



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

“EFICIENCIA DE LA CÁSCARA DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) Y LA
CÁSCARA DE YUCA (*Manihot Esculenta*) EN LA REMOCIÓN DE
MATERIA ORGÁNICA EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL
PARQUE MARÍA REICHE, MIRAFLORES - 2018”

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JULINHO MARTIN RAMOS MARCOS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

LIMA, PERÚ

MAYO 2019

DEDICATORIA:

A Dios, a mi familia, a mis padres, hermanos y sobrinas, por todo su apoyo incondicional brindado día a día en el transcurso de la realización de la tesis.

A mis amigos con los que pude contar moralmente para ser un buen profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a dios por haberme guiado en esta profesión, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi Padre Samuel y mi Madre Gladys a quienes amo demasiado, gracias por darme la fuerza y el coraje para alcanzar mis metas, a mis hermanos Judit, Juan y Junior, por confiar siempre en mí y alentarme a diario a luchar por mis metas. A mi pareja Mercedes, por su apoyo incondicional y por llenar mi vida de alegrías y amor.

A mi asesor, por el tiempo brindado y el apoyo técnico para realizar el presente trabajo de investigación.

El Autor

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE GRAFICOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	CARACTERIZACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	18
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2.1	Problema general	19
1.2.2	Problemas específicos.....	19
1.3	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	20
1.3.1	Objetivo general	20
1.3.2	Objetivos específicos	20
1.4	JUSTIFICACIÓN	20
1.5	IMPORTANCIA	21
1.6	LIMITACIONES.....	21

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1	MARCO REFERENCIAL	23
2.1.1	Antecedentes de la investigación.....	23
2.1.2	Referencias teóricas	26
2.2	MARCO LEGAL	27
2.2.1	Ley N° 28611 – “Ley General del Ambiente”	27
2.2.2	Ley N° 29338 – “Ley de Recursos Hídricos”	27
2.2.3	Decreto Supremo N° 001-2010- MINAGRI – “Reglamento de ley de Recursos Hídricos”	27
2.2.4	Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM – “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”	27
2.2.5	Decreto Supremo N° 003-2010- MINAM – “Aprueban los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domesticas o Municipales”	28
2.2.6	Decreto Supremo N° 001-2015- VIVIENDA – “Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009- VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, así como de su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2011- VIVIENDA y modificado por el Decreto Supremo N° 010-2012- VIVIENDA”	28

2.2.7	Resolución Ministerial N° 273-2013- VIVIENDA – “Aprueban el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales – PTAR”	28
2.3	MARCO CONCEPTUAL	28
2.3.1.	Términos Básicos	28
2.4	MARCO TEÓRICO	30
2.4.1	Eficiencia	30
2.4.2.	Coagulación	31
2.4.2.1.	Mecanismo de la Coagulación.....	32
2.4.2.2.	Clases de Coagulantes.....	35
2.4.2.3.	Los factores principales de la coagulación.....	35
2.4.2.4.	Etapas o Fases de la Coagulación	36
2.4.2.5.	Tipos de Coagulación.....	37
2.4.2.6.	Remoción de turbiedad	38
2.4.3.	Floculación	39
2.4.3.1.	Tipos de Floculación	40
2.4.3.2.	Parámetros de la Floculación	41
2.4.3.3.	Factores que influyen en la floculación	41
2.4.4.	Floculantes.....	41
2.4.5.	Coagulantes y Floculantes Naturales.....	42
2.4.5.1.	Ventajas del uso de coagulantes y floculantes	43
2.4.6.	Papa.....	43
2.4.6.1.	Taxonomía de la papa (Solanum tuberosum).....	44
2.4.6.2.	Cascara de papa.....	44

2.4.6.3. Almidón de papa.....	45
2.4.7. Yuca.....	45
2.4.7.1. Almidón de yuca.....	46
2.4.8. Estructura química del Almidón.....	46

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1 Metodología de la Investigación.....	48
3.1.1 Método	48
3.1.1.1 Ubicación geográfica	48
3.1.1.2 Procedimiento para la toma de muestras.....	49
3.1.1.3 Método de Recojo de Datos	49
3.1.1.3.1. Almidón de papa (cascara)	49
3.1.1.3.2. Almidón de yuca.....	49
3.1.1.3.3. Recolección de muestra.....	52
3.1.1.3.4. Evaluación del coagulante.....	52
3.1.1.3.4.1. Almidón de papa	52
3.1.1.3.4.2. Almidón de yuca	52
3.1.1.3.5. Análisis del efluente post-tramiento.....	53
3.1.1.3.6. Comparación de resultados.....	53
3.1.2 Tipo de la investigación.....	55
3.1.3 Nivel de la investigación	55
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	55

3.3	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	56
3.3.1	Hipótesis general	56
3.3.2	Hipótesis específicas.....	56
3.4	VARIABLES	56
3.4.1	Variable independiente	56
3.4.2	Variable dependiente	56
3.5	COBERTURA DEL ESTUDIO	57
3.5.1	Universo	57
3.5.2	Población	57
3.5.3	Muestra	58
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN ..	58
3.6.1	Técnicas de la investigación	58
3.6.2	Instrumentos de la investigación	58
3.6.3	Fuentes.....	59
3.7	PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	59
3.7.1	Estadísticos	59
3.7.2	Representación.....	59
3.7.3	Técnica de comprobación de la hipótesis.....	60

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1	RESULTADOS	61
4.1.1	Medición de los Parámetros de las aguas residuales domesticas del Parque María Reiche.....	61
4.1.2	Análisis Inicial del agua residual doméstica y resultados del tratamiento aplicando la cascaras de papa y yuca.....	61
4.1.3	Análisis Final del Agua.....	62
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
4.3	ANALISIS ECONOMICO	81
4.4	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	82
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	86
	BIBLIOGRAFÍA	87
	ANEXOS	91

ÍNDICE DE ANEXOS

1. ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACION.....	92
2. ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	94
3. ANEXO N° 03A: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO.....	96
4. ANEXO N° 03B: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS EN EL LABORATORIO.....	98
5. ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRAFICO.....	100
6. ANEXO N° 05: CONFORMIDAD DE ASESOR EXTERNO	104
7. ANEXO N° 06: DATOS PARA EVALUACION DE PRUEBA ESTADISTICA INFERENCIAL DE LA TESIS	106
8. ANEXO N° 07: INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO.....	108
9. ANEXO N° 08: POWER POINT DE LA EXPOSICION.....	112
10. ANEXO N° 09: ANALISIS COSTO - BENEFICIO.....	113
11. ANEXO N° 10: RESULTADOS VS D.S. 003-2010 MINAM.....	118

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Porcentaje de almidón, proteínas, fibra y ceniza de algunas fuentes de almidón	43
Cuadro N° 2: Resultados iniciales de Agua Residual Domestica – Parque María Reiche	61
Cuadro N° 3: Análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con dosis de Papa	62
Cuadro N° 4: Análisis de la Demanda Química de Oxígeno con dosis de Papa	64
Cuadro N° 5: Análisis de Aceites y Grasas con dosis de Papa	66
Cuadro N° 6: Análisis de Solidos Suspendidos Totales con dosis de Papa.....	68
Cuadro N° 7: Análisis de Temperatura con dosis de Papa	69
Cuadro N° 8: Análisis de pH con dosis de Papa.....	70
Cuadro N°9: Análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con dosis de Yuca.....	71
Cuadro N°10 Análisis de la Demanda Química de Oxígeno con dosis de Papa	73
Cuadro N°11 Análisis de Aceites y Grasas con dosis de Papa	75
Cuadro N°12 Análisis de Solidos Suspendidos Totales con dosis de Papa.....	77
Cuadro N°13 Análisis de Temperatura con dosis de Papa	78
Cuadro N°14 Análisis de pH con dosis de Papa	79
Cuadro N°15 Presupuesto estimado	81
Cuadro N°16 Resultados de la prueba de normalidad	82
Cuadro N°17 Resultados de Prueba T-Student.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Fases de Coagulación	31
Figura 2 : Fuerza de atracción y repulsión	32
Figura 3 : Reestabilizacion de partículas	33
Figura 4 : Atrapamiento de partículas en un floc	34
Figura 5 : Efecto de puente de las partículas en suspensión	35
Figura 6 : Fases de la coagulación	37
Figura 7 : Coagulación por adsorción	37
Figura 8 : Coagulación por barrido	38
Figura 9 : Diagrama por remoción de turbiedad	39
Figura 10 : Floculación	40
Figura 11 : La papa	44
Figura 12 : Estructura de la papa	45
Figura 13 : La yuca	46
Figura 14 : Estructura molecular de amilasa.....	47
Figura 15 : Estructura molecular de amilopectina	47
Figura 16 : Mapa del distrito de Miraflores	48
Figura 17 : Método de recojo de datos.....	51
Figura 18 : Recolección de la muestra	54
Figura 19 : Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, María Reiche.....	57
Figura 20 : Malecón de Miraflores	57
Figura 21 : Muestra de agua residual	58

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 : Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con Dosis de Papa..	63
Grafico 2 : Determinación de la Demanda Química de Oxígeno con Dosis de Papa	65
Grafico 3 : Determinación de Aceites y Grasas con Dosis de Papa	67
Grafico 4 : Determinación de Solidos Suspendidos Totales con Dosis de Papa	68
Grafico 5 : Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno con Dosis de Yuca.....	72
Grafico 6 : Determinación de Demanda Química de Oxígeno con Dosis de Yuca	74
Grafico 7 : Determinación de Aceites y Grasas con Dosis de Yuca.....	76
Grafico 8 : Determinación de Solidos Suspendidos Totales con Dosis de Yuca.....	77

RESUMEN

Debido al incremento de la población mundial y la mala distribución del agua, este recurso de mucha importancia para la vida se va agotando. Las aguas residuales domésticas, presentan una composición típica respecto a los contaminantes, llegando a una concentración media de: SST 220 mg/l, DBO 220 mg/l DQO 50 mg/l y Grasas 100 mg/l. Las operaciones de Floculación –Coagulación, desestabilizan los coloides y surge la sedimentación reduciendo así la materia orgánica y la remoción de turbidez.

El objetivo de la presente investigación es evaluar la eficiencia de la cáscara de papa y yuca en la remoción de materia orgánica, en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores. El estudio es de naturaleza experimental, aplicada sobre una muestra de agua residual doméstica y una adición de coagulantes naturales para remover la carga orgánica presente en el agua residual. Los resultados demostraron la eficiencia del almidón de yuca en la remoción de la materia orgánica, con una disminución de DBO de 54.6% y la DQO de 54.7% y mientras que la cáscara de papa solo removió la DBO en 48.4% y la DBO en 41.2%. Como conclusión, se tiene que la cáscara de yuca es más eficiente como coagulante para remover materia orgánica, en las aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores, aplicando una dosis de 0.1 g.

--- *Palabras Claves:* Eficiencia, Remoción, Cáscara, Materia Orgánica, Aguas Residuales Domésticas.

Julinho Martin Ramos Marcos

ABSTRACT

Due to the increase of the world population and the bad distribution of water, this resource of great importance for life is running out. Domestic wastewater has a typical composition regarding contaminants, reaching an average concentration of: SST 220 mg / l, BOD 220 mg / l COD 50 mg / l and Greases 100 mg / l. The operations of Flocculation - Coagulation, destabilize the colides and the sedimentation arises reducing the organic matter and the removal of turbidity.

The objective of the present investigation is to evaluate the efficiency of potato and cassava husks in the removal of organic matter, in domestic wastewater from María Reiche Park, Miraflores. The study is of an experimental nature, applied to a sample of domestic wastewater and an addition of natural coagulants to remove the organic load present in the wastewater. The results demonstrated the efficiency of cassava starch in the removal of organic matter, with a BOD decrease of 54.6% and the COD of 54.7% and while the potato husk only removed the BOD in 48.4% and the BOD in 41.2 %. As a conclusion, cassava husk is more efficient as a coagulant to remove organic matter, in the domestic wastewater from María Reiche Park, Miraflores, applying a dose of 0.1 g.

----- *Keywords:* Efficiency, Removal, Shell, Organic Matter, Domestic Wastewater.

Julinho Martin Ramos Marcos

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es una creciente preocupación en todas las ciudades del mundo que se encuentran en vías de desarrollo. Las fuentes de agua natural están bajo la creciente amenaza de la contaminación, por lo tanto, las consecuencias son de gran alcance para la salud de la población infantil así también para el desarrollo económico y social de comunidades y naciones (UNICEF,2014).

En el Perú, se nota muy claramente un crecimiento en los niveles de contaminación ambiental, dañando los ecosistemas acuáticos aledaños por la descarga de los efluentes domésticos sin tratamiento previo ni control de las autoridades correspondientes.

Debido a determinadas características fisicoquímicas y biológicas que presentan las fuentes hídricas en su estado natural, por lo general estas no cumplen con los estándares mínimos de calidad exigidos para la mayoría de las aplicaciones donde se requiere este preciado recurso, en especial cuando se destina para consumo humano. Por ello, es muy importante que esta agua residual doméstica se someta a una serie de tratamientos previos antes de ser utilizada, para garantizar la remoción de contaminantes.

El tratamiento del agua cruda contempla un proceso fisicoquímico, conocido como coagulación y floculación. La coagulación, se define como la adición de sustancias químicas y/o la provisión de mezcla, para que las partículas suspendidas y algunos contaminantes disueltos floculen en partículas más grandes que se puedan retirar mediante distintos procesos de remoción de sólidos (Dempsey,2006).

Generalmente, los coagulantes y floculantes utilizados son sustancias minerales que incluyen sales metálicas tales como cloruro de polialuminio y polímeros sintéticos, como la poliacrilamida. El uso de estas sustancias químicas puede tener varias consecuencias ambientales como el incremento en la concentración de metal en el agua, que puede tener implicaciones en la salud humana, la producción de grandes volúmenes de lodos y entre otros.

En este sentido urge encontrar compuestos o sustancias que no impacten en el ambiente y tengan características de biodegradabilidad, es así que, en esta búsqueda se crea la posibilidad del uso de productos orgánicos de desecho como la cáscara de papa y yuca. Es así como las

nuevas tendencias en los procesos de coagulación-floculación aplican el uso de biopolímeros naturales como ayudante de coagulación por su comportamiento ecológico y bajo costo, entre ellos el almidón de vegetales.

La solución a la problemática de la falta de acceso al recurso hídrico debe encaminarse al desarrollo de nuevas técnicas, eficaces, sostenibles, económicas y sencillas de manejar, que sean socialmente aprobadas, y que permitan dotar de agua de calidad a la población mejorando así su situación sanitaria y condiciones de vida. En los últimos años se ha tenido gran interés en el desarrollo del uso de coagulantes naturales, ya que son biodegradables y seguros para la salud humana.

La contaminación de los cuerpos acuáticos provocado por la descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento ha motivado la presente investigación, cuyo objetivo es evaluar la eficiencia de la cascara de papa y yuca en la remoción de materia orgánica, a fin de proponer medidas de reducción y minimizar el impacto ambiental.

Julinho Martin Ramos Marcos

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA 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).

La calidad del agua es esencial para la existencia de los seres vivos y la calidad de las condiciones medioambientales. Los aguas residuales domésticas, presentan una composición típica respecto a los contaminantes, llegando a una concentración media de: Sólidos Suspendidos totales 220 mg/l, Demanda Bioquímica de Oxígeno 220 mg/l, Demanda Química de Oxígeno 500 mg/l y Grasa 100 mg/l (Metcalf y Eddy, 1979).

Es probable que las aguas residuales domésticas contengan sustancias químicas complejas y muchos otros productos tóxicos dependiendo la fuente que los genere. Lo que podría generar la disminución en el nivel de oxígeno en las fuentes de agua naturales y, por lo tanto, causar un cambio drástico en la vida acuática.

En la actualidad, el agua como se encuentra en la naturaleza, no puede ser usada de forma directa para el consumo humano, ya que no es pura biológicamente ni químicamente. Por ello se debe potabilizar el agua, lo cual representa costos muy altos, debido a que en su proceso se aplican una serie de sustancias químicas que por su composición producen impactos en el ambiente e incluso en el agua que se trata.

Los tratamientos para la purificación de agua cruda resultan ser de suma importancia para la sociedad, ya que de estos tratamientos depende la calidad del agua para consumo humano, doméstico y usos de diferente índole. Si dichos tratamientos se aplican de la manera correcta cada comunidad puede satisfacer el requerimiento esencial para la vida que es el agua pura (Guerrero, 1992).

