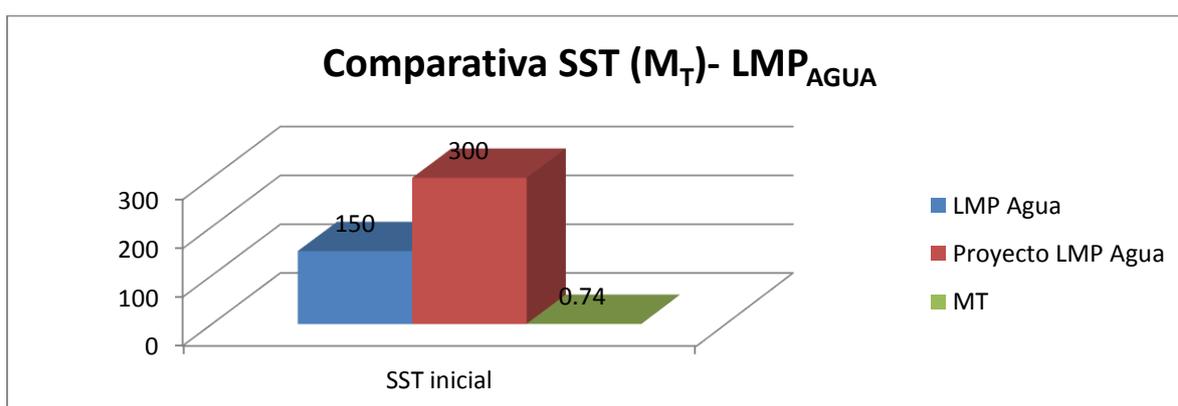
**Tabla N° 24: Datos obtenidos ST<sub>inicial</sub> y SD<sub>inicial</sub>**

Prueba	Peso del vaso	Volúmen de muestra	Peso vaso+Mseca	ST (mg/L)
ST <sub>inicial</sub>	67.052	100ml	67.675gr	6.230
SD <sub>inicial</sub>	69.879	100ml	70.428gr	5.490

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Por tanto el valor obtenido de los SST fue:

$$SST = 6.230 - 5.490 \gg SST = 0.74 \text{ mg/L}$$



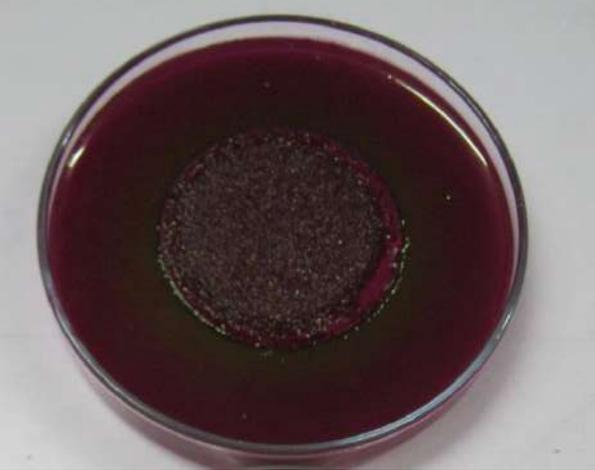
**Gráfico N° 3: Comparativa resultado inicial SST con los LMPAGUA**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En el **Gráfico N°3**, se observa que la muestra inicial no sobrepasa los LMP, el valor obtenido de 0.74 mg/L es sumamente bajo, representando los sólidos que quedan en suspensión luego de un período de asentamiento.

### 3.1.2. Parámetros microbiológicos iniciales

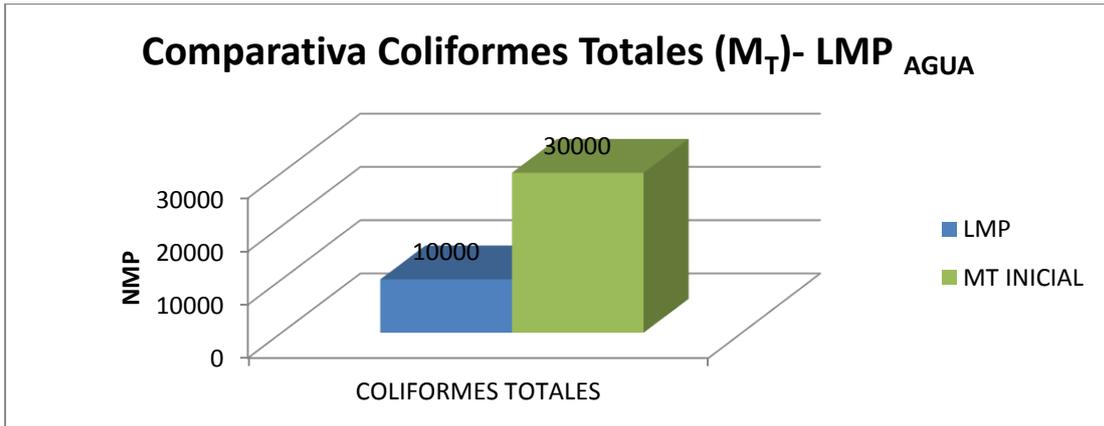
**Tabla N° 25: Resultados iniciales parámetros microbiológicos**

	<p>El cultivo que fue observado corresponde a 100ml de la muestra (Mr) en la placa inicial</p>
	<p>Las colonias fueron contabilizadas por el método del Zig-Zag, identificando a los coliformes con el color rosado. En esta muestra se observa que se supera los LMP de 10000 NMP</p>

**Figura N° 36: Placa con muestra inicial**

**Figura N° 37: Conteo de colonias**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Gráfico N° 4: Comparativa resultado inicial Coliformes Totales con LMP**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Como se observó en la **Gráfica N° 4**, la muestra inicial sobrepasa el LMP para vertimientos en gran número, siendo un parámetro a evaluar por la gran actividad microbiológica presente.

### 3.2. Resultados finales con tratamiento recibido: físico- químicos y microbiológicos del agua muestreada

#### 3.2.1. Resultados finales en repeticiones de parámetros físico-químicos

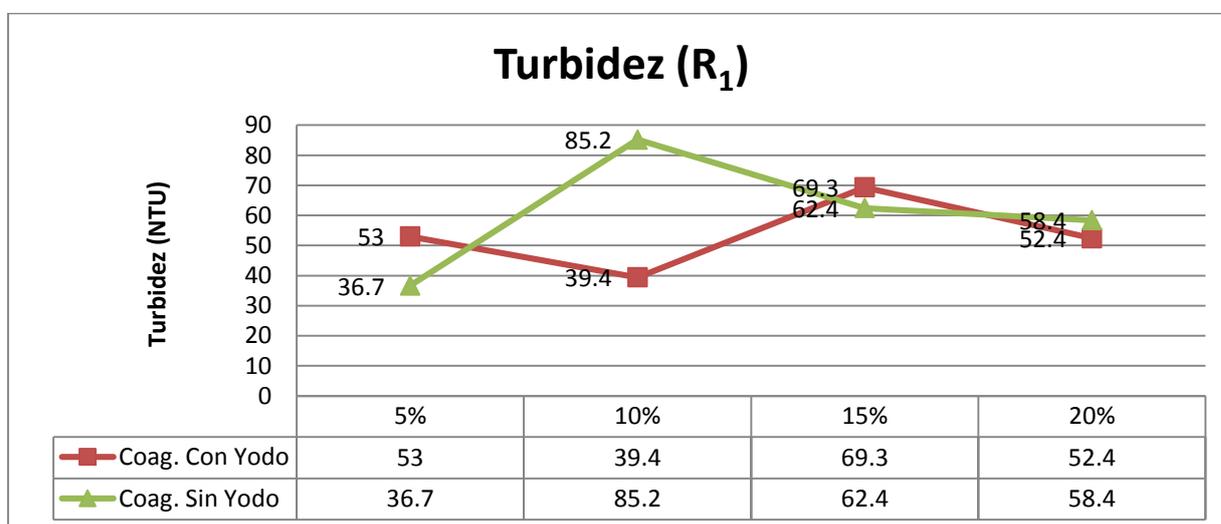
##### a. Turbidez

Los resultados obtenidos del parámetro de turbidez fueron desarrollados aplicando 25ml del coagulante natural, en diversas concentraciones.

**Tabla N° 26: Resultados parámetro de turbidez**

R1	Concent	5%	10%	15%	20%
	C <sub>Y</sub>	53	39.4	69.3	52.4
S <sub>Y</sub>	36.7	85.2	62.4	58.4	
R2	Concent	5%	10%	15%	20%
	C <sub>Y</sub>	30	27.1	27	26.4
S <sub>Y</sub>	47.1	31	28.9	24.5	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

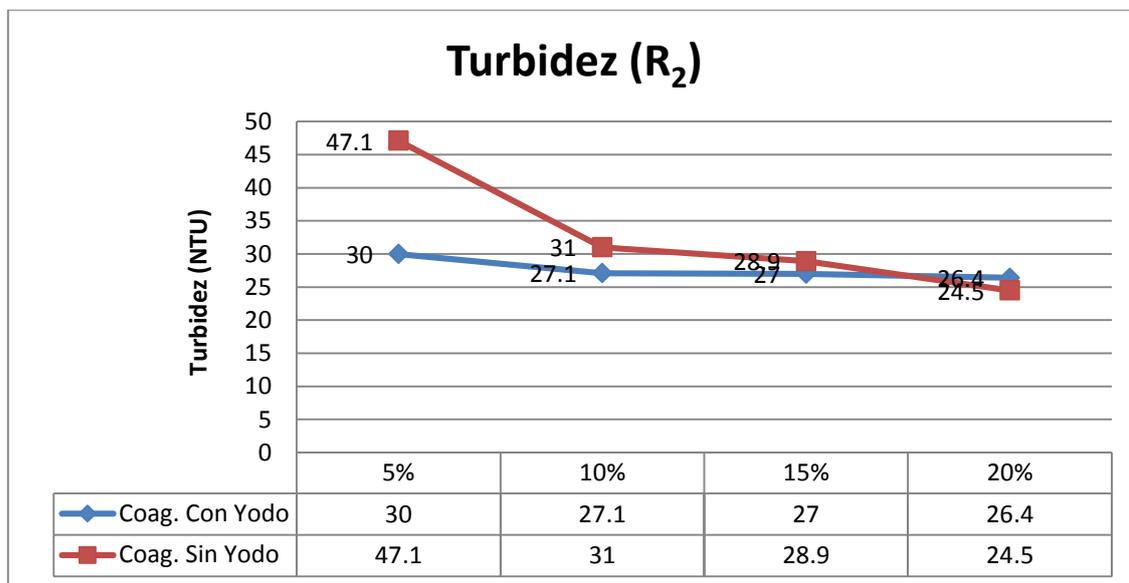


**Gráfico N° 5: Resultados obtenidos de 1era repetición**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Los resultados observados en la **Gráfica N° 5**, corresponden a la primera repetición y demuestran que de las concentraciones con

