



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca (*Manihot Esculenta*) y plátano (*Musa Paradisiaca*) para remover turbidez y Escherichia Coli del riachuelo Santa_Perené_Chanchamayo

2017

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

AUTOR

ROGER HECTOR RIVERA HUANAY

ASESORA:

ING. RITA CABELLO TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

LIMA - PERU

2017-I

PÁGINA DEL JURADO

La presente tesis que lleva por **título “Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca y plátano para remover turbidez y E. Coli del riachuelo Santa_Perené_Chanchamayo 2017”** fue realizado por Roger Hector Rivera Huanay, bajo la dirección de la Mg. Rita Cabello Torres y forma parte de la línea de investigación de la conservación de los recursos naturales.

la presente tesis fue revisada y aprobada por los siguientes jurados para obtener el TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL.

JURADO EVALUADOR

PRESIDENTE

Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro

SECRETARIO

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo

VOCAL

Mg. Rita Torres Cabello

Los olivos, Perú. Julio de 2017

DEDICATORIA

A dios por su amor infinito y su paciencia.
Por permitir todo este logro

A mi madrecita linda Basilia Huanay que hizo lo posible en todo, quien con su gran amor siempre me condujo a que cada día de mi vida sea una mejor persona

A todos los maestros quienes se involucraron con su sabiduría y enseñanzas lo cual supieron guiar nuestra formación para ejercer nuestra carrera profesional con vocación y amor.

AGRADECIMEINTO

Agradezco a dios, quien me dio la fortaleza en momentos difíciles de la vida. A mi madrecita que hizo todo lo posible para verme todo un profesional y a mi hermana rosa que siempre estuvo involucrada en mi formación profesional.

A todas las personas que me apoyaron siempre emocionalmente.

A la Universidad César Vallejo, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de estudiar, la carrera de Ingeniería Ambiental.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Roger Hector Rivera Huanay con DNI N°43927543 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Lima, 17 de julio 2017

Roger Héctor Rivera Huanay

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 de coagulante natural obtenidos de yuca y plátano para remover turbidez y E. Coli del riachuelo Santa_Perené_Chanchamayo 2017" lo mismo que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero ambiental.

Roger Hector Rivera Huanay

PÁGINA DEL JURADO.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMEINTO	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	14
1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	20
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	35
1.4.1 Problema General	35
1.4.2 Problemas Específicos	36
1.5 JUSTIFICACIÓN	36
1.6 HIPÓTESIS GENERAL	37
1.6.1 HIPÓTESIS ESPECIFICOS	37
1.7 OBJETIVOS	37
1.7.1 Objetivo General.....	37
1.7.2 Objetivos Específicos	37
II. METODO.....	38
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	39
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
2.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	41
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	49
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	50
III. RESULTADOS.....	51
IV. DISCUSIÓN	64
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	68

VII. REFERENCIAS.....	70
ANEXOS.....	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación científica de Escherichia Coli.....	26
Tabla 2 Estándar de calidad de agua para los parámetros de estudio.....	27
Tabla 3 valores del potencial zeta y características de la suspensión	32
Tabla 4 Matriz de operacionalización	40
Tabla 5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
Tabla 6 Diagrama de flujo de proceso de obtención de almidón de yuca	43
Tabla 7 Proceso de gelatinización del almidón de yuca.....	44
Tabla 8 diagrama de flujo del proceso de obtencion del agua natural de plátano	45
Tabla 9 Eficiencia de los coagulantes	54
tabla 10 Resultado de dosis óptima	60
tabla11 Porcentaje de floc removido por el coagulante almidon de yuca.....	61
tabla 12 Porcentaje de floc removido por el coagulante agua natural de plátano	62

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 coagulante agua natural de plátano.....	53
Gráfica 2 Coagulante almidón de yuca	54
Gráfica 3 Porcentaje de remoción con almidón de yuca	62
Gráfica 4 Agua natural de plátano.....	63

LISTA DE FIGURAS

figura N°01 Representación esquemática del fenómeno de neutralización de la carga (a) y posterior restabilización acompañada de inversión de la carga (b)....	29
Figura 2 Localización de Área de estudio	42

RESUMEN

La presente investigación, tiene como objetivo determinar la eficiencia de dos coagulantes, almidón de yuca y el agua de plátano para remover la turbidez y Escherichia Coli como un pre tratamiento en muestras de las aguas provenientes del riachuelo santa del distrito de Perené. para el desarrollo de esta investigación se obtuvieron los coagulantes por la metodología: trituración, sedimentación. La recolección de las muestras del riachuelo se efectuó en el mes de mayo 2017 con las siguientes coordenadas UTM este 486125.9288, norte 8789955.099, se tomó la muestra de agua con una botella con capacidad de 1 litros previamente tratados. El volumen recolectado de agua fue 27 litros para el estudio. Para el análisis del comportamiento de cada coagulante y observar su eficiencia en diferentes dosificaciones hasta definir una dosis óptima, se realizó mediante la prueba de jarras en dos tratamientos. con las dosis de almidón de yuca aplicadas al tratamiento: 3, 8, 12, 16, 20 y 30 mg/l y las concentraciones con el agua de plátano: 65, 90, 110, 130, 140 y 150 ml/l. Los resultados demostraron la eficiencia del almidón de yuca para remover la turbidez desde 186 a 163 NTU, con porcentaje de remoción de 12.36% y con respecto al E. coli demostró en un 16.67% de remoción para ambos con una dosis de 3mg/l y con el coagulante agua natural de plátano se removió el 27.42% de turbiedad y con respecto al E. coli se logro remover el 98.89% ambos con dosis de 130 ml/l la remoción de este parámetro resultó bastante significativo.

Palabras clave: almidón de yuca, coagulante natural, eficiencia, remoción de turbidez y E.Coli .

ABSTRACT

The present research aims to determine the efficiency of two coagulants, cassava starch and banana water to remove turbidity and *Escherichia coli* as a pretreatment in samples of the waters coming from the holy creek of the district of Perené. For the development of this research were obtained the coagulants by the methodology: crushing, sedimentation. The collection of the samples of the creek was carried out in the month of May 2017 with the following coordinates UTM this 486125.9288, north 8789955.099, the water sample was taken With a bottle with capacity of 1 liters previously treated. The collected volume of water was 27 liters for the study. For the analysis of the behavior of each coagulant and to observe its efficiency in different dosages until defining an optimal dose, was realized by the test of jars in two treatments. With the doses of cassava starch applied to the treatment: 3, 8, 12, 16, 20 and 30 mg / l and the concentrations with banana water: 65, 90, 110, 130, 140 and 150 ml / l. The results demonstrated the efficiency of cassava starch to remove turbidity from 186 to 163 NTU, with removal percentage of 12.36% and with respect to *E. coli* demonstrated in a 16.67% removal for both with a dose of 3mg / l and with The coagulant natural water of banana removed 27.42% of turbidity and with respect to *E. coli* it was possible to remove 98.89% both with doses of 130 ml / l the removal of this parameter was quite significant.

Key words: cassava starch, natural coagulant, efficiency, turbidity removal and *E.Coli*.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental para la vida y la salud. La realización del derecho humano a disponer de agua es imprescindible para llevar una vida saludable. GINEBRA, (2010)

El acceso al agua a lo largo de toda la vida ha sido y será trascendental para la operatividad y desarrollo de los organismos, sus existencias han dependido cuantiosamente de ello y así mismo es esencial para el desarrollo económico, social de un país, convirtiéndola en una necesidad básica para el organismo.

Para muchos el agua ha representado en todas las comunidades la esperanza de vida, salud, paz y pureza.

En el mundo dispone de gran abundancia de este recurso de agua dulce, sin embargo, su incorrecta gestión y un mal aprovechamiento de este recurso y los cambios en el ambiente, como el cambio climático alteran la disponibilidad y hacen que no se tenga acceso al agua debidamente pura, principalmente en las zonas rurales se carece de agua tratada.

Ante estos sucesos, se han aplicado diversas tecnologías para tratar de recuperar las aguas, uno de ellos el proceso de coagulación, proceso fisicoquímico que mediante la adición de una sustancia química permite desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión por largos periodos de tiempo. Del amplio rango de coagulantes que pueden ser usados para el tratamiento de las aguas, los más comunes son: sulfato férrico, sulfato de aluminio y cloruro férrico (Jiang y Lloyd 2002). Sin embargo, se ha reportado que el sulfato de aluminio residual está presente en las aguas, consecuencia del tratamiento y que está relacionado la enfermedad del alzhéimer .(Stauber *et al.*,1999).

Lo que implica evaluar coagulantes naturales efectivos y menos perjudiciales para el ambiente, salud y que se encuentran al alcance de las personas, con el propósito de sustituir total o parcialmente a los coagulantes sintéticos. en este sentido los coagulantes naturales resultan bastante viable y sostenible en el tiempo.

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Debido al incremento de la población mundial y la mala distribución del agua, este recurso de mucha importancia para la vida se va agotando *Una quinta parte de la población mundial, 1.2 millones de personas, vive en zonas que sufren escasez de agua. (ONU,2012)*

Un total de 748 millones de personas no tienen todavía acceso a una fuente mejorada de agua potable y los indicadores existentes no abordan cuestiones relacionadas con la seguridad y fiabilidad del suministro de agua. Se requieren mejoras reales para varios miles de millones de personas si se pretende lograr el derecho humano a un agua potable segura. (ODM ONU, 2012).

Existen áreas con escasez de este recurso con problemas de abastecimiento y con características fisicoquímicas y biológicas inaceptables que superan los estándares de calidad del agua. En las guías para la calidad del agua potable de la OMS, 2006. Se menciona que el acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud.

Sin embargo, siendo una de las mayores preocupaciones a nivel del planeta, aún no se ha logrado que los sectores rurales de las ciudades en el país cuenten con una calidad de agua, más aún en la zona de la selva por encontrarse alejada de la capital peruana.

En la provincia de Chanchamayo departamento de Junín, donde la población alcanza a 168,949 habitantes (INEI, 2013), distribuidos en seis distritos. El suministro de agua en sus zonas rurales, provienen de manantiales.

Por otro lado, estas fuentes de agua tienden a perder su volumen por eventos naturales tales como la deforestación y el cambio climático, manifestándose con veranos prolongados. En consecuencia, se reduce el caudal, originando así una escasez de este recurso indispensable. Ante ello se plantea la captación de otra fuente de abastecimiento de agua para el consumo; dicha fuente debe de garantizar

volumen constante de agua, aún en tiempos de verano, como el caso del Riachuelo Santa que se mantiene agua permanente a lo largo del año.

no reúne las condiciones microbiológicas, fisicoquímicos aceptables. Según los análisis de agua realizada con fecha 24 de setiembre del 2016 se detectó la presencia de Escherichia Coli (NMP/100ml) 790 la cual demuestra que no está apto para su consumo por su mismo grado de contaminación con excretas del hombre y de animales.

La normativa ambiental ECA del agua hace referencia que los parámetros microbiológicos como: Escherichia. Coli (NMP/100 mL) 0. Las aguas con un NMP inferior a 1 son potables (ausencia totalmente).

En este estudio a fin de que se realiza como un pre tratamiento a estas aguas, se planteó una alternativa de remoción de contaminantes en turbidez, Escherichia Coli, mediante la adición de unos coagulantes naturales como el almidón de yuca (*Manihot Esculenta*) y el agua de plátano (*Musa Paradisiaca*), son obtenidos a partir de los residuos de la yuca y el plátano. Ambos recursos son abundantes en la zona y de amplio uso por los pobladores, entonces por lo que la técnica a aplicar es sostenible en el tiempo.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

En el trabajo de investigación de **Cabrera y Ramírez. (2014)**, sobre los efectos de los coagulantes almidón de yuca y el sulfato de aluminio para remover la turbiedad y el color en muestras provenientes de la quebrada yamuesquer, México. Fue presentado para obtener el grado de ingeniero civil. los autores realizaron la investigación siguiendo el diseño experimental.

En este estudio se demuestran que el coagulante almidón de yuca ha registrado los valores en cuanto a la remoción de la turbiedad en un 52.75% con una dosis de 2 mg/l, con turbiedades iniciales de 9.82 y final 4.64 NTU.

se analizaron para determinar la dosis optima el comportamiento del almidón con dosis menores de 20mg/l.

Y en cuanto al color alcanzaron una remoción de 19.48%, el color inicial fue de 207.32 y final de 166.935 .El sulfato de aluminio alcanzó buena eficiencia de

remoción aplicando dosis de 43 mg/l logró remover el 84.34% de turbiedad y 77.84% de color .

Este estudio nos comprende que los coagulantes naturales se pueden usar como para un pretratamiento de las aguas contaminadas. Y que tal vez se podrían dar uso con mezclas de sulfato de aluminio de esta manera disminuir la intensidad de concentraciones con el tratamiento de coagulantes sintéticos, donde estudios demuestran efectos adversos en la salud y medio ambiente.

En los trabajos presentados por **Ávila, (2016)**. Acerca de la reducción de la turbiedad de lixiviados mediante el proceso de coagulación con el almidón de plátano en el país de Colombia. Estos trabajos presentaron para obtener el título de ingeniería ambiental en la universidad de Manizales. La autora aplico el diseño experimental, con una muestra de lixiviados la cantidad de 60 litros recolectadas en dos recipientes, la muestra proviene de un relleno sanitario la esmeralda, estas fueron tratadas con el coagulante de plátano por medio del equipo de jarras. En este estudio demuestran que el coagulante natural almidón de plátano tiene un efecto positivo en la reducción de turbiedad del lixiviado, reportando un porcentaje de remoción de 46.47%, con 127 NTU inicial y 68 NTU final. los coagulantes naturales existen en nuestra biodiversidad, y son inocuos frente al medio ambiente y se debe de promover más su uso.

Solís, et al., 2012. Presentaron la revista mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales en la ciudad de México, en este estudio los autores compararon las mezclas con potencial coagulante que estuvieron compuesto por el almidón de yuca y sulfato de aluminio. Se recolectaron las muestras provenientes de un río, para determinar su efectividad mediante la simulación de la prueba de jarras, evaluaron la turbidez, color y PH. Registrando valores de remoción significativos en cuanto al color del agua con el 94%, con dosis de 2mg/l de yuca más 28 mg/l de sulfato de aluminio y en cuanto a la turbiedad se removi6 el 97%, y el PH durante los tratamientos no han variado significativamente. En este estudio demuestra la eficiencia de coagulante compuestos por un natural y el sintético la cual induce al menor uso de los coagulantes sintéticos.

En los estudios de **Sedolfo, et al.,2016**. En el artículo titulada “efectividad de coagulantes obtenidos de residuos de plátano (*musa paradisiaca*) en la clarificación

de aguas en la ciudad de Venezuela. Los autores realizaron por medio del diseño experimental con tres replicas cada uno, el experimento se desarrolló a través del simulador de aguas para obtener las dosis optimas en cuanto a la remoción de los parámetros turbiedad y color. En este estudio demuestran la efectividad para remover el contaminante por medio del coagulante a partir del plátano, registrando valores de remoción en 94.5% con turbiedad inicial de 200 NTU disminuyendo hasta 10.9 NTU con dosis de 250 mg/l. el PH durante los tratamientos surgieron pequeñas variaciones antes y después del tratamiento.

Bourke, (2000) hace referencia acerca de los coagulantes que la mayoría de los casos constituyen una carga positiva que este neutraliza la carga negativa que generalmente las partículas coloidales las tienen presente, esto reduce a las fuerzas de repulsión entre estas, de esta manera favoreciendo la aglomeración de las partículas para que puedan sedimentar más rápido.

En la revista presentado por los autores **Mamani, et al.,2013**. Titulado “poli electrolitos orgánicos naturales en el tratamiento de agua para consumo humano, los autores presentan este articulo con el objetivo de hacer una revisión del uso de los polímeros naturales en los tratamientos de agua para consumo humano, así mismo hacen mención en cuanto a los mecanismos de coagulación y floculación. Según el autor los polielectrolitos naturales en los últimos años están siendo estudiados y probados logrando encontrar en mucho de ellos una alta eficiencia de remoción de turbidez con menores costos y por esto constituyen una gran alternativa para poder tratar las aguas de nuestro interés, pues tiene una tendencia al futuro. Existen polielectrolitos catiónicos, aniónicos y no iónicos.

Los polímeros naturales en comparación a los polímeros sintéticos como el sulfato de aluminio, cloruro férrico, sales de hierro, requieren bajas dosis de coagulante por el hecho que estos poseen un alto peso molecular originando una desestabilización de los partículas coloidales presentes en las aguas., más aun si estos polielectrolitos fuesen catiónicos, porque la mayoría de las partículas coloidales están compuestos por sus cargas negativas lo que le hace que se mantengan en suspensión por mucho tiempo.

Rodríguez, (2012). En su tesis de grado busca evaluar la efectividad de aglomeración de los extractos crudos obtenidos a partir de la parte aérea de la yuca. Con el uso de estos coagulantes naturales se evidencia como una tecnología sostenible para los tratamientos de aguas residuales lo que se podría convertir a una alternativa sustitutoria parcial o total con el uso de coagulantes químicos tales como sales de aluminio y hierro que estos provocan problemas ambientales.