Lima Metropolitana, con una población aproximada de nueve millones de habitantes y un espacio demográfico en crecimiento, padece la falta de este líquido elemento en especial en las zonas periféricas.

De acuerdo con el área de residencia y región natural, los hogares de Lima Metropolitana (93,2%), del área urbana (90,3%) y de la costa (89,4 %) son los que acceden en mayor medida al agua proveniente por red pública. Generando aproximadamente 1387 m³/día de Aguas Residuales (INEI, 2007). Lo que provoca la contaminación de los cuerpos de agua natural, ya sean superficiales o subterráneos, además de la formación de focos infecciosos y generación de malos olores. En cuanto a Lima (departamento) la cantidad de agua que no se trata es de 148 111 243 m³ por año (INEI,2007).

En este sentido la presente investigación pretende encontrar coagulantes naturales que ayuden en el proceso de un determinado uso, minimizando el empleo de coagulantes sintéticos, colaborando así en la reducción de impactos ambientales y esperando obtener un agua potable a menores costos operativos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la eficiencia de la cáscara de papa y yuca en la remoción de materia orgánica, en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores - 2018?

1.2.2 Problemas específicos

- A. ¿Cuáles serán los niveles de los parámetros fisicoquímicos en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores - 2018?
- B. ¿Cuál es la dosis optima de la cáscara de papa, que permite remover materia orgánica, en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores - 2018?

- C. ¿Cuál es la dosis optima de la cáscara de yuca, que permite remover materia orgánica, en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores - 2018?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar la eficiencia de la cáscara de papa y yuca en la remoción de materia orgánica, en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores – 2018.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles de los parámetros fisicoquímicos en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores – 2018.
- Determinar la dosis optima de la cáscara de papa en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores – 2018.
- Determinar la dosis optima de la cáscara de yuca en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores – 2018.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El agua potable es por excelencia el recurso de vital importancia que se necesita para sobrevivir, por tal razón, es imprescindible contar con sistemas de tratamientos que permitan la reducción de contaminantes presentes en los efluentes domésticos, así como el constante estudio e investigación para optimizar los procesos que se requieren en una planta para obtener un producto de mejor calidad, sin exceder en costos y velando por el bienestar de la población.

Este estudio permitió conocer la capacidad de remoción que posibilita impulsar su reuso y permitir como alternativa para el tratamiento de las aguas y hacerle frente a este déficit del agua, usando dos coagulantes naturales de bajo costo y de fácil uso como son la cáscara de papa y la cáscara de yuca. 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 como 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.

1.5 IMPORTANCIA

Con la ejecución del presente trabajo de investigación se pretende usar sustancias o componentes orgánicos inocuos al ambiente, tales como la cáscara de papa y cáscara de papa a bajo costo, que en su mayoría constituyen productos desechados, para remover materia orgánica en una muestra de agua cruda recolectada desde el punto de captación o entrada a la planta de tratamiento del Parque María Reiche. Impulsar de esta forma el desarrollo sostenible en nuestra comunidad, así como prevenir enfermedades provocadas por coagulantes químicos o causar problemas a los sistemas de tuberías a causa de la corrosión.

Los resultados del presente trabajo de investigación serán una contribución teórica, para poder reforzar los conocimientos ya existentes, con datos nuevos y además servirá para colaborar con el tratamiento de agua residuales implementando tecnología para la remoción de materia orgánica. De igual forma, estos componentes orgánicos pueden servir como un complemento previo, después de usar algún coagulante inorgánico, reduciendo los costos económicos de la operación.

Además, con la presente investigación, se podrá recuperar el agua para el riego de parques y jardines, minimizando el consumo de agua potable para realizar este servicio.

1.6 LIMITACIONES

Para hablar de limitaciones, tenemos que saber la viabilidad de la investigación, que es accesible a partir del financiamiento económico para poder realizar este trabajo. Las limitaciones de la investigación, en primera instancia es el tema presupuestal, se

tuvo financiamiento por parte del investigador, ya que no contaba con instituciones que quisieran invertir en la investigación. Se tuvo un limitado equipamiento en el laboratorio de la universidad para realizar las pruebas correspondientes, ya que no se cuenta con equipo Jar Test.

Otra limitación, fue el tiempo disponible del investigador, para realizarse la tesis debido al cruce de horarios con la jornada laboral. Así mismo, otra limitación fue la disponibilidad de muestra de agua residual para realizar los ensayos de investigación.

Capítulo II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- **MOLANO, J. (2016)**, en su tesis Tratamiento de efluentes de la industria alimentaria por coagulación - floculación utilizando almidón de *Solanum Tuberosum* L. “papa”, en la que tuvo como objetivo utilizar el almidón de *S. tuberosum* “papa” como alternativa al manejo convencional para el tratamiento de efluentes industriales, utilizando un método experimental que consistió en tomar la muestra del efluente alimentario y realizar las pruebas de jarras y usar como coagulante el almidón de papa como coagulante en dicho tratamiento , en la que se obtuvo como resultado que el DBO y el DQO son removidos con un porcentaje de 65,69 %,llegando a la conclusión que el almidón de papa puede remplazar a la poliacrilamida aniónica como floculante para remover turbidez y reducir cargas orgánicas de aguas residuales.
- **FERNANDEZ, MAX (2018)**, en su tesis Eficiencia de la cáscara de papa como coagulante para remover materia orgánica, en efluentes de la industria textil, Huachipa, muestra la eficiencia de la cáscara de papa, en el tratamiento de efluentes textiles , se compara los valores máximos admisibles con tratamiento y sin tratamiento , se evidencia que los valores obtenidos en el tratamiento del efluente textil en materia orgánica utilizando la cáscara de papa es eficiente, siendo la concentración óptima de 50 ml/l, dosis que disminuye el nivel de turbidez del efluente textil en un 34,7 %, sólidos suspendidos totales del efluente textil en un 42,7 %, la conductividad eléctrica del efluente textil en un 10,9%, pH del efluente textil en un 22,5 %, DQO del efluente textil en un 23,7 %, DBO5 del efluente textil en un 36,4 % y la temperatura es constante a 25 °C, siendo eficiente el tratamiento en un 60, 1 % en remoción de materia orgánica.

- **MOSCOZO (2015)**, realizó el estudio del uso de almidón de yuca como sustituto del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación-floculación en sistemas de tratamiento de agua para potabilización Guatemala. Mediante una investigación cuantitativa el presente trabajo de investigación plantea el uso del almidón de yuca como ayudante en el proceso de floculación - coagulación, el cual se analiza hasta qué porcentaje puede sustituir este al sulfato de aluminio en la dosis óptima para diferentes valores de turbiedad y también se realiza el análisis de la factibilidad técnica y económica del uso del almidón. Tiene como objetivo determinar la posibilidad de sustituir hasta un 40 % de sulfato de aluminio por almidón de yuca en el proceso de coagulación-floculación para la potabilización de agua y lograr turbiedades menores a las 5 NTU. Para dicho experimento cuantitativo se utilizó como metodología recolectar agua del grifo, a la cual se le aplicó caolín como elemento para lograr la turbiedad requerida en el estudio llevando a prueba de jarras las mezclas para determinar los resultados debido que el estudio pretendió establecer cuál es la dosis de sulfato de aluminio que puede ser sustituida por almidón de yuca en la dosis óptima en intervalos del 20 %, en cada uno de los porcentajes la prueba se realizó de acuerdo con el método Dunnet. Como variable dependiente se tiene a la turbidez del agua por medio de caolín y como variables independientes se tiene el almidón de yuca y el sulfato de aluminio, para el diseño estadístico se empleó un DCA para el análisis de varianza dando como resultados importantes que se puede sustituir hasta un 60 % de sulfato de aluminio por almidón de yuca, para que se cumpla los límites máximos permisibles según las normas establecidas con estos resultados podemos concluir que el almidón de yuca puede sustituir al sulfato de aluminio hasta un 60 % de la dosis óptima, para lograr valores de turbiedad inferiores a 5 NTU.
- **CABRERA Y RAMÍREZ. (2014)**, en su trabajo 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 UPC y final de 166.935 UPC. 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 ayuda a comprender que los coagulantes naturales se pueden usar como para un pretratamiento de las aguas contaminadas. Y que talvez 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.

- **AREA M, OJEDA S, BARBOZA O, BENGOCHEA D & FELISSIA F. (2010)**, disminuyeron los sólidos totales en suspensión de efluentes de pulpados quimimecánicos y semiquímicos, usando sales de hierro y aluminio como coagulantes y lograron reducciones del color, carbono orgánico total y turbidez de aproximadamente un 90%. En el tratamiento de precipitación química con policloruro de aluminio (PAC) fue más eficiente que con sulfato de aluminio, logrando reducciones de aproximadamente 95% en color y 40 % de DQO sobre el efluente. Con sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ como coagulante y polímeros como floculantes (en dosis entre 500 y 1250 mg/l y pH entre 4 y 9), se han reportado altas reducciones de turbidez, sólidos totales y demanda química de oxígeno (99%, 99,4% y 90 % respectivamente). Utilizando policloruro de aluminio (PAC) como coagulante sobre diferentes, se encontró que con una dosis de 3g/l se elimina aproximadamente el 80% de la DQO y el 90% del color.
- **BRAVAO, M. Y GUTIERREZ, J. (2016)**. En su tesis “Remoción de solidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del Rio Pollo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia Spinosa* (Tara)”, en la que tuvo como objetivo evaluar el porcentaje de la goma extraída de las semillas de *Caesalpinia Spinosa* (Tara) como un método de remoción de solidos

suspendidos totales y materia biodegradable en aguas del río Pollo, donde utilizaron un enfoque cuantitativo y método experimental que consistió en tomar dos muestras del río Pollo una sin tratamiento las cuales se caracterizaron con una turbidez 42.6 NTU , SST de 41 mg/l , DBO5 455 mg/l y DQO 821 mg/l y una con el tratamiento previo mediante la prueba de jarras , los resultados más eficiente fueron DQO 509 mg/l ,DBO5 262 mg/l ,SST 34 mg/l y turbidez de 8.92 NTU, llegando así a la conclusión que la goma de tara es efectiva en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del Río Pollo en Otuzco porque remueve los sólidos suspendidos y la materia orgánica.

2.1.2. Referentes teóricos.

Almidón de papa como coagulante natural: Los polímeros naturales tales como almidón, y celulosa han sido estudiados como una alternativa atractiva en los procesos de coagulación-floculación para la remoción de partículas suspendidas y coloidales, y una de las ventajas que presentan es que dichos polímeros naturales y sus derivados son biodegradables; asimismo, su degradación intermedia es inofensiva para el ser humano y el ambiente. Entre los más utilizados se encuentran los polisacáridos extraídos de los almidones de la papa, yuca y maíz. (Shogren, 2009)

Almidón de yuca como floculante: El almidón de yuca tiene una amplia gama de aplicaciones en la industria de alimentos, de papel y cartón, textil, farmacéutica y de adhesivos, entre otros. Sin embargo, la mayoría de los almidones usados en estos sectores son modificados, los cuales han sido desarrollados para reducir una o más de las limitaciones que tiene el almidón nativo para uso industrial. Las modificaciones en el almidón involucran el tratamiento del gránulo por medios físicos, químicos y bioquímicos que causan la ruptura de algunas o todas las moléculas, lo cual permite realzar o inhibir en el almidón propiedades como consistencia, poder aglutinante, estabilidad a cambios en el pH y temperatura, y mejorar su gelificación, dispersión o fluidez (Montoya, 2007).

Aguas residuales domésticas: Las aguas residuales domiciliarias, tal como salen de la casa, contienen distintos contaminantes que, de no ser tratados, pueden

afectar nuestra salud y la calidad del ambiente en el que vivimos (Mariñelarena,2006).

2.2 MARCO LEGAL

2.2.1 Ley N° 28611 – “Ley General del Ambiente”

Esta ley fue promulgada mediante Ley N° 28611 el 13 de octubre del 2005, teniendo como objetivo principal la ordenación del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento de deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

2.2.2 Ley N° 29338 – “Ley de Recursos Hídricos”

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

2.2.3 Decreto Supremo N° 001-2010- MINAGRI – “Reglamento de ley de Recursos Hídricos”

El Reglamento tiene por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que comprenden al agua continental: superficial y subterránea, y los bienes asociados a esta; asimismo, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, todo ello con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338.

2.2.4 Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM – “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo

establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo.

2.2.5 Decreto Supremo N° 003-2010- MINAM – “Aprueban los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domesticas o Municipales”

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

2.2.6 Decreto Supremo N° 001-2015- VIVIENDA – “Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009- VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, así como de su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2011- VIVIENDA y modificado por el Decreto Supremo N° 010-2012-VIVIENDA”

Apruébese los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 que forman parte integrante de la presente norma

2.2.7 Resolución Ministerial N° 273-2013- VIVIENDA – “Aprueban el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales – PTAR”

Estandarizar la metodología para el desarrollo del monitoreo de la calidad del agua residual tratada (efluente), de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR). Además, es aplicable al agua residual cruda (afluente) que ingresa a la PTAR.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Términos básicos

- **Dosis óptima del coagulante**

Proceso donde se agregan cantidades de sustancias químicas al agua a tratar, para obtener su clarificación, para la obtención de un floc su distribución debe ser uniforme. La etapa de la coagulación prepara al efluente a tratar para la sedimentación de los sólidos en suspensión, una dosis óptima permitirá la desestabilización de sustancias coloidales en el agua. En este proceso se removerá los sólidos en suspensión, la turbidez, las bacterias, algas, color, olor, sabor, etc (Romero,2009).

- **Prueba de jarras**

Esta prueba se trabaja a escala de laboratorio para luego representarla en las plantas de tratamiento, consiste en agitar la muestra a tratar mediante agitadores programados en tiempo y velocidad, para posteriormente agregar la dosis de coagulante y floculante. (Barrera, 2014, p.204)

- **Granulometría**

La granulometría, de "gránulo", se refiere a los métodos de medición del tamaño de un grano y por extensión de una población de granos (Salager,2007).

- **Parámetros fisicoquímicos**

Los diferentes parámetros indicadores de contaminación o calidad de las aguas se clasifican según la naturaleza de la propiedad o especie que se determina. Así lo podemos definir en: parámetros de carácter físico, parámetros de carácter químico, parámetros de carácter radiactivo, parámetros de carácter microbiológico. (Orozco, 2004, p. 64-71)

- **Sólidos suspendidos totales (SST)**

Material constituido por los sólidos sedimentables, los sólidos suspendidos y coloidales que son retenidos por un filtro y secados a una temperatura de 103 a 105 °C. (Barrera, 2014, p. 204)

- **pH**

El pH determina el grado de acidez o basicidad en una determinada solución. Es un buen parámetro de carácter químico y tiene una gran influencia para poder definir la calidad de un cuerpo de agua y poder así determinar qué tipo de neutralización se aplicará al efluente industrial según la basicidad o acidez del agua, las aguas naturales tienen un cierto carácter básico, unos valores de pH comprendido entre 6,5 -8,5. (Orozco, 2004, p.64-71)

- **Temperatura**

Es un parámetro físico controlable, que modifica la viscosidad de los fluidos, por tanto, modifican la rapidez de coagulación y sedimentación. A mayor temperatura se logra sedimentaciones rápidas. Entonces la temperatura es un factor involucrado en el diseño de procesos, y no necesariamente en tratamiento de aguas. (Sierra, 2011, p. 174)

- **Demanda Bioquímica en el agua (DBO)**

Es la demanda de oxígeno que establecen los microorganismos del agua para disminuir la materia orgánica presente en la solución. La demanda de oxígeno es medida en cultivos donde se detienen por cinco días y mantenidos a 20 °C y se cuantifica con permanganato de potasio y solución de yoduro (Romero, 2009).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

DQO es la cantidad de oxígeno de reactivo químico para completa oxidación de materia orgánica no destruida por la actividad microbiana. Los valores de DQO son mayores que los de DBO. (Sierra, 2011, p.174)

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1. Eficiencia

Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (Diccionario de la Real Academia Española, 2014).