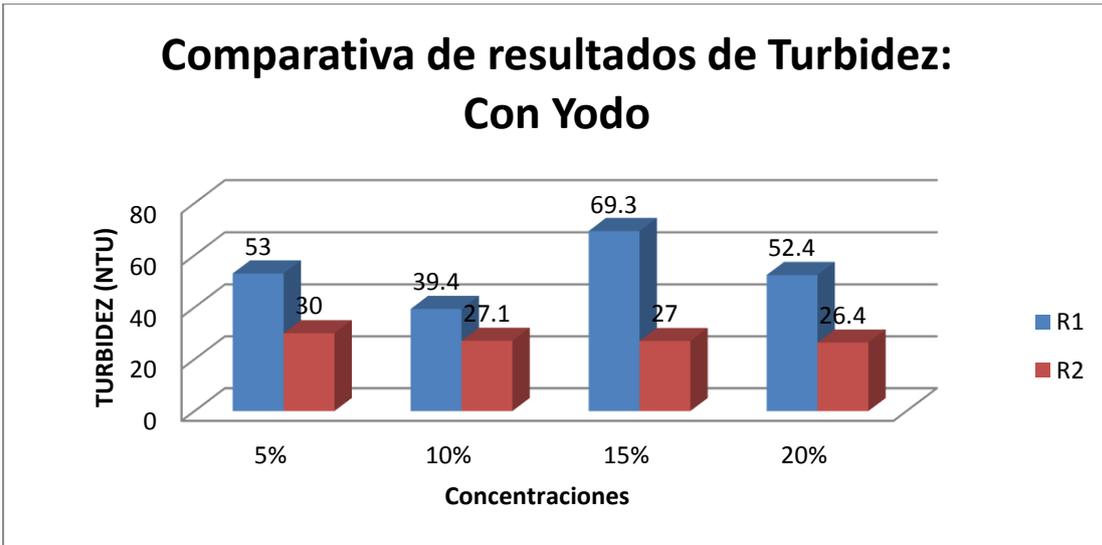
las que se trabajó, las que presentan una mayor disminución de la turbidez son las concentraciones de 15% y 20%, en todas las repeticiones se trabajó con dosis de 25 ml de coagulante natural. Sin embargo en el caso del coagulante C<sub>Y</sub>, tiene un menor valor de turbidez en la concentración de 20%.



**Gráfico N° 6: Resultados obtenidos de la 2da repetición**

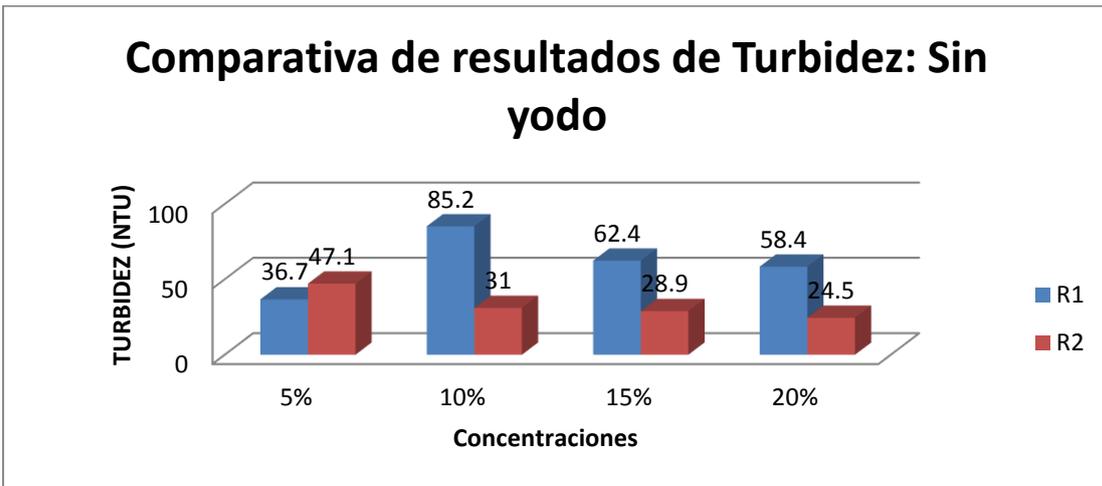
Fuente: Elaboración Propia, 2018

En el **Gráfico N° 6**, los resultados obtenidos en la segunda repetición presentaron mejores resultados y se continua observando que con la dosis de 20% hay una mayor reducción de turbidez, sin embargo en esta repetición el coagulante S<sub>Y</sub> obtuvo una mayor reducción.



**Gráfico N° 7: Comparativa de resultados obtenidos con el coagulante Cy**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Gráfico N° 8: Comparativa de resultados obtenidos con el coagulante Sy**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En el **Gráfico N° 7** y **Gráfico N° 8**, se demuestra que los resultados obtenidos en la segunda repetición presentaron una mayor reducción y ello se interpretó por la mejora en el filtro, sin embargo se corroboró también que la dosis efectiva es la del 20%

**Tabla N° 27: Eficiencia de reducción- Coagulante con Yodo**

Repetición		R1				R2			
Dosis		5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
Turbidez inicial 2480 NTU	Turbidez (NTU)	53	39.4	69.3	52.4	30	27.1	27	26.4
Eficiencia	%	97.8%	98.4%	97.20	97.88%	98.79%	98.90%	98.91%	98.93%

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En la **tabla N° 27**, se verifica que en la primera repetición la dosis mas efectiva fue la del 10% con una eficiencia de 98.4% y en la segunda repetición fue la de 20% con un porcentaje de remoción de 98.93%, resultando esta última con un mayor rango de eficiencia en comparación con todas las repeticiones.

**Tabla N° 28: Eficiencia de reducción- Coagulante sin Yodo**

Repetición		R1				R2			
Dosis		5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
Turbidez inicial 2480 NTU	Turbidez (NTU)	36.7	85.2	62.4	58.4	47.1	31	28.9	24.5
Eficiencia	%	98.52%	96.56%	97.48%	97.64%	98.1%	98.75%	98.8%	99%

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En la **tabla N° 28**, se observa que el coagulante sin yodo en la 1era repetición y en la dosis de 5%, presenta una eficiencia de remoción inclusive mayor al del 20%, sin embargo se verificó en la 2da repetición fue la dosis del 20%, con un mayor valor de eficiencia. Finalmente se puede deducir que la dosis de 20% es una concentración óptima para el tratamiento de aguas residuales del matadero.

Luego de la verificación de la dosis óptima con las dos primeras repeticiones, se desarrolló una tercera y última repetición con un volúmen de agua tratada de 20L, se evaluaron todos los parámetros turbidez, DBO<sub>5</sub>, DQO, OD, SST a esta concentración ideal.

**b. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

El DBO, fue obtenido finalmente, con ayuda del oxígeno disuelto analizado y reemplazando datos en las siguientes fórmulas

$$DBO_{5\text{final}} = (OD_{\text{inicial}} - OD_{\text{final}}) \times \text{Dilución}$$

**Tabla N° 29: Datos obtenidos para el cálculo de DBO<sub>5</sub> final**

Código	OD <sub>inicial</sub>	OD <sub>final</sub>	%dilución	DBO <sub>5</sub>
C <sub>Y</sub>	4.54	3.26	0.05	25.6
S <sub>Y</sub>	4.34	3.65	0.05	13.8

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Y se prosigue, reemplazando en la siguiente fórmula:

$$DBO_{5\text{real}} = DBO_{5\text{final}} \times (1 - e^{-k.t})$$

Donde:

K: constante de desoxigenación >> k=0.2

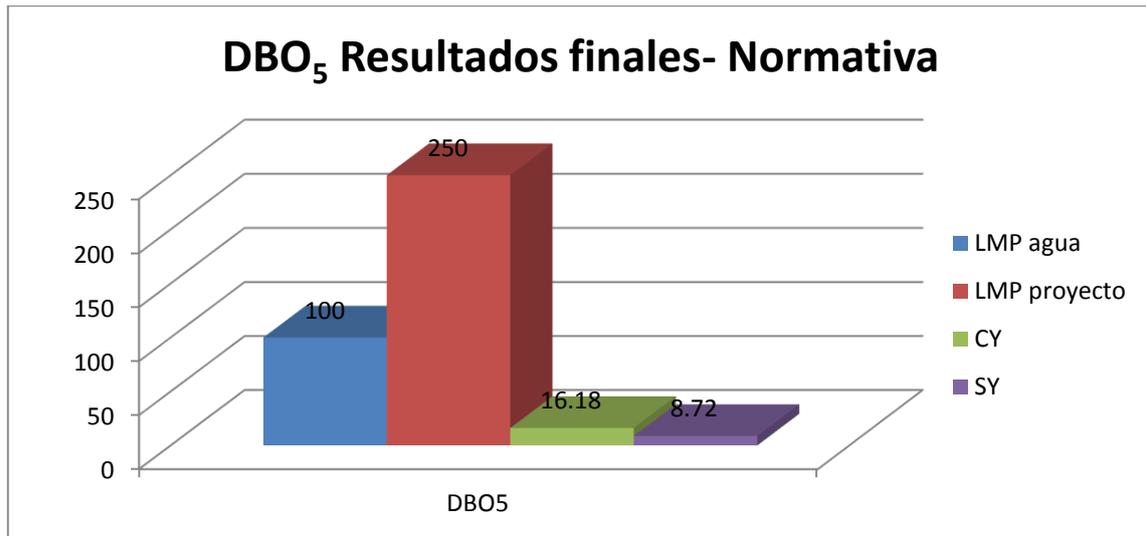
T: tiempo (t=5 días)

Reemplazando:

**Tabla N° 30: Resultados DBO<sub>5</sub> final**

Código	DBO <sub>5</sub> real
C <sub>Y</sub>	<b>16.18</b>
S <sub>Y</sub>	<b>8.72</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Gráfico N° 9: Comparativa resultados finales DBO- Normativa**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En la **Gráfica N° 9**, se observa la comparativa entre los resultados obtenidos, verificándose que el parámetro de DBO si se rige dentro de las normativas.

### c. Oxígeno Disuelto (OD)

En la aplicación del tratamiento, se buscó una mejora en el proceso de degollina en el matadero, ya que se verificó que se alteraban los parámetros de oxígeno principalmente. Es por ello que durante el tratamiento y previa a la homogenización de la muestra, esta muestra fue oxigenada con ayuda de una bomba de oxigenación o aireación.

Para el cálculo del Oxígeno Disuelto se aplica la siguiente fórmula:

$$OD \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{V_{disulfato} \times N_{disulfato} \times 8000 \times V_{botella}}{ml \text{ de la muestra valorada} \times (V_{botella} - 2)}$$

Reemplazando datos en la fórmula:

**Tabla N° 31: Datos obtenidos para el cálculo de Oxígeno Disuelto final**

Código	Volumen de muestra	Normalidad de disulfato	Volumen a titular	Volumen gastado de disulfato	OD (mg/L)
C <sub>Y</sub>	300ml	0.0245	100 ml	1.65	<b>3.26</b>
S <sub>Y</sub>	300ml	0.0245	100 ml	1.85	<b>3.65</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En la **Tabla N° 31**, se verifica que los valores de OD final fueron reducidos en comparativa con el valor de OD inicial (4.41 mg/L). Esto colaboró con la mejora del parámetro de DBO.