Se ha caracterizado la parte del tallo y las hojas de la yuca(*Manihot Esculenta*). Donde se concluye que el contenido proteína en los extractos brutos fue mayor en las hojas que el tallo.

Díaz, (2014). Honduras, en esta investigación lo que busca es acerca de la evaluación de las plantas naturales como la moringa, caulote, yuca y el mucílago de la casulla de café para obtener coagulantes y floculantes baratos, de fácil preparación y muy útiles para descontaminar aguas industriales. Tiene como objetivo principal de analizar la eficacia de coagulantes y floculantes a partir de plantas naturales para clarificar las aguas donde estos son de gran importancia en las zonas rurales y barrios marginales de las ciudades, ante las condiciones económicas y puede ser factible inmediata para los pobladores.

Este estudio es de tipo correlacional y enfoque cuantitativo con diseño experimental es como se obtendrán los datos

En un período de dos días, se elaboraron cuatro floculantes naturales a partir de plantas de moringa, caulote, yuca y casulla y las prácticas de laboratorio se validaron en un tiempo de dos semanas.

Los resultados obtenidos se compararon con un floculante natural de la marca Sea Klear y otro sintético Super Blue comprado en Comercial Larach para tener un referente en el proceso de investigación y sustancias químicas de cloruro férrico, sulfato de aluminio y sulfato de zinc.

En conclusión, este estudio determina que el coagulante-floculante natural más efectivo es el caulote, logrando clarificar el agua contaminada en un 100% y presentando parámetros normales de turbidez y oxígeno disuelto.

Trujillo, Fernanda y Sebastián, (2013). Presentaron su estudio en el país de Colombia en la universidad católica de Manizales por medio de este estudio se busca la remoción de turbiedad en las aguas de una fuente natural mediante la coagulación aplicando el almidón del plátano (*Musa Paradisiaca*).

El estudio tiene un diseño experimental factorial aleatorio con cuatro factores variables con velocidades de mezcla rápida entre 75 a 300 rpm, pH, dosis de coagulante y velocidad de mezcla lenta entre 10 a 40 rpm.

En la metodología de estudio se realiza por medio de la prueba de jarras para tratar una muestra de agua. Para ello se usó el coagulante natural de plátano como ayuda de floculación. El objetivo de este estudio es determinar la influencia de los cuatro factores variables sobre la remoción de turbiedad del agua.

Como resultado se determina que el almidón de plátano toma mucho tiempo en sedimentarse, pero muestra la capacidad de servir como coadyuvante, se realizaron 16 corridas para este estudio, los cuales la corrida 9 es la que presentó mayor remoción de turbiedad.

Apaza, (2011). En este estudio que se presenta trata del tratamiento ecológico como una alternativa para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos, estudio realizado en la ciudad Arequipa -Perú.

Este estudio consta de un diseño experimental. Los cuales las muestras fueron obtenidas del río Chili para su experimentación con los coagulantes ecológicos.

En el análisis de aguas del río Chili muestran como resultados iniciales en cuanto a parámetros microbiológicos Coliformes Fecales y Totales entre 17000000 y 22000000 NMP/100ml. Así mismo se identificó presencia de metales como aluminio de 0.952 mg/l, hierro con 0.909mg/l su presencia se estima por los desechos del parque industrial de Arequipa.

Este coagulante ecológico presenta una gran ventaja debido a que no son de alto toxicidad a diferencia de los otros coagulantes sintéticos.

En conclusión, en este estudio se determina que el coagulante a partir del nopal logra a reducir la turbidez del agua hasta un valor de 18.34 UNT, y un pH de 7.11, empleando una concentración de 80 %, lo cual es favorable y posteriormente el tratamiento con un filtro, permitió llegar a la conclusión de que es posible reducir

los valores de Coliformes Totales y la turbidez, hasta valores de 2,000 NMP/ 100 ml y 4.1 UNT respectivamente.

La purificación de aguas mediante coagulantes ecológicos resulta económica, y amigable con nuestro planeta, ya que los materiales que se emplean son relativamente baratos, haciendo de esta tecnología una alternativa para la purificación de aguas contaminadas.

LEY N° 26821, (1997) *Ley orgánica del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales*

considera que los recursos hídricos son un recurso natural y busca promover y regular el uso sostenible de los mismos.

Araúz, et al., 2015. En el presente estudio realizado en el centro regional de Veraguas de Panamá. Este proyecto fundamenta en la utilización del tanino extraído de la savia del tallo de plátano con el fin de clarificar y sedimentar las partículas coloidales en las aguas.

En este estudio se ha utilizado como materia prima los pseudotallos (*Musa paradisiaca*) para la extracción de la savia. En la industria bananera los pseudotallos son considerados como desechos después de cosechar el fruto, esto constituye la esencia del proyecto, La metodología consiste en lo siguiente:

Para la obtención de la savia se fraccionaron en segmentos de 10X30cm aproximadamente y cada segmento de pseudotallo pasó por un laminador cilíndrico permitiendo la extracción de la savia se sometió a una temperatura de 50 °C durante diez minutos, para facilitar su tamizado y evitar simultáneamente la formación de microorganismos. A la savia precalentada se le añadió el clarificante para remover las impurezas tanto solubles como insolubles, empleando $[Ca(OH)_2]$ en concentración de 0.7g/L de savia. Seguidamente, la savia fue expuesta a una temperatura de 90°C durante unos diez minutos en reposo para su decanto y filtrado

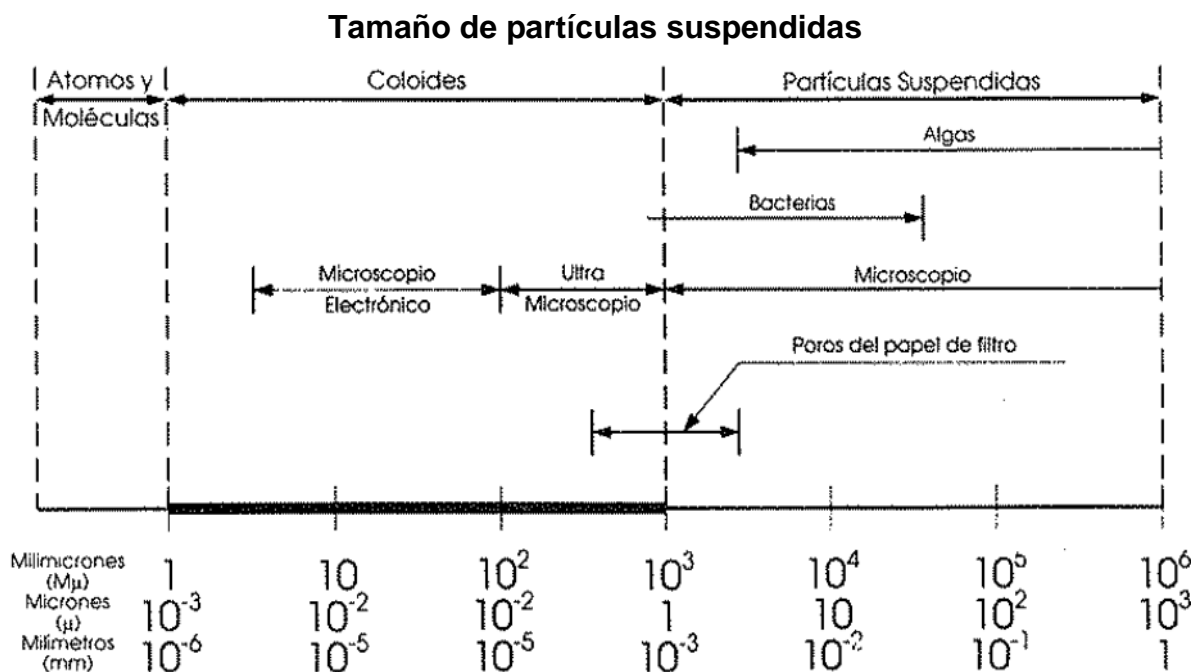
El primer paso para el tratamiento del agua extraída del lago de oxidación consistió en verter 50ml de tanino a una muestra de 150 ml. Agitándose durante unos diez minutos. Transcurrido cierto tiempo, las partículas en suspensión comienzan a coagularse, formando pequeñas masas que por tener una mayor densidad que el agua.

En este estudio se registran resultados de remoción en un 55.65% con respecto a la turbiedad. se redujo de 999 NTU inicial a 443 NTU final, el estudio nos hace comprender que podemos aprovechar este residuo que se encuentra en manos de los productores de este producto para mejorar la calidad del agua.

1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

Marco Legal

- ❖ Constitución política del Perú
- ❖ “Ley orgánica del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales” (ley N° 26821)
- ❖ Ley general del ambiente (ley N°28611)
- ❖ Ley de los recursos hídricos (ley N° 29338): determina los usos prioritarios del agua y respeta el uso de agua de las comunidades nativas y campesinas. También regula todo uso del agua, incluyendo la superficial, subterránea y continental (y sus bienes), así como aguas marinas y atmosféricas.
- ❖ Reglamento de organización y funciones de la autoridad nacional del agua (decreto supremo N° 006-2010-AG)
- ❖ Reglamento de la calidad del agua



Calidad del Agua

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. El estado natural en el que se encuentra el agua es lo que se puede definir como calidad natural del agua, es decir la cantidad en el que se encuentra cierto parámetro físicos, químicos y biológicos en el agua de forma natural, cuando no ha habido intervención humana. La falta de calidad de agua destinada a un determinado uso puede ser debida a causas naturales o artificiales. (DURAND et al., 2005).

Coagulante

los coagulantes los podemos clasificar en dos grupos: los polielectrolitos o ayudantes de coagulación y los coagulantes metálicos. Estos dos grupos básicamente actúan como polímeros además de la carga eléctrica que constituye. En los polímeros, sus cadenas están ya formadas cuando se les agrega el agua, en los segundos, la polimerización cuando se pone en contacto el coagulante en el agua. Arboleda, (2000).

Coagulantes y floculantes poliméricos (poli electrolitos)

Un polímero puede definirse como una sustancia formada por ciertas cantidades de unidades básicas, denominadas monómeras, este se encuentra unidas por un enlace covalente que se repiten sucesivamente. Su grado de polimerización esta dado por la cantidad de monómeros que conforman su cadena polimérica, cuando las cadenas poliméricas tienen múltiples grupos funcionales activos se denomina poli electrolitos.

Su clasificación de poli electrolitos

Según su origen	Según su carga	
Polímeros naturales	Iónicos	catiónicos
		aniónicos
Polímeros sintéticos	No iónico	

Fuente: Arboleda, (2000).

características del almidón de yuca y el agua natural del plátano

Almidón de yuca: El almidón es quizás el polímero natural más importante que existe y es la mayor fuente de energía obtenida de varias plantas. Se encuentra en las semillas de cereales (maíz, trigo, arroz, sorgo), en tubérculos (papa), en raíces (yuca, batata, arrurruz). El alto contenido de almidón de la yuca y su mayor proporción de amilosa, en comparación con otras fuentes de almidón.

El almidón de yuca es la segunda fuente de almidón en el mundo después del maíz, pero por delante de la papa y el trigo; se usa principalmente sin modificar, es decir como almidón nativo, pero también es usado modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura.

Componentes del almidón

El almidón está constituido por unidades de glucosa dispuestas en dos componentes: **amilosa y amilopectina**; su proporción varía de un tipo a otro según sea su fuente. Estas macromoléculas se caracterizan por su grado de polimerización o ramificación lo cual afecta su comportamiento frente a los procesos de degradación.

El contenido de amilosa y el grado de polimerización número total de residuos anhidro glucosa presente dividido por el número de terminales reducidos- son importantes en la determinación de las propiedades físicas, químicas y funcionales del almidón. Por ejemplo, el tamaño de los gránulos del almidón muestra relación con la proporción amilosa/amilopectina.

La amilosa

Es un polímero lineal que consta de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos α -D-(1→4), el número de unidades varía entre los diferentes tipos de almidones, pero generalmente se encuentra entre 1 000 unidades de glucosa por molécula de amilosa y tiene forma de espiral, la amilosa forma muchos complejos insolubles con un gran número de moléculas orgánicas como alcoholes alifáticos, ácidos monoglicéridos o ácidos grasos lineales.

Las figuras ilustran la estructura de la amilosa y la amilopectina

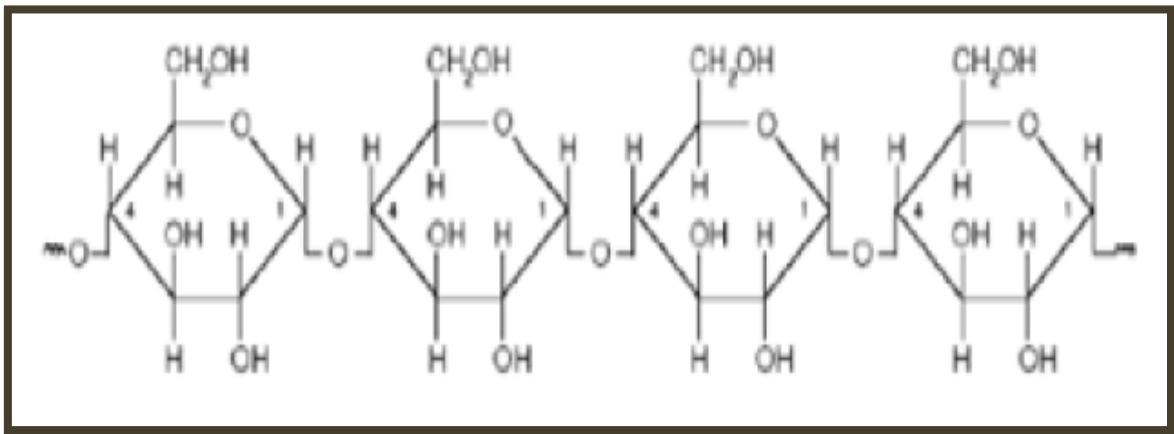


Figura 3 estructura de la amilosa

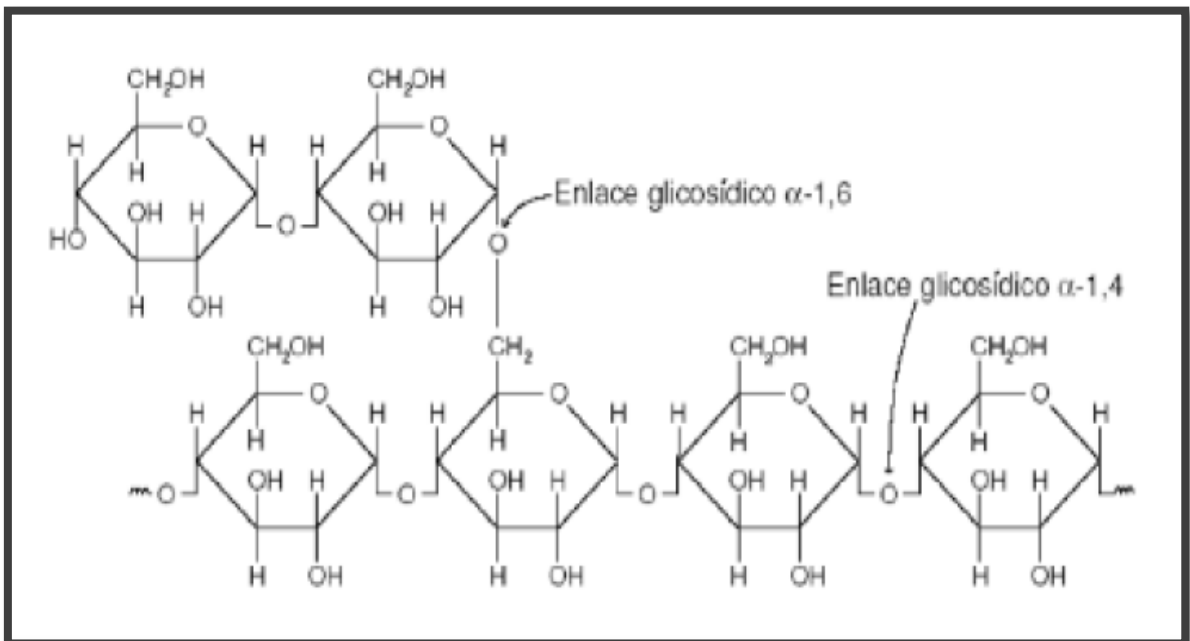


Figura 4 Estructura de la amilopectina

Amilopectina

Es un polímero ramificado formado por cadenas lineales constituidas por 15-35 moléculas de glucosa unidas por enlaces α -D-(1 \rightarrow 4). Estas cadenas están unidas entre ellas por enlaces α -D-(1 \rightarrow 6) que forman los puntos de ramificación. El gran tamaño y naturaleza ramificada de la amilopectina reduce la movilidad de los polímeros e interfiere su tendencia a orientarse muy estrechamente para permitir niveles significantes de enlaces de hidrógeno. Sánchez, (2011). Guía técnica para

producción y análisis de almidón de yuca. boletín de servicios agrícolas de la FAO, volumen (163), Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>.