2.4.2. Coagulación

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. (Cardenas, 2010, p. 6-13)

En la siguiente figura 1 – Coagulación, se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas de la superficie del coloide permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos. La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos. El proceso de coagulación mal realizado también puede conducir a una degradación rápida de la calidad del agua y representa gastos de operación no justificadas. Por lo tanto, que se considera que la dosis del coagulante condiciona el funcionamiento de las unidades de decantación y que es imposible de realizar una clarificación, si la cantidad de coagulante está mal ajustada. (Cardenas, 2010, p. 6-13)

En esta figura se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos. (Cardenas, 2010, p. 6-13)

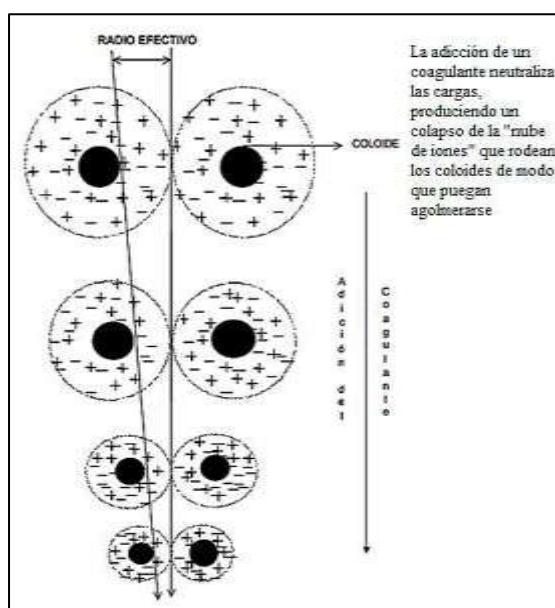


Figura 1. Coagulación (Ing. Andia Cardenas, 2000)

2.4.2.1 Mecanismo de la Coagulación

La desestabilización se puede obtener por los mecanismos fisicoquímicos siguientes:

- a) Compresión de la doble capa.
- b) Adsorción y neutralización de cargas.
- c) Atrapamiento de partículas en un precipitado.
- d) Adsorción y puente.

a) Compresión de la doble capa.

Cuando se aproximan dos partículas semejantes, sus capas difusas interactúan y generan una fuerza de repulsión, cuyo potencial de repulsión está en función de la distancia que los separa y cae rápidamente con el incremento de iones de carga opuesta al de las partículas, esto se consigue sólo con los iones del coagulante. Existe por otro lado un potencial de atracción o fuerzas de atracción E_a , entre las partículas llamadas fuerzas de Van der Waals, que dependen de los átomos que constituyen las partículas y de la densidad de estos últimos. Contrariamente a las Fuerzas de repulsión, las fuerzas de Van der Waals no son afectados por las características de la solución.

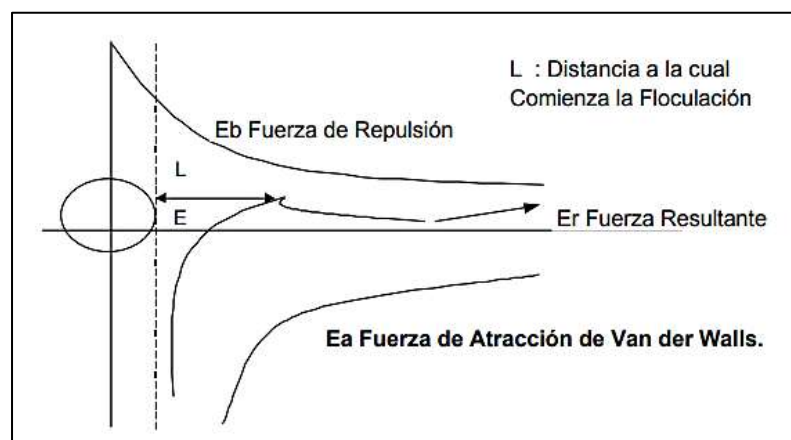


Figura 2. Fuerzas de Atracción y Repulsión (Ing. Andia Cardenas, 2000)

Si la distancia que separa a las partículas es superior a “L”, entonces las partículas, no se atraen. E es la energía que los mantiene separados.

b) Adsorción y neutralización de cargas.

Las partículas coloidales poseen carga negativa en sus superficies, estas cargas llamadas primarias atraen los iones positivos que se encuentran en solución dentro del agua y forman la primera capa adherida al coloide. El potencial en la superficie del plano de cizallamiento es el potencial electrocinético – potencial ZETA, este potencial rige el desplazamiento de coloides y su interacción mutua.

Después de la teoría de la doble capa la coagulación es la considerada como la anulación del potencial obtenido por adición de productos de coagulación – floculación, en la que la fuerza natural de mezcla debido al movimiento browniano no es suficiente requiriéndose una energía complementaria necesaria; por ejemplo, realizar la agitación mecánica o hidráulica.

Cuando se adiciona un exceso de coagulante al agua a tratar, se produce a la reestabilización de la carga de la partícula; esto se puede explicar debido a que el exceso de coagulante es absorbido en la superficie de la partícula, produciendo una carga invertida a la carga original.

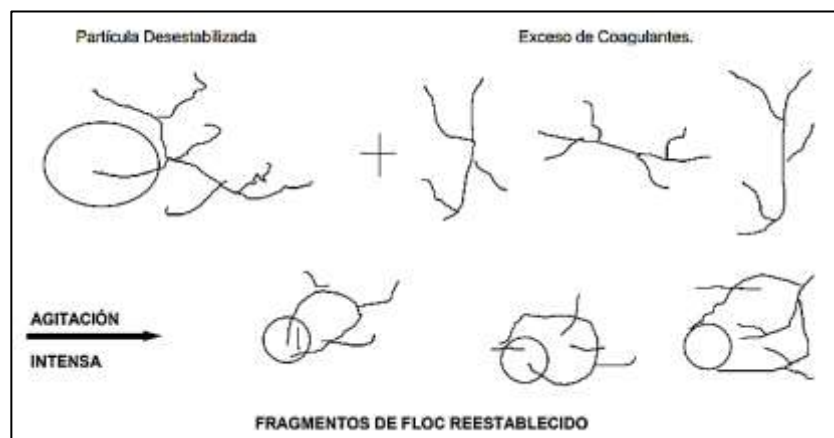


Figura 3. Reestabilización de partículas (Ing. Andia Cardenas, 2000)

c) Atrapamiento de partículas en un precipitado.

Las partículas coloidales desestabilizadas, se pueden atrapar dentro de un floc, cuando se adiciona una cantidad suficiente de coagulantes, habitualmente sales de metales trivalente como el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$, o Cloruro Férrico $FeCl_3$, el floc está formado de moléculas de $Al(OH)_3$ o de $Fe(OH)_3$. La presencia de ciertos aniones y de las partículas coloidales acelera la formación del precipitado. Las partículas coloidales juegan el rol de anillo durante la formación del floc; este fenómeno puede tener una relación inversa entre la turbiedad y la cantidad de coagulante requerida. En otras palabras, una concentración importante de partículas en suspensión puede requerir menor cantidad de coagulante.

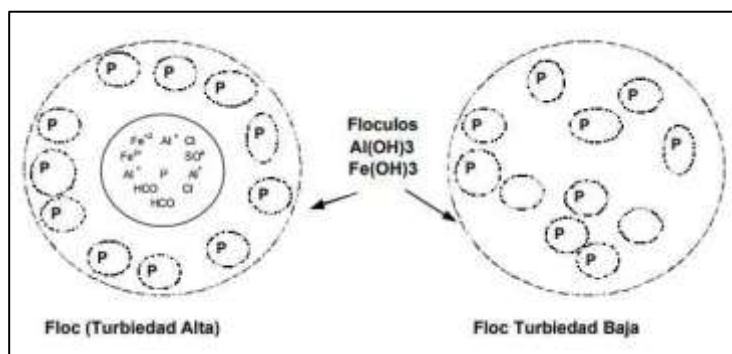


Figura 4. Atrapamiento de partículas en un floc (Ing. Andia Cardenas, 2000)

e) Adsorción y puente.

En cualquier caso, se obtiene el tratamiento más económico utilizando un polímero aniónico, cuando las partículas están cargadas negativamente. Este fenómeno es explicado por la teoría del “puente”. Las moléculas del polímero muy largas contienen grupos químicos que pueden absorber las partículas coloidales. La molécula de polímero puede así absorber una partícula coloidal en una de sus extremidades, mientras que los otros sitios son libres para absorber otras partículas. Por eso se dice que las moléculas de los polímeros forman el “puente” entre las partículas coloidales. Esto puede tener una reestabilización de la suspensión, por una excesiva carga de polímeros.

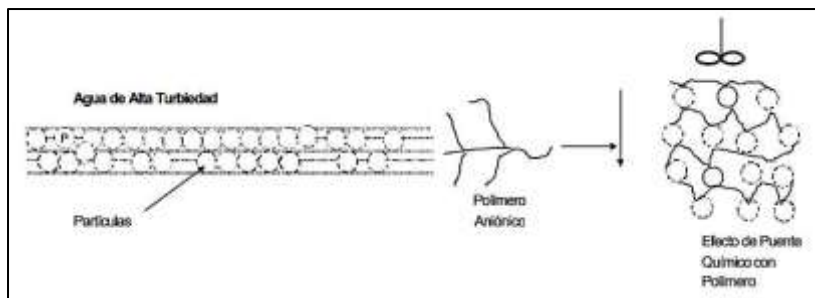


Figura 5. Efecto de puente de las partículas en suspensión (Ing. Andia Cardenas, 2000)

2.4.2.2. Clases de Coagulantes

Restrepo (2009) indica que los coagulantes utilizados en la práctica para agua potable son los siguientes:

- **Sales de Aluminio:** Forman un floc ligeramente pesado. Las más conocidas son: El Sulfato de Aluminio, $Al_2(SO_3) \cdot 14H_2O$, que en la práctica se le denomina como Alumbre; el Sulfato de Aluminio Amoniacal y el Aluminato Sódico
- **Sales de Hierro:** Se utiliza el Cloruro Férrico, $FeCl_3$, y los Sulfatos de Hierro Férrico y Ferroso, $Fe(SO_4)_3$ y $FeSO_4$. Forman un floc más pesado y de mayor velocidad de asentamiento que las sales de aluminio.
- **Polímeros o polielectrolitos:** Son compuestos complejos de alto peso molecular que se utilizan no propiamente como coagulantes sino como ayudantes de coagulación. La dosificación de estas sustancias se lleva a cabo en concentraciones muy bajas, lo cual es una gran ventaja y compensa el costo del polímero. Están siendo ampliamente empleados en el tratamiento de aguas potables ya que se produce una menor cantidad de lodos, adicionalmente el lodo producido es más fácilmente tratable.

2.4.2.3. Los factores principales de la coagulación

- **Estado de valencia:** entre mayor sea la valencia del ion, más efectivo resulta como coagulante.

- **Capacidad de cambio:** es una medida de la tendencia a cambiar cationes de baja valencia por otros de mayor valencia, provocando la desestabilización y aglomeración de partículas de forma muy rápida.
- **Tamaño de las partículas:** las partículas deben tener el diámetro menor a una micra. Las partículas con diámetro entre una y cinco micras, son muy grandes presentes en el floc.
- **Temperatura:** cambia el tiempo de formación del floc, entre más fría el agua, la reacción es más lenta y el tiempo de formación del floc es mayor.
- **Concentración de iones H⁺ o pH:** para cada coagulante hay por lo menos una zona de pH optima, en la cual una buena floculación ocurre en el tiempo más corto y con la misma dosis de coagulante.
- **Relación cantidad – tiempo:** la cantidad de coagulante es inversamente proporcional al tiempo de formación del floc.
- **Alcalinidad:** guarda la relación con el pH y por lo tanto el contenido de alcalinidad del agua es uno de los factores por considerar en la coagulación (Castrillón y Giraldo, 2012).

2.4.2.4. Etapas o Fases de la Coagulación

- El proceso de coagulación se desarrolla en un tiempo muy corto (casi instantáneo), en el que se presenta las siguientes etapas.
- Hidrólisis de los coagulantes y desestabilización de las partículas en suspensión.
- Formación de Compuestos químicos poliméricos.
- Adsorción de cadenas poliméricas por los coloides.
- Adsorción mutua de coloides.
- Acción de barrido.

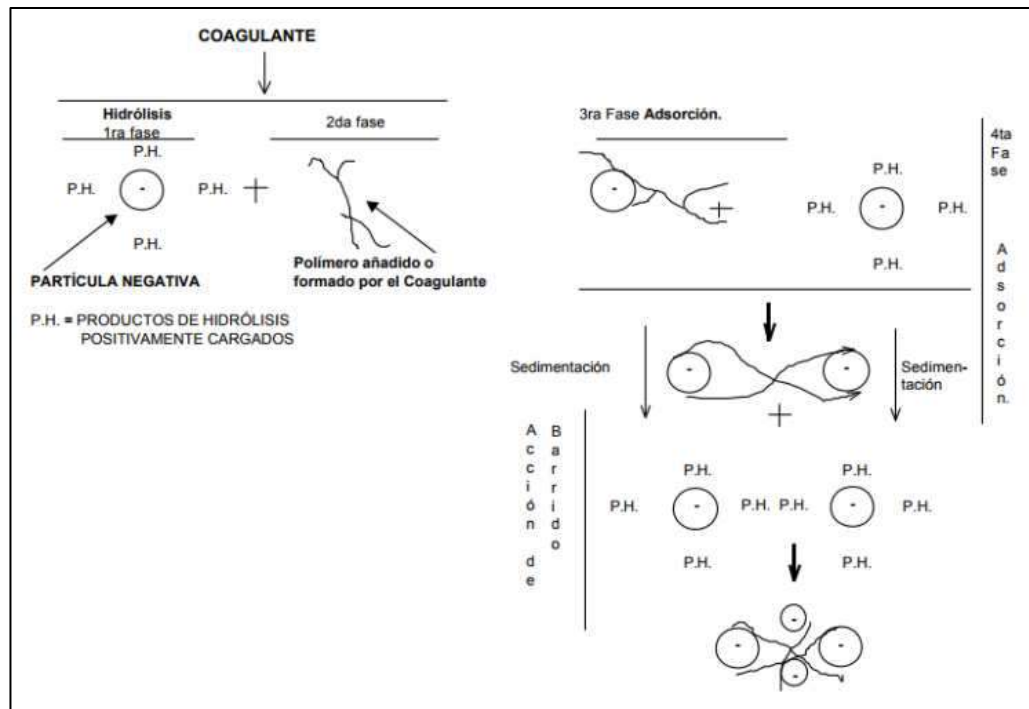


Figura 6. Fases de la Coagulación (Ing. Andia Cardenas, 2000)

2.4.2.5. Tipos de Coagulación

Se presentan dos tipos básicos de coagulación: Por Adsorción y Por Barrido.

a) Coagulación Por Adsorción: Se presenta cuando el agua presenta una alta concentración de partículas al estado coloidal; cuando el coagulante es adicionado al agua turbia los productos solubles de los coagulantes son absorbidos por los coloides y forman los floculos en forma casi instantánea.

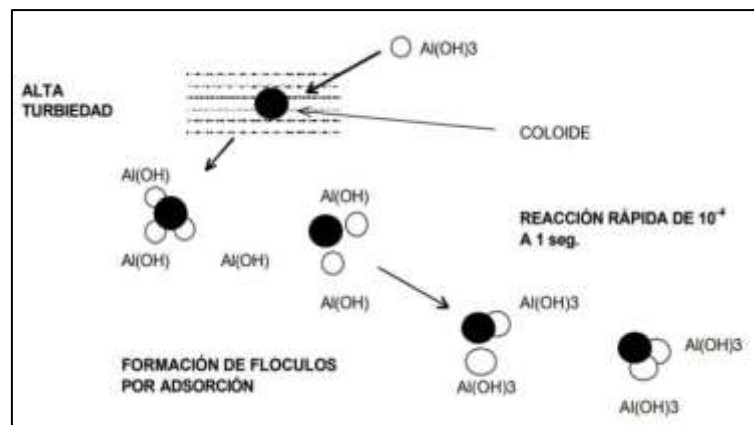


Figura 7. Coagulación por adsorción (Ing. Andia Cardenas, 2000)

b) Coagulación por Barrido: Este tipo de coagulación se presenta cuando el agua es clara (presenta baja turbiedad) y la cantidad de partículas coloides es pequeña; en este caso las partículas son entrampadas al producirse una sobresaturación de precipitado de sulfato de aluminio o cloruro férrico.