**d. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La obtención de este parámetro fue obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$DQO = \frac{(V_{\text{blanco}} - V_{\text{muestra}}) \times N_{\text{sulfato ferroso amoniacal}} \times 8000}{V_{\text{ml}}(\text{muestra})}$$

Los datos obtenidos para el cálculo final de este parámetro fueron:

**Tabla N° 32: Datos obtenidos- cálculo de Demanda Química de Oxígeno**

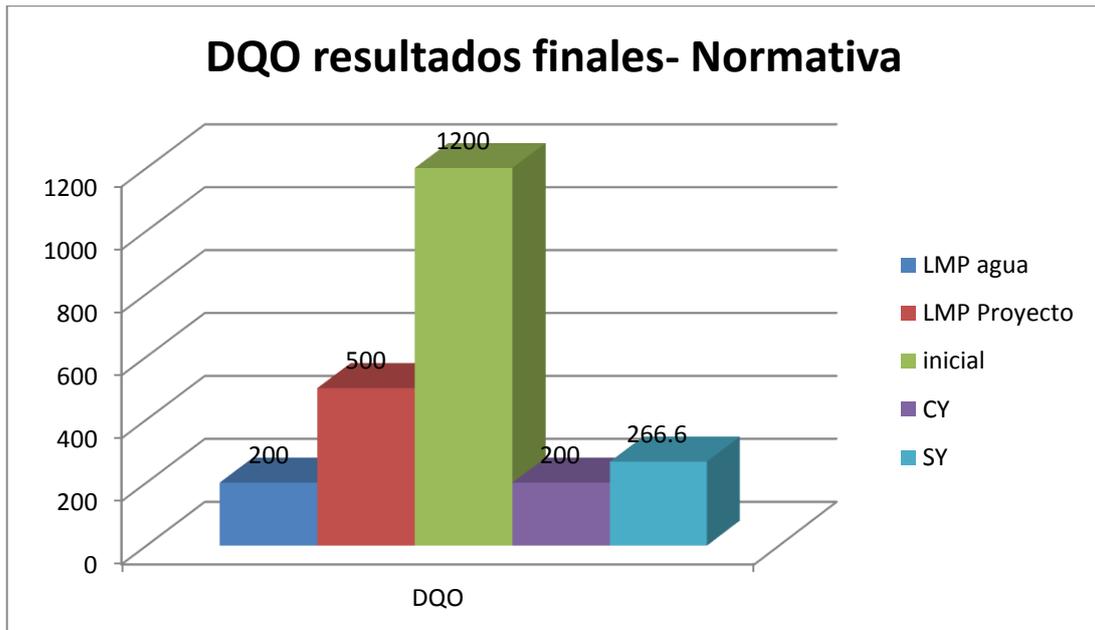
Código	Volumen de muestra	Concentración del sulfato ferroso	Volumen gastado de sulfato
C <sub>Y</sub>	3ml	0.25 N	4.2 ml
S <sub>Y</sub>	3ml	0.25 N	4.1 ml
Blanco	3ml	0.25 N	4.5 ml

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Reemplazando los datos:

$$DQO_{C_Y} = \frac{(4.5 - 4.2) \times 0.25 \times 8000}{3} = 200 \frac{mg}{L}$$

$$DQO_{S_Y} = \frac{(4.5 - 4.1) \times 0.25 \times 8000}{3} = 266.6 \frac{mg}{L}$$



**Gráfico N° 10: Comparativa de resultados finales DQO con normativa**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En el **Gráfico N°10** se observa la comparativa entre el valor inicial y los valores finales de ambas clases de aguas tratadas ( $C_Y$  y  $S_Y$ ), verificándose que la reducción es notoria en un rango de 200 y 266.6. Sin embargo, los valores obtenidos, uno al límite ( $C_Y$ ) y el otro ( $S_Y$ ) no llegan a cumplir con la normativa LMP agua; aunque si se encuentra en el rango de cumplimiento, al comparar con el Proyecto LMP en específico para la descarga de efluentes líquidos de la de la actividad agroindustrial tales como planta de camales y plantas de beneficio, incluyendo los mataderos en promedio diario.

La eficiencia de este se pudo calcular mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{DQO_{inicial} - DQO_{final}}{DQO_{inicial}} \times 100$$

Donde:

$DQO_{inicial}$ : Demanda Química de Oxígeno inicial

$DQO_{final}$ : Demanda Química de Oxígeno final

Reemplazando:

$$E_{CY} = \frac{1200 - 200}{1200} \times 100 \gg E = 83.3\%$$

$$E_{SY} = \frac{1200 - 266.6}{1200} \times 100 \gg E = 77.78\%$$

### e. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Para la obtención de este parámetro se hizo uso de los siguientes datos:

**Tabla N° 33: Sólido Total final- Coagulante C<sub>Y</sub> y S<sub>Y</sub>**

Prueba	Peso del vaso	Vol de muestra	Peso vaso+Mseca	ST (mg/L)
ST <sub>finalCY</sub>	68.365	100ml	68.473	1.080
ST <sub>finalSY</sub>	63.361	100ml	63.507	1.460

Fuente: Elaboración Propia, 2018

**Tabla N° 34: Sólidos Disueltos final- Coagulante C<sub>Y</sub> y S<sub>Y</sub>**

Prueba	Peso del vaso	Vol de muestra	Peso vaso+Mseca	ST (mg/L)
SD <sub>finalCY</sub>	67.835	100ml	67.937	1.020
SD <sub>finalSY</sub>	57.659	100ml	57.799	1.400

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Reemplazando en la fórmula:

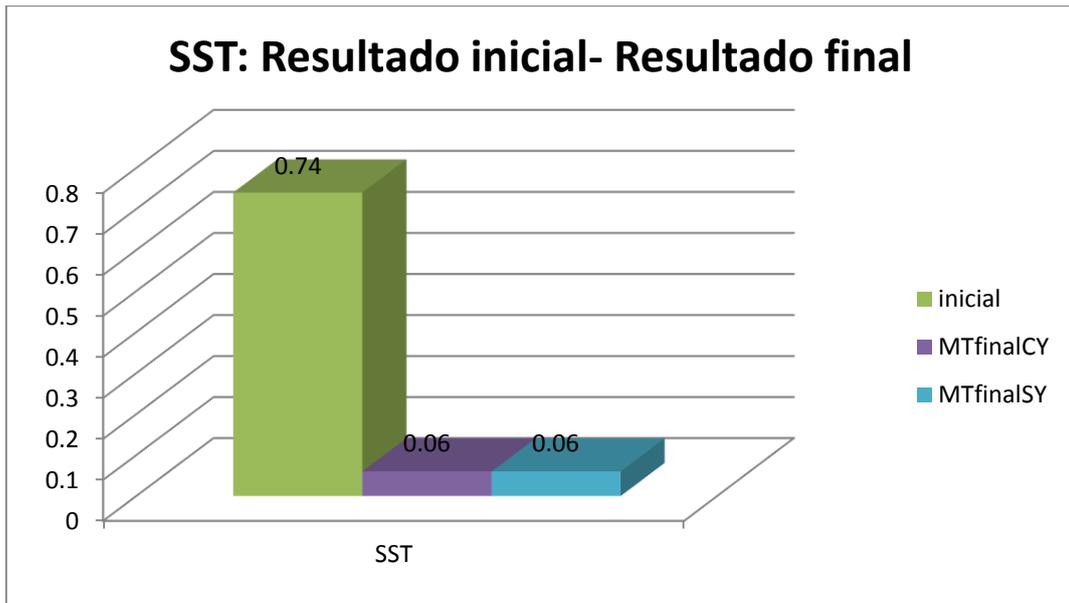
$$SST = ST - SD$$

$$SST_{CY} = 1.080 - 1.020$$

$$SST_{CY} = 0.06 \text{ mg/L}$$

$$SST_{SY} = 1.460 - 1.400$$

$$SST_{SY} = 0.06 \text{ mg/L}$$



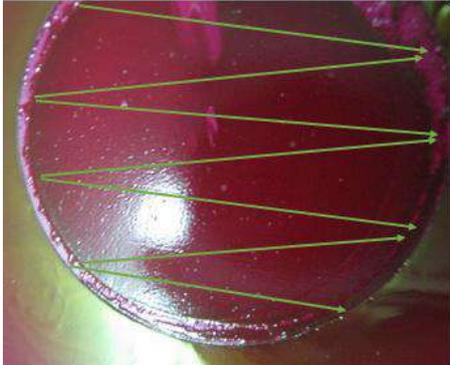
**Gráfico N° 11: Comparativa resultados SST finales con SST inicial**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

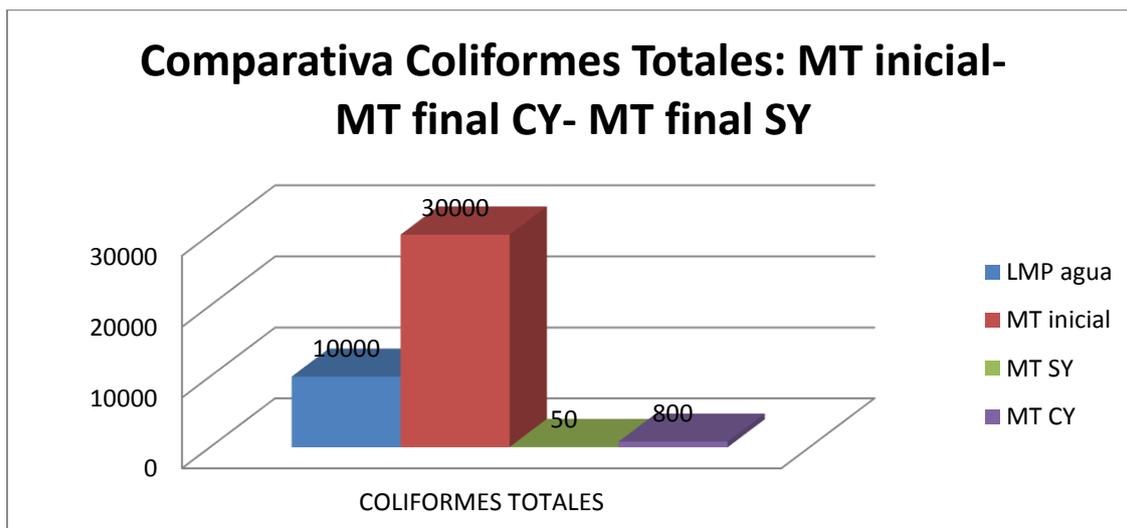
En el **Gráfico N°11**, observamos la reducción significativa que se obtuvo. Y también se verifica que los valores obtenidos de SST se encuentran dentro del LMP, habiendo resultado ambos valores iguales