La amilosa, es una molécula esencialmente lineal, y la amilopectina, una molécula altamente ramificada. Durante un tratamiento hidrotérmico, el almidón sufre una serie de modificaciones que van a influir sobre su estructura, pasando por tres fases importantes: gelatinización, gelificación y retrogradación, los cuales causan hinchamiento, hidratación, fusión y ruptura de los gránulos de almidón.

Proceso de gelatinización

Durante esta etapa de cocción, la amilosa se solubiliza y el almidón sufre una dispersión coloidal constituida por una fase continua o disolvente que se enriquece en amilosa y una fase dispersa de gránulos de almidón hinchados y enriquecidos en amilopectina.

Almidón modificado

Los almidones nativos, incluyendo el almidón de yuca, presentan ciertas limitaciones para uso industrial. Por lo tanto, son modificados para mejorar sus propiedades funcionales y tener un amplio rango de aplicaciones industriales. Los productos resultantes o almidones modificados son, consecuentemente, productos de mayor valor agregado.

El plátano (*Musa sp.*)

Es un cultivo común casi en todos de los países del mundo que tienen un clima tropical, donde se desarrollan este producto para el consumo y comercialización.

en el Perú, son cultivos que se caracterizan por ser una valiosa fuente alimenticia para el consumidor y un importante factor de seguridad alimentaria para el productor y su familia, especialmente en la selva, además, genera ingresos permanentes para los agricultores, constituyendo una “caja chica” para financiar otras actividades agrícolas. Se estima en 147,987 el número de familias que dependen directamente e indirectamente de este cultivo a través a la cadena productiva. Guía técnica de manejo integrado de cultivo de plátano. [en línea]. Chanchamayo: 2012- [fecha de consulta: octubre 2016].

El agua natural de plátano

Este líquido es obtenido a partir del pseudotallo del plátano después de la cosecha del fruto, constituye un poderoso compuesto antioxidante llamado poli fenólico estudios has demostrado que se han usado para combatir diferentes enfermedades, y han sido aplicados de manera artesanal en medicina rural

Clasificación de los compuestos polifenólicos

Los compuestos polifenólicos (CPF) son metabolitos secundarios de las plantas que poseen en su estructura al menos un anillo aromático al que está unido uno o más grupos hidroxilo. Los polifenólicos se clasifican como ácidos fenólicos, flavonoides y taninos. Existe alrededor de 8000 compuestos polifenólicos identificados y la mayoría de estos poseen una estructura de tres anillos, dos aromáticos y uno heterociclo. Los taninos hidrosolubles están constituidos por ácidos elágicos, y pueden estar unidos a moléculas de glucosa.

Propiedades del Ácido Elágico

La propiedad más importante del ácido elágico es su capacidad para formar complejos con otras moléculas, siendo esta propiedad una de las más aprovechadas en las distintas aplicaciones que se dan a estos. **Virgilio, et al.,2010**

El ácido elágico se emplean para la clarificación de las aguas residuales, precipitando sustancias que forman coloides, como carbohidratos de alto peso molecular. Y así mismo para la precipitación de metales y la reducción de los mismos.

Características del tallo del plátano

El verdadero tallo es un rizoma grande, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. Tiene la forma cilíndrica, el grosor, la altura va a depender de la variedad y factores climáticos.

Propiedades medicinales del plátano

Se ha comprobado científicamente que tanto la cáscara como la pulpa poseen propiedades antifúngicas y antibióticas debido a su estructura química. Blasco, [et al.]. 2014.

Parámetros físico- químico y microbiológico

Turbidez del agua

Según Carmen Orozco la turbidez de un agua es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. Es un fenómeno óptico que consiste, esencialmente, en una absorción de luz combinada con un proceso de difusión. Las partículas insolubles responsables de esta turbidez pueden ser aportadas tanto por procesos arrastre como de remoción de tierras y también por vertidos urbanos e industriales. La turbidez se mide en unidades nefelométricas NTU. (Barrenetxea,2011, p.66).

pH (potencial de hidrogeno)

El **pH** nos indica la intensidad de un ion hidronio en una solución dependiendo de su capacidad de disociación y así mismo como de su concentración.

Por consecuencia dependiendo de su capacidad estos van a disociar en los iones que componen la molécula H_3O^+ (ion ácido) y OH^- (ion básico). por otro lado, es un parámetro que permite determinar la calidad del agua y es una propiedad de carácter químico para el desarrollo de la vida acuática.

Un PH a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica un rango básico. Por definición, el pH es en realidad una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. (Arboleda, 2000).

Tabla 1 clasificación científica de Escherichia Coli

CLASIFICACION CIENTIFICA	
Reino	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacteriales
Familia	Enterobacteriaceae
Género	Escherichia
Especie	E. Coli
Nombre Binomial	
ESCHERICHIA COLI	

La Escherichia Coli es una bacteria que se encuentra normalmente en el tracto gastrointestinal de los seres humanos y animales de sangre caliente. Debido a su elevada presencia en el tracto gastrointestinal y en las heces, la E. coli se utiliza como el indicador principal de contaminación fecal en la evaluación de la inocuidad de los alimentos y el agua. EMPRES, (2012). Las E. coli presentes en los cuerpos de agua es un indicador de contaminación de microbiológica en las aguas.

Tabla 2 Estándar de calidad de agua para los parámetros de estudio

Parámetro microbiológico	unidad	Valor admisible
Escherichia coli	NMP/ 100 ml	0

Parámetro fisicoquímico	unidad	Valor admisible
Turbiedad	NTU	5

Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM Estándares de calidad ambiental para agua (ECA)

La Coagulación

Acción de aglomerarse partículas finas coloidales, por la adición de sustancias coagulantes siendo los más utilizados las sales de iones polivalentes que son mucho más efectivos. Carmen, O y Barrenetxea. (2000) p.144.

Los coagulantes se pueden clasificarse en dos grandes grupos: inorgánicos y orgánicos.

Coagulantes inorgánicos:

- Sales de aluminio
- Cal
- Sales de hierro

Coagulantes orgánicos

- Polímeros de origen microbiológico (segregados por algunos microorganismos)
- Polímeros de origen natural (extraídos de ciertos tipos de plantas, algas o animales). (Aguilar et al., 2002).

Desestabilización de coloides en la coagulación

Diferentes coagulantes químicos pueden llevar a cabo la desestabilización por distintos caminos. Sin embargo, según las condiciones de uso, algunos materiales pueden funcionar como coagulantes o ayuda para la coagulación, y algunos coagulantes pueden alcanzar la desestabilización por más de un camino. Existen cuatro mecanismos diferentes de desestabilización (Weber,1979; Nemerow,1991).

- Compresión de la capa difusiva.
- Adsorción para producir la neutralización de la carga.
- Inmersión dentro de un precipitado
- Adsorción que permite a un enlace tipo puente entre partículas.

Comprensión de la capa difusa

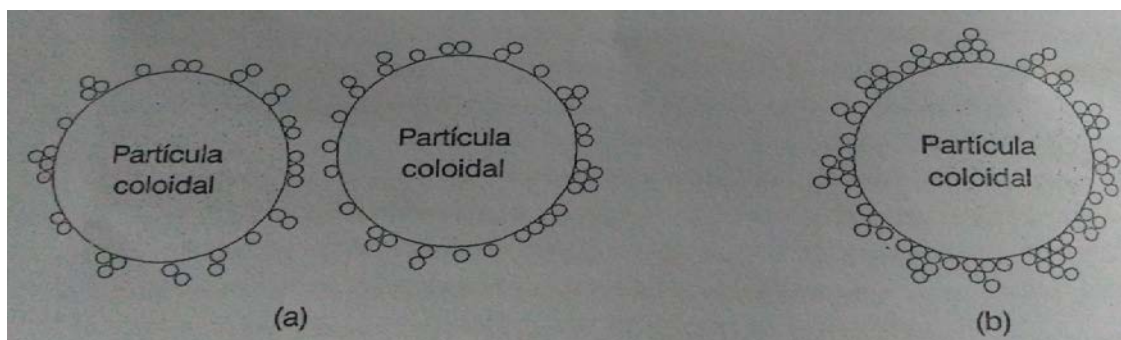
Las interacciones de algunas especies de coagulante con una partícula coloidal son puramente electrostáticas. La coagulación se produce por compresión de la capa difusa que rodea a las partículas coloidales. Concentraciones elevadas de electrolito en la disolución dan elevadas concentraciones de contraiones en la capa difusa. El volumen de la capa difusa necesario para mantener la electroneutralidad baja y, por tanto, el espesor de la capa difusa se reduce. El alcance de la interacción repulsiva entre partículas coloidales similares disminuye, y la barrera energética de activación puede desaparecer.

Adsorción y neutralización de la carga

La capacidad de una especie coagulante para desestabilizar una dispersión coloidal es realmente una mezcla de interacciones coagulante – coloide, coagulante-disolvente y coloide-disolvente. Según el tipo y magnitud de estas interacciones, la capacidad de un coagulante para ocasionar la desestabilización de una dispersión coloidal puede ser muy diferente de la sugerida por el modelo anterior.

La adsorción de los polímeros catiónicos puede desestabilizar a los coloides cargados negativamente por neutralización de carga (hahn, 1968).

figura N°01 representación esquemática del fenómeno de neutralización de la carga (a) y posterior restabilización acompañada de inversión de la carga (b)



Fuente: (Aguilar, et al., 2002).

Inmersión dentro de un precipitado

Cuando el precipitado este cargado positivamente, la velocidad de precipitación viene también incrementada por la presencia de aniones en la disolución. Los aniones sulfato son particularmente efectivos. por otro lado, las partículas coloidales pueden servir como núcleos para la formación del precipitado, de modo que la velocidad de precipitación aumenta al incrementarse la concentración de materia coloidal que deba eliminarse. Esto puede dar lugar a una relación inversa entre la dosificación óptima de coagulante y la concentración de materia que deba eliminarse del agua. (Aguilar et al., p,40.2002).

Adsorción y enlace de puente interpartícula

Este modelo constituye el fundamento de la actuación de los polímeros orgánicos sintéticos como agentes desestabilizadores para el tratamiento del agua residual. Así, se ha observado frecuentemente, que el tratamiento más económico se obtiene con un polímero aniónico, aun cuando las partículas sólidas del agua estén cargadas negativamente.

Para una desestabilización eficaz, la molécula de polímero debe contener grupos químicos que pueden interaccionar con los lugares de la superficie de la partícula coloidal. Cuando una molécula polímero se pone en contacto con una partícula coloidal, algunos de estos grupos se adsorben en la superficie de la partícula dejando el resto de la molécula prolongado hacia la disolución.

Si una segunda partícula con algunos lugares de adsorción vacantes se pone en contacto con estos segmentos prolongados puede ocurrir una fijación. De este modo, se forma un complejo partícula- polímero—partícula en el cual el polímero sirve de puente. (AGUILAR et al., p,42.2002).

Coloide

Es un material que existe en un estado finamente disperso que se mantiene en suspensión debido a:

- ✓ tamaño muy pequeño
- ✓ gran hidratación
- ✓ carga eléctrica de las partículas
- ✓ fuerzas de repulsión electrostáticas

una partícula coloidal se encuentra sujeta a dos fuerzas opuestas, la estabilidad de la partícula depende de que se mantenga en equilibrio ambas fuerzas como energía de van der Waals y energía electrostática.

Si se pretende desestabilizar la suspensión hay que vencer la barrera de potencial lo cual se puede lograr reduciendo las fuerzas de repulsión electrostáticas que es el objeto de la coagulación.

Partículas coloidales

Por lo general estas partículas coloidales en el agua presentan un diámetro que se encuentran entre 1 y 1.000 milimicrómetros donde sus comportamientos dependen de su naturaleza y de su origen. Estas partículas son los principales responsables de la turbiedad. Barrenechea, (2010).

Teoría de la doble capa

en la superficie de la partícula hay cargas negativas. Para lograr el equilibrio eléctrico, los iones positivos del medio acuoso se reúnen en las proximidades de la partícula formando una capa de signo contrario, en la cual la interacción va disminuyendo a medida que aumenta la distancia, formando una diferencia de potencial, denominada potencial z, que es la diferencia de potencial eléctrico en la superficie difusa entre el límite de la doble capa y la masa de la disolución. Este conjuntamente tiene una carga eléctrica resultante, que es la carga del coloide y

que es la que causa su estabilidad por repulsión eléctrica de los coloides del mismo signo. Este potencial z determina el movimiento de los coloides en el medio acuoso y su estabilidad mutua.

La coagulación se logra cuando se hace nulo el potencial z y entonces los coloides tienden a agregarse por acción de masas. Esto se consigue añadiendo iones de signo contrario que son adsorbidos por el coloide hasta anular su potencial z.

Si se añaden dosis de coagulante en exceso, se puede producir el efecto contrario, ya que se vuelve estabilizar el coloide con una carga superficial positiva. (DURAND et al., .2005).

Los factores principales de la coagulación

Existen muchos factores que influyen en la coagulación de aguas, debiéndose citar:

- Tipo de coagulante
- Contenido de materia en suspensión
- pH
- Salinidad
- Temperatura del agua
- Tiempo de mezcla y floculación
- color

La estabilidad coloidal

Hace referencia a la tendencia de las partículas coloidales a mantenerse en suspensión. De lo dicho, se puede deducir que los términos estabilidad y coagulación son opuestos pues conforme mayor en esta tendencia (mayor estabilidad), más difícil es su unión en núcleos de mayor tamaño que favorezca su eliminación por sedimentación. (Aguilar et al., 2002).

Potencial zeta

es un parámetro físico que caracteriza la carga electrostática de las partículas que, a su vez, es el origen de movimiento de éstas hacia el polo de carga opuesta cuando se encuentran bajo la acción de un campo eléctrico.

La adición de un coagulante lleva a un cambio en la carga de la partícula desde negativa a positiva. (Aguilar et al., p,26.2002).

Tabla 3 valores del potencial zeta y características de la suspensión

Valores de la potencial zeta	Características de la suspensión
+3 a 0 mv	Aglomeración máxima y precipitación
-1 a -5 mv	Excelente aglomeración y precipitación
-5 a -10 mv	Buena aglomeración y precipitación
-11 a -20 mv	Comienzo de la aglomeración (agregados de 2 a 100 coloides)
-21 a -30 mv	Ligera estabilidad
-31 a -40 mv	Sin agregados estabilidad media
-41 a -50 mv	Buena estabilidad
-51 a -60 mv	Estabilidad muy lenta
-61 a -80 mv	Excelente estabilidad
-81 mv y en adelante	Estabilidad máxima

Floculación

Es el proceso por el cual las partículas desestabilizadas se unen para formar grandes partículas estables o aglomerados.

El objetivo principal de la floculación es reunir las partículas desestabilizadas para formar aglomeraciones de mayor peso y tamaño que sedimenten con mayor eficiencia.

Factores que influyen en la floculación

- ✓ las variaciones de caudal;
- ✓ la intensidad de agitación;
- ✓ el tiempo de floculación
- ✓ el número de compartimentos de la unidad.

Coagulantes Naturales

Son compuestos orgánicos de origen biológico entre los que destacan los derivados del almidón y la celulosa, extractos vegetales, alginatos (extractos de algas), ciertas gomas y quitosan. Los polielectrolitos naturales pueden tener propiedades

catiónicas como el quitosan y el almidón, aniónicas, como los polisacáridos sulfatados. (Aguilar et al., 2002).

Se ha encontrado que proteínas solubles en agua contenidas en semillas de *Moringa oleifera* presentan propiedades coagulantes y floculantes, y se han utilizado tradicionalmente como clarificadores para aguas de consumo humano. (Almendarez, 2004).

Ventajas

- Genera un lodo artificial el cual puede ser tratado con mayor facilidad y eficiencia
- Permite la remoción de la turbidez orgánica o inorgánica que no puede sedimentarse rápidamente
- Remoción de color verdadero y aparente
- Eliminación de patógenos
- Costos bajos de producción
- Destrucción de algas y plancton en general
- Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor

Desventajas

- Dependencia de las características fisicoquímicas del agua
- Depende de la velocidad de agitación del agua
- Requiere personal para recolección.

Coagulantes Sintéticos

La coagulación química ha sido utilizada por décadas para desestabilizar suspensiones coloidales, combinada con la floculación química, logran la precipitación de especies metálicas y otras especies inorgánicas eliminándolas así, mediante sedimentación y/o filtración, de las corrientes líquidas. Los coagulantes que más se han usado han sido sales de hierro, aluminio, cal, polímeros y otros; es decir floculantes sintéticos.

Ventajas

- Su uso es a escala mayor

- Es efectivo en la remoción de varios parámetros en forma simultánea.
- Mayor eficacia en formación de flocs

Desventajas

- Los polímeros sintéticos pueden ser nocivos (Pérez, 1992)
- Elevado costo por el uso de químicos (sulfato de aluminio)
- Altos niveles de aluminio remanentes (Gonzales 1991)
- Genera residuos que causan contaminación.