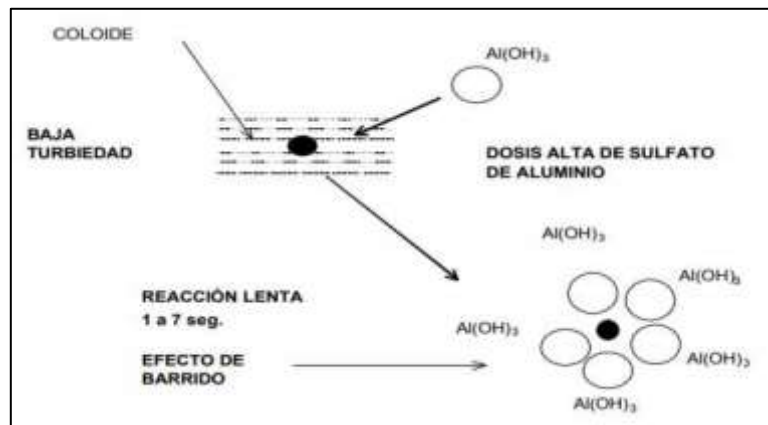


Figura 8. Coagulación por barrido (Ing. Andia Cardenas, 2000)

2.4.2.6. Remoción de turbiedad

Es una forma indirecta de medir la concentración de las partículas suspendidas en un líquido; mide el efecto de la dispersión que estas partículas presentan al paso de la luz; y es función del número, tamaño y forma de partículas. La turbiedad del agua superficial es gran parte debido a partículas de lodos de sílice de diámetros que varían entre 0.2 a 5 μm . La coagulación de estas partículas es muy fácil de realizar cuando el pH se mantiene dentro del rango óptimo. (Cardenas, 2010, p. 6-13)

La aplicación de una dosis creciente del coagulante al agua presenta diferentes zonas de coagulación.



Figura 9. Diagrama de Remoción de turbiedad (Ing. Andia Cardenas, 2000)

Zona 1: La dosis de coagulante no es suficiente para desestabilizar las partículas y por lo tanto no se produce coagulación.

Zona 2: Al incrementar la dosis de coagulantes, se produce una rápida aglutinación de los coloides.

Zona 3: Si se continúa incrementando la dosis, llega un momento en que no se produce una buena coagulación, ya que los coloides se reestabilizan.

Zona 4: Al aumentar aún más la dosis, hasta producir una supersaturación se produce de nuevo una rápida precipitación de los coagulantes que hace un efecto de barrido, arrastrando en su descenso las partículas que conforman la turbiedad.

2.4.3 Floculación

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar.

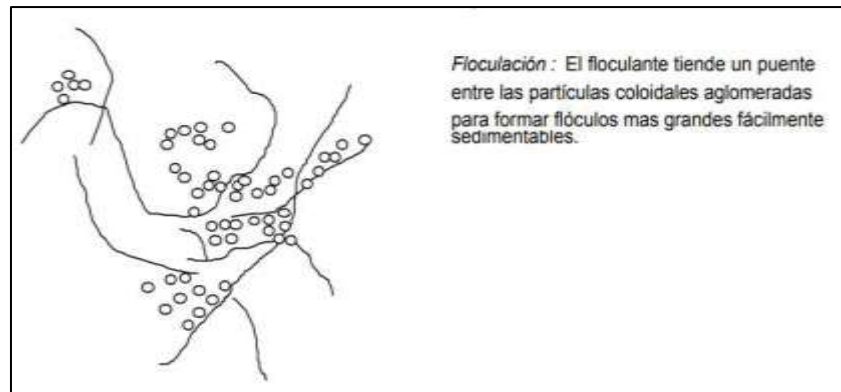


Figura 10. Floculación (Ing. Andia Cardenas, 2000)

Sucedan que los flóculos formados por la aglomeración de varios coloides no sean lo que suficientemente grande como para sedimentar con rapidez deseada, por lo que el empleo de un floculante es necesario para reunir en forma de red, formando puentes de una superficie a otra enlazando las partículas individuales en aglomerados.

La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del flóculo, sino que también aumenta su peso. La floculación puede ser mejorada por la adición de un reactivo de floculación o ayudante de floculación.

2.4.3.1. Tipos de Floculación.

Hay 2 tipos de floculación:

a) Floculación Pericinética: Está producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano.

b) Floculación Ortocinética: Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico. Después que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de los microflóculos; para que esto suceda

se produce primero la floculación pericinética luego se produce la floculación ortocinética.

2.4.3.2. Parámetros de la Floculación

Los parámetros que se caracterizan la floculación son los siguientes:

- ❖ Floculación Ortocinética (Se da por el grado de agitación proporcionada: Mecánica o Hidráulica).
- ❖ Gradiente de Velocidad (energía necesaria para producir la mezcla).
- ❖ Número de colisiones (choque entre microflóculos).
- ❖ Tiempo de retención (tiempo que permanece el agua en la unidad de floculación).
- ❖ Densidad y tamaño de floc.
- ❖ Volumen de lodos (los flóculos formados no deben sedimentar en las unidades de floculación).

2.4.3.3. 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

2.4.4. Floculantes

Los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy elevados moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques denominados monómeros, repetidos en cadenas larga.

Estos floculantes pueden ser de naturaleza: mineral, orgánico natural y orgánico de síntesis.

a) Floculantes Minerales: Se encuentra la sílice activada, que es el primer floculante empleado, que debe ser preparado antes de emplear, su preparación es tan delicada y presenta el riesgo de la gelatinización; produce la neutralización parcial de la alcalinidad de silicato de sodio en solución.

b) Floculantes Orgánicos Naturales: Son polímeros naturales extraídos de sustancias animales o vegetales.

c) Floculantes Orgánicos de Síntesis: Son los más utilizados y son macromoléculas de una gran cadena, obtenidos por asociación de monómeros sintéticos con masa molecular elevada de 10⁶ a 10⁷ gr./mol, estos se clasifican de acuerdo con la ionicidad de los polímeros:

- Aniónicos (generalmente copolímeros de la acrilamida y del ácido acrílico).
- Neutros o no iónicos (poliacrilamidas).
- Catiónicos (copolímero de acrilamidas + un monómero catiónico).

2.4.5. Coagulantes y Floculantes Naturales

Los polímeros naturales han sido utilizados como coadyuvante de floculación y filtración. Se forman en las reacciones bioquímicas naturales de los animales y plantas, como proteínas, carbohidratos y polisacáridos (almidón, glucósidos). Los que han tenido mejor rendimiento y tienen importancia para el uso de plantas de tratamiento de agua son: los compuestos algínicos, los derivados de la tuna y nopal, los almidones y semillas de algunas plantas (Romero, s.f).

Los almidones muestran una amplia gama de posibilidades, se han realizado muchos estudios en los almidones de yuca, maíz y papa, obteniendo grandes porcentajes de remoción de color y turbiedad, mejorando la calidad del efluente e incrementando la velocidad de sedimentación (Romero, s.f).

Cuadro N° 1 – Porcentaje de Almidón, proteínas, fibra y ceniza de algunas fuentes de almidón.

COMPONENTE	COMPOSICION (%)			
	Maíz	Trigo	Yuca	Papa
Almidón	55.5	64.0	21.5	20.0
Proteínas	8.2	12.5	1.1	2.1
Fibras	2.4	2.5	1.1	1.1
Ceniza	1.5	1.7	0.5	0.9

2.4.5.1. Ventajas del uso de coagulantes y floculantes

Sus principales ventajas radican en que:

- ✓ Mejoran la calidad de agua filtrada y decantada
- ✓ Reducción en el consumo de coagulantes primarios
- ✓ Reducción en el volumen de lodo sedimentado en el decantador
- ✓ Aumento de la remoción de microorganismos presentes en el agua cruda
- ✓ Mayor eficiencia en la desinfección, debido a la reducción de sólidos suspendido en el agua filtrada
- ✓ En algunos casos, la reducción de costos.

2.4.6. Papa

Es una planta originaria de América, la papa (*Solanum tuberosum*), teniendo como origen trazado en el Lago Titicaca (Bolivia –Perú) y en la zona norte del Perú. Su producción es a partir de los 80 a 90 días en delante de su sembrío. La adaptabilidad de la papa es a diversas condiciones de temperatura y suelos (Montaldo, 1984).



Figura 11. La papa (*Solanum Tuberosum*), de Glennm, 2011.

2.4.6.1. Taxonomía de la papa (*Solanum tuberosum*) (Contreras, 1999).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub clase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	S. Tuberosum

2.4.6.2. Cáscara de papa

En el sector industrial la cáscara de papa considerada sin valor, esta posee abundante contenido de almidón de excelente textura, se presenta en mayor viscosidad que el trigo o el maíz. La cáscara de papa representa un 1-2 % de fibra del total de la papa y esta se encuentra en la cobertura de la piel. En proteínas presentan un 2,1%. También presentan vitamina C (Vergara, Cuya y Cortes, 2008).

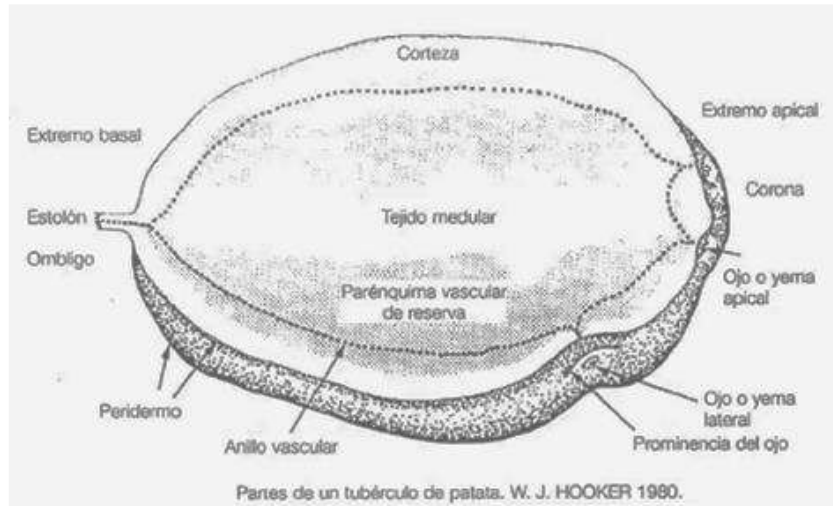


Figura 12. Estructura de la papa
Fuente: <http://www.tecnicoagricola.es/las-partes-de-la-patata/>

2.4.6.3. Almidón de papa

Las propiedades funcionales del almidón dependerán de la amilopectina y amilosa. Las características funcionales que presenta los almidones es que son: solubles, y poseen capacidad de retención de agua, tienen poder de hinchamiento, tendencia a retrogradar. El almidón de papa absorbe más agua mostrando un máximo inicial mayor, la temperatura de gelatinización es menor, la viscosidad del almidón de papa cae rápidamente durante el mantenimiento de la temperatura. (Teresa y Mejia, 2007, p.38)

2.4.7. Yuca

La yuca es una planta cultivada en varios países de América Latina por sus raíces comestibles. Es conocida científicamente como *Manihot esculenta crantz* y corresponde a la familia *Euphorbiaceae*. Se cree que uno de los focos en donde se originó mayormente es en Brasil y otro secundario en América Central (Cock, 1989). El arbusto se caracteriza por sus raíces tuberosas de gran diámetro que van en número de 5 a 10 por planta. Se usa principalmente como alimento o para producir almidón.



Figura 13. La Yuca

Fuente: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2016/12/06/-propiedades-yuca-137135.html>

2.4.7.1. Almidón de yuca

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.

2.4.8. Estructura química del Almidón

El almidón es una mezcla de dos sustancias: la amilosa y la amilopectina. Dichas macromoléculas se diferencian por su estructura y sus concentraciones son las que definen las propiedades y características del almidón.

- Estructura Amilosa

La amilosa es un polímero de cadena linear cuyo monómero base es la glucosa (ver Figura 1.4). Cada molécula se junta por medio de enlaces glucosídicos α -D-(1 \rightarrow 4). La cantidad de los iones hidroxilos presentes es la que da la propiedad hidrofílica o afinidad por el agua del almidón (Aristizábal y Sanchez, 2007).

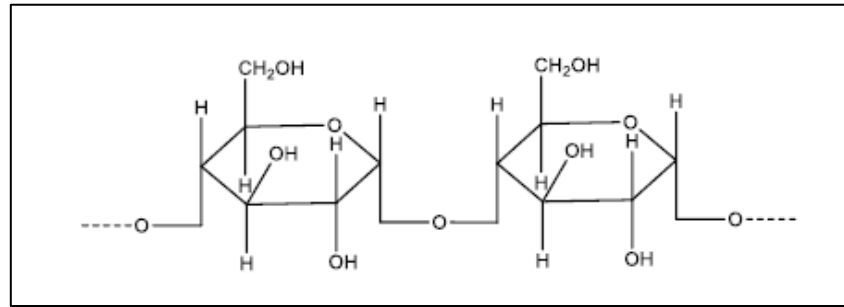


Figura 14. Estructura molécula de amilosa.
Fuente: Desiderio, M (2017)

- Estructura Amilopectina

La amilopectina es aquella de cadena ramificada cuyo monómero base es el mismo que el de la amilosa (ver Figura 1.5). Contiene cadenas lineales unidas con enlaces α -D-(1 \rightarrow 4), las mismas que se juntan entre sí por enlaces α -D-(1 \rightarrow 6) para formar puntos ramificados. Debido a sus cadenas ramificadas se dificulta la formación de enlaces de hidrógeno y su afinidad por el agua disminuye (Aristizábal y Sanchez, 2007).

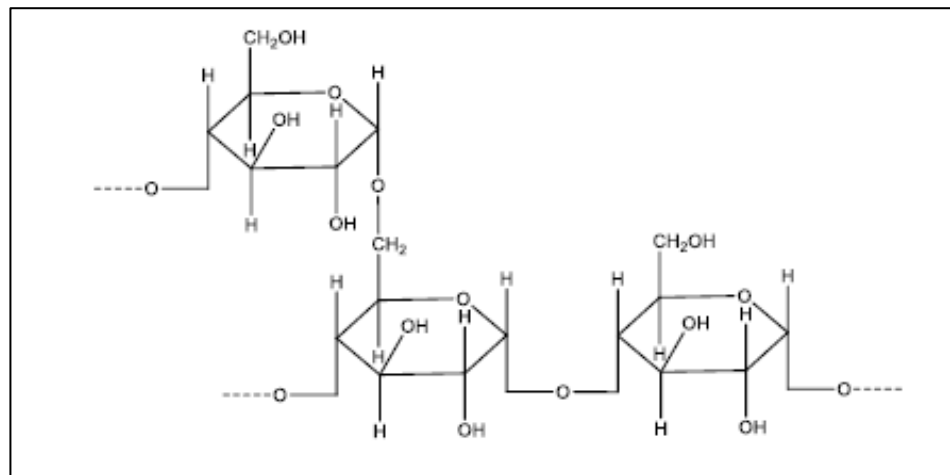


Figura 15. Estructura molécula de amilopectina
Fuente: Desiderio, M (2017)

Capítulo III

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Método

3.1.1.1. Ubicación Geográfica

El distrito de **Miraflores** es uno de los 43 distrito de la provincia de Lima. Se halla ubicado a orillas del mar en la parte sur de Lima a uno 8.5 kilómetros de la Plaza de Armas y a 79 metros sobre el nivel del mar. Teniendo las siguientes coordenadas: Latitud 12° 06´ 51" SUR y Longitud 77° 03´27" Oeste de Greenwich (Municipalidad de Miraflores, 2018).

- Por el norte con el distrito de San Isidro
- Por el este con los distritos de Surquillo y Santiago de Surco
- Por el sur con el distrito de Barranco
- Por el oeste con el Océano Pacífico

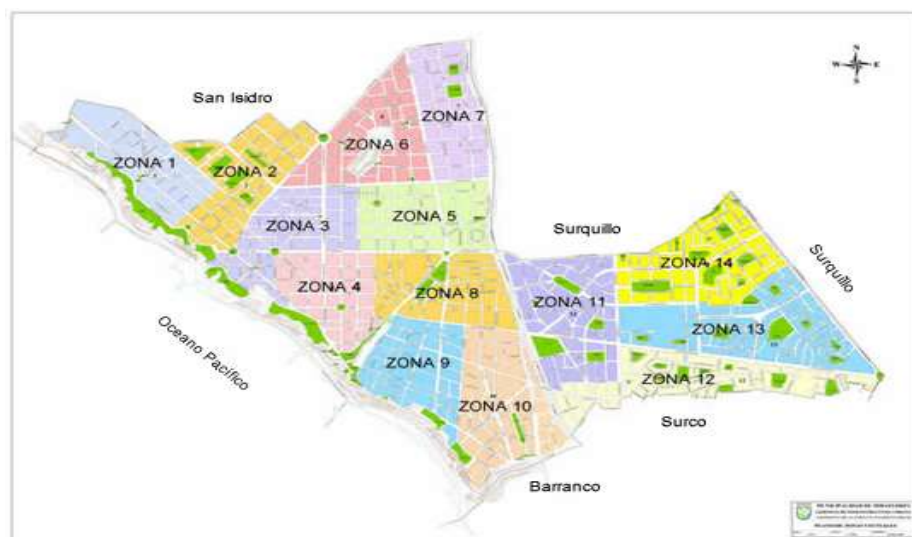


Figura 16. Mapa del Distrito de Miraflores. Recuperado de www.miraflores.gob.pe. 2019

3.1.1.2. Procesamiento para la toma de muestra

Para la toma de muestra en la entrada de la PTAR – Parque María Reiche, se tendrá en cuenta lo que manda la Resolución Ministerial N°273-2013-Vivienda. “Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales”, teniendo en cuenta el cuerpo acuático que se va a evaluar.