### 3.2.2. Resultados finales en repeticiones de parámetros microbiológicos

**Tabla N° 35: Resultado final de parámetro microbiológico C<sub>γ</sub>**

R1	 <p><b>Figura N° 38: Placa con aplicación de coagulante natural C<sub>γ</sub></b></p>	<p>Con el tratamiento de filtrado primario y la continua aplicación del coagulante C<sub>γ</sub>, los componentes que presentaba la muestra inicial fueron minimizados en una proporción considerable</p>
R2	 <p><b>Figura N° 39: Placas con aplicación final de coagulantes naturales</b></p>	<p>En la segunda repetición se observa una actividad microbiológica mínima, demostrándose que el tratamiento con el coagulante natural es eficiente.</p>

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Gráfico N° 12: Comparativa Coliformes Totales Resultado inicial y final**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Con el **Gráfico N°12**, se pudo verificar la significativa reducción del parámetro de coliformes totales, en este caso con la aplicación del coagulante con presencia de Yodo (CY), es decir que el yodo presente en el Aloe Vera tiene propiedades desinfectantes, sin embargo no es que sea una característica primordial puesto que en la muestra tratada con coagulante SY hubo una reducción mucho más significativa. Las reducciones desarrolladas por los coagulantes, lograron que las muestras finales alcanzaran estar por debajo de los LMP establecidos por nuestra normativa de 10000NMP, demostrándose así que el tratamiento con el *Aloe barbadensis miller*, es eficiente.

La eficiencia de este se pudo calcular mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{CT_{inicial} - CT_{final}}{CT_{inicial}} \times 100$$

Donde:

CT<sub>inicial</sub>: Coliformes totales iniciales

CT<sub>final</sub>: Coliformes totales finales

Reemplazando:

$$E_{CY} = \frac{30000 - 800}{30000} \times 100 \quad \gg \quad \mathbf{E = 97.3\%}$$

$$E_{SY} = \frac{30000 - 50}{30000} \times 100 \quad \gg \quad \mathbf{E = 99.8\%}$$

### 3.3. Resultados estadísticos

#### 3.3.1. Pruebas de Hipótesis

La prueba fue desarrollada mediante el cálculo estadístico **T- Student pareada**, esta prueba nos ayudó a determinar si el agua tratada con el coagulante natural *Aloe barbadensis miller* son diferentes antes y después del tratamiento. La hipótesis general planteada fue la siguiente:

“La especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves “San Francisco”

La afirmación de la hipótesis general mencionada se utilizó por cada parámetro evaluado, verificándose así la existencia de reducción, la contrastación de las hipótesis fueron planteadas así:

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son mayores que las del agua inicial

H<sub>1</sub>: Las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son menores que las del agua inicial

## a. Turbidez

### IC y Prueba T pareada: TURBIDEZfinal, TURBIDEZinicial

#### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
TURBIDEZfinal	2	43.67	4.38	3.10
TURBIDEZinicial	2	402.00	0.00	0.00

#### Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 90% para la diferencia_μ
-358.33	4.38	3.10	-348.78

*diferencia\_μ: media de (TURBIDEZfinal - TURBIDEZinicial)*

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$   
Hipótesis alterna  $H_1: \text{diferencia}_\mu < 0$

Valor T	Valor p
-115.59	0.003

El valor obtenido de **p es 0.003**, es decir que es **menor al nivel de significancia 0.1**, por lo tanto **se rechaza  $H_0$**  y se afirma que las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son menores que las del agua inicial. Concluyéndose que el tratamiento con **el *Aloe barbadensis miller* es eficiente en la reducción de turbidez.**

## b. Demanda Biológica de Oxígeno

### IC y Prueba T pareada: DBOfinal, DBOinicial

#### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
DBOfinal	2	12.45	5.28	3.73
DBOinicial	2	0.00	0.00	0.00

#### Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para la diferencia_μ
12.45	5.28	3.73	36.00

*diferencia\_μ: media de (DBOfinal - DBOinicial)*

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \text{diferencia}_\mu < 0$

Valor T	Valor p
3.34	0.907

El valor obtenido de **p es 0.907**, es decir que es **mayor al nivel de significancia 0.1**, por lo tanto **se acepta  $H_0$**  y se niega que las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son menores que las del agua inicial. Concluyéndose que el tratamiento con el ***Aloe barbadensis miller* no es eficiente en la reducción de DBO**. En este caso se presentó el problema de la variación de la temperatura en el proceso de degollina, alterándose este parámetro y por tanto afectando el resultado de DBO.

### c. Oxígeno Disuelto

## IC y Prueba T pareada: ODfinal, ODinicial

### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
ODfinal	2	3.455	0.276	0.195
ODinicial	2	4.440	0.141	0.100

### Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 90% para la diferencia_μ
-0.985	0.417	0.295	-0.077

*diferencia\_μ: media de (ODfinal - ODinicial)*

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia\_μ = 0

Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia\_μ < 0

Valor T	Valor p
-3.34	0.093

El valor obtenido de **p es 0.093**, es decir que es **menor al nivel de significancia 0.1**, por lo tanto **se rechaza  $H_0$**  y se afirma que las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son menores que las del agua inicial. Concluyéndose que el tratamiento con el ***Aloe barbadensis miller* es eficiente en la reducción de OD.**

#### d. Demanda Química de Oxígeno (DQO):

### IC y Prueba T pareada: DQOfinal, DQOinicial

#### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
DQOfinal	2	233.3	47.1	33.3
DQOinicial	2	1200.0	0.0	0.0

#### Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 90% para la diferencia_μ
-966.7	47.1	33.3	-864.2

*diferencia\_μ: media de (DQOfinal - DQOinicial)*

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia\_μ = 0

Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia\_μ < 0

Valor T	Valor p
-29.03	0.011

El valor obtenido de **p es 0.011**, es decir que es **menor al nivel de significancia 0.1**, por lo tanto se **rechaza  $H_0$**  y se afirma que las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son menores que las del agua inicial. Concluyéndose que el tratamiento con el ***Aloe barbadensis miller*** es eficiente en la **reducción de DQO**.

### e. Sólidos Suspendidos Totales (SST):

## IC y Prueba T pareada: SSTfinal, SSTinicial

### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
SSTfinal	2	0.0550	0.0071	0.0050
SSTinicial	2	0.7200	0.0283	0.0200

### Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para la diferencia_μ
-0.6650	0.0212	0.0150	-0.5703

*diferencia\_μ: media de (SSTfinal - SSTinicial)*

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia\_μ = 0

Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia\_μ < 0

Valor T	Valor p
-44.33	0.007

El valor obtenido de **p es 0.007**, es decir que **es menor al nivel de significancia 0.1**, por lo tanto se **rechaza  $H_0$**  y se afirma que las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son menores que las del agua inicial. Concluyéndose que el tratamiento con el ***Aloe barbadensis miller*** es eficiente en la **reducción de SST**.

## f. Coliformes Totales:

### IC y Prueba T pareada: COLIFORMESfinal, COLIFORMESinicial

#### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
COLIFORMESfinal	2	400	566	400
COLIFORMESinicial	2	30000	0	0

#### Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 90% para la diferencia_μ
-29600	566	400	-28369

*diferencia\_μ: media de (COLIFORMESfinal - COLIFORMESinicial)*

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia\_μ = 0

Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia\_μ < 0

Valor T	Valor p
-74.00	0.004

El valor obtenido de **p es 0.004**, es decir que es **menor al nivel de significancia 0.1**, por lo tanto **se rechaza  $H_0$**  y se afirma que las concentraciones de contaminantes luego del tratamiento son menores que las del agua inicial. Concluyéndose que el tratamiento con el ***Aloe barbadensis miller*** es eficiente en la **reducción de Coliformes Totales**.

### 3.3.2. Pruebas de Normalidad

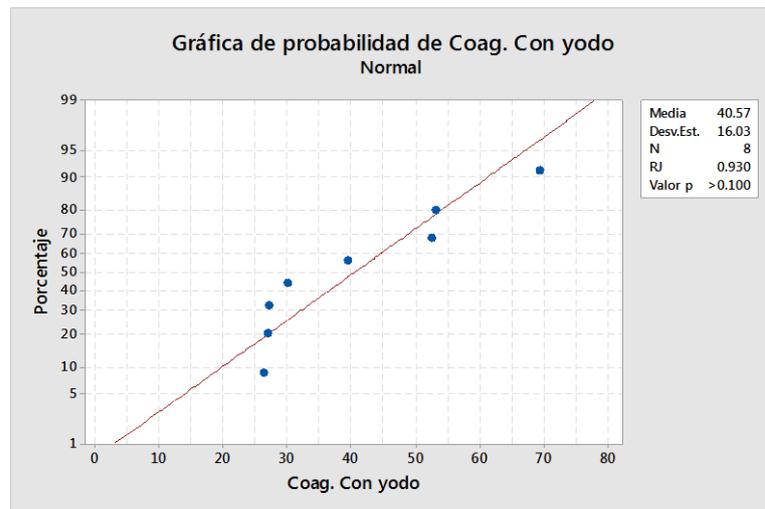
Se utilizó la prueba de Ryan Joiner, esto fue para determinar si los datos obtenidos en las repeticiones por cada parámetro siguen una distribución normal. Las hipótesis fueron las siguientes:

$H_0$ : Los datos presentan una distribución normal

$H_1$ : Los datos no presentan una distribución normal

El nivel de significancia utilizado fue de 0.05 ( $\alpha=0.05$ ). en este caso si el valor de p fuera menor o inclusive igual al nivel de significancia se rechazaría la hipótesis nula y se aceptaría que los datos no presentan una distribución normal, al contrario si el valor de p resultara mayor a 0.05 (nivel de significancia) se aceptaría la hipótesis nula y por tanto se concluiría que los datos presentan una distribución normal.