MARCO CONCEPTUAL

Escherichia Coli

Es un indicador de la presencia de bacterias fecales, constituyentes que presentan un riesgo significativo para la salud humana. El problema sanitario más común que surge de las presencias de las bacterias fecales en el agua es la diarrea, pero también pueden aparecer fiebres tifoideas, hepatitis infecciosas e infecciones gastrointestinales. Aunque las bacterias *Escherichia Coli* son excelentes indicadores de contaminación. Gerard, K. (1999).p.292

Yuca (*Manihot Esculenta*)

Pertenece a la familia Euphorbiaceae constituidas por unas 7200 especies que se caracterizan por su notable desarrollo de los vasos laticíferos, compuestos por células secretoras llamadas galactositos. Es un arbusto perenne, es monoica de ramificación simpodial y con variaciones en la altura de la planta que oscilan entre 1 y 5 m, aunque la altura máxima generalmente no excede los 3 m. (Ceballos y Cruz 2002).

Eficiencia

Es la capacidad o medida de efectividad para realizar o cumplir una función en un proceso de remoción de una sustancia en específico de un medio. ARBOLEDA, (2010)

Plátano (*Musa Paradisiaca*)

Es una planta herbácea que crece hasta seis metros de altura, de tronco fuerte, cilíndrico, succulento, que sale de un tallo bulboso pulposo y grande.

El plátano proviene de Asia, pero su cultivo se ha extendido por muchas regiones del planeta, como ser América central, América del sur, y África.

Constituye la base de alimentación de muchos países tropicales, y es una de las frutas más consumidas en todo el mundo, dada su versatilidad y adaptación para diferentes preparaciones.

Riachuelo

Corriente natural de agua de caudal discontinuo en función de las estaciones.

Anchura media menor de 5 metros. (Durand, et al., 2005).

Purificación

Significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. La destrucción y/o desactivación de los microorganismos supone el final de la reproducción y crecimiento de estos microorganismos. Si estos microorganismos no son eliminados el agua no es potable y es susceptible de causar enfermedades. El agua potable no puede contener estos microorganismos.

Almidón

Es un polímero natural, los polímeros resultan de monómeros que se acoplan, dando lugar a un alto peso molecular, estructura composición y tipo de carga la cantidad de carga depende de las características de la ionización de cada grupo funcional. (Trujillo et al., 2013).

Test de jarras (Jar-Test)

Método convencional para obtener información sobre el proceso de coagulación-floculación de un determinado efluente.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema General

¿Cuál es la eficiencia del coagulante natural almidón de yuca y agua natural de plátano para remover la turbidez y *Escherichia Coli* del Riachuelo Santa Perené 2017?

1.4.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál será la dosis óptima del almidón de yuca y agua natural de plátano que permite remover la turbiedad y *Escherichia Coli* en las aguas del riachuelo Santa?
- b) ¿Cuál será el porcentaje de floc removido por acción del coagulante almidón de yuca y agua natural de plátano mediante la prueba de jarras?

1.5 JUSTIFICACIÓN

En mayoría de comunidades del sector rural existe deficiencia de este recurso hídrico importante, sumándose a esta la escasez del agua y la mala gestión y distribución de este recurso.

En este estudio permitió conocer la capacidad de remoción que posibilita impulsar su uso y transigir como alternativas para el tratamiento de las aguas y hacerle frente a este déficit del agua, usando dos coagulantes naturales de bajo costo, abundante en la zona y de fácil uso por los pobladores como son la yuca (*Manihot Esculenta*) y el plátano (*Musa Paradisiaca*). Por otro lado, mediante una tecnología sostenible y simple, se genera condiciones favorables. Que a diferencia de otras tecnologías convencionales como el tratamiento de aguas con sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$, su uso de este coagulante tiene efectos adversos que fueron probados en cuanto a la corrosión de las tuberías y sus accesorios, generando perjuicios sobre la salud de las personas provocadas por las mismas concentraciones elevadas de aluminio en las aguas de consumo que provocan enfermedades degenerativas del sistema nervioso. En función a estos problemas se hace necesario evaluar coagulantes y floculantes más efectivos, menos perjudiciales y ambientalmente inocuos. En este sentido, los coagulantes naturales constituyen una alternativa viable porque son usualmente más seguros para la salud y económicos

Por otro lado, este estudio servirá de base para la ejecución de un proyecto en adelante en cuanto a un pre tratamiento de aguas ya que se demostrarán el gran aporte potencial depurativo de estos coagulantes naturales abundantes por el sector de la selva de Junín por lo que no limitará en cuanto a su obtención de estos ya que en la zona se cultiva a gran escala estos productos y aprovecharemos el residuo de estos productos de la yuca que son dejados en el campo y el pseudotallo del plátano.

1.6 HIPÓTESIS GENERAL

H1 El coagulante almidón de yuca es más eficiente para remover la turbiedad y Escherichia Coli en comparación al coagulante agua natural de plátano.

H0 el coagulante almidón de yuca es menos eficiente para remover la turbiedad y Escherichia Coli en comparación al coagulante agua natural de plátano

1.6.1 Hipótesis Específicos

H1 A mayores concentraciones de las dosis de almidón y agua natural de plátano mayor será su capacidad para remover de la turbidez y la Escherichia coli de las aguas del riachuelo Santa.

H1 la capacidad de los coagulantes para la remoción tendrán la superioridad del 50% de Floc removido.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General

Determinar la eficiencia del coagulante natural almidón de yuca y agua natural de plátano para remover la turbiedad y Escherichia Coli del riachuelo Santa Perené 2017

1.7.2 Objetivos Específicos

- a) Establecer la dosis optima del almidón de yuca y agua natural de plátano que permite remover la turbidez y Escherichia Coli en las aguas del riachuelo Santa
- b) Calcular el porcentaje de floc removido por acción del coagulante almidón de yuca y agua natural de plátano mediante la prueba de jarras

II. METODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Investigación

El diseño de investigación utilizado es experimental porque consiste en la manipulación de los variables, con el fin de describir como se produce una situación.

Tipo de investigación

El estudio que se emprende se enmarca en una investigación de tipo aplicada. Como se define “es aquella que está orientada a resolver objetivamente los problemas de los procesos de producción, distribución y servicios de cualquier actividad humano” (Ñaupas,2014)

Enfoque de investigación

Es cuantitativa ya que se obtienen datos numéricos

Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo porque obtendremos datos a partir de una muestra y concluiremos de la misma.

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

En la presente investigación se emplearán variables cuantitativas debido a que se expresará numéricamente

- **Variable independiente**
Eficiencia del almidón de yuca y agua natural de plátano
- **Variable dependiente**
Remoción de turbiedad y Escherichia Coli

Tabla 4 matriz de operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
V.I Eficiencia del almidón de yuca y agua natural de plátano	Es la capacidad o medida de efectividad para realizar o cumplir una función en un proceso de remoción de una sustancia en específico de un medio. ARBOLEDA, (2010)	La eficiencia de estos coagulantes se determinó mediante la ecuación: $\text{Eficiencia} = \frac{A.inicial - A.final}{A.inicial} \times 100$ Para ello se realizó por medio de la prueba de jarras con dos velocidades: Mezcla lenta y mezcla rápida. se adicionó las diferentes dosis del almidón de yuca y el agua natural de plátano	Mezcla rápida	RPM-min	Intervalo
			Mezcla lenta	RPM-min	
			Dosis de cada coagulante	Almidón de yuca (mg)	
				Agua natural de plátano (ml)	
Condiciones físicas de la obtención de almidón modificado	Gelatinización en frío Con NaOH				
V.D Remoción de turbidez y Escherichia Coli	Acción de eliminación de contaminantes de cualquier fuente agua, para que no ocasiona ningún tipo de riesgos a las personas.	la eliminación de estos contaminantes del agua proveniente del riachuelo Santa se realizó con las aplicaciones de las diferentes dosis de cada coagulante en función a los parámetros fisicoquímico y microbiológico, donde se determinó las dosis óptimas y el porcentaje de floc removido	Parámetro fisicoquímico	PH, turbidez	Razón
			Parámetro microbiológico	Escherichia coli	
			Dosis óptima	claridad del agua	
			Porcentaje de floc removido	Aglutinaciones de tamaño relativamente grande	Razón

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

Todas las aguas del riachuelo Santa del distrito del Perene Provincia de Chanchamayo departamento de Junín.

Muestra

La muestra para el tratamiento fue tomada del riachuelo Santa la cantidad de 27 litros de agua

Unidad de análisis

Agua del riachuelo Santa.

2.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Tabla 5 tecnicas e instrumentos de recolección de datos

Estapas	Fuente	Técnica	Instrumentos	Resultado
Obtención de los coagulantes almidón de yuca y agua natural de plátano	Residuos de la yuca y el pseudotallo del plátano	Observacion de campo -directo	Registro de caracterización de almidón de yuca Registro de caracterización del agua natural de plátano	coagulantes naturales
Muestreo de aguas	Riachuelo Santa ubicado en la zona de Santa Rosa del distrito de perené provincia		Cadena de custodia GPS	Cantidad de muestra 27 litros de agua
Aplicación de los coagulantes con diferentes dosis a los 6 vasos con un litro de muestra de agua para su determinación de eficiencia	Floculador o prueba de jarras de agua de 6 vasos	Observación indirecto	Ficha de cálculo de floc removido para cada uno de los coagulantes	Efectividad de remoción de los coagulantes

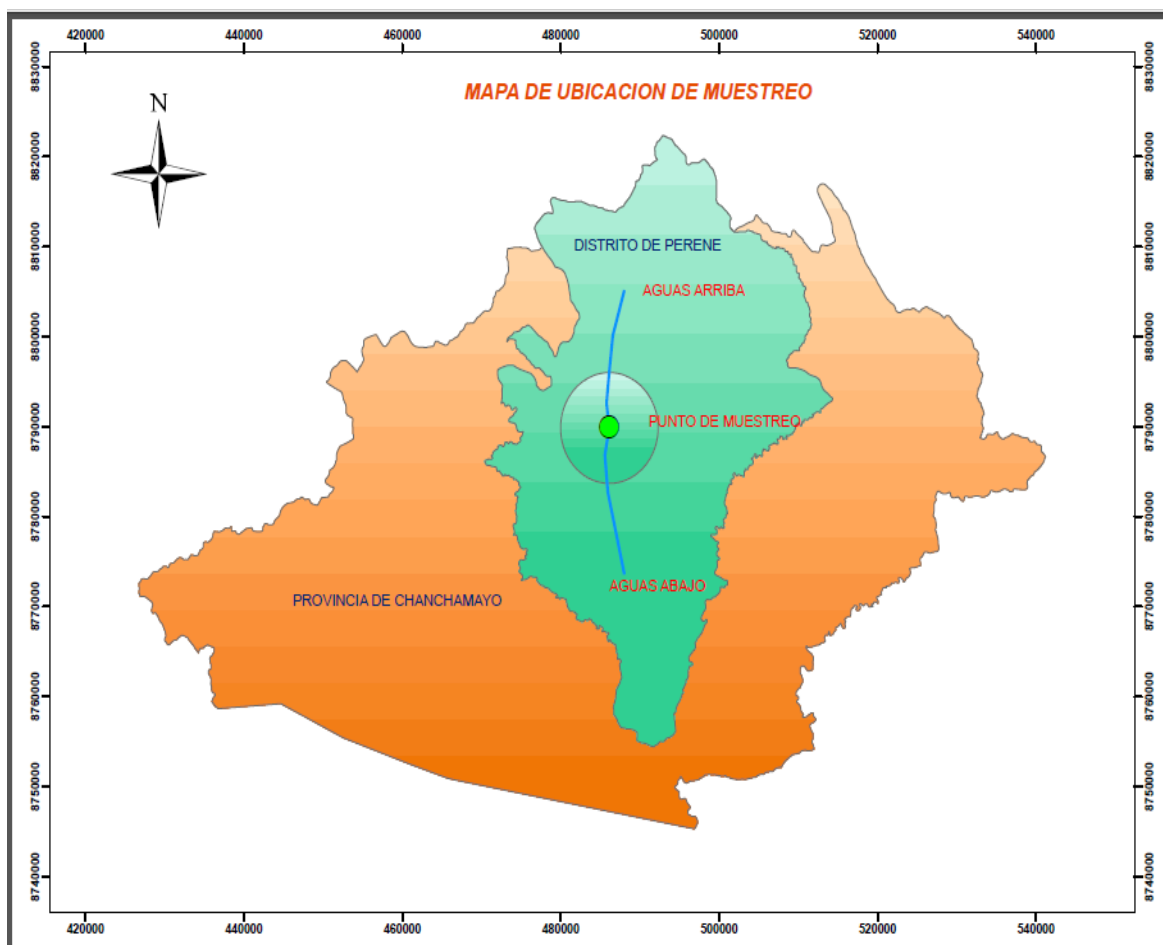
Fuente elaboracion propia 2017

Validez y confiabilidad

Para que se cumpla con los requisitos de validación de validez de instrumento tales como: ficha de caracterización de la yuca, el agua de plátano, cadena de custodia para aguas y ficha de cálculo de floc removido, se ha sometido por juicio de expertos colegiados. La confiabilidad se determinará por medio del coeficiente de Cronbach de acuerdo a los ítems de las variables.

Localización de Área

Figura 2 Localización de Área de estudio



Fuente: elaboración propia en argis 10.2

Muestreo de las aguas del Riachuelo Santa

Cantidad: Se tomó la muestra del agua del riachuelo un volumen de 27 litros

Frascos: Se utilizó frascos de plástico con capacidad de 1 litro, previamente se lavó con detergente y agua destilada. Durante la recolección se lavó los frascos con

el mismo agua del riachuelo y posteriormente se procede al muestreo en las aguas del riachuelo santa.

Identificación de la muestra: las muestras se ha etiquetado tomando en cuenta los siguientes datos:

- Solicitante
- Punto de muestreo
- Tipo de cuerpo de agua
- Fecha de muestreo
- Parámetro requerido
- Muestreador

Acondicionamiento de las muestras: se realizó mediante el protocolo de muestreo de aguas, las muestras recolectadas se almacenaron en dos cajas de tecnopor recubiertas con hielo para su conservación a 4° C tal como indica en el protocolo de muestreo de aguas para el traslado.

Materiales para el muestreo

- ✓ Lapicero
- ✓ Gps
- ✓ Botellas con capacidad de un litro
- ✓ Cinta de papel
- ✓ Caja de tecnopor
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Guantes

Recolección y obtención del almidón de yuca (*Manihot Esculenta*)

la parte que se obtiene es la raíz de la yuca (tuberculo), procedemos a recoger todo lo que ya no va al mercado, para obtener el almidón de yuca, se pasaron 1 kg de yuca y luego se lavó, una vez pelados se picaron obteniéndose piezas de 1 cm de tamaño que va a facilitar para la trituración en la licuadora (oster) y luego se procede a ejuagar tres veces con agua previamente hervida, obteniendo un líquido lechoso y esto se pasa a sedimentar, finalmente el sólido húmedo se pasó a secar a 40° C para obtener el producto final que es el almidón de la yuca, siguiendo el procedimiento utilizado por TRUJILLO *et al.*, 2014.

Tabla 6 diagrama de flujo de proceso de obtención de almidón de yuca

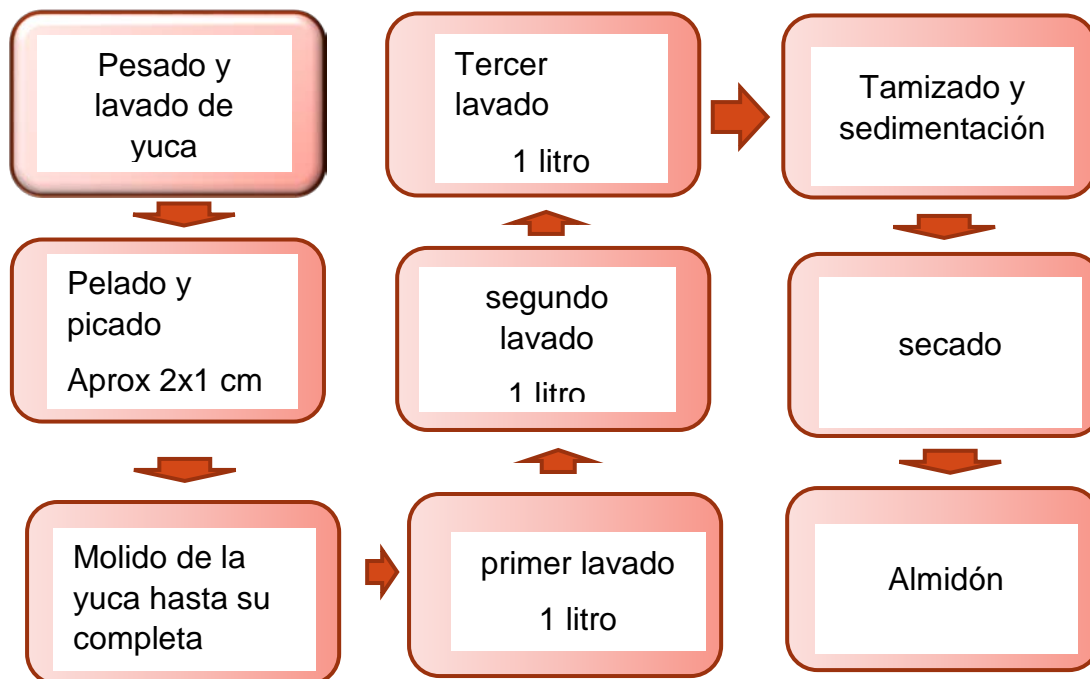


Tabla 7 Proceso de gelatinización del almidón de yuca

GELATINIZACIÓN						
Concentración %	Concentración (ppm)	Cantidad de almidón (mg)	Agua para disolver almidón (ml)	Cantidad de NAOH (mg)	Agua para disolver soda (ml)	Volumen a completar (L)
2	20000	20000	400	4000	40	1

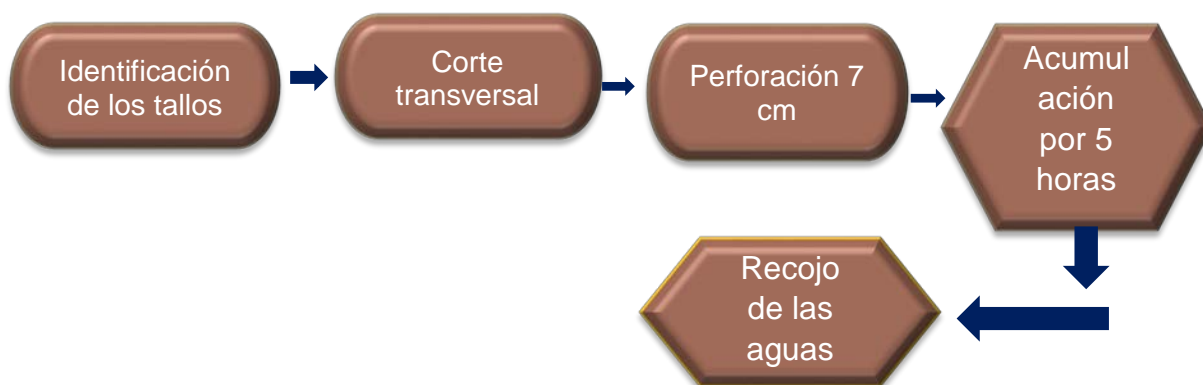
La finalidad de este proceso es para romper la envoltura de la molécula bien se la amilosa o la amilopectina que no le permite ser soluble en agua, la ruptura de este molécula puede ser realizada por calentamiento o con la adición de NAOH.