3.1.1.3. Método de recojo de datos

3.1.1.3.1. Almidón de Papa (cascara)

- Recolección de 5 kg de papa
- Lavar los 5 kg de papa con agua a T° normal
- Se procede a retirar la cascara
- Recolectar las cascara y poner a escurrir
- Se envolvió en papel aluminio para su secado en la estufa
- Llevar a la estufa para su secado a 75°C por 24 horas
- Trituro en un mortero y moler hasta obtener un polvo fino
- Tamizar el producto con un tamiz número 60
- Se obtiene el coagulante Almidón de Papa

3.1.1.3.2. Almidón de Yuca

- Se recolectó 5 kg de yuca
- Lavar las raíces de yuca y se pela con un cuchillo.
- Se procedió a secar, que es la operación de deshidratación de la cáscara de yuca mediante exposición al calor, se logra poniendo el almidón en un horno a una T° de 75 °C y por 24 horas.

- Se procede a moler con un mortero hasta obtener un polvo fino.
- Se hace un colado con tamiz número 60 de esta manera se tiene pequeñas fibras.
- Se obtiene un polvo fino que servirá como coagulante natural.

MÉTODO DE RECOJO DE DATOS

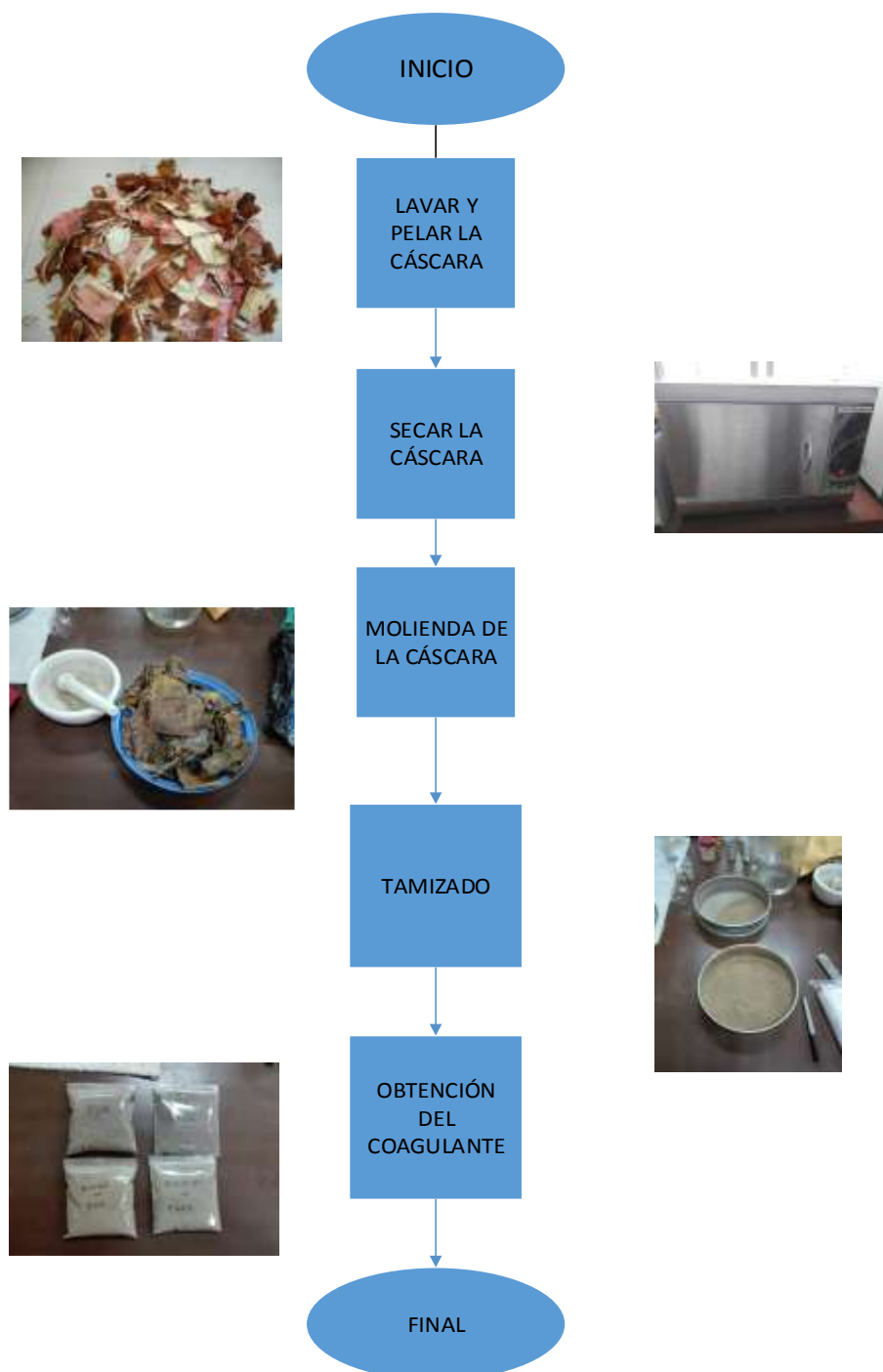


Figura 17. Método de recojo de datos
Elaboración Propia

3.1.1.3.3. Recolección de la muestra

Se identificó el punto para la toma de muestra, se toma referencia de las coordenadas UTM del punto de muestreo con GPS, se fija la hora del muestreo siendo este las 07:00 am, se observa el panorama para la toma de observaciones del lugar de muestreo.

Se recolecta la muestra compuesta que fueron almacenadas en un recipiente de plástico de 20 l, las cuales se conserva a temperatura de 22 °C de temperatura por un máximo de 24 horas hasta su procesamiento. Se registra el valor inicial de la temperatura y pH, la toma de muestras se realizó de acuerdo con lo establecido en el protocolo nacional de monitoreo para la toma de efluentes domésticos (R.M N° 273 – 2013 – Vivienda).

3.1.1.3.4. Evaluación del Coagulante

3.1.1.3.4.1. Almidón de Papa

Según la norma ASTDM D20135 -13 STA Practica estándar para la prueba de coagulación -floculación. Jar Test para pruebas de agua. Se utilizó el equipo floculador automático con 6 jarras en línea y a 5 concentraciones diferentes de 0.05, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 y 1,0 g.

Para la velocidad de agitación se utilizó dos velocidades de 200 RPM en agitación rápida y 50 RPM agitación lenta, con en un intervalo de tiempo de 15 a 5 minutos respectivamente y con una decantación final de 30 minutos.

3.1.1.3.4.2. Almidón de Yuca

La muestra del agua recolectada del Parque María Reiche se trasvasó en un vaso de 5 l y luego trasvasados a cada una de las 6 jarras del floculador. Se tomó como muestra

madre el almidón de la yuca, y a partir de ahí se procedió a obtener las diferentes dosis de 0.05, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1,0 g, para cada una de las jarras del floculador. Posteriormente se procedió al mezclado rápido a 200 rpm por un tiempo de 15 minutos y un mezclado lento a 50 rpm por 5 minutos, para finalizar con la fase de sedimentación de 30 minutos.

3.1.1.3.5. Análisis del efluente post - tratamiento

Se toma datos de los parámetros fisicoquímicos de agua residual domestica del Parque María Reiche, después del tratamiento en el test de jarras para evaluar la capacidad de la cáscara de papa y de la yuca como coagulantes para remover la materia orgánica.

3.1.1.3.6. Comparación de Resultados

Los resultados a obtener serán comparados con los valores iniciales encontrados en la caracterización de la muestra. Serán evaluados antes de adicionar el coagulante y después del Tratamiento.

Las comparaciones que se realicen con el D.S N° 003 – 2010 – MINAM que aprueban los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domesticas o Municipales, solo servirán como referencia mas no es un objetivo del presente trabajo de investigación.

Los resultados obtenidos serán medidos de acuerdo a la eficiencia encontrada para cada especie en particular.

RECOLECCION DE LA MUESTRA

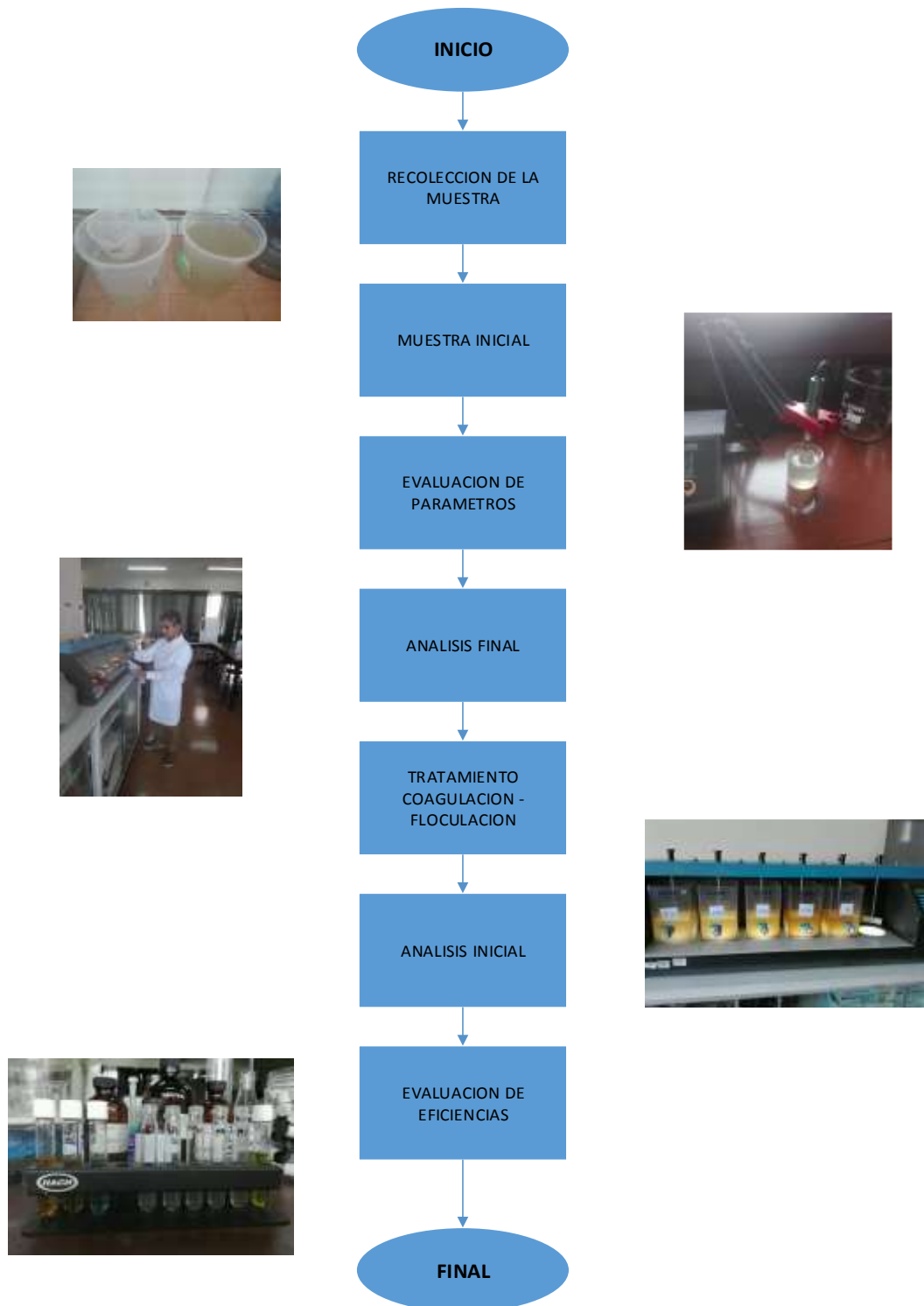


Figura 18. Recolección de la muestra
Elaboración Propia

3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental: Se fundamenta en el Método Científico y utiliza como procesos lógicos la inducción y la deducción. Consiste en realizar actividades con la finalidad de comprobar, demostrar o reproducir ciertos fenómenos hechos o principios en forma natural o artificial, de tal forma que permita establecer experiencias para formular hipótesis que permitan a través del proceso científico conducir a generalizaciones científicas, que puedan verificarse en hechos concretos en la vida diaria.

Se modifica la variable independiente de tal manera que la dependiente adoptara distintos comportamientos de acuerdo a las dosis aplicadas.

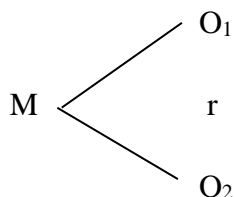
3.1.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación de la presente tesis es:

Correlacional: Tiene como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño General: Descriptivo correlacional



Dónde:

M = Muestra

O₁ = Variable Independiente

O₂ = Variable Dependiente

r = Relación entre las dos variables

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis general.

La cáscara de papa y la cáscara de yuca son eficientes en la remoción de materia orgánica, en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018

3.3.2. Hipótesis Específicos.

- A. Los niveles de los parámetros fisicoquímicos se encuentran fuera de los LMP en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores – 2018.
- B. La cáscara de papa tiene una dosis óptima en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores – 2018.
- C. La cáscara de yuca tiene una dosis óptima en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores – 2018.

3.4. VARIABLES

3.4.1. Variable Independiente

- Eficiencia de la cascara de papa y cascara de yuca

Parámetros:

- Dosis de coagulante
- Test Jar
- Granulometría

3.4.2. Variable Dependiente

- Remoción de materia orgánica

Parámetros:

- Parámetros Físicos químicos

3.5. COBERTURA DE ESTUDIO

3.5.1. Universo

Las aguas residuales domésticas del Distrito de Miraflores.



Figura 19. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, María Reiche

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. Población

La población son las aguas residuales domesticas generadas en las diez manzanas aledañas al Malecón de La Marina - Miraflores.



Figura 20. Malecón de la Marina, Miraflores

Fuente: <https://www.adondevivir.com/propiedades/alquiler-departamento-malecon-de-la-marina-miraflores-53688868.html>

3.5.3. Muestra

La muestra de estudio consta de 40 L de agua residuales doméstica que se tomó desde la entrada a la Planta de Tratamiento del Parque María Reiche, Miraflores.



Figura 21. Muestra de Agua Residual Domestica, 2019

Fuente: Propia

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.6.1. Técnicas de la Investigación

Para la remoción de materia orgánica con la cáscara de papa y almidón de yuca en aguas residuales domesticas del parque María Reiche – Miraflores, se empleó la técnica de análisis y caracterización de coagulantes, así como observación y evaluación estadísticas.

3.6.2. Instrumentos de la investigación

Se utilizó como instrumento la ficha de recolección de datos que se elaboró, para poder anotar todos los parámetros IN SITU de campo, antes de realizar el análisis experimental.

Así mismo se utilizaron equipos de laboratorio:

En campo:

- Multiparámetro

- Potenciómetro

En laboratorio:

- Floculador programable
- Reactivos de DQO
- Colorímetro
- Estufa
- Potenciómetro
- Conductímetro
- Reactivo digital
- Sistema de filtración (SST)

3.6.3. Fuentes

- Residuos de cascara de yuca y papa.
- Punto de entrada a la Planta de Tratamiento del Parque María Reiche, Miraflores.
- Floculador programable.

3.7. PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

3.7.1. Estadísticos

- SPSS v. 25

3.7.2. Representación.

- Tablas
- Gráficos

3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis

Según los objetivos planteados se buscó evaluar la eficiencia de la cascara de papa (*Solanum Tuberosum*) y la cascara de Yuca (*Manihot Esculenta*) en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domésticas en el parque María Reiche en el distrito de Miraflores, por ende, en esta investigación se necesita comprobar la hipótesis alterna estadísticas diseñadas para este proceso utilizando el software SPSS versión 25.

- H0: $\mu > 0,05$ (La cascara de papa y de yuca no son eficientes en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domésticas en el parque María Reiche, Miraflores- 2018).

- H1: $\mu < 0,05$ (La cascara de papa y de yuca es eficientes en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domésticas en el parque María Reiche, Miraflores- 2018).