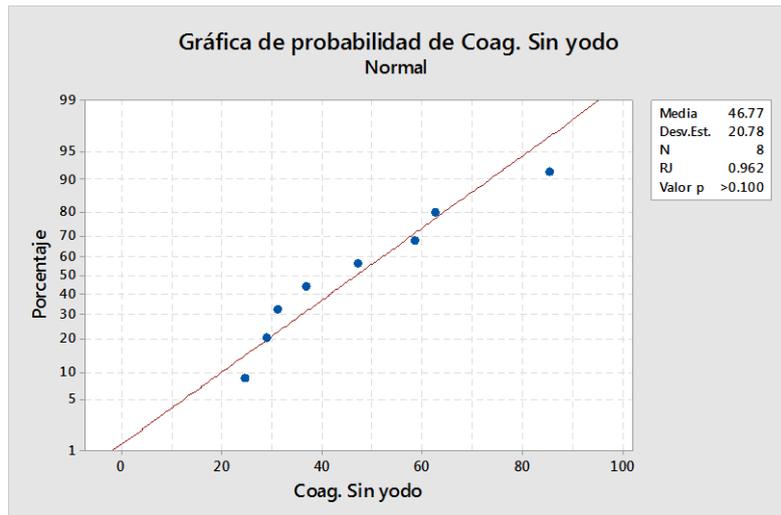
#### a. Turbidez



**Gráfico N° 13: Prueba de normalidad- Turbidez- coagulante con yodo**

Fuente: Programa Minitab 18

En la **Gráfica N° 13** se observa que el valor de p es mayor a 0.100, por lo que se **acepta  $H_0$**  y se deduce que los datos de repeticiones de turbidez con el Cy presentan una **distribución normal**

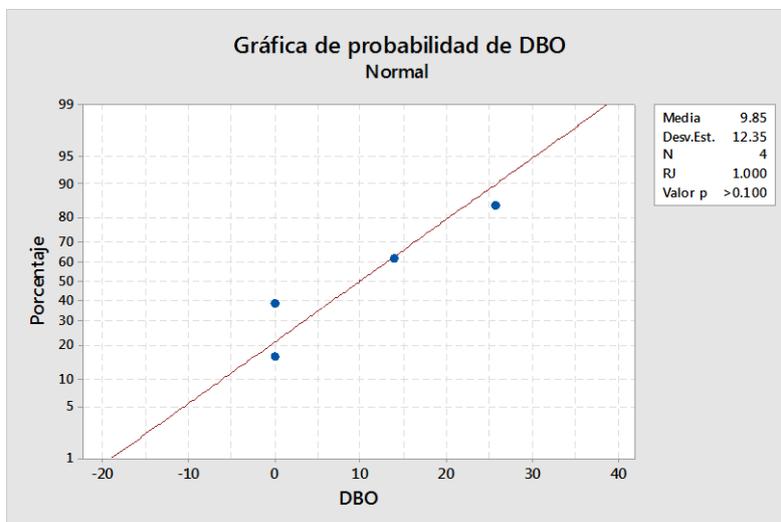


**Gráfico N° 14: Prueba de normalidad- Turbidez- coagulante sin yodo**

Fuente: Programa Minitab 18

En la **Gráfica N° 14** se observa que el valor de **p** es mayor a **0.100**, por lo que se **acepta la Ho** y se deduce que los datos de repeticiones de turbidez con el coagulante  $S_Y$  presenta una **distribución normal**

**b. Demanda Biológica de Oxígeno**

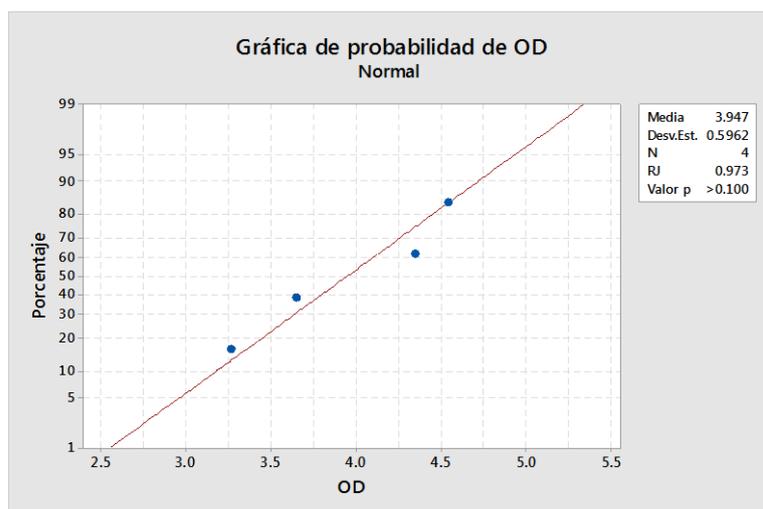


**Gráfico N° 15: Prueba de normalidad- DBO**

Fuente: Programa Minitab 18

En la **Gráfica N° 15** se observa que el valor de **p** es mayor a **0.100**, por lo que se **acepta la Ho** y se deduce que los datos de repeticiones de DBO con el coagulante natural presenta una **distribución normal**

### c. Oxígeno Disuelto

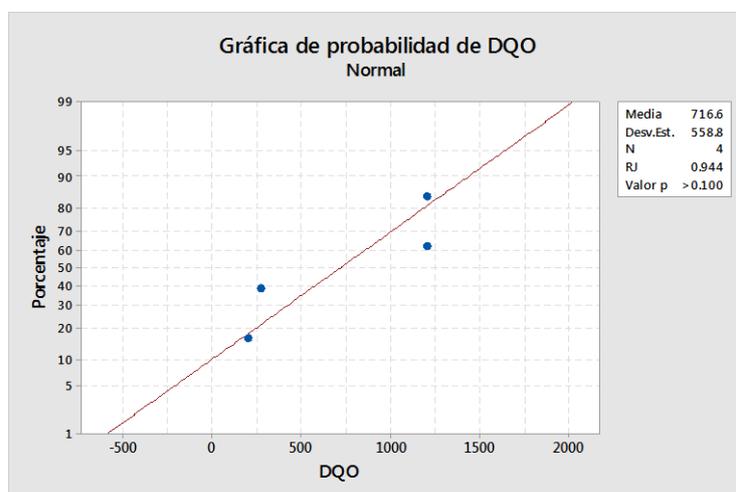


**Gráfico N° 16: Prueba de normalidad- OD**

Fuente: Programa Minitab 18

En la **Gráfica N° 16** se observa que el valor de **p** es mayor a **0.100**, por lo que se **acepta la Ho** y se deduce que los datos de repeticiones de OD con el coagulante natural presenta una **distribución normal**

### d. Demanda Química de Oxígeno (DQO):

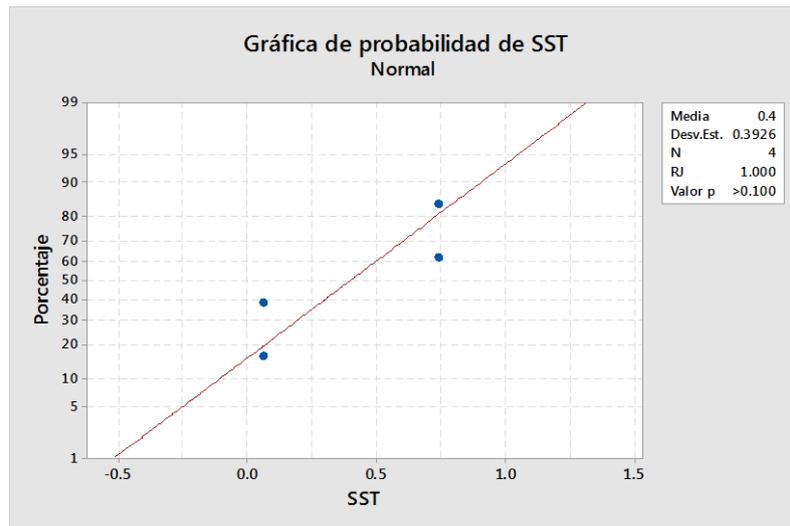


**Gráfico N° 17: Prueba de normalidad- DQO**

Fuente: Programa Minitab 18

En la **Gráfica N° 17** se observa que el valor de **p** es mayor a **0.100**, por lo que se **acepta la Ho** y se deduce que los datos de repeticiones de DQO con el coagulante natural presenta una **distribución normal**

### e. Sólidos Suspendidos Totales (SST):

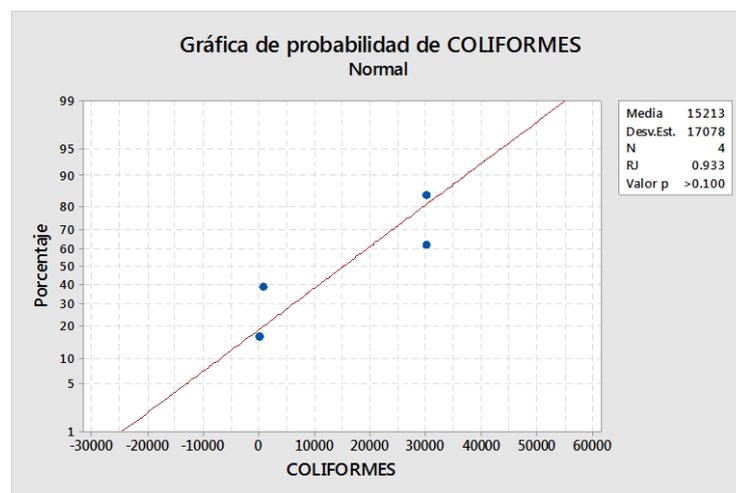


**Gráfico N° 18: Prueba de normalidad- OD**

Fuente: Programa Minitab 18

En la **Gráfica N° 18** se observa que el valor de **p** es mayor a **0.100**, por lo que se **acepta la Ho** y se deduce que los datos de repeticiones de SST con el coagulante natural presenta una **distribución normal**

### f. Coliformes Totales:



**Gráfico N° 19: Prueba de normalidad- Coliformes Totales**

Fuente: Programa Minitab 18

En la **Gráfica N° 19** se observa que el valor de **p** es mayor a **0.100**, por lo que se **acepta la Ho** y se deduce que los datos de repeticiones de

Coliformes Totales con el coagulante natural presenta una **distribución normal**

### 3.3.3. Pruebas de Correlación

El coeficiente de correlación de Pearson nos señaló la relación positiva entre las variables. El valor de p nos indicó el nivel de correlación “significativa” o “poca significativa”

#### a. Correlación entre dosis de coagulante y eficiencia en reducción de turbidez

##### Correlaciones

Correlación de Pearson	0.975
Valor p	0.025

El valor **p es 0.025**, que es **menor que el nivel de significancia de 0.05**. El valor p indica que la **correlación es significativa**. **A medida que la dosis de coagulante aumenta más eficiente es la reducción de la turbidez**

#### b. Correlación entre coagulante CY, SY y reducción de Coliformes Totales

##### Correlaciones

Correlación de Pearson	0.077
Valor p	0.923

El valor **p es 0.923**, que es **mayor al nivel de significancia de 0.05**. El valor p indica que la **correlación es poco significativa**. **La presencia de yodo en el coagulante natural no tiene correlación con la reducción de los coliformes totales.**