Obtención del agua de plátano (*Musa Paradisiaca*)

Para obtener las aguas del plátano (*Musa Paradisiaca*) se tomará unos dos pseudotallos del platano.(post cosecha), y posteriormente estos van a ser cortados en forma transversal a 1.50 metros desde el nivel del suelo, es allí donde se hara un hoyo de unos 7 cm de profundidad y se dejara por 5 horas para que se acumule el agua natural del platano.

Se recogerá con un vaso al tamaño del hoyo que se hizo y luego esta agua se recolectará en botellas de plástico.

Tabla 8 diagrama de flujo del proceso de obtencion del agua natural de plátano



El método de jarras

La adición de coagulantes debe de realizarse de tal modo que se posibilite un mezcla rapida del reactivo con el agua, es recomendable utilizar un deposito o reactor de mezcla dotado de algun sistema de agitacion rapida operando a velocidades en torno a 100-200 rpm .Aunque a veces se aprovecha unicamente la turbulencia creada por la adición del reactivo al agua Carmen, O y Barrenetxea, A (2000) p.145

Parte experimental del proceso de coagulación

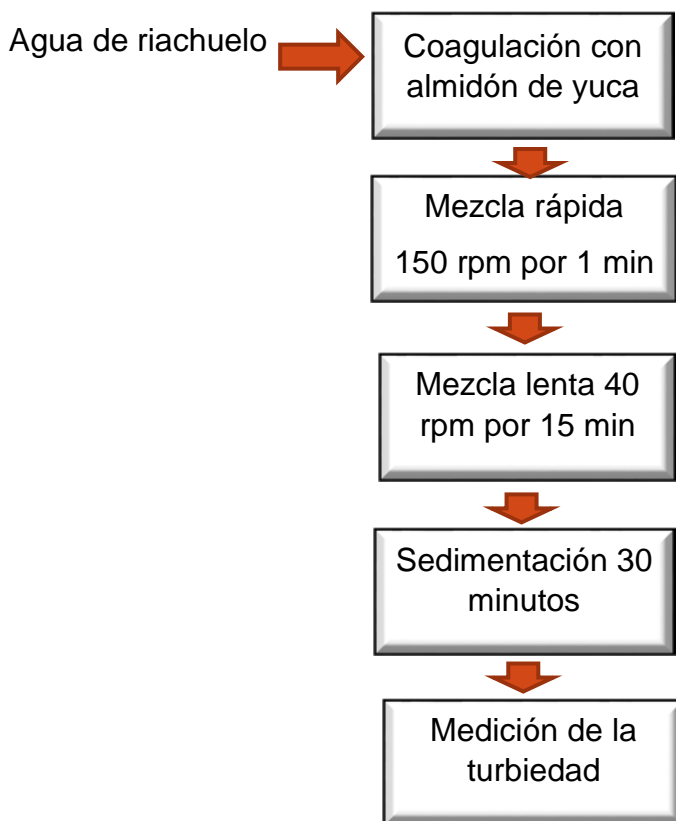
En esta investigación la etapa de los experimentos fueron desarrollados por duplicado mediante el equipo de la prueba de jarras modelo Q305M6 Quimis de seis vasos con capacidad de 2 litros en donde evaluó la eficiencia del almidón de yuca y el agua natural de plátano con diferentes dosis.

el procedimeinto fué realizado en dos tratamientos (**T**₁, coagulante almidon de yuca, **T**₂ coagulante agua natural de plátano) en dos replicas de la siguiente manera:

Primer tratamiento, T1 la muestra del agua recolectada del riachuelo Santa se trasvasó a un matraz de 1000 ml y luego a cada uno de los 6 vasos del floculador o prueba de jarras.

Se tomó como solución madre el almidón de la yuca modificado con NaOH al 2% de concentración, a partir de allí se procede a obtener las diferentes dosis (3,8,12,16,20 y 30) mg/l usando una pipeta de 1 ml, para cada uno de los vasos del floculador . y posteriormente se procedió al mezclado rápido a 150 rpm por un espacio de 1 minuto y el mezclado lento a 40 rpm por 15 minutos, para finalizar con la fase de sedimentación de 30 minutos.

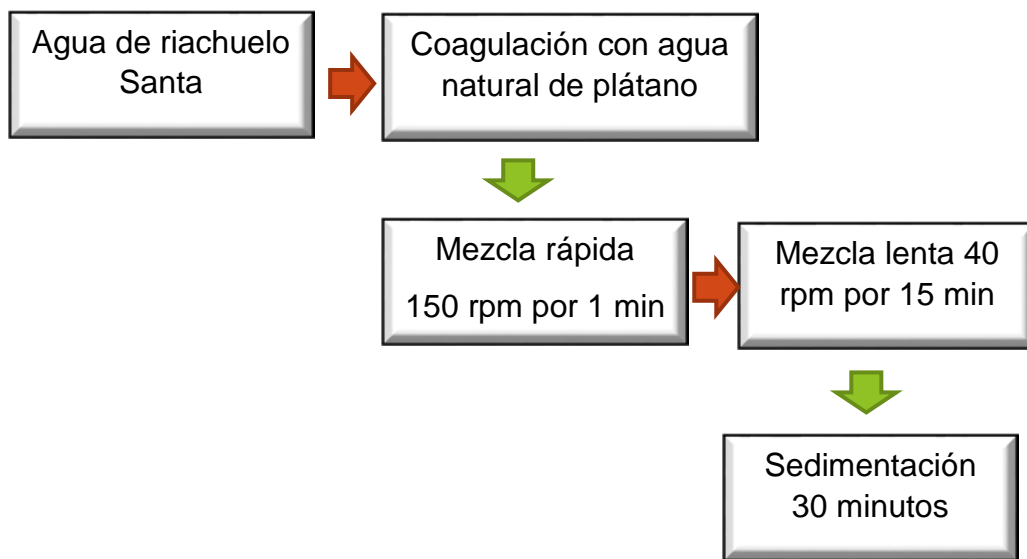
Tabla N° 08 diagrama de flujo del tratamiento 01



Fuente: elaboración propia, 2017

El segundo tratamiento, T2 en este tratamiento se utilizó el coagulante agua del platano la cantidad de 0.5 litros como patron de alli se vertió (0,50,80,110,130 y 150) ml a una muestra de 1 L de agua del riachuelo colocados en los seis vasos del floculador y se empieza el mezcaldado rápido a 150 rpm por 1 minuto para la homogenizacion del coagulante con la muestra de agua, y posteriormente el mezcaldado lento a 40 rpm por 15 minutos y para finalizar se dejó sedimentar por 30 minutos.

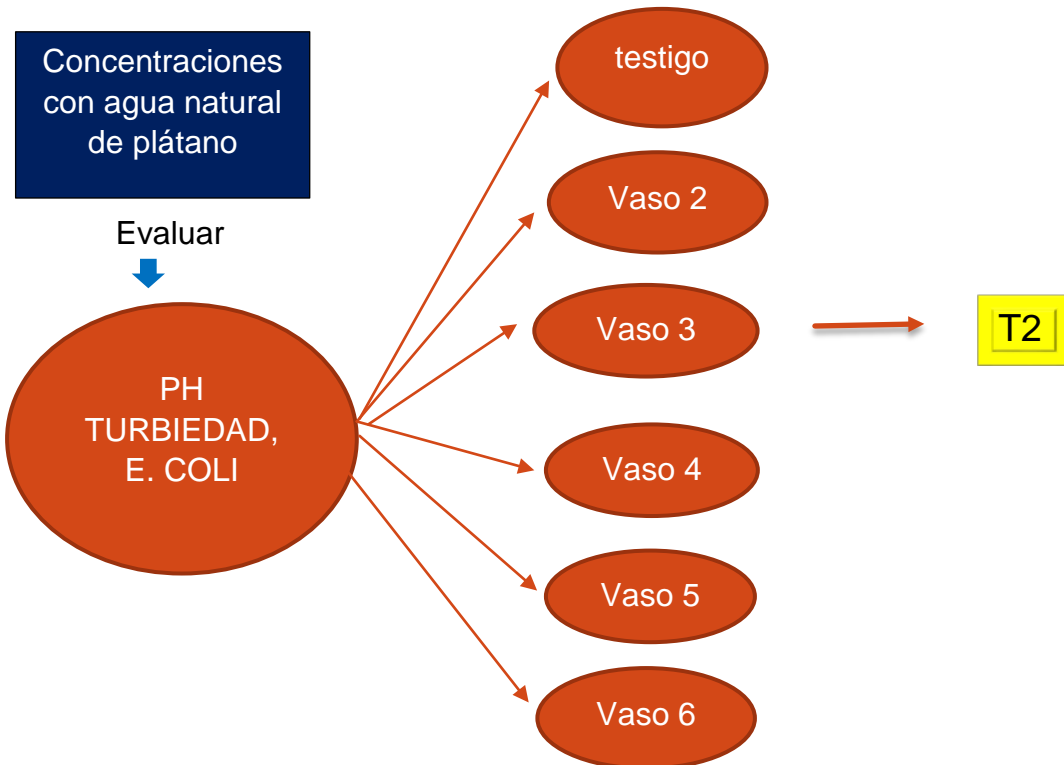
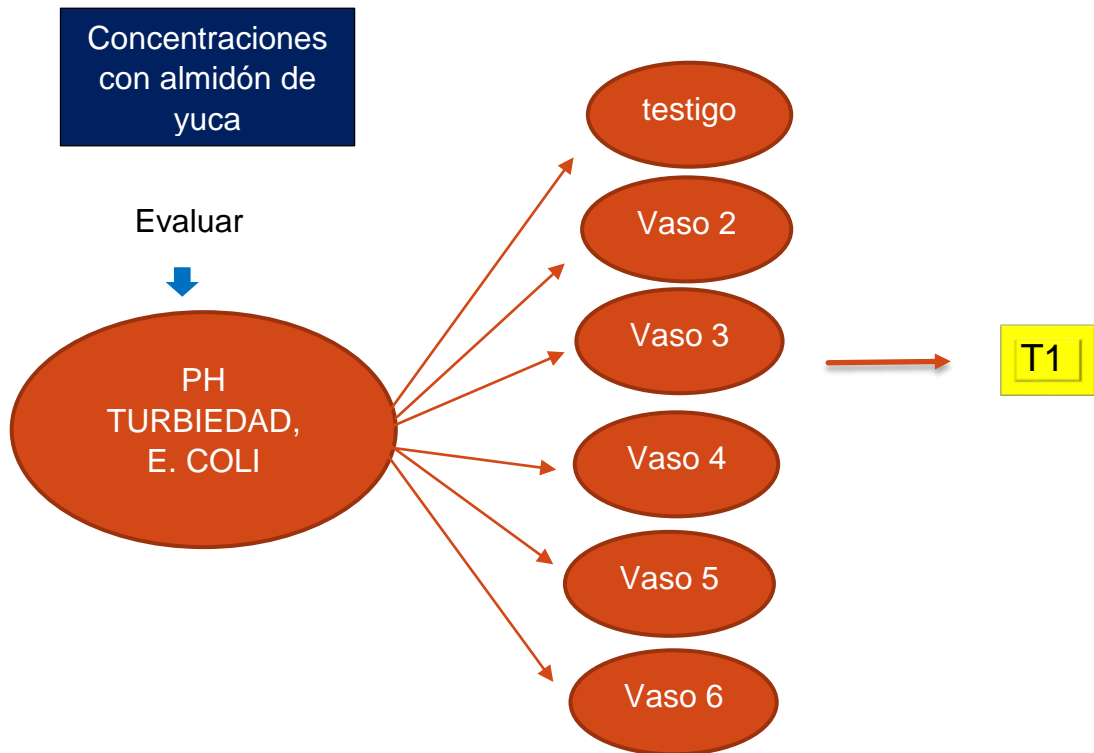
Tabla N° 09 diagrama de flujo del tratamiento 02



Fuente:elaboración propia, 2017

Evaluación de PH, turbidez y Escherichia coli

PH, turbidez: el procedimiento para este parametro fue el siguiente. Despues de la sedimentacion en el periodo de tiempo de 30 minutos, se procede a medir el PH y de la misma manera se mide la turbiedad para ello se retira mediante una pipeta 10 ml y se llena a los frascos de muestra y finalmente pasar la lectura,asi sucesivamente se realizó a los seis vasos del equipo.



Escherichia Coli: para este parámetro microbiológico se procedió el trasvase de los vasos a envases de plástico previamente etiquetado para su posterior traslado hacia el laboratorio para realizar el respectivo análisis. Muestra que se llevo al laboratorio fue de 1 litro.

Parámetros Analizados

la Turbidez,pH y Eschericha coli

La turbidez se midió en un turbidímetro digital modelo T-100 marca oakton calibrado, y el pH se determinó con pH-metro digital starter 300 ohaus, mientras el Escherichia Coli se analizó en un laboratorio.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Las técnicas utilizadas fueron, la estadística descriptiva donde se indagará a partir de una muestra y se concluirá sobre la muestra mediante tablas, graficos.

Gráficos Estadísticos: Se utilizó para analizar los resultados y de esta manera mejorar los resultados obtenidos. Se emplean para tener una representación visual de la totalidad de la información obtenida . Los gráficos estadísticos presentan los datos en forma de dibujo de tal modo que se pueda percibir fácilmente los hechos esenciales y compararlos con otros.

La media aritmética: se empleó para obtener el promedio aritmético calculando la suma de todos los resultados y dividiendo la suma entre el número de registros.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

La correlación de pearson: se utilizó para determinar la correlación de la variable X respecto a la variable Y, es decir la forma de como se relacionan o están relacionados los datos.

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

Coefficiente de determinación: se obtiene a partir del coeficiente de pearson se usa para trazar la línea recta donde se puede observar de cómo los puntos se acercan con un porcentaje de precisión, cuanto más cerca al 100% mayor es la precisión.

$$r^2 \times 100$$

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

Durante el estudio el investigador se comprometió a respetar con el cumplimiento al derecho de autor. En esta investigación se citaron a varios investigadores que han estudiado el comportamiento de los coagulantes naturales en la remoción de turbiedad y otros contaminantes. Todo suministro o aporte de investigaciones externas mencionadas en la presente investigación está debidamente citado respetando la propiedad intelectual del autor.

III. RESULTADOS

Resultados del comportamiento de los coagulantes

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos desarrollado mediante la prueba de jarras realizado con dos coagulantes como el almidón de yuca y el agua natural de plátano utilizando diferentes dosis para su evaluación frente a los parámetros de turbiedad, pH y Escherichia Coli con la finalidad de analizar su eficiencia en función de los parámetros mencionados.

Coagulante agua natural de plátano

Comportamiento del coagulante frente turbidez y Escherichia Coli

se presenta las condiciones antes y después de después de la corrida con la prueba de jarras.