Capítulo IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Medición de los Parámetros de las aguas residuales domesticas del Parque María Reiche.

Se realizó la medición de los parámetros físicos y químicos del agua residuales doméstica, antes de la utilización del coagulante, la toma de mediciones fue realizadas en el Laboratorio de la Universidad Villareal a excepción del pH, T°, que fueron tomadas en campo.

4.1.2. Análisis Inicial del agua residual doméstica

Se tomó una muestra inicial del agua residuales doméstica antes de la aplicación del coagulante:

Cuadro N° 2 – Resultados iniciales del Agua Residual Domestica – Parque María Reiche

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN	Valores de D.S 003-2010- MINAM
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	330	100
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	654	200
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169	20
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412	150
TEMPERATURA	° C	21	<35
pH	Unidad de pH	7.36	6-5, 8-5

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - En el presente cuadro se detalla las mediciones iniciales de los parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica donde se puede observar que en diferentes parámetros tienen valores altos y sobrepasan los límites máximos permisibles.

4.1.3. Análisis final del agua

❖ Cáscara de Papa:

Las mediciones de los parámetros físicos químicos del agua residual doméstica se realizaron con las diferentes concentraciones de 0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 g; a cada muestra se le realizó 3 repeticiones y estas fueron realizadas en laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Villareal. Los resultados fueron comparados con los parámetros iniciales de la muestra.

Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Para la determinación de la DBO se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 3 – Análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con Dosis de Papa

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05 g	305	289	270	288
0.1 g	203	185	155	181
0.25 g	190	175	145	170
0.5 g	225	211	221	219
0.75 g	238	225	235	233
0.1 g	275	250	245	257

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de DBO luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de DBO ha disminuido en comparación con los niveles iniciales antes de agregar el coagulante.

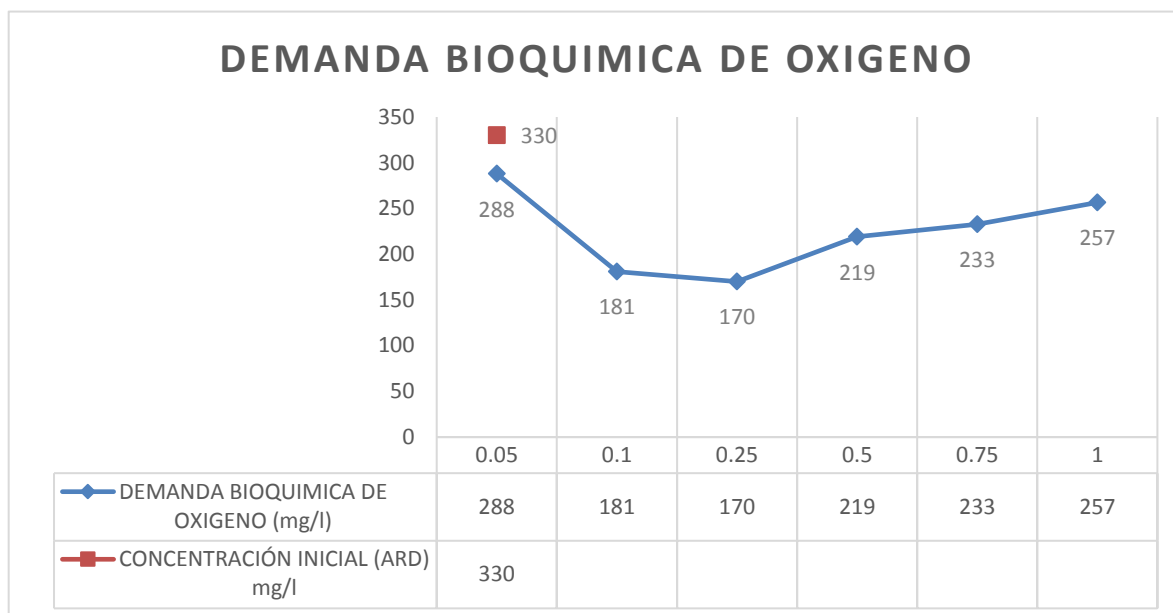


Gráfico 1: Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con Dosis de Papa

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 1** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de DBO disminuye en gran cantidad, siendo la concentración de 0.25 g la dosis óptima, que disminuye la DBO en un 48.4 %.

Determinación de la Demanda Química de Oxígeno

Para la determinación de la DQO se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 4 – Análisis de la Demanda Química de Oxígeno con Dosis de Papa

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05 g	580	575	568	574
0.1 g	410	368	375	384
0.25 g	406	387	375	389
0.5 g	451	445	458	451
0.75 g	472	505	525	501
0.1 g	501	525	555	527

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de DQO luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de DQO ha disminuido en comparación con los niveles inicial antes de agregar el coagulante.

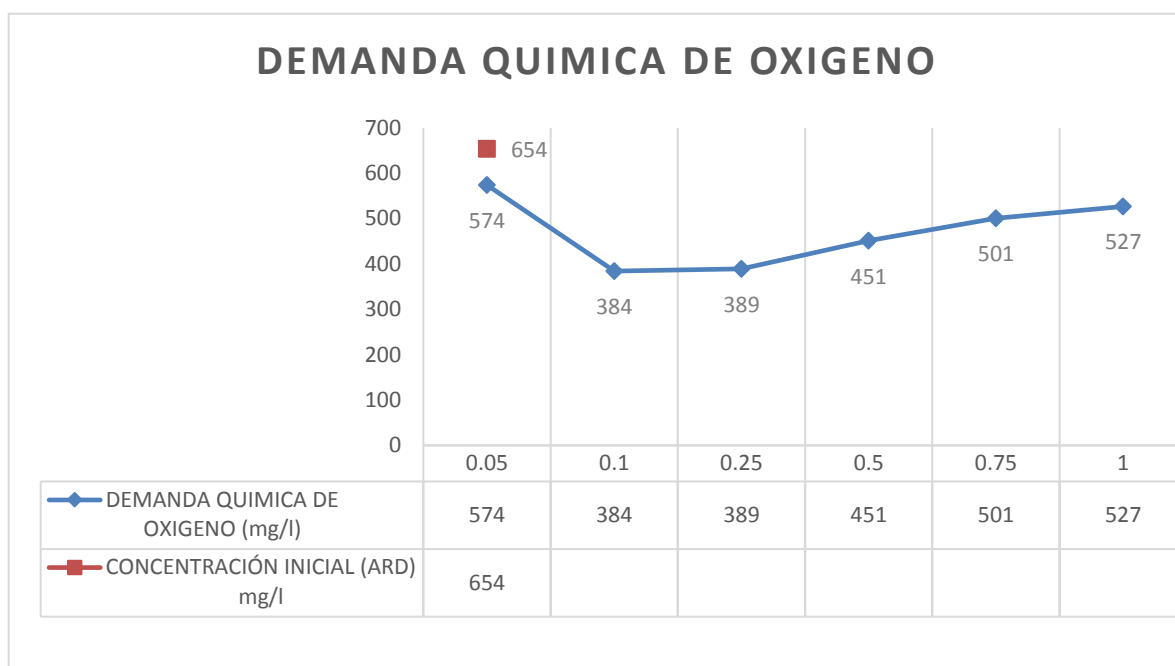


Gráfico 2: Determinación de la Demanda Química de Oxígeno con Dosis de Papa

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 2** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de DQO disminuye en gran cantidad, siendo la concentración de 0.1 g la dosis optima, que disminuye la DQO en un 41.2%.

Determinación de Aceites y Grasas

Para la determinación de Aceites y Grasas se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 5 – Análisis de Aceites y Grasas con Dosis de Papa

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05 g	150	161	150	154
0.1 g	115	110	115	113
0.25 g	85	88	85	86
0.5 g	78	80	78	79
0.75 g	70	75	70	72
0.1 g	68	65	68	67

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de Aceites y Grasas luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de Aceites y Grasas ha disminuido en comparación con los niveles iniciales antes de agregar el coagulante.

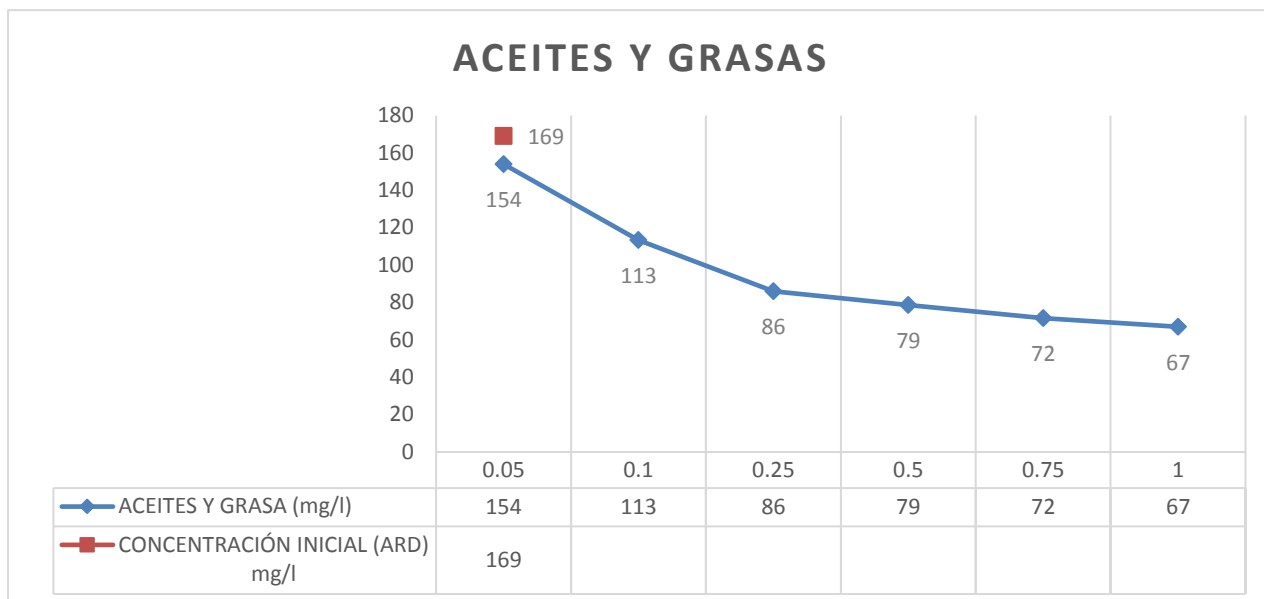


Gráfico 3: Determinación de Aceites y Grasas con Dosis de Papa

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 3** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de Aceites y Grasas disminuye en gran cantidad, siendo la concentración 1.0 g la dosis óptima, que disminuye la DQO en un 39.6%.

Determinación de Sólidos Suspendidos Totales

Para la determinación de Sólidos Suspendidos Totales (SST) se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 6 – Análisis de Solidos Suspendidos Totales con Dosis de Papa

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05	350	355	348	351
0.1 g	220	215	229	221
0.25 g	185	175	191	184
0.5 g	168	170	161	166
0.75 g	157	147	149	151
0.1 g	120	122	128	123

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de Solidos Suspendidos Totales luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de SST ha disminuido en comparación con los niveles iniciales antes de agregar el coagulante.

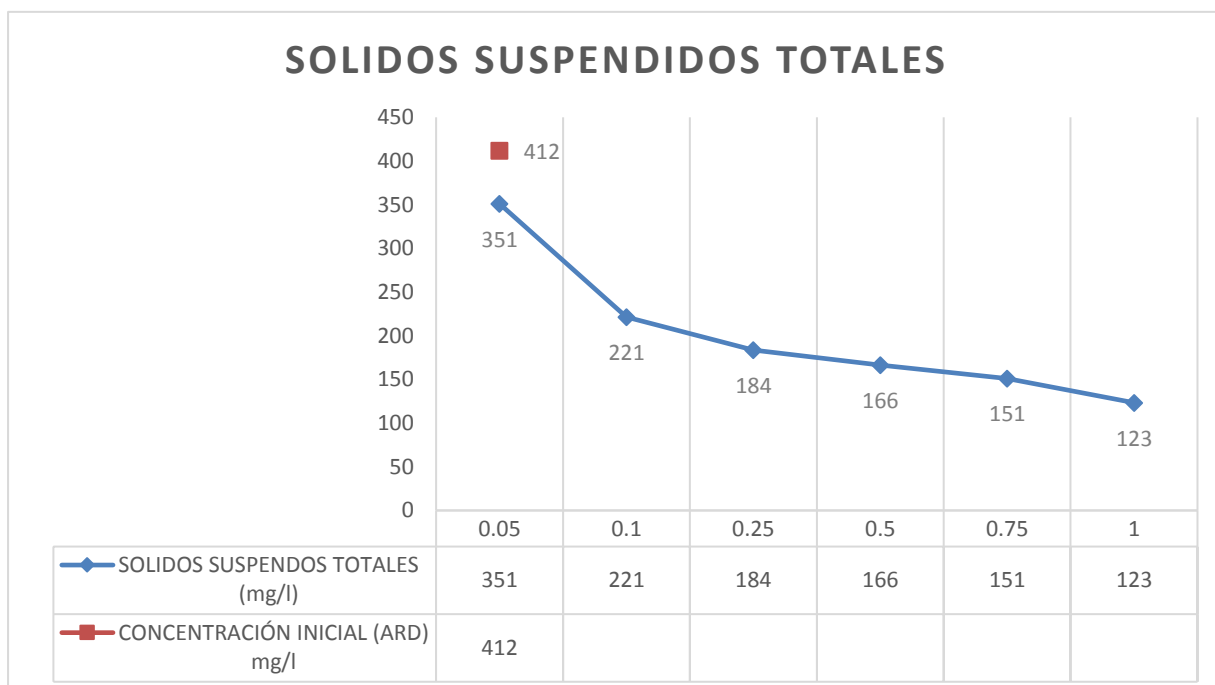


Gráfico 4: Determinación de Solidos Suspendidos Totales con Dosis de Papa

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 4** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de SST disminuye en gran cantidad, siendo la concentración 1.0 g la dosis optima, que disminuye los SST en un 29.9%.

Determinación de Temperatura

Para la determinación de Temperatura se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 7 – Análisis de Temperatura con Dosis de Papa

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05	21.5	22.4	22.5	22
0.1 g	21.5	22.1	22.5	22
0.25 g	21.6	22.2	22.8	22
0.5 g	21.8	22.7	22.8	22
0.75 g	21.5	22.8	22.3	22
0.1 g	21.6	22.7	22.5	22

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de Temperatura luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de T° se mantiene constante. Por tal, en el análisis del parámetro de T° no se realizó los cálculos de eficiencia.

Determinación de pH

Para la determinación de pH se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 8 – Análisis de pH con Dosis de Papa

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05	7.56	7.91	7.56	8
0.1 g	7.89	7.82	7.89	8
0.25 g	8.1	8.11	8.1	8
0.5 g	7.95	8.05	7.95	8
0.75 g	8.3	8.15	8.11	8
0.1 g	7.85	7.95	7.95	8

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de pH luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de pH se mantiene constante. Por tal, en el análisis del parámetro de pH no se realizó los cálculos de eficiencia.

❖ **Cáscara de Yuca:**

Las mediciones de los parámetros físicos químicos del agua residual doméstica se realizaron con las diferentes concentraciones de 0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 g; a cada muestra se le realizó 3 repeticiones y estas fueron realizadas en laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Villareal. Los resultados fueron comparados con los parámetros iniciales de la muestra.

Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Para la determinación de la DBO se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 9 – Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno con Dosis de Yuca

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05 g	291	287	294	291
0.1 g	176	179	175	177
0.25 g	201	177	181	186
0.5 g	223	227	233	228
0.75 g	248	234	251	244
0.1 g	265	267	263	265

Fuente: Elaboración propia.

Análisis del cuadro. - Los niveles de DBO luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de DBO ha disminuido en comparación con los niveles inicial antes de agregar el coagulante.