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- En la presente investigación con el coagulante natural *Aloe barbadensis miller* el tratamiento funcionó óptimamente en condiciones de pH alcalino igual a 9, la etapa de coagulación se desarrolló a una velocidad de 50 rpm por un tiempo de 5 minutos llegando a conformar claramente los flóculos y dándole un tiempo de sedimentación de 20 minutos aproximadamente para finalmente decantarlo. Contrario a lo aplicado por Alcarraz, en su investigación con el coagulante natural Polycat CS-5460; con el que la velocidad de agitación fue igual a 100 rpm durante 30 segundos para finalmente darle un tiempo de sedimentación igual a 30 minutos y decantarlo, el pH con el que trabajó fue ácido 6.5.
- En esta investigación se trabajó con muestras iniciales y pre-experimentales en donde se verificó que el coagulante natural *Aloe barbadensis miller* no trabaja eficientemente en medio ácido, es decir que en la etapa de coagulación los flocs se desarmaron no llegando a captar y por tanto no se reducen las concentraciones de contaminantes. En cuanto a la eficiencia de reducción de turbidez con la dosis ideal de 20% con un pH de 9 fue de un rango entre 97.6% y 99%. Sin embargo la Universidad de Taylor en Malasia indicó una comparación entre los coagulantes naturales y los inorgánicos o químicos. En esta investigación se “fabricó” su muestra problema o como ellos lo señalaron una muestra sintética, con diversas muestras de caolín. Se demostró con un valor de pH 4 un rango de efectividad entre 81.2 a 93.13% y con las aguas residuales con valores de pH igual a 10 que resultó ser 76.8 a 87.18%..
- JULIÁN ZAMUDIO (2015) en su investigación menciona que la disponibilidad de agua potable en el país vecino de Colombia es limitada, realidad muy presente también en nuestro país, puesto que la calidad es muy complicada de asegurar y ni que decir de la continuidad del servicio, llegando a distribuir en zonas alejadas mediante camiones cisterna o por adquisición de pozas, sin asegurar la calidad de estas aguas

- En la presente investigación se obtuvo una dosis ideal haciendo uso de 30gr de aloe y con una reducción de 98.9% y 99%. En concordancia con lo señalado en la investigación de Zamudio y con la investigación de la Universidad de Taylor fue en la etapa de obtención y fabricación del coagulante natural, procediéndose de igual forma en el corte, lavado y presentación de la penca, no mayor a 3mm. En la aplicación del coagulante, Zamudio utilizó una dosis de 1.4g/L obteniendo un índice de remoción de turbidez de 47%.
- En esta investigación se ha demostrado que el *Aloe barbadensis miller* llega a ser un coagulante que funciona perfectamente en el tratamiento de las aguas residuales producidas por mataderos o actividades agro-industriales. Con reducciones significativas en parámetros como la turbidez, SST, DQO y Coliformes Totales. Sin embargo Kopytko (2014) hizo uso del Aloe Vera como ayudante del Sulfato de aluminio, llegando a reducir el uso de este coagulante químico en un 20% y señalando al Aloe como un “pobre coagulante”.
- En la presente investigación se demostró la capacidad del Aloe Vera en el tratamiento de aguas residuales, indicado también por la investigación de Guzmán (2013) en la que señala que desde hace más de 4000 años se lleva usando hojas, frutos o raíces de plantas para el tratamiento de aguas y demostrándose en ambas investigaciones que la generación de lodos y por tanto la afectación al medio ambiente y la salud de la población es mínima en comparación con los coagulantes químicos.
- Se concuerda con Idris (2011) en señalar la importancia de la calidad de las aguas residuales para poder brindarles un tratamiento efectivo y en señalar que el uso de coagulantes químicos tiene grandes desventajas en comparación con el uso de coagulantes naturales como el *Aloe barbadensis miller* que posee similares características al *Opuntia ficus*. Idris en su investigación hace uso del coagulante en medio ácido con un pH de 4, contrario a lo presentado en esta investigación en la que se

preparó a la muestra en medio alcalino pH 9 demostrándose un mayor rando de eficiencia con una concentración mayor a la indicada por Idris.

- En la presente investigación se hizo uso antes de la aplicación del coagulante natural, una velocidad de homogenización de 300 rpm durante 20 minutos y finalmente en la aplicación del coagulante una velocidad lenta de 50 rpm durante 5 minutos, conformándose sin ningún problema los flocs y teniendo inclusive un rango mayor de eficiencia al señalado por Tech.(2017), quien hace uso del *Aloe barbadensis miller* en estado líquido, conjunto y como ayudante del sulfato de Aluminio, desarrollando en la etapa del tratamiento dos velocidades de 200 rpm como mezcla rápida y luego 40rpm como mezcla lenta por un tiempo de 15 minutos.
- En la presente investigación se corroboró lo señalado por Quille (2013) en cuanto al alto contenido orgánico de los efluentes en los matadero, y también se hizo uso del cal y aireación para la variación y acondicionamiento de la muestra, sin embargo se llevó a un pH de 9 y no a un pH 11 como lo desarrollado por Quille y Donaires, quienes tuvieron una eficiencia de remoción de DQO 73%, sólidos en suspensión 99% y en la presente investigación se tuvo una eficiencia de 83.3% en DQO y 91.89% en SST, sin necesidad de uso de una alta cantidad o “lechada” de cal y con valores de reducción muy aproximados a lo señalado

## V. CONCLUSIONES

- El tratamiento de aguas residuales del matadero “San Francisco” con el coagulante natural proveniente del *Aloe barbadensis miller* es eficiente en la reducción de parámetros físico- químicos, presentando un mayor rango de eficiencia en la reducción de turbidez y Sólidos Suspendidos Totales. Y en un menor rango en el de Demanda Química de Oxígeno (DQO). Todos los parámetros evaluados luego de la aplicación del tratamiento con el coagulante natural, tanto físico-químicos (DBO, DQO, OD, Turbidez, SST) como los microbiológicos (Coliformes Totales) se encuentran dentro de la normativa de Límites Maximos Permisibles.
- El parámetro de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), se vió afectado por el proceso que se desarrolla en el matadero de aves, ya que alteran temperaturas y no presentan corrientes ni turbulencias para la correcta oxigenación. Es por ello que no se pudo calcular el DBO inicial y por tanto no se pudo demostrar la eficiencia del tratamiento (rechazándose la hipótesis específica planteada), sin embargo en la investigación desarrollada se busco la mejora en el proceso de degollina, es por eso que se aplicó una oxigenación de la muestra teniendo como resultado una reducción del DQO y una mejora en el valor de DBO, presentándose finalmente con valores de 200 y 266.6.mg/L
- El parámetro de turbidez tuvo un rango de remoción de 99%, resáltándose como el más óptimo y por tanto se aprueba la hipótesis planteada.
- El rango de porcentaje de remoción del parámetro de Demanda Química de Oxígeno- DQO se verifica entre los valores de 77.78% y 83.3% con los coagulantes CY y SY respectivamente, esta mejora ayudo con el parámetro de DBO, desarrollándose una mejora con respecto a ambos parámetros
- En cuanto a la verificación de la influencia del yodo (presente naturalmente en el Aloe Vera) en el tratamiento, se verificó que no logró un cambio significativo en el parámetro de Coliformes Totales e inclusive se logró verificar que el coagulante con dosis de 15% (menor a la ideal) disminuyó en casi la totalidad la presencia de estos contaminantes microbiológicos.

## VI.RECOMENDACIONES

- Desarrollar una mejora en los filtros primarios para antes y después (separación del agua tratada) del tratamiento.
- Realizar un aprovechamiento y utilización de los residuos sólidos biodegradables y de los lodos generados por el camal y el tratamiento de sus aguas residuales con el coagulante natural respectivamente, como materia prima dentro del proceso de compostaje de los lodos generados después del tratamiento en la elaboración de compost, puesto que estos poseen un alto valor nutricional para el suelo.
- Identificar claramente el tipo de actividad microbiológica presente en las aguas residuales, en la presente investigación se tuvieron en cuenta como coliformes totales sin embargo sería ideal la clasificación de estos como por ejemplo la *Salmonella* o *Escherichia Coli*.
- Realizar una titulación para una diferencia cuantitativa en cuanto a la concentración del yodo presente en el coagulante natural.
- Hacer una mejora en el procedimiento de degollina, en la alteración y eliminación del agua a temperatura de ebullición puesto que se demostró en la investigación el efecto que se tiene en el DBO y por tanto las consecuencias que podría acarrear en la flora acuática.
- Hacer uso del agua residual tratada en el matadero “San Francisco” como agua para los procesos de limpieza, lavado de jabas o vehículos

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**, MINAGRI. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (2016). Lima: Perú

**ALCARRAZ**, Mario, **GAMARRA**, Gerardo, **CASTRO**, Américo. Eficacia de coagulantes en el tratamiento primario de efluentes de procesadora de frutas. Ciencia e Investigación.13 (2): 60-66, Diciembre 2010. ISSN: 1609-9044

**AZNI** Adris, **AHMAD** Rajab, **NUR** Abdullatif. Evaluación Preliminar del Rendimiento del Aloe Vera como coagulante natural en el Tratamiento de agua. En: Conferencia Internacional sobre el Agua Nueva Zelanda (1ero: Noviembre 9-11, 2011, Rotorua, Nueva Zelanda): Universidad Putra Malasia, Departamento de Química e Ingeniería Ambiental, 2011 [Fecha de consulta: 08 Octubre 2017]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/314208913\\_A\\_PRELIMINARY\\_EVALUATION\\_OF\\_ALOE\\_VERA\\_RIND\\_AS\\_NATURAL\\_COAGULANT\\_FOR\\_WATER\\_TREATMENT](https://www.researchgate.net/publication/314208913_A_PRELIMINARY_EVALUATION_OF_ALOE_VERA_RIND_AS_NATURAL_COAGULANT_FOR_WATER_TREATMENT)

**BRAVO** Gallardo, María. Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesado en aguas residuales. Proyecto de Grado (Licenciatura en Química). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación, 2015, 15p.

**DESARROLLO** de un floculante natural para el tratamiento de aguas superficiales en hogares del sector rural del municipio de Fusagasugá por Julián Zamudio Piñeres [et al]. Revista Tecnológica y Productividad [en línea]. Diciembre 2015, no. 1. [fecha de consulta: 19 Setiembre 2017]. Disponible en: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rtyp/article/view/248>

**GUZMÁN** Luis, **VILLABONA** Ángel, **TEJADA** Candelaria. REDUCTION of water turbidity using natural coagulants: a review por Guzmán Luis [et al]. UDCA. [en

línea]. Junio 2013, no. 1 [fecha de consulta: 27 Setiembre 2017].  
Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n1/v16n1a29.pdf>

**KOPYTKO**, María Irene, RUEDA, Eliana, RINCÓN, Yuiana. Application of Natural Product (Aloe Vera) in Coagulation- Flocculation Procedures, for Water Treatability Study. IJESIT. [en línea]. Mayo 2014, no. 3. [fecha de consulta: 27 Setiembre 2017]. Disponible en:  
[http://www.ijesit.com/Volume%203/Issue%203/IJESIT201403\\_58.pdf](http://www.ijesit.com/Volume%203/Issue%203/IJESIT201403_58.pdf) ISSN:  
2319-5967

**MINAM**. Aprueban Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales tales como planta de camales y plantas de beneficio. D.S N° --2009. Lima: Perú.