Condición inicial

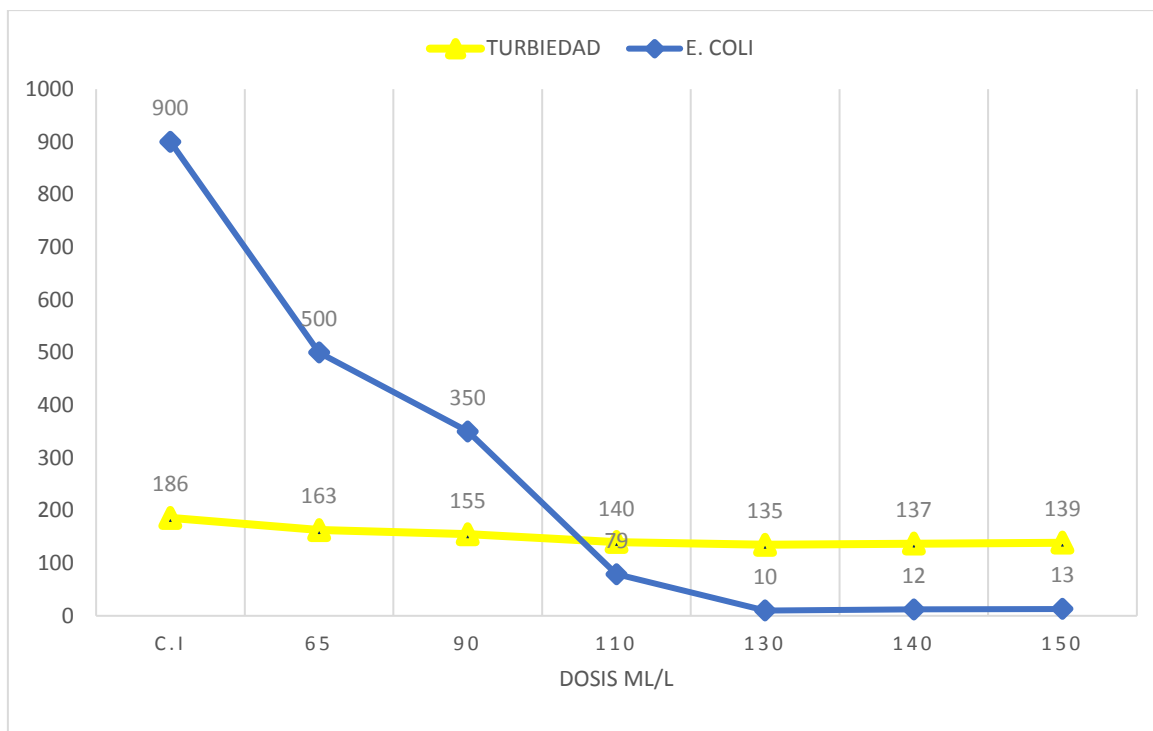
N° DE JARRA	PH	TURBIEDAD	ESCHERICHIA COLI
testigo	6.76	186	900

Condiciones finales

N° DE JARRA	DOSIS APLICADA COAGULANTE ml/l	pH	TURBIEDAD	ESCHERICHIA COLI
1	65	6.98	163	500
2	90	6.75	155	350
3	110	6.79	140	79
4	130	6.65	135	10
5	140	6.32	137	12
6	150	6.65	139	13

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la gráfica 01, se observa el comportamiento del coagulante agua natural de plátano donde presenta una buena eficiencia la jarra número 4 reduciendo a la turbidez y Escherichia Coli con la dosis de 130 ml/l obteniendo una turbiedad final de 135 NTU Y 10 NMP/100 ml de Escherichia Coli.



Fuente: Elaboración propia.2017.

Gráfica 1 coagulante agua natural de plátano

Coagulante almidón de yuca

Condiciones iniciales

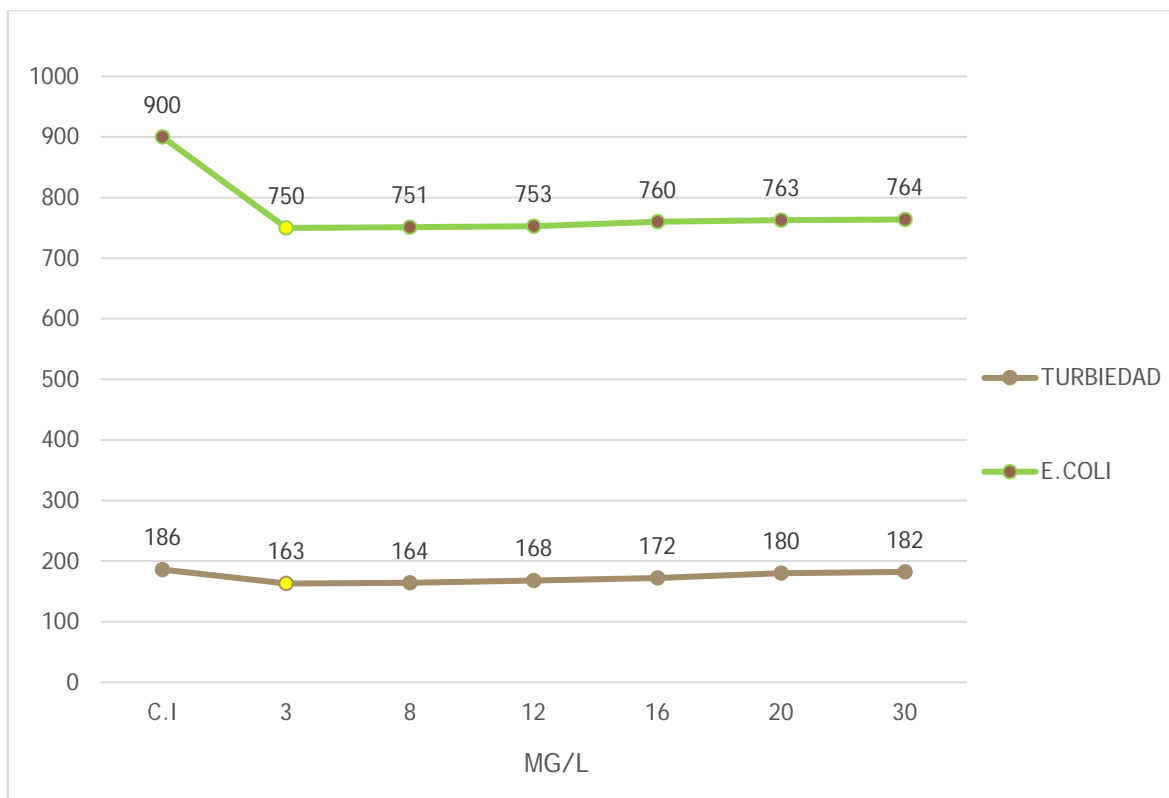
N° DE JARRA	pH	TURBIEDAD	ESCHERICHIA COLI
testigo	6.76	186	900

Condiciones finales

N° DE JARRA	DOSIS APLICADA COAGULANTE mg/l	PH	TURBIEDAD	ESCHERICHIA COLI
1	3	7.23	163	750
2	8	7.79	164	751
3	12	7.68	168	753
4	16	7.67	172	760
5	20	7.65	180	763
6	30	7.78	182	764

Fuente: elaboración propia, 2017.

Se observa en la gráfica 2 el comportamiento del coagulante almidón de yuca donde ha demostrado la remoción de la turbiedad y Escherichia Coli en el jarra número 01 con la dosis de 3 mg/l , obteniendo una turbiedad final de 163 NTU y con respecto al Escharichia Coli se disminuye 750 NMP/100 ml.



Fuente: Elaboración propia.2017.

Gráfica 2 Coagulante almidón de yuca

Tabla 9 Eficiencia de los coagulantes

Coagulante evaluado	Eficiencia obtenida (turbiedad)	Eficiencia obtenida (E. Coli)
Almidón de yuca	12.3 %	16.6%
Agua natural de plátano	27.4%	98.8%

Fuente: elaboración propia, 2017.

El coagulante agua natural de plátano logra obtener la mayor eficiencia en los dos parámetros de estudio, con respecto al coagulante almidón de yuca. Lo que se concluye entonces el coagulante agua de plátano es más eficiente.

Correlación de Pearson

Nos permitió afirmar cuan relacionado se encuentran las variables de estudio.

Dosis de agua natural de plátano vs turbiedad

		Correlaciones	
		DOSIS	TURBIEDAD
DOSIS	Correlación de Pearson	1	-,916*
	Sig. (bilateral)		,010
	N	6	6
TURBIEDAD	Correlación de Pearson	-,916*	1
	Sig. (bilateral)	,010	
	N	6	6

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

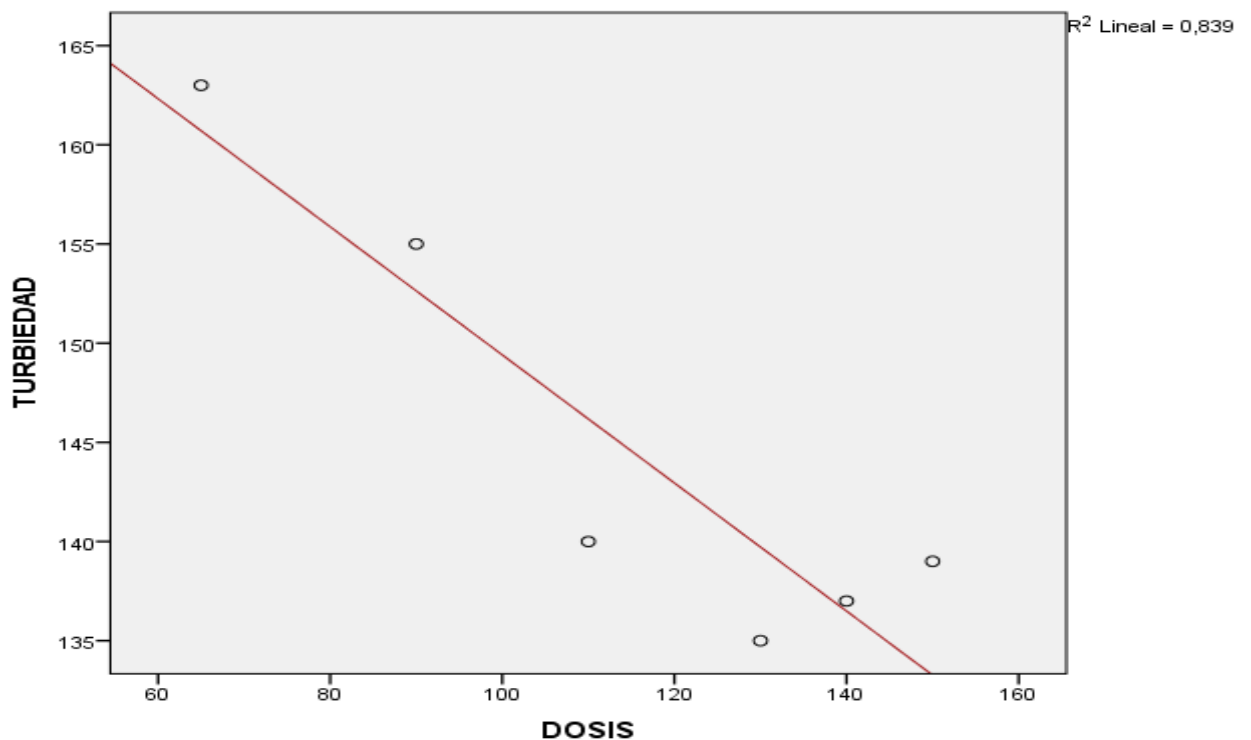
Hipótesis

H0 = No existe relación lineal entre los datos de dosis agua natural de plátano y la remoción de turbiedad de las aguas del riachuelo Santa.

H1 = Si existe una relación lineal entre los datos de dosis del agua natural de plátano y la remoción de la turbiedad en las aguas del riachuelo Santa

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$



p-valor = $p < 5\% = 0.05$

decisión = $0.010 < \alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula

conclusión: con el nivel de significancia del 5%, se afirma que si existe relación lineal. Con el 83% de exactitud.

Como se observa, el grado de correlación es negativa esto obedece a que una variable tiende a aumentar y mientras el otro disminuye.

Dosis de agua de plátano vs E. coli

		DOSIS	E. COLI
DOSIS	Correlación de Pearson	1	-,948**
	Sig. (bilateral)		,004
	N	6	6
E. COLI	Correlación de Pearson	-,948**	1
	Sig. (bilateral)	,004	
	N	6	6

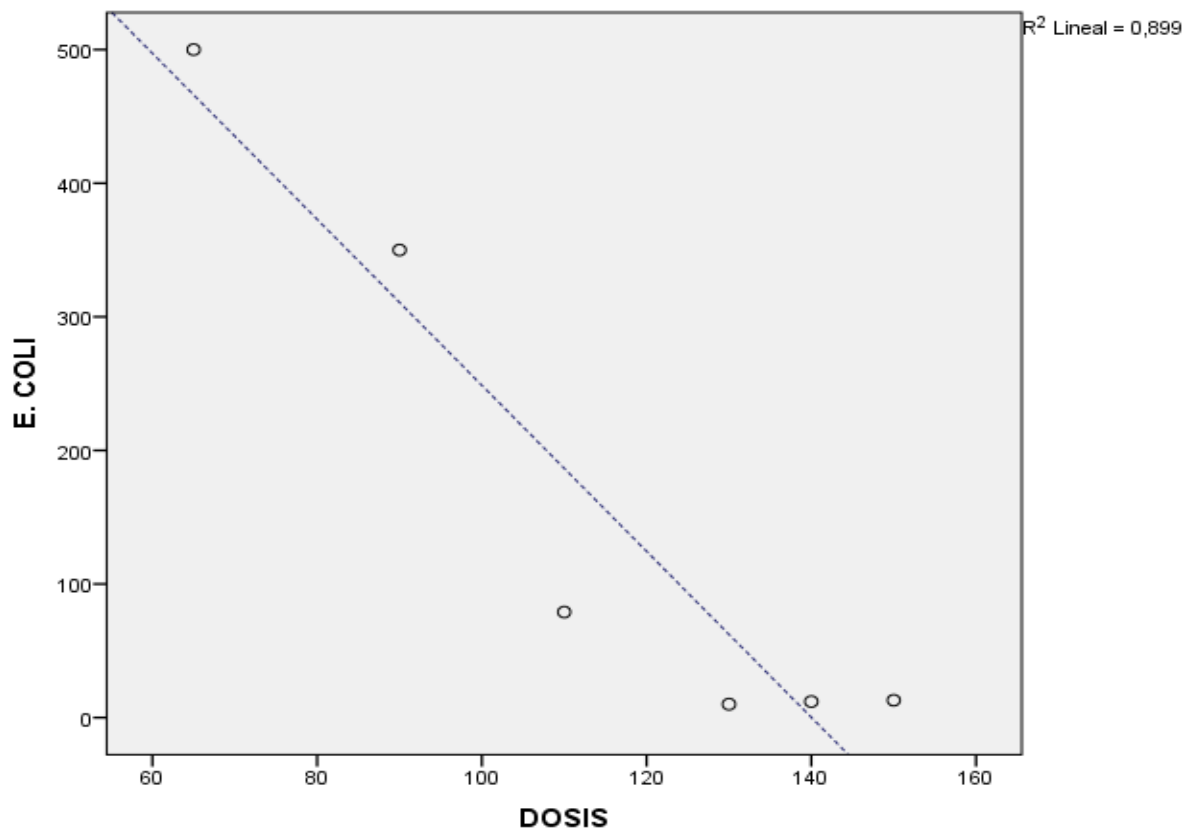
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Hipótesis

H0 = No existe relación lineal entre los datos de dosis agua natural de plátano y la remoción de Escherichia Coli de las aguas del riachuelo Santa.

H1 = Si existe una relación lineal entre los datos de dosis del agua natural de plátano y la remoción de Escherichia Coli en las aguas del riachuelo Santa

Nivel de significación: $\alpha = 0.01$



p-valor = $p < 1\% = 0.01$

decisión = $0.004 < \alpha = 0.01$, entonces se rechaza la hipótesis nula

conclusión: con el nivel de significancia del 1%, se afirma que si existe relación lineal. Con el 89% de exactitud.

Como se observa, el grado de correlación es negativa esto obedece a que una variable tiende a aumentar y mientras el otro disminuye.