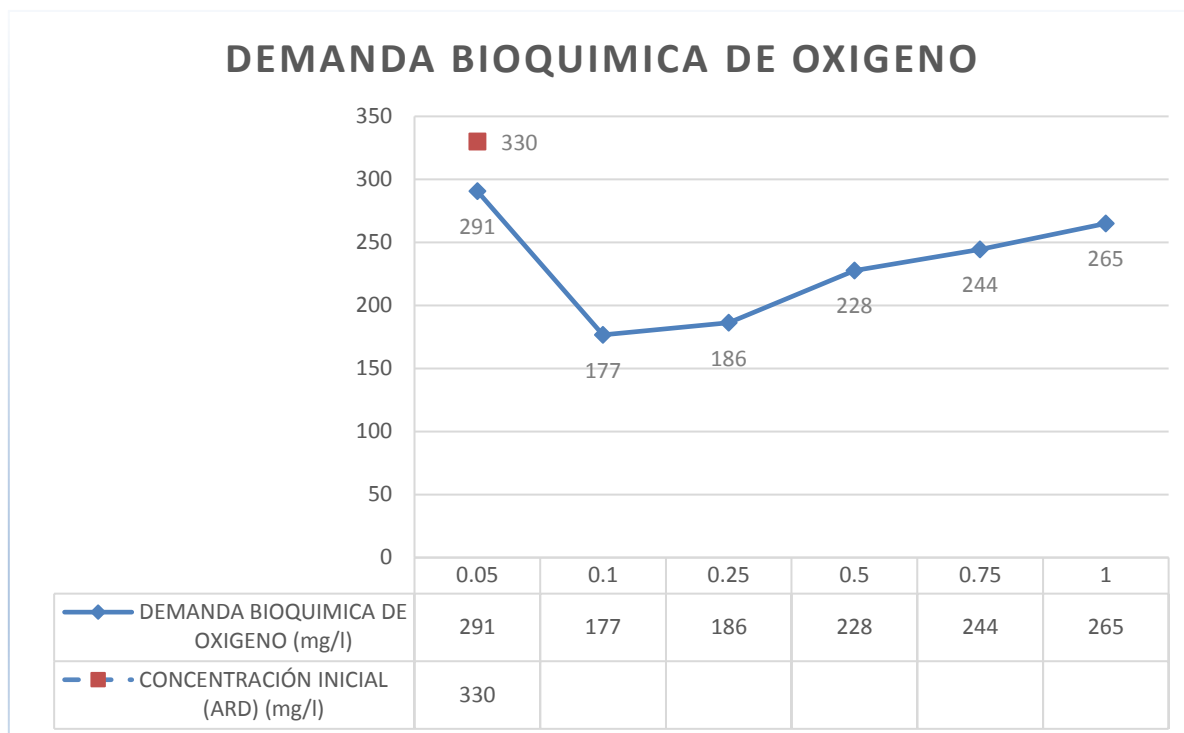


Gráfico 5: Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno con Dosis de Yuca

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 5** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de DBO disminuye en gran cantidad, siendo la concentración 0.1 g la dosis optima, que disminuye los DBO en un 53.6%.

Determinación de la Demanda Química de Oxígeno

Para la determinación de la DQO se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 10 – Análisis de Demanda Química de Oxígeno con Dosis de Yuca

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05 g	580	578	605	588
0.1 g	374	357	342	358
0.25 g	355	338	346	346
0.5 g	436	456	461	451
0.75 g	485	475	491	484
0.1 g	513	525	531	523

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. – Los niveles de DQO luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de DQO ha disminuido en comparación con los niveles inicial antes de agregar el coagulante.

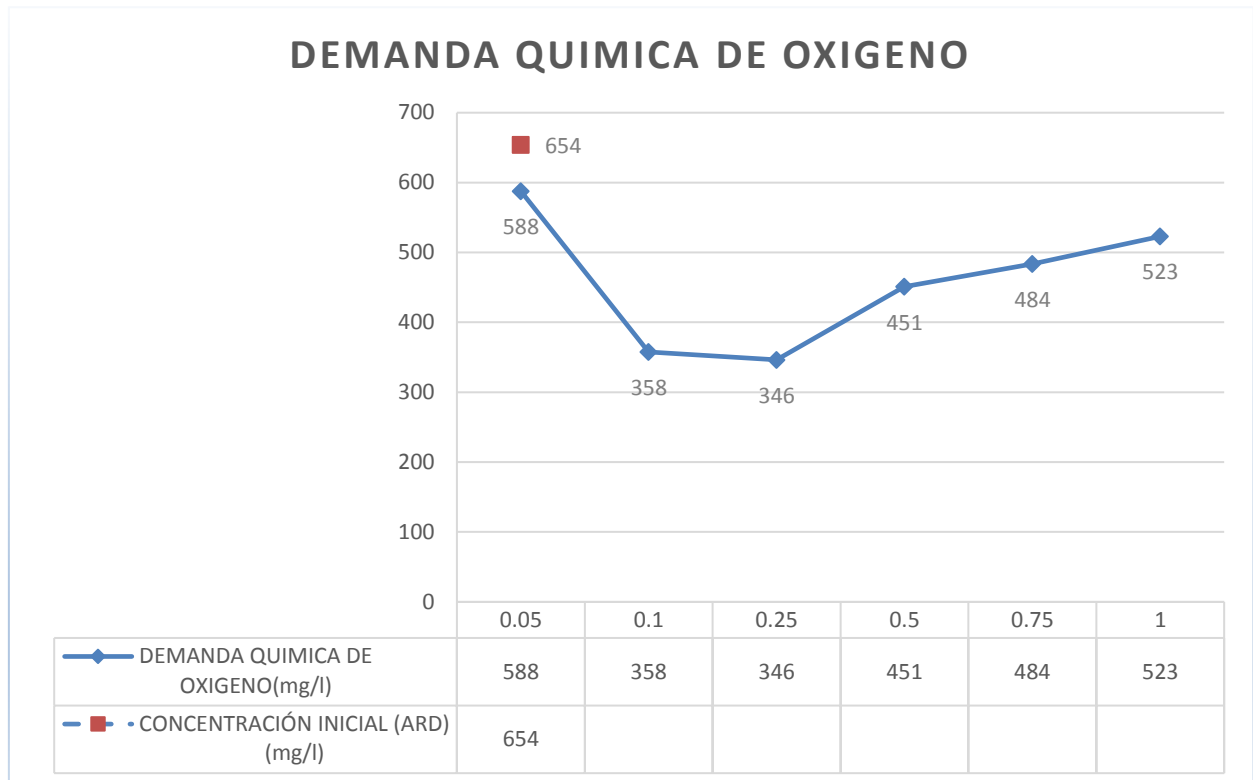


Gráfico 6: Determinación de Demanda Química de Oxígeno con Dosis de Yuca

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 6** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de DQO disminuye en gran cantidad, siendo la concentración 0.25 g la dosis optima, que disminuye la DQO en un 54.7%.

Determinación de Aceites y Grasas

Para la determinación de Aceites y Grasas se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 11 – Análisis de Aceites y Grasas con Dosis de Yuca

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05 g	135	148	135	139
0.1 g	118	121	118	119
0.25 g	121	114	98	111
0.5 g	98	88	105	97
0.75 g	85	79	86	83
0.1 g	74	73	91	79

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. – Los niveles de Aceites y Grasas luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de Aceites y Grasas ha disminuido en comparación con los niveles inicial antes de agregar el coagulante.

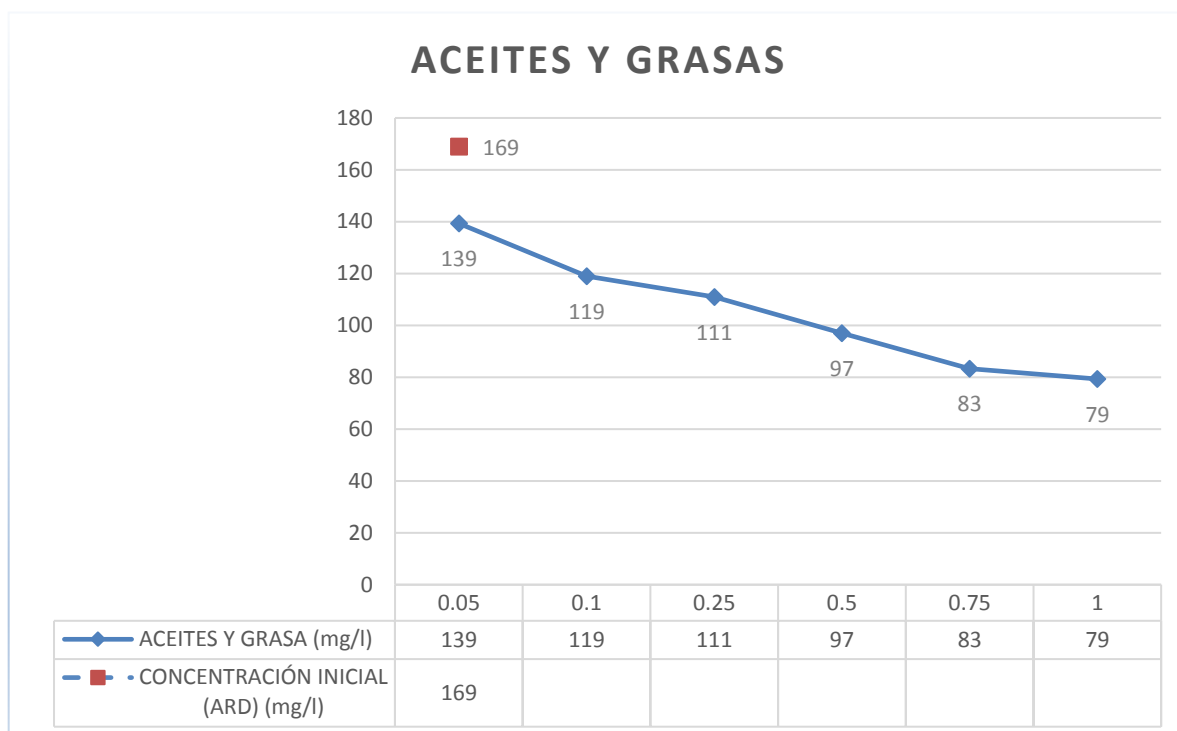


Gráfico 7: Determinación de Aceites y Grasas con Dosis de Yuca

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 7** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de Aceites y Grasas disminuye en gran cantidad, siendo la concentración 1.0 g la dosis optima, que disminuye los Aceites y Grasas en un 46.7%.

Determinación de Solidos Suspendidos Totales (SST)

Para la determinación de Solidos Suspendidos Totales se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 12 – Análisis de Solidos Suspendidos Totales con Dosis de Yuca

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05	342	355	325	341
0.1 g	254	238	223	238
0.25 g	241	251	238	243
0.5 g	184	195	171	183
0.75 g	168	205	188	187
0.1 g	170	167	156	164

Fuente: Elaboración propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de Solidos Suspendidos Totales luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de SST ha disminuido en comparación con los niveles inicial antes de agregar el coagulante.

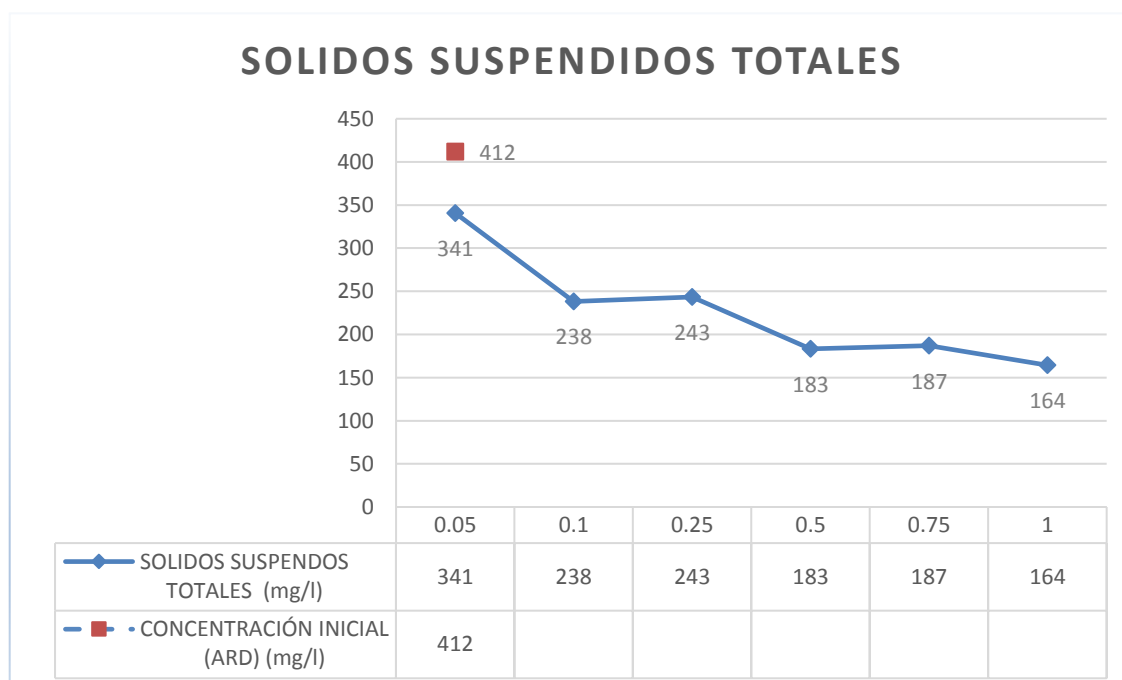


Gráfico 8: Determinación de Solidos Suspendidos Totales con Dosis de Yuca

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En el **gráfico 8** se muestra la medición del agua residual doméstica, después de la dosificación del coagulante y al ser comparado con la concentración inicial, se observa que el nivel de Aceites y Grasas disminuye en gran cantidad, siendo la concentración 1.0 g la dosis optima, que disminuye los Aceites y Grasas en un 39.8%.

Determinación de Temperatura

Para la determinación de Temperatura se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 13 – Análisis de Temperatura con Dosis de Yuca

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05	22.3	22.1	22.2	22
0.1 g	22.3	22.3	22.3	22
0.25 g	22.4	22.2	22.1	22
0.5 g	22.3	22.1	22.3	22
0.75 g	22.5	22.3	22.4	22
0.1 g	22.1	22.2	22.5	22

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del cuadro. - Los niveles de Temperatura luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de T° se mantiene constante. Por tal, en el análisis del parámetro de T° no se realizó los cálculos de eficiencia.

Determinación de pH

Para la determinación de Temperatura se tomaron 3 medidas, en aspectos en el tiempo de 15 y 5 minutos a revoluciones de 200 y 50 RPM respectivamente, posteriormente se promedió los resultados para realizar la comparación.

Cuadro N° 14 – Análisis de pH con Dosis de Yuca

DOSIS DEL COAGULANTE	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO
0.05	7.88	7.78	8.04	8
0.1 g	7.59	7.85	7.78	8
0.25 g	7.86	7.91	7.69	8
0.5 g	8.02	8.05	7.78	8
0.75 g	8.11	7.76	8.02	8
0.1 g	7.95	7.97	7.68	8

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis del cuadro. - Los niveles de pH luego de agregar el coagulante en sus diferentes concentraciones, evidencian que el nivel de pH se mantiene constante. Por tal, en el análisis del parámetro de pH no se realizó los cálculos de eficiencia.

4.2. DISCUSION DE RESULTADOS

- En el trabajo realizado por MOLANO, J (2016) registraron el 65.69% de remoción de la DBO y DQO utilizando de *Solanum tuberosum* L. “papa”, mientras que, en nuestra investigación se obtuvieron por medio de la cáscara de papa, un promedio de 44.80% en cuanto a remoción de los parámetros de DBO y DQO.
- BRAVO, M. Y GUTIERREZ, J. (2016) obtuvo resultados de remoción para la DQO de 312 mg/l, lo que representa una eficiencia del 38% y la DBO de 193 mg/l, lo que representa una eficiencia del 42.4%, utilizando semillas de *Caesalpinia spinosa* (TARA), y en cuanto a nuestro trabajo de investigación se obtuvo resultados de remoción con cáscara de yuca para la DQO de 308 mg/l, representando una eficiencia del 54.7% y la DBO de 153 mg/l lo que representa una eficiencia del 53.6%. Es decir, la cáscara de yuca resulta ser más eficiente.
- Con respecto a la dosis optima de la cáscara de papa, en el trabajo de Fernández M. (2018) la cáscara de papa resulta eficiente, siendo la concentración optima de 50 ml/l, para remover la DBO y DQO en 23.7% y 36.4% respectivamente, mientras que, al ser comparado con nuestro trabajo de investigación, los resultados que se obtuvieron fueron de 0.25 g y 0.10 g para remover los parámetros de DBO y DQO en un 48.4% y 41.2% respectivamente. Es decir, la cáscara de papa requiere menos dosis.
- En el trabajo de Area et al (2010) empleando el policloruro de aluminio con una dosis de 3 g/l se elimina aproximadamente el 80% de la DQO, y en nuestro trabajo de investigación, la cáscara de yuca y papa removieron el parámetro de DQO en un 47.1% y 41.2% respectivamente, empleando dosis de 0.25 g. y 0.1 g.