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- REPÚBLICA DE COLOMBIA**. [en línea]: Demanda Bioquímica de Oxígeno- 5 días en Aguas, Colombia, 2007. [fecha de consulta: 2 Octubre 2017].

**TECH**, M. Gramo, M. El uso del Aloe Vera como coagulante ayuda en la eliminación de la turbidez. International Journal of Engineering Reserch and Technology. [en línea].2017, no. 10. [fecha de consulta: 08 Octubre 2017].  
Disponible en: [https://www.ripublication.com/irph/ijert\\_spl17/ijertv10n1spl\\_60.pdf](https://www.ripublication.com/irph/ijert_spl17/ijertv10n1spl_60.pdf)  
ISSN: 0974- 3154

**PARRA**, Lina Marcela. [en línea]: Operación de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) hasta alcanzar el estado estable, Colombia, 2006. [fecha de consulta: 12 Mayo 2018].

**QUILLE**, Germán y DONAIRES T. (2013). Tratamiento de elfuentes líquidos y sólidos de camal municipal llave. [en línea]. Mayo 2013, vol. 15, no.1. [fecha de consulta: 25 Junio 2018].  
Disponible en: <http://huajsapata.unap.edu.pe/ria/index.php/ria/article/view/17/15>  
ISSN 2313-2957

## ANEXOS

### Anexo 1: Instrumento 1- Ficha de registro de datos en campo

ANEXO N° 1												
<b>FICHA DE REGISTROS DE DATOS EN CAMPO: Ubicación de puntos de muestreo</b>												
Agua Residual del matadero de aves "San Francisco"												
Responsable del muestreo		Estefany Córdova Figueroa										
Punto de monitoreo	Descripción del punto de monitoreo	Localidad	Distrito	Departamento	Coordenadas (UTM)			Fecha	Hora	pH	T (°C)	Observaciones
					X	Y	Z					
1-R1	Afluente	Trapiche	Comas	Lima	275077	8680758	118 msnm	10/03/2018	06:37 a.m.	6.8	26°C	
2-R1	Efluente				275086	8680764	118 msnm	10/03/2018	06:45 a.m.		27°C	
1-R2	Afluente				275077	8680758	118 msnm	24/04/2018	06:50 a.m.		25°C	
2-R2	Efluente				275086	8680764	118 msnm	24/04/2018	06:55 a.m.		28°C	
1-R3	Afluente				275077	8680758	118 msnm	06/05/2018	06:36 a.m.		26°C	
2-R3	Efluente				275086	8680764	118 msnm	06/05/2018	06:40 a.m.		27°C	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Anexo 2: Instrumento 2- Cadena de Custodia

Cadena de Custodia												
Agua Residual del matadero de aves "San Francisco"												
Solicitante:		Estefany Córdova Figueroa		Proyecto:		Trat. Con coagulante natural "Alga barbaudensis miller"		N° ensayo:		01.02.03		
Dirección:		"LC ICA DEL PERÚ SAC"		Provincia:		Lima						
e-mail:		estefy.cordova95@gmail.com		Dpto:		Lima						
Responsable del muestreo:			Origen (Punto de muestreo)			Tipo de frasco			Firma:			
Estefany Córdova Figueroa - Luis Mendoza Apolaya			Mat. "Sn Francisco"			P						
			V									
Código de laboratorio	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Volumen total (L)		Conductividad eléctrica (µS/cm)		Parámetros Físico-Químicos		Par. Microbiológicos		Observaciones
MT	1	10-mar	06:37am	4	33.3	2480	26°C	6.9	0	1200	30000	
MT	2	24-abr	06:50 a.m.	4	33.3	2483	25°C	7	0	1235	30000	
MT	3	06-may	06:36 a.m.	20	33.5	2482	26°C	7.2	0	1200	30000	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### Anexo 3: Instrumento 3- Cuadro de resultados Finales

DOSIS		5%					
		R1					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	53	97.8629032	2480	36.7	98.5201613
DOSIS		5%					
		R2					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	30	98.7903226	2480	47.1	98.1008065

DOSIS		10%					
		R1					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	39.4	98.4112903	2480	85.2	96.5645161
DOSIS		10%					
		R2					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	27.1	98.9072581	2480	31	98.75

DOSIS		15%					
		R1					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	69.3	97.2056452	2480	62.4	97.483871
DOSIS		15%					
		R2					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	27	98.9112903	2480	28.9	98.8346774

DOSIS		20%					
		R1					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	52.4	97.8870968	2480	58.4	97.6451613
DOSIS		20%					
		R2					
N°	Parámetros	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1	Turbidez (NTU)	2480	26.4	98.9354839	2480	24.5	99.0120968

RESULTADOS FINALES								
Agua Residual del matadero de aves "San Francisco"								
Solicitante:				Estefany Córdoba Figueroa				
Dosis ideal				20%				
N°	N° de Muestra	Parámetros	1°-CY			1°-SY		
			Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-CY	Análisis inicial	Análisis final	% Eficiencia en remoción-SY
1		Turbidez (NTU)	2480	53.6	97.83871	2480	29.3	98.81855
2		Coliformes Totales (NMP)	30000	800	97.33333	30000	50	99.83333
3		DBO <sub>5</sub> (mg/L)	0	16.18	****	0	8.72	****
4		DQO (ppm)	1200	200	83.33333	1200	266.6	77.78333
5		SST (mg/L)	0.74	0.06	91.89189	0.74	0.06	91.89189

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## Anexo 4: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		METODOLOGÍA
			VARIABLES	INDICADORES	
¿Cuál es la eficiencia del Aloe barbadensis miller en la reducción de DBO <sub>5</sub> , turbiedad y DQO en las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018?	Evaluar la eficiencia de la especie Aloe barbadensis miller en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018.	H1: La especie Aloe barbadensis miller es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco". H0: La especie Aloe barbadensis miller no es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco".	INDEPENDIENTE:  Eficiencia de la especie Aloe barbadensis miller	Velocidad de agitación Tiempo de sedimentación Dosis de coagulante Condiciones físicas para la obtención del coagulante Aloe Vera	Tipo de investigación Aplicada  Diseño de investigación: Experimental  Nive: Pre-experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS  ¿Qué cantidad (concentración) de DBO <sub>5</sub> es reducida por la especie Aloe barbadensis miller en las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS  Determinar la eficiencia de la especie Aloe barbadensis miller en la reducción de DBO <sub>5</sub> de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018	H2: La especie Aloe barbadensis miller es eficiente en la reducción de DBO <sub>5</sub> de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018 H0: La especie Aloe barbadensis miller no es eficiente en la reducción de DBO <sub>5</sub> de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018			
¿Qué cantidad de turbiedad es reducida por la especie Aloe barbadensis miller en las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018?	Determinar la eficiencia de la especie Aloe barbadensis miller en la reducción de la turbiedad de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018.	H3: La especie Aloe barbadensis miller es eficiente en la reducción de turbidez de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018 H0: La especie Aloe barbadensis miller no es eficiente en la reducción de turbidez de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018	DEPENDIENTE:  Reducción de la turbidez y DBO <sub>5</sub> de las aguas residuales	Parámetros físico químicos (pH, Turbiedad, Temperatura, Conductividad Eléctrica, DBO <sub>5</sub> )  Floculantes removidos	
¿Qué cantidad (concentración) de DQO es reducida por la especie Aloe barbadensis miller en las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018?	Determinar la eficiencia de la especie Aloe barbadensis miller en la reducción de DQO de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018.	H4: La especie Aloe barbadensis miller es eficiente en la reducción de DQO de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018 H0: La especie Aloe barbadensis miller no es eficiente en la reducción de DQO de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018			
¿El yodo del Aloe barbadensis miller influye en el tratamiento por coagulación en las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018?	Conocer el efecto del yodo de la especie Aloe barbadensis miller en el proceso de coagulación en el proceso de tratamiento de aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", Comas 2018.	H5: El yodo presente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", con la especie Aloe barbadensis miller, si tiene efecto. H0: El yodo presente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves "San Francisco", con la especie Aloe barbadensis miller, no tiene efecto alguno.			

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## Anexo 5: Reporte fotográfico



**Figura N° 40: Jornada laboral en el matadero “San Francisco”**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 41: Descarga de aguas residuales del matadero al desagüe**



**Figura N° 42: Residuos generados por las actividades en el matadero**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 43: Bomba de aireación utilizado para la investigación**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 44: Desinfección de materiales en el autoclave**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 45: Retiro de yodo en coagulante S $\gamma$**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 46: Agua destilada luego de proceso de retiro del yo- 12hr**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 47: Dosis de coagulantes naturales**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 48: Aplicación de coagulantes en muestras**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 49: Pruebas iniciales- coagulante sin yodo**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



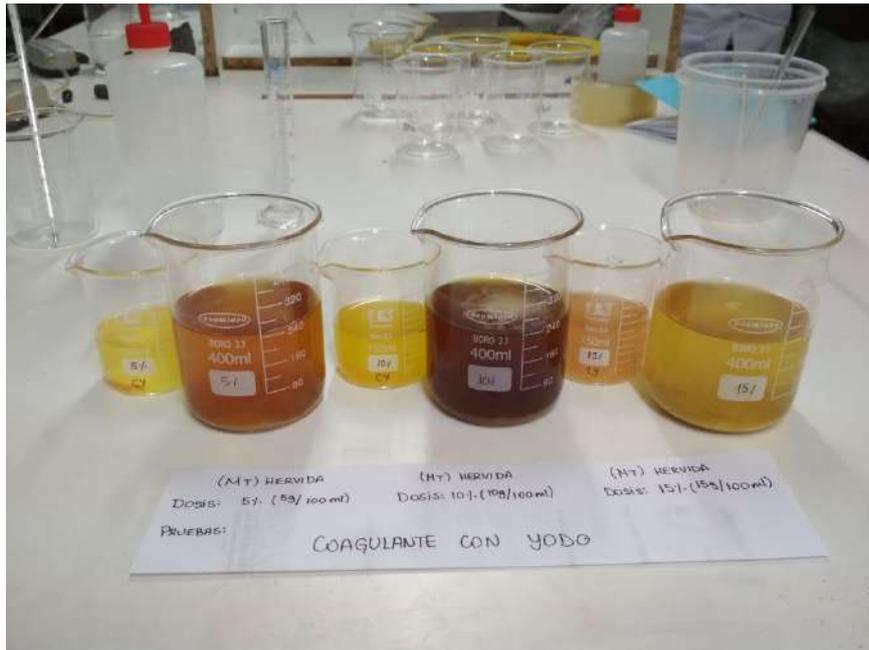
**Figura N° 50: Agua luego de aplicación de coagulante Sy**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 51: Pruebas iniciales- Coagulante con yodo**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 52: Agua luego de la aplicación del coagulante Cy**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 53: Sistema desarrollado para aplicación de tratamiento**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 54: Desarrollo de tratamiento en sistema elaborado- 20L**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 55: Resultados finales**