DOSIS DE ALMIDÓN DE YUCA VS TURBIEDAD

		Correlaciones	
		DOSIS DE A. DE YUCA	TURBIEDAD
DOSIS DE A. DE YUCA	Correlación de Pearson	1	,955**
	Sig. (bilateral)		,003
	N	6	6
TURBIEDAD	Correlación de Pearson	,955**	1
	Sig. (bilateral)	,003	
	N	6	6

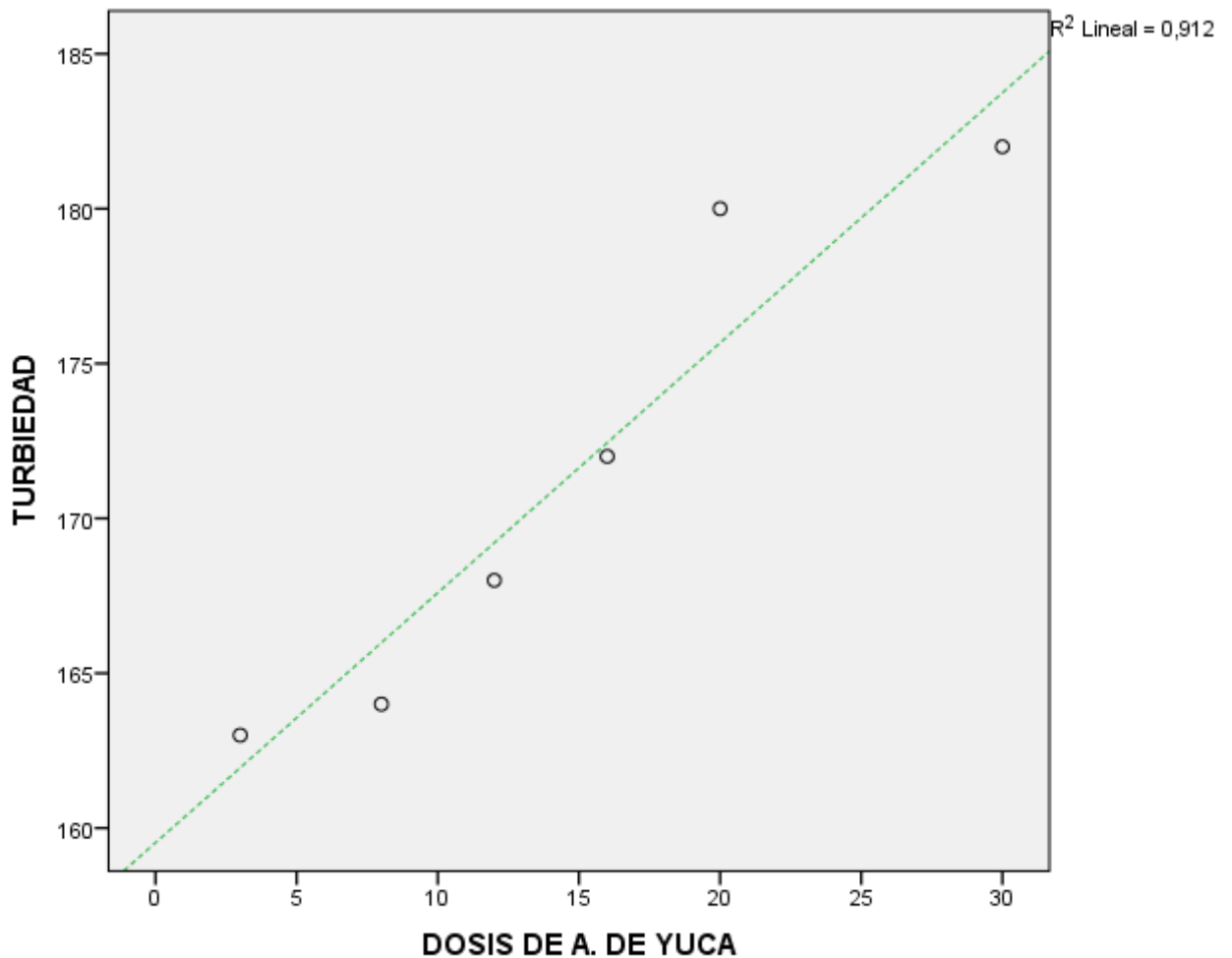
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Hipótesis

H_0 = No existe relación lineal entre los datos de dosis almidón de yuca y la remoción de turbiedad de las aguas del riachuelo Santa.

H_1 = Si existe una relación lineal entre los datos de almidón de yuca y la remoción de turbiedad en las aguas del riachuelo Santa

Nivel de significación: $\alpha = 0.01$



p-valor = $p < 1\% = 0.01$

decisión = $0.003 < \alpha = 0.01$, entonces se rechaza la hipótesis nula

conclusión: con el nivel de significancia del 1%, se afirma que si existe relación lineal. Con el 91% de exactitud.

Como se observa, el grado de correlación para este caso es positivo

DOSIS DE ALMIDÓN DE YUCA VS ESCHERICHIA COLI

Correlaciones

		DOSIS DE A. DE YUCA	E. COLI
DOSIS DE A. DE YUCA	Correlación de Pearson	1	,929**
	Sig. (bilateral)		,007
	N	6	6
E. COLI	Correlación de Pearson	,929**	1
	Sig. (bilateral)	,007	
	N	6	6

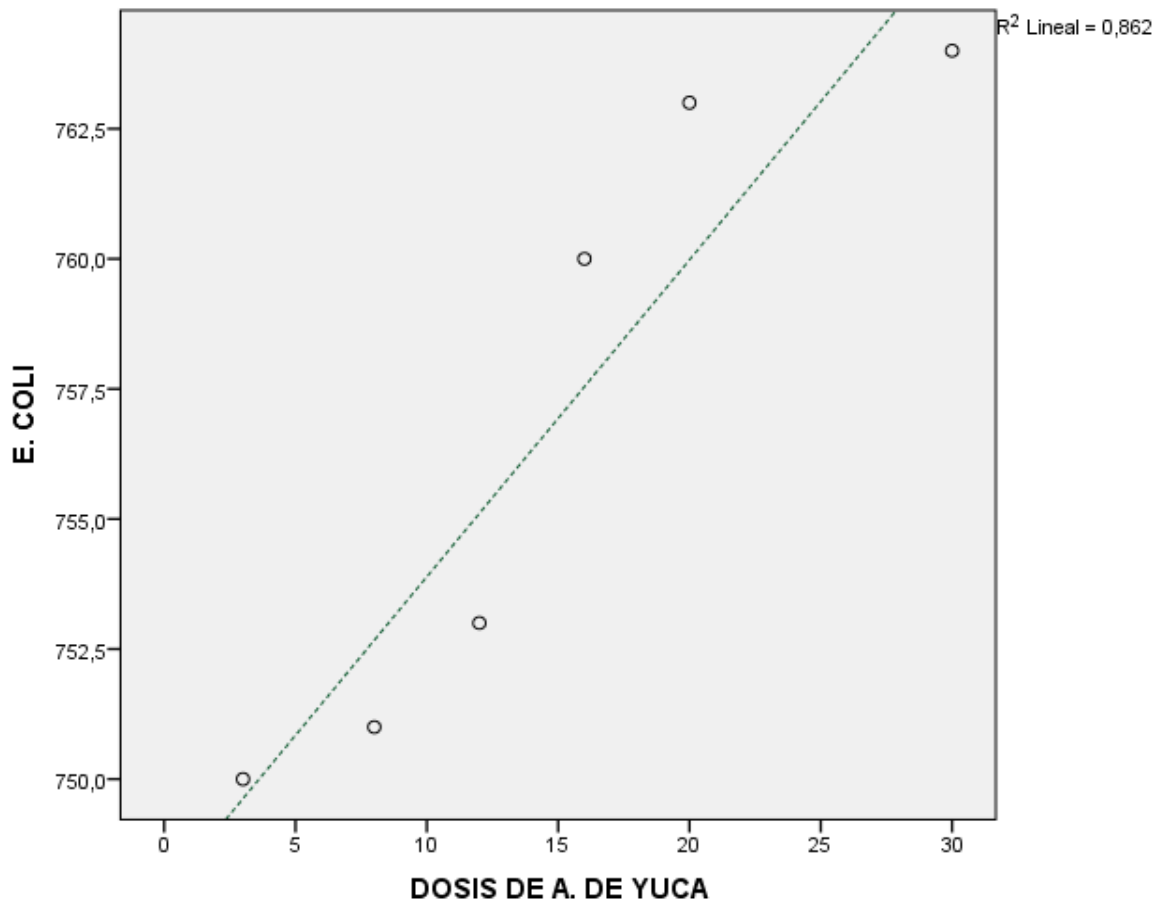
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Hipótesis

H0 = No existe relación lineal entre los datos de dosis almidón de yuca y la remoción de Escherichia Coli de las aguas del riachuelo Santa.

H1 = Si existe una relación lineal entre los datos de almidón de yuca y la remoción de Escherichia Coli en las aguas del riachuelo Santa

Nivel de significación: $\alpha = 0.01$



p-valor = $p < 1\% = 0.01$

decisión = $0.007 < \alpha = 0.01$, entonces se rechaza la hipótesis nula

conclusión: con el nivel de significancia del 1%, se afirma que si existe relación lineal. Con el 86% de exactitud.

Como se observa, el grado de correlación es positivo.

TABLA 10 RESULTADO DE DOSIS ÓPTIMA

	PH	Almidón de yuca mg	Mezcla rápida RPM	Mezcla lenta RPM
E.Coli	7.23	3	150 – 2min	40- 15min
Turbiedad				

	PH	Agua natural de plátano ml	Mezcla rápida RPM	Mezcla lenta RPM
E.Coli	6.65	130	150 – 2min	40- 15min
Turbiedad				

En la tabla número 12 se observa las dosis óptimas encontradas para remover la turbiedad y la Escherichia coli. sobre el almidón de yuca requirieron unas dosis menores lo que significaría que dosis mayores estos serían ineficientes para el tratamiento de aguas. A diferencia del coagulante agua natural de plátano, removió mayor contaminante con dosis mayores.

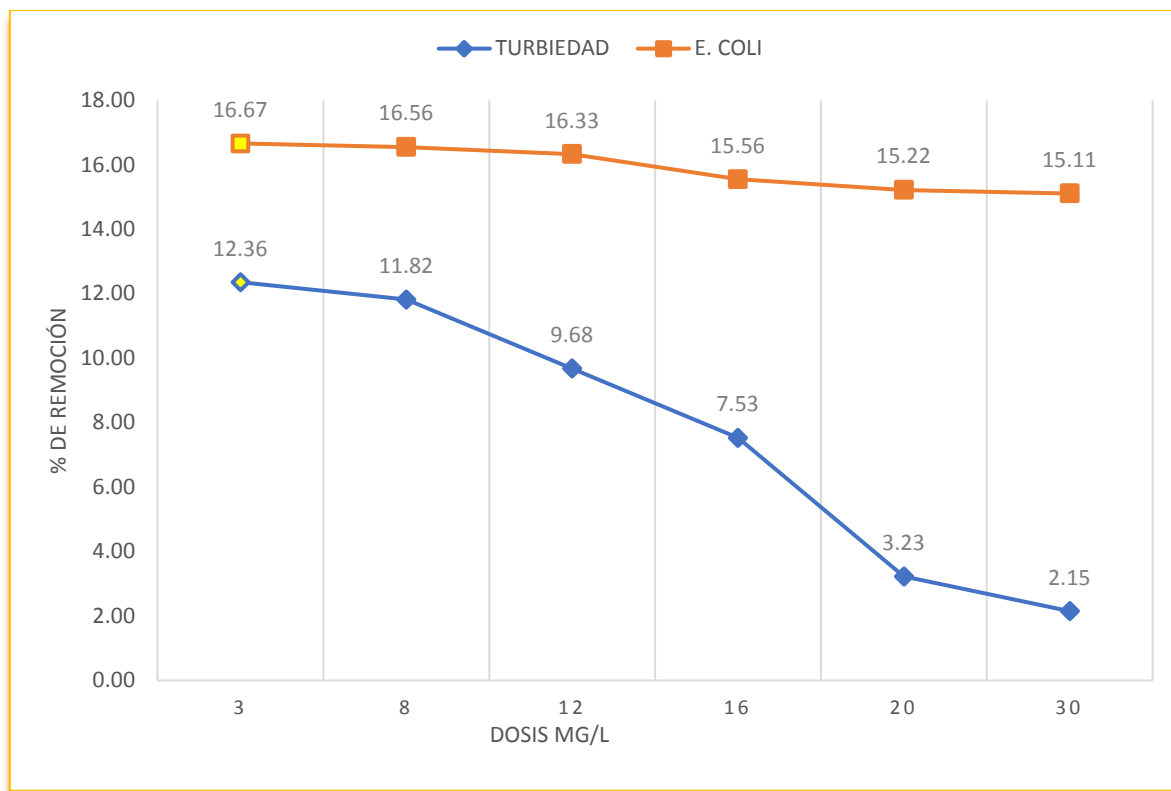
RESULTADO DEL CÁLCULO DE PORCENTAJE DE REMOCIÓN

En las siguientes tabla N°13 se presenta los porcentajes de remoción máximo alcanzado por los dos coagulantes: almidón de yuca y agua natural de plátano.

TABLA11 PORCENTAJE DE FLOC REMOVIDO POR EL COAGULANTE ALMIDON DE YUCA

N° DE JARRA	DOSIS APLICADA COAGULANTE mg/l	% TURBIRDAD	% ESCHERICHIA COLI
1	3	12.36	16.67
2	8	11.82	16.56
3	12	9.68	16.33
4	16	7.53	15.56
5	20	3.23	15.22
6	30	2.15	15.11

Se observa en la gráfica N° 03 el porcentaje alcanzado por el coagulante almidón de yuca con la dosis de 3 mg/l, obteniendo un valor de remoción del 16.67 % en cuanto al parámetro de Escherichia Coli y con respecto al parámetro de turbiedad se ha obtenido el valor de remoción del 12.36%.



Fuente: Elaboración propia.2017.

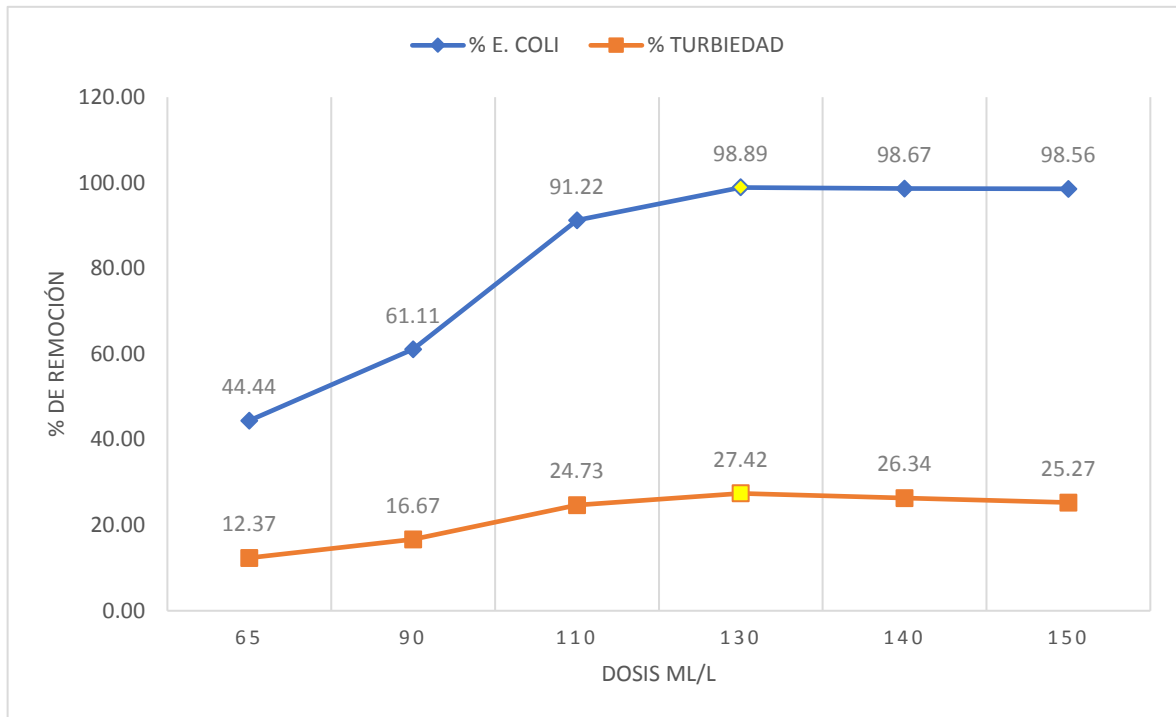
Gráfica 3 Porcentaje de remoción con almidón de yuca

TABLA 12 PORCENTAJE DE FLOC REMOVIDO POR EL COAGULANTE AGUA NATURAL DE PLÁTANO

N° DE JARRA	DOSIS APLICADA COAGULANTE ml/l	% TURBIEDAD	% ESCHERICHIA COLI
1	65	12.37	44.44
2	90	16.67	61.11
3	110	24.73	91.22
4	130	27.42	98.89
5	140	26.34	98.67
6	150	25.27	98.56

Se observa en la gráfica N° 04 el porcentaje alcanzado por el coagulante agua natural de plátano con la dosis de 130 ml/l, obteniendo un valor de remoción del

27.42 % en cuanto al parámetro de turbiedad y con respecto al parámetro de Escherichia coli se ha obtenido un buen remoción registrando el valor de 98.89%. Finalmente se denota una buena remoción de este contaminante con la dosis mencionada.