Fuente: Elaboración Propia, 2018



**Figura N° 56: Lodo generado por tratamiento de agua**

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## Anexo 6: Validación de instrumentos



**SOLICITUD:** Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO

Yo, Estefany Fiorella Córdoba Figueroa identificado con DNI No. 76188491 alumno(a) de la EAP de Ing. Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el proyecto de tesis que vengo elaborando titulada:

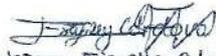
"Eficiencia del Albebar badensis miller en la reducción de turbidez y DBO en aguas residuales del matadero de aves "San Francisco" Comas 2017", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 2 de Noviembre del 2017

  
Estefany Fiorella Córdoba Figueroa  
NOMBRES Y APELLIDOS  
FIRMA

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: U.C.V. - DOCENTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos en campo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Córdova Figueroa

**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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**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 :**

85 %
------

 Lima, 2 NOVIEMBRE del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 010000053 Tel: 995550310
CIP. 43444

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: JAVE MAKAYO JORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Córdova Figueroa

**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.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**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 :**

85 %

Lima, 2 NOVIEMBRE del 2017

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

4344

DNI No. 61066653 Telf.: 955550310

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: JAVE MAKAYO TORRE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UC V  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Etiqueta de Pruebas  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Córdoba Figueroa

**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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**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 :**

85 %

Lima, 2. NOVIEMBRE del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE [Firma] cip 93444

DNI No. 01066613 Telf.: 95.5550310

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: JAVE, ANAYO JORGE LEONARDO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Resultados finales  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estelany Córdova Figueroa

**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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

**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 :**

85 %

Lima, 2. NOVIEMBRE del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 43444

DNI No. 01000033 Ref.: 055550310

**SOLICITUD:** Validación de  
instrumento de recojo de información.

Sr.: Frank Koenig Trujillo Ramirez.....

Yo Estefany Fiorella Córdoba Figueroa..... identificado con DNI  
No. 76188491..... alumno(a) de la EAP de Ing. Ambiental, a usted con el debido  
respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el proyecto de tesis  
que vengo elaborando titulada:

"Eficiencia del *Aloe barbadensis* miller en la reducción de turbidez y  $NO_5$  en aguas residuales del matadero  
de aves "San Francisco" - Comas 2017..", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que  
le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los  
siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 02 Noviembre del 2017

  
Estefany Fiorella Córdoba Figueroa  
NOMBRES Y APELLIDOS  
FIRMA

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Frank Koenig Trujillo Ramirez  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisor - Municipalidad de Pueblo Libre  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos en campo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Córdova Figueroa

**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 :**

96.5 %
--------

 Lima, 02 de Noviembre del 2017

*Estefany Córdova*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP: 163212

 DNI No. 43798577 Telf.: 987809942

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Frank Koenig Trujillo Ramirez  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisor - Municipalidad de Pueblo Libre  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Cordova Figueroa

**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 :**

97.5 %

Lima, 02 de Noviembre del 2017

*Estefany Córdova*

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 163212

DNI No. 43798577 Telf: 987807942

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Frank Koenig Trujillo Ramirez  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisor- Municipalidad de Pueblo Libre  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Córdova Figueroa

**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 :**

100 %
-------

 Lima, 02 de Noviembre del 2017


**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

CIP: 163212

 DNI No. 43798577 Telf.: 987807942

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Frank Koenig Trujillo Ramírez  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Supervisor - Municipalidad de Pueblo Libre  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Resultados Finales  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Ordoña Figueroa

**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 :**

98.5 %
--------

 Lima, 02 de Noviembre del 2017

  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP: 163212  
 DNI No. 43798577 Telf.: 984 807 942

**SOLICITUD:** Validación de  
instrumento de recojo de información.

Sr.: ORDÓÑEZ GÁLVEZ, JUAN JULIO

Yo Estefany Fiorella Córdova Figueroa identificado con DNI  
No. 76188491 ..... alumno(a) de la EAP de Ing. Ambiente a usted con el debido  
respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el proyecto de tesis  
que vengo elaborando titulada:

"Eficiencia del Aloe barbadensis miller en la reducción de turbidez y DBO en aguas residuales del matadero  
de aves "San Francisco" Comas 2017...", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que  
le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los  
siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 3 de Noviembre del 2017

  
Estefany Fiorella Córdova Figueroa,  
NOMBRES Y APELLIDOS  
FIRMA

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Salvez, Jus Joke  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos en campo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Córdova Figuerca

**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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

90 %

Lima, 03 de Julio del 2017

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08447308 Telf.: 5261046

[Firma]  
CIP. 80032

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Esterany Córdova Figueroa

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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, 02/11/17 del 2017

  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 8944706 del 5781048

203. 89992

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORRIVERA GARCIA, JOAN JUAN  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Etiqueta de procesos  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Estefany Córdova Figueron

**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.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

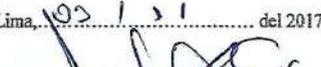
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

90 %

Lima, 03 / 11 del 2017

  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 081170 Telef. 5261648

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: DROGUEZ SALAS, Julio Juan  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Resultados Finales  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Esterany Córdova Figueroa

**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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

**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 :**

90 %

Lima, 03 / 11 del 2017

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0519280 Celf. 981140

## Anexo 7: Certificado de evaluación de especie vegetal



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

### CONSTANCIA N° 246-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (hojas y flor), recibida de **Estefany Fiorella Córdova Figueroa**; de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo; ha sido estudiada y clasificada como: ***Aloe barbadensis miller*** y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

**DIVISION: MAGNOLIOPHYTA**

**CLASE: LILIOPSIDA**

**SUB CLASE: LILIIDAE**

**ORDEN: ASPARAGALE**

**FAMILIA: ALOACEAE**

**GENERO: *Aloe***

**ESPECIE: *Aloe barbadensis miller***

Nombre vulgar: "Sábila"

Determinado por: Blgó. L. Ricardo Fernández

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 18 de junio de 2018

ACE/ddb



**Mag. ASUNCION A. CANO ECHEVARRIA**  
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

## Anexo 8: Constancia de Laboratorio



### LC INGENIERÍA CONSULTORA Y ASESORÍA DEL PERU S.A.C. – LC ICA DEL PERU SAC R.U.C. 20552341679

PROYECTOS DE REMEDIACION DE SUELOS CONTAMINADOS, TRATAMIENTO DE AGUAS DOMESTICAS,  
INDUSTRIALES Y AGUAS ACIDAS DE MINA, MONITOREOS AMBIENTALES EN SUELO, AIRE Y AGUA,  
ESTUDIOS AMBIENTALES, ASORIA, IMPLEMENTACION Y CAPACITACION DE METODOS  
ANALITICOS EN LABORATORIO QUIMICO, FABRICACION DE EQUIPOS DE CONTROL DE GASES,  
BATERIAS, PASTIGILADO, MUELAS, PLANCHAS DE DIGESTION, CAMARAS EXTRACTORAS,  
VENTA DE EQUIPOS Y ACCESORIOS – INFORMATICA – COPISTADOS.



### Constancia

Por medio de la presente dejamos la constancia que la alumna, **Estefany Fiorella Córdova Figueroa** con DNI N° 78188491 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo con Código de estudiante N° 6700249718 a realizado su desarrollo de investigación con el apoyo académico de profesionales colegiados con experiencias de 15 años en problemas ambientales que laboran en prestigiosas empresas y entidades públicas quienes participaron como guías en el desarrollo de métodos estandarizados nacionales como internacionales y uso de equipos en el laboratorio particular de la empresa **LC ICA DEL PERU SAC**, los que fueron realizados de manera personal por el interesado dando constancia de su originalidad, veracidad de su trabajo como lo ameritan sus antecedentes que se tomaron en su trabajo que realizaron.

Expidiendo la presente constancia para fines que crea convenientes.

San Martín de Porres, 01 de julio del 2018

Chris Lisset Luis Chiroque  
Ing. Químico. Reg. CIP. 153976

Rosy Susana Pinedo Ochoa  
Ing. Ambiental. Reg. CIP: 164142

Luis Fernando Mendoza Apolaya  
Ing. Ambiental. Reg. CIP: 213529

Gerente

  
**LC ICA DEL PERU S.A.C.**  
Luis Fernando Mendoza Apolaya  
GERENTE

Dirección: Asoc. Residencial Villa Los Olivos Calle 1 Mz B Lto. 31  
San Martín de Porres - Lima.  
Teléfono: 523-6273, Celular: 995418217  
Email: fca\_mens77@hotmail.com

Yo, Carlos Francisco Cabrera Carranza, docente de la Facultad Ingeniera y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada

"Eficiencia del *Aloe barbadensis miller* en la reducción de Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves "San Francisco"- Comas 2018"., de la estudiante CÓRDOVA FIGUEROA, ESTEFANY FIORELLA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 09 de Julio de 2018



Dr. Ing. Carlos Francisco Cabrera Carranza

DNI: .....17402784.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

"Eficiencia del *Aloe barbadensis miller* en la reducción de Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves "San Francisco"- Comas 2018".

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

CÓRDOVA FIGUEROA, ESTEFANY FIORELLA

**ASESOR:**

ESP. GARRERA GARRANZA CARLOS FRANCISCO

Resumen de coincidencias

14 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	6 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
4	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
5	Entregado a Fundacion... Trabajo del estudiante	<1 %
6	repository.udistrital.ed... Fuente de Internet	<1 %
7	Entregado a Systems L... Trabajo del estudiante	<1 %
8	openlibrary.org Fuente de Internet	<1 %
9	www.minam.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
10	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
11	ujimdo.com Fuente de Internet	<1 %
12	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
13	www.orbitacoop.com Fuente de Internet	<1 %



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Digitalización de tesis

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Estefany Córdova Figueroa con DNI N° 46188491 domiciliado (a) en Av. Rosa de América N° 840- Comas

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2018- I del programa ...INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6700249718 de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recurro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Digitalización de mi tesis

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
UCV  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
LIMA  
Dr. Gerardo Alvarado

Lima, 24 de Agosto de 2018

Estefany Córdova



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

CORDOVA FIGUEROA ESTEFANY

D.N.I. : 76188491

Domicilio : Av. Rosa de América N° 840 - Comas

Teléfono : Fijo : 5277065 Móvil : 960832044

E-mail : estefy.cordova95@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA

Escuela : INGENIERIA AMBIENTAL

Carrera : INGENIERIA AMBIENTAL

Título : INGENIERA AMBIENTAL

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

CORDOVA FIGUEROA ESTEFANY FIORELLA

Título de la tesis:

Efficiencia del Aloe barbadensis miller en la reducción de Turbidez, DBO5, DQO y Coliformes totales en aguas residuales del matadero San Francisco - Comas 2018"

Año de publicación : ...2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : [Signature]

Fecha : 24 Agosto 2018