Fuente: Elaboración propia.2017.
Gráfica 4 Agua natural de plátano

Variaciones de PH en los ensayos

Al analizar la variación del PH en los ensayos realizados donde se obtuvieron variaciones mínimas en cuanto cada coagulante. El PH se mantuvo entre el rango de aceptación según el estándar de calidad del agua de 7.5 a 8.5

IV. DISCUSIÓN

- ❖ Se obtuvieron las remociones por medio del coagulante agua natural de plátano un 27.42% en cuanto a la turbidez, en el trabajo realizado por ARAUZ *et al.*, 2015 registraron el 55.65% de remoción de turbiedad con el coagulante tanino de plátano
- ❖ con respecto al *Escherichia coli* se registró el 98.89% ambas remociones fueron con dosis de 130 ml/l .se infiere que la remoción de estos contaminantes se dió por el mecanismo de neutralización de carga y comprensión de la doble capa.
- ❖ La remoción de *Escherichia Coli* se puede corroborar con la teoría donde los compuestos poli fenólicos se comportan como un compuesto antibacteriano y su principal constituyente del poli fenólico es el ácido elágico que tiene la capacidad para formar complejos con otras moléculas.
- ❖ El almidón de yuca removió el 12.36% respecto a la turbidez con dosis de 3 mg/l , turbiedad inicial de 186 y final de 163 NTU ,en los resultados reportados por (GABRIELA *et al.*, 2014), logra remover la turbiedad en un 52.75%, con la aplicación 2 mg/l de dosis, con una turbiedad inicial de 9.82 y una final 4.64 NTU. Al comparar los resultados por CALDERA *et al.*, (2007) en su investigación empleó el coagulante obtenido a partir de la moringa y registraron porcentajes de remoción de 80.1% de turbidez, con dosis de 500mg/l, el almidón de yuca requiere menor dosis.
- ❖ Con respecto al parámetro microbiológico *Escherichia Coli* se obtuvieron resultados con una remoción en 16.67% con dosis de 3 mg/l
- ❖ Se infiere que la reducción de la turbidez se dio por el mecanismo de adsorción, formación de puente, debido a que el almidón de yuca posee mayoritariamente almidón en su composición, moléculas poliméricas de alto peso molecular. APARICIO, (2003). en donde estos pueden adsorber las partículas suspendidas del agua en uno o más puntos fijos de adsorción, lo que permite dejar al resto de la cadena libre, de forma que pueda flotar y adherirse a su vez a otro coloide. De esta manera formar así un puente molecular que une una partícula con otra. Este fenómeno permite la aglutinación de las partículas coloidales del agua.
- ❖ Los pH en los dos tratamientos no sobresalieron del rango establecido por los estándares de la calidad del agua.

V.CONCLUSIONES

- El coagulante agua natural de plátano obtuvo una mayor eficiencia en cuanto a los dos parámetros estudiados (turbiedad, E. coli) con dosis de 130 mg/l.
- El coagulante almidón de yuca la dosis óptima fue de 3 mg/l, la cual ha permitido una turbiedad remanente de 12.36% y 16.67 % de Escherichia coli
- El coagulante agua natural de plátano logro alcanzar la remoción de la turbiedad con el 27.42% y la Escherichia coli con el 98.89% con la dosis 130 ml/l .
- La remoción de la turbiedad con el agua natural de plátano se obtuvo con el 15.06 puntos porcentuales sobre la remoción con el almidón de yuca, ubicándose, así como el coagulante con mayor eficiencia.
- La investigación facultó determinar que los coagulantes tienen las características de que se pueden ser usados como coagulantes principales para tratamientos primarios del agua.
- Las aplicaciones de este tipo de coagulantes son beneficiosas para las comunidades rurales en vista de que pocos tienen el sistema de agua potabilizada y se tiene el insumo disponible en sus terrenos agrícolas.

VI. RECOMENDACIONES

- Estudiar la eficiencia del almidón de yuca con mezcla de sulfato de aluminio para tratar aguas con niveles de turbiedad mínimos.
- Se debe de seguir indagando a este coagulante agua natural de plátano para hallar la manera de como poder potencializarlo, tal vez mejorando sus propiedades fisicoquímico, o realizando mezclas.
- Se recomienda hacer uso de estos coagulantes almidón de yuca y agua natural de plátano con niveles de turbiedades mínimas
- Continuar estudios sobre el coagulante del agua de plátano, ya que evidencio un buen resultado en cuanto al parámetro microbiológico Escherichia Coli, en condiciones de coagulante nativo, lo que implica realizar en próximos estudios rescatar la propiedad de coagulante del conjunto.

VII. REFERENCIAS

- AGUILAR, M.I [et-al]. Tratamientos fisicoquímicos de aguas residuales: coagulación y floculación. Murcia, servicio de publicaciones. 2002. p.59. ISBN: 84-8372-308-x.
- APAZA, Hugo. Tratamiento ecológico una alternativa para la purificación de aguas contaminadas destinadas a riego. Universidad católica santa maría. Arequipa-Perú. [consulta:21 de octubre 2016]. disponible en: <http://cies.org.pe/es/articulo/tratamiento-ecologico-una-alternativa-sustentable-para-la-purificación-de-aguas>
- ARAÚZ, F. [et al]. Tratabilidad de efluentes residuales por medio de un coagulante natural a base de tanino del pseudotallo del plátano. Revista de Iniciación Científica, 2015, vol. 1, no 1, p. 51-55.
- ARBOLEDA, Jorge. *Teoría y práctica de la purificación del agua*, 1992
- BLASCO, G Y GÓMEZ F. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). [consulta enero de 2017]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/veracruzana/muv-2014/muv142d.pdf>
- BOURKE, Mike. Full Scale Study of Chemically Enhanced Primary Treatment in Riviera de Sao Lourenco, Brazil. (Master's thesis) Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering. Cambridge, USA. (2000)
- CÁRDENAS YOLANDA, Andía. tratamiento de agua: Coagulación y floculación, [en línea]. Lima sedapal, abril del 2000. Pág. 6- 34. [consulta:17 de octubre 2016]. Disponible en: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154
- CEPIS.Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua.[en linea].peru.[consulta:27 de octubre].disponible en: https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRACTICA%20FINAL%20PARA%20EMPASTAR.pdf
- DIAZ, José. Coagulantes-floculantes orgánicos elaborados de plantas para el tratamiento de aguas contaminadas. [en línea]. Tesis de Maestría universidad Pedagógica Nacional de Francisco Morazán San pedro Sula Cortez. [consulta:18 de octubre 2016]. Disponible en.

<http://repositorio.upnfm.edu.hn:8081/xmlui/bitstream/handle/12345678/94/TESIS%20DE%20NAHUM.pdf?sequence=1>

- DURAND, J. [et al.]. *aguas potables para consumo humano gestion y control decalidad*. Madrid_España: universidad nacional de educacion a distancia. (2005).p.30. ISBN:84-362-5149-0
- DURAND, J. [et al.]. (*aguas potables para consumo humano gestion y control decalidad*). Madrid_España: universidad nacional de educacion a distancia. (2005).p.47. ISBN:84-362-5149-0
- DURAND, J.[et al.].*aguas potables para consumo humano gestion y control decalidad*. Madrid_España: universidad nacional de educacion a distancia. (2005).pp.300-302. ISBN:84-362-5149-0
- EMPRES, Boletín de enfermedades transfronterizas de los animales.[en línea].disponible: <http://cursa.ihmc.us/rid=1R8NBFSZC-1WNBTTN-2XNC/e.coli.pdf>
- FERNANDA, L. [et al]. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. [en línea]. programa de ingeniería ambiental. Universidad católica Manizales, Colombia. [consulta:15 de octubre 2016]. disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2014000100003.
- GERARD, Kiely. *fundamentos,entornos,tecnologias y sistemas de gestion*. españa: MG. GRAW-HILL. 1999.p.292.
- LEY N° 26821. Ley orgánica del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. [en línea]. Peru,1997. [consulta:23 de noviembre 2016]. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/media/95192/ley_26821.pdf
- ONU. Objetivos del desarrollo del milenio. [en línea]. [consulta 20 de octubre 2016]. disponible en: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml
- OROZCO, B. [et, al]. Contaminación ambiental una visión desde la química. España: universidad de Burgos. 2000.
- POMPILIO, Carlos. Uso de floculantes de origen natural en el tratamiento del agua en términos de turbidez. [en línea]. Huaraz Perú. [consulta: 4 de noviembre de 2016]. disponible en: <https://es.scribd.com/document/317375962/Monografia-uso-de-Floculantes->

de-Origen-Natural-en-El-Tratamiento-Del-Agua-en-Terminos-de-Turbidez-en-El-Rio-Santa-Huaraz.

- RODRIGUEZ, John. Uso de extractos naturales (Manihot Esculenta) para tratamiento de aguas con contenido de residuos orgánicos. [en línea]. Tesis. Universidad de santa catalina, Janeiro, Brasil,2012. [consulta:16 de octubre 2016]. disponible: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96469/300018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- TRUJILLO, D. [et., al]. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. 2014. P.35.
- UNEP.natural capital accounting and water quality:commitments, benefits, needs and progress.[fecha de consulta:2 de noviembre 2016]. disponible en: <http://ieep.org.uk/assets/1321/1312-UNEP-TEEBwaterQualityBriefing-Brochure-bd.pdf>
- VIRGILIO, F. [et al.,] 2010.Propiedades químicas e industriales del ácido elálgico.disponible en: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%203/AQM3propiedades.html>
- XAVIER, Elias.reciclaje de residuos industriales.españa:Dias Santos.p.600. ISBN:978-84-7978-835-3.

ANEXOS

INSTRUMENTOS

PLÁSTICO			VIDRIO		
CANTIDAD	FECHA	FIRMA	CANTIDAD	FECHA	FIRMA
NOMBRE					
FECHA					
NOMBRE DEL SITIO EN ESTUDIO:			DEPARTAMENTO:		
DIRECCIÓN DEL PREDIO:			PROVINCIA:		
TIPO DE AGUA:			DISTRITO:		
NOMBRE DEL PUNTO DE MUESTREO:			OPERADOR:		
COORDENADAS UTM:			DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFICIE:		
			CAUDAL:		
TÉCNICA DE MUESTREO:			INSTRUMENTO USADO:		
COMENTARIOS:			CROQUIS:		

Fuente: elaboración propia con especificaciones adaptada del protocolo de monitoreo

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DEL MANIHOT ESCULENTA (YUCA)

FECHA:	LUGAR DE OBTENCION:	CANTIDAD EN CRUDO (PESO):	EDAD DE LA PLANTA:
NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA:			
DESCRIPCION FISICA DEL PRODUCTO	CARACTERISTICA FISICA DE LA MATERIA	LUGAR DE ELABORACIÓN	
	COLOR		
	SABOR		
	TEXTURA		
	ESTADO		
	CANTIDAD EN ALMIDON		

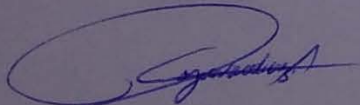
FICHA DE CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DE MUSA PARADISIACA (PLÁTANO)

FECHA:	LUGAR DE OBTENCION:	CANTIDAD DE TALLOS CORTADOS:	EDAD DE LA PLANTA:	
NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA:				
DESCRIPCION FISICA DEL PRODUCTO	CARACTERISTICA FISICA DE LA MATERIA		LUGAR DE ELABORACION	HORAS DE ESPERA DESPUÉS DEL CORTE:
	COLOR			
	SABOR			
	TEXTURA			
	ESTADO			
	CANTIDAD EN VOLUMEN			

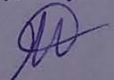
FICHA DE CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DE MUSA PARADISIACA (PLÁTANO)

FECHA:	LUGAR DE OBTENCION:	CANTIDAD DE TALLOS CORTADOS:	EDAD DE LA PLANTA:
NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA:			
DESCRIPCION FISICA DEL PRODUCTO	CARACTERISTICA FISICA DE LA MATERIA		HORAS DE ESPERA DESPUÉS DEL CORTE:
	COLOR		
	SABOR		
	TEXTURA		
	ESTADO		
	CANTIDAD EN VOLUMEN		

Lorenó VIDALINO GONZALEZ.


CIP 77089

CINTHYA FALSE JURADO


CIP: 143463

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DEL MANIHOT ESCULENTA (YUCA)

FECHA:	LUGAR DE OBTENCION:	CANTIDAD EN CRUDO (PESO):	EDAD DE LA PLANTA:
NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA:			

CARACTERISTICA FISICA DE LA MATERIA		LUGAR DE ELABORACION	DESCRIPCION FISICA DEL PRODUCTO
COLOR			
SABOR			
TEXTURA			
ESTADO			
CANTIDAD EN GRAMOS			
ALMIDON			

Localidad: Urdunaga EOPDES. CINTHYA FARJE SURDO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Tipo de investigación aplicativo Enfoque de estudio Cuantitativo Nivel de investigación Descriptivo Diseño de investigación El estudio empleará el diseño experimental. Población Todas las aguas del riachuelo Santa Unidad de análisis: agua del riachuelo Muestra Realizaremos el experimento con una cantidad de 27 litros de agua del riachuelo Santa Técnicas la técnica utilizada fue principalmente por observación y tomando en cuenta el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, tales como el etiquetado, procedimiento para la toma de muestra, conservación y transporte de las muestras
¿Cuál es la eficiencia del coagulante natural almidón de yuca y agua de plátano para remover la turbidez y E. Coli del riachuelo Santa Perené 2017?	Determinar la eficiencia del coagulante natural almidón de yuca y agua de plátano para remover la turbidez y E. coli del riachuelo Santa Perene 2017	H ₁ el coagulante almidón de yuca es más eficiente para remover la turbiedad y E. Coli, en comparación al coagulante agua natural de plátano H ₀ el coagulante almidón de yuca es menos eficiente para remover la turbiedad y E. Coli ,en comparación al coagulante agua natural de plátano	
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específica	
¿Cuál será la dosis óptima del almidón de yuca y agua natural de plátano que permite remover la turbiedad y E. Coli en las aguas del riachuelo Santa?	Establecer la dosis optima del almidón de yuca y agua natural de plátano que permite remover la turbidez y E. coli en las aguas del riachuelo Santa	H ₁ a mayores concentraciones de las dosis de almidón y agua natural de plátano mayor será su capacidad para remover la turbiedad y la E. coli de las aguas del riachuelo Santa	
¿Cuál será el porcentaje de floc removido por acción del coagulante almidón de yuca y agua natural de plátano mediante la prueba de jarras?	Calcular el porcentaje de floc removido por acción del coagulante almidón de yuca y agua natural de plátano mediante la prueba de jarras	H ₁ la capacidad de los coagulantes para la remoción tendrán la superioridad del 50% de floc removido	

SOLICITUD

Solicito: Uso del equipo de prueba de jarras

Dr. Lila Tapia Nuñez

Yo, Roger Rivera Huanay identificado con DNI N° 43927543, domiciliado en la av metropolitana distrito de comas N.° 1141, ante usted me presento y expongo:

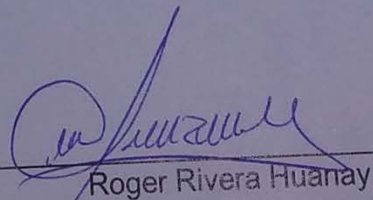
Solicito a usted que se me permita el uso del equipo de prueba de jarras para mi desarrollo de mi tesis, titulado "Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca y plátano para remover turbidez y E. coli del riachuelo Santa perené Chanchamayo 2017".

Por tal motivo, solicito su apoyo y me comprometo a hacer el uso de manera cuidadosa.

Por lo expuesto:

Ruego a usted acceder a lo solicitado por ser de justicia.

Lima, 06 de junio de 2017


Roger Rivera Huanay

DNI 43927543

UNIVERSIDAD CESAR VAL
JEFATURA DE LABORATORIO
RECIBIDO
06 JUN. 2017
N° Reg: _____
Firma: STA A / Hora: 7:11











UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1705295 - LMT

SOLICITANTE : ROGER RIVERA HUANAY

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1705295) TESTEO

PROCEDENCIA : No Especifica
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 1000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 05 - 17
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 05 - 18
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 05 - 18
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 05 - 25

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1705295	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	90 x 10	< 2.2

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: El valor <2.2 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de mayo de 2017

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: Imt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: Imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1705294 - LMT

SOLICITANTE : ROGER RIVERA HUANAY

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1705294) RIACHUELO (04-P)

PROCEDENCIA : No Especifica
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 1000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 05 - 17
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 05 - 18
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 05 - 18
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 05 - 25

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1705294	Agua de Consumo (DIGESA)*
1Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	10	< 2.2

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: El valor <2.2 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

1SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

La Molina, 25 de mayo de 2017

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS - ALMIDON DE YUCA

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
DOSIS	6	3	30	14,83	9,517	90,567
TURBIEDAD	6	163	182	171,50	8,044	64,700
E.COLI	6	750	764	756,83	6,242	38,967
N válido (por lista)	6					

ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS - A. NATURAL DE PLATANO

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
DOSIS	6	65	150	114,17	32,314	1044,167
E. COLI	6	10	500	160,67	211,788	44854,267
TURBIEDAD	6	135	163	144,83	11,392	129,767
N válido (por lista)	6					

TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

Estadísticos

		DOSIS	E. COLI	TURBIEDAD
N	Válido	6	6	6
	Perdidos	0	0	0
Media		114,17	160,67	144,83
Mediana		120,00	46,00	139,50
Moda		65 ^a	10 ^a	135 ^a
Desviación estándar		32,314	211,788	11,392
Varianza		1044,167	44854,267	129,767
Mínimo		65	10	135
Máximo		150	500	163
Suma		685	964	869

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: elaboración propia con el programa spss