4.3. ANALISIS ECONOMICO

Para poder tener un mayor criterio de diseño se ha hecho el análisis de una planta de obtención de coagulantes naturales, identificando los siguientes costos:

Cuadro N° 15 – Presupuesto estimado

DESCRIPCION	PRECIO S/.
Transporte	250.00
Alquiler Mensual Local	2000.00
Armado de Pozos	4000.00
Secadora	17000.00
Molinos	13000.00
Tamiz	16000.00
2 bateas de polipropileno	500.00
Sacos de lona	270.00
Acondicionamiento general	7000.00
TOTAL S/.	60,020.00

Fuente: Elaboración Propia

Para poder visualizar el desagregado de lo descrito se puede apreciar el ANEXO 9.

4.4. CONTRASTACION DE HIPOTESIS

▪ Prueba de Normalidad

Para corroborar si los datos se comportan de manera normal y elegir un test estadístico para comparar la hipótesis, se hizo la prueba de normalidad. Si el nivel de significancia es $> 0,05$ los datos provienen de una distribución normal.

- $H_0: \mu < 0,05$ (Los datos no provienen de una distribución normal)
- $H_1: \mu > 0,05$ (Los datos provienen de una distribución normal)

Así mismo como la muestra es menor a 30 se contrasta la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk.

Cuadro N° 16 - Resultados de la Prueba de Normalidad

Pruebas de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONCENTRACION FINAL DE MATERIA ORGANICA	,210	3	.	,991	3	,819
PORCENTAJE DE REMOCION DE MATERIA ORGANICA	,211	3	.	,991	3	,817
	,274	3	.	,945	3	,546

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS v 25

En el Cuadro N° 15 se presenta los resultados realizados mediante la prueba de Shapiro – Wilk, donde se observa que el P valor es mayor a 0,05 ($P > 0,05$) Por lo tanto se puede afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

▪ Prueba de T de Student

Se procede a realizar una prueba estadística para aceptar o rechazar la hipótesis, para esta investigación se utilizó análisis de T de Student para dos muestras relacionadas, ya que en esta prueba estadística se exige que exista dos momentos un previo y un post. Con ello podemos entender que las observaciones servirán de control, para identificar los cambios que se susciten después de aplicar una variable experimental en cada replica, como es el caso de esta investigación, mencionando a su vez que es una muestra paramétrica, ya que presenta una distribución normal (Valderrama, 2013, p.182).

En dicha prueba se realizó la comparación entre la concentración inicial del agua y la concentración final en lo que respecta a materia orgánica resultantes del tratamiento con bioadsorbente con cascara de papa y yuca. En la presente investigación se necesita comprobar la hipótesis alterna, utilizando el software SPSS:

HO: $U > 0.05$ (La cáscara de papa y yuca como coagulante no son eficientes para remover materia orgánica en aguas residuales domesticas en el parque Maria Reiche, Miraflores - 2018)

Hi: $U < 0,05$ (La cáscara de papa y yuca como coagulante son eficientes para remover materia orgánica en aguas residuales domesticas en el parque Maria Reiche, Miraflores - 2018)

Cuadro N 17 – Resultados de Prueba T Student

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	CONCENTRACION INICIAL MATERIA ORGANICA - CONCENTRACION FINAL MATERIA ORGANICA	68,476667	,180306	,104100	68,028761	68,924572	657,798	2	,000

Fuente: SPSS v 25

En el Cuadro N° 15 se observa que la prueba T-Student denota que existe una diferencia significativa en las medias de las muestras de análisis de la

concentración inicial de materia orgánica generada en laboratorio y en la concentración final de la misma materia orgánica después del tratamiento, por tener un valor de significancia menor al 0,05 (0,000). Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nulo (H_0) y se aprueba la Hipótesis Alterna (H_1), concluyendo que La cascara de papa y de yuca son eficientes en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domésticas en el parque María Reiche, Miraflores- 2018

CONCLUSIONES

- 1°. Los parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica del Parque María Reiche presentan niveles que exceden los LMP, registrando valores de: Demanda Bioquímica de Oxígeno de 330 mg/l, Demanda Química de Oxígeno de 654 mg/l, Aceites y Grasas 169 mg/l, Sólidos suspendidos Totales 412 mg/l. Los valores de Temperatura 21°C y pH 7.36 fueron constantes.
- 2°. La cáscara de yuca resultó ser más eficiente como coagulante para remover materia orgánica, en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores, debido que logró disminuir la materia orgánica presentes en estas aguas residuales en un 54%, mientras que la cáscara de papa solo logró disminuirla en un 44.8%.
- 3°. La dosis óptima de la cáscara de papa para remover materia orgánica en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores, se halló en la concentración de 0.25 g., con dos velocidades de 200 RPM en agitación rápida y 50 RPM agitación lenta, con un intervalo de tiempo de 15 a 5 minutos respectivamente y con una decantación final de 30 minutos.
- 4°. La dosis óptima de la cáscara de yuca para remover materia orgánica en aguas residuales domésticas del Parque María Reiche, Miraflores, se halló en la concentración de 0.1 g., con dos velocidades de 200 RPM en agitación rápida y 50 RPM agitación lenta, con un intervalo de tiempo de 15 a 5 minutos respectivamente y con una decantación final de 30 minutos.
- 5°. La investigación facultó determinar que los coagulantes naturales tienen las características que pueden ser usados como coagulantes complementarios para tratamientos primarios del agua y así reducir los costos económicos de los coagulantes inorgánicos.
- 6°. Las aplicaciones de este tipo de coagulantes naturales son beneficiosas para las comunidades rurales, debido a que pocos tienen el sistema de agua potabilizada y tienen el insumo disponible en sus terrenos agrícolas.

RECOMENDACIONES

- 1°. Se debe de seguir investigando acerca de la cáscara de papa y yuca, para hallar la manera de como poder potencializarlo, y poder mejorar su eficiencia y/o propiedades fisicoquímicas, o realizando mezclas con otros coagulantes naturales.
- 2°. Realizar mayores estudios con coagulantes naturales y diferentes valores para remover la materia orgánica y así evaluar el rendimiento de estos.
- 3°. Utilizar la diversidad biológica de las variedades de papa y yuca, para remover la materia orgánica, es una práctica ambientalmente adecuada y así mismo nos permite reducir el uso de productos químicos en el tratamiento de aguas residuales.
- 4°. Dar continuidad a futuras investigaciones enfocadas en la búsqueda de nuevos productos naturales no utilizados o considerados desechos, que ayuden en la coagulación para tener alternativas de elegir en el tratamiento de aguas residuales.

BIBLIOGRAFIA

1. **Area , M. & Ojeda , S. & Barboza O. & Bengoechea , D. & Felissia , F. (2010).** Tesis: “*Tratamientos aplicables para la reducción de la DQO recalcitrante de efluentes de pulpados quimimecánicos y semiquímicos*”. Recuperado de: Revista de Ciencia y Tecnología, (pp. 4-12)
2. **Aristizábal, J. & Sánchez, T. (2007).** “*Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Roma*”: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
3. **Bravo, M. & Gutiérrez, J. (2016).** Tesis: “*Remoción de solidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del Rio Pollo en Otuzco empleando semillas de Caesalpinia Spinosa (Tara)*” - Perú. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3275>
4. **Barrera, C. (2014).** “Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de aguas residuales” (pp. 204). Barcelona. España
5. **Cabrera, G., & Ramírez, J. (2014).** Tesis: “*Almidón extraído de la yuca (manihot esculenta crantz) como coagulante alternativo para tratamiento del agua de la Quebrada Yamuesquer Municipio de Potosí*”. - San Juan de pasto. Recuperado de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90482.pdf>
6. **Castrillón, D. & Giraldo M. (2012).** “*Determinación de la dosis optimas de sulfato de aluminio granulado tipo B en función de la turbiedad y el color para la potabilización de agua en la planta de tratamiento en villa santana*”.
7. **Cock, J. (1989).** “*La yuca, nuevo cultivo potencial para un cultivo tradicional*”. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books?id=CCHrPDm_pjC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true
8. **Dempsey, B. (2006).** “*Coagulant characteristics and reactions*”. Newcombe. *Coagulant characteristics and reactions. En: Newcombe, G.; Dixon, D. (Eds.) Interface Science in Drinking Water Treatment: Theory and Applications. Arthur Hubbard (Series Editor), Interface Science and Technology. The Netherlands.* Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci>

9. **Eficiencia (2014)**. En el Diccionario de la Real Academia Española (22^a ed.). Madrid, España.
10. **Fernández, M. (2018)**. “*Eficiencia de la cáscara de papa como coagulante para remover materia orgánica, en efluentes de la industria textil, Huachipa-2018*”, (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental), Universidad Cesar Vallejo – Lima Este, Perú. Repositorio : http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20529/FERNANDEZ_GMK.pdf?sequence=1&isAllowed=y
11. **Guerrero R. (1979)**. “Manual de Tratamiento de aguas” (pp. 316). México: Limusa.
12. **Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (2017)**. “Anuario de Estadísticas Ambientales” (pp. 407-408) Recuperado de: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1637/1ibro.pdf
13. **Cárdenas, Y. (2000)**. *Tratamiento de Agua: Coagulación Floculación*. Lima, Perú. SEDAPAL (pp. 6 - 13). Recuperado de: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154
14. **Mariñelarena, A. (2006)**. “Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias”. (pp.10) , recuperado de : <http://www.osmgp.gov.ar/osse/PDF/Hidricos/2017/Manualautoconstrucciontratamiento.pdf>
15. **Metcalf & Eddy (1979)**. Tratamiento, vertido y reutilización (pp. 125). McGraw-Hill International Editions. New York.
16. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013)**. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales (R.M N° 273-2013-VIVIENDA). Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/13762-273-2013-vivienda>
17. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015)**. “Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009- VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no

- domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, así como de su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2011- VIVIENDA y modificado por el Decreto Supremo N° 10-2012-VIVIENDA” (D.S N° 001-2015-VIVIENDA). Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/node/10499/backlinks>
18. **Ministerio del Ambiente (2010).** Ley General del Ambiente (Ley N° 28611). Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
 19. **Ministerio de Agricultura (2009).** Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338). Recuperado de: <https://www.ana.gob.pe/media/316755/leyrh.pdf>
 20. **Ministerio de Agricultura. (2010).** Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S N° 001-2010-MINAGRI). Recuperado de: <http://minagri.gob.pe/portal/marco-legal/normas-legales66/decretos-supremos68/2012/3768-decreto-supremo-no-001-2010-ag>
 21. **Ministerio del Ambiente (2017).** Aprueban estándares de calidad (ECA) para Agua y establezcan Disposiciones Complementarias (D.S N° 004-2017- MINAM). Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
 22. **Ministerio del Ambiente (2010).** Aprueban los límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domesticas o Municipales. (D.S N° 003- 2010 – MINAM). Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf
 23. **Montoya, Susana (2007).** “Industrialización de la Yuca: Obtención de almidón nativo y sus aplicaciones” (pp. 12), Peru.
 24. **Montaldo. A. (1984)** “*Cultivo y mejoramiento de la papa*”. Costa Rica: San José.
 25. **Moscozo, A. (2015).** Tesis: “*Almidón de yuca como sustituto del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación-floculación en sistemas de tratamiento de agua para potabilización*” - Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0462_MT.pdf

26. **OROZCO, C. (2004)** “*Contaminación Ambiental. Una visión desde la química*”. 1ra Edición. España: Editora Paraninfo S.A. Madrid (pp. 64-71).
27. **Restrepo , H. (2009).** “*Evaluación del Proceso de Coagulación - Floculación de una Planta de Tratamiento de Agua Potable*”. Medellín.
28. **Sierra, C. (2011).** “*Calidad del Agua* “ (pp.174). Colombia: Ediciones de la U.
29. **Shogren R. (2009).** “*Flocculation of kaolin by waxy maize starch phosphates, Carbohydrate Polymers*”, (pp. 639–644).
30. **Teresa, J. & Mejía, D. (2007).** “*Guía técnica para la producción y análisis de almidón de yuca*”. (pp. 38).
31. **United Nations International Children’s Emergency Fund (UNICEF) (2014).** “*Objetivos del desarrollo del milenio*”. Recuperado: http://www.unicef.org/spanish/wash/index_43106.html
32. **Vergara, E. & Cuya, C. & Cortez, W. (2008).** “*Utilidades y beneficios de la cáscara de papa*”. Cañete. Perú.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACION

ANEXO 1:

Matriz de Consistencia

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables
General	¿Cuál es la eficiencia de la cáscara de papa y cascara de yuca en la remoción de materia orgánica, en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018?	Evaluar la eficiencia de la cáscara de papa y cascara de yuca en la remoción de materia orgánica, en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	La cáscara de papa y cáscara de yuca son eficientes en la remoción de materia orgánica, en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	Independiente: EFICIENCIA DE LA CASCARA DE PAPA Y CASCARA DE YUCA
Específicos	Ps1. ¿Cuáles serán los niveles de los parámetros fisicoquímicos en aguas residuales domesticas del parque María Reiche - 2018?	Oe1. Determinar los niveles de los parámetros fisicoquímicos en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	He1. Los niveles de los parámetros fisicoquímicos se encuentran fuera de los LMP en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	Dependiente: REMOCION DE MATERIA ORGANICA
	Ps2. ¿Cuál es la dosis optima de la cascara de papa, que permite remover materia orgánica, en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018?	Oe2. Determinar la dosis optima de la cascara de papa en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	He2. La cascara de papa tiene una dosis óptima en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	
	Ps3. ¿Cuál es la dosis optima de la cáscara de yuca, que permite remover materia orgánica, en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018?	Oe3. Determinar la dosis optima de la cáscara de yuca en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	He3. El almidón de yuca tiene una dosis óptima en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domesticas del parque María Reiche, Miraflores - 2018	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

ANEXO 2:

Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACION			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
<u>Independiente:</u> EFICIENCIA DE LA CASCARA DE PAPA Y CASCARA DE YUCA	Dosis de coagulante	Peso	g
	Test Jar	Volumen	L
		Velocidad de agitación	R.P.M
	Granulometría	Textura	mm
<u>Dependiente:</u> REMOCION DE MATERIA ORGANICA	Parámetros Físicos	Temperatura	°C
		Solidos Totales en suspensión	mg/L
	Parámetros Químicos	DBO	mg/L
		DQO	mg/L
		pH	Unidad

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 03A: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO

ANEXO 3A:**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO**

FICHA DE TOMA DE MUESTRA INICIAL					
FECHA:	LUGAR DE OBTENCION:	HORA INICIO:		HORA FINAL:	
NOMBRE DE LA PTAR:					
CANTIDAD DE VOLUMEN TOMADO (L)	PARAMETROS DE CAMPO				OBSERVACIONES
	pH	Temperatura (C°)	Conductividad eléctrica	Color	

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO N° 03B: INSTRUMENTO DE
RECOLECCION DE DATOS EN EL
LABORATORIO**

**ANEXO 3B:
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS EN EL LABORATORIO**

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS										
FECHA:		HORA:		PARAMETROS FISICOS		PARAMETROS QUIMICOS			Eficiencia del almidon	
	VOLUMEN DE LA MUESTRA	TIPO DE COAGULANTE	DOSIS	TEMPERATURA (C°)	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	pH (unidad de pH)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Efi(%) = $\frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$	
PARAMETROS INICIALES										

Leyenda:
Ci: Concentracion Inicial
Cf: Concentracion Final

	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA
RESPONSABLE		

ANEXO Nº 04: PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO 4:

FOTOGRAFIAS

TOMA DE MUESTRA DE LA PTAR – MARIA REICHE,
MIRAFLORES

MOLIENDA DE CÓSCARAS DE PAPA Y YUCA



TAMIZADO DE ALMIDONES



PRODUCTO FINAL – ALMIDONES DE PAPA Y YUCA



PREPARACIÓN DE MUESTRA



PESAJE DE DOSIS DEL COAGULANTE



PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO – FLOCULADOR PROGRAMABLE



PROCESO DE COAGULACIÓN - FLOCULACIÓN



FLOC EN EL FONDO DE LAS JARRAS



TOMA DE MUESTRA PARA ANÁLISIS



MEDICIÓN DE PARAMETROS



MEDICIÓN DE DBO Y DQO

ANEXO Nº 05: CONFORMIDAD DE ASESOR EXTERNO

Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
Coordinación de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
Universidad Alas Peruanas

Presente.

Yo SANDOVAL RICCI ALDO JUAN, con CIP N°
12.86.58, es grato dirigirme a ustedes para saludarlos muy cordialmente y a la vez
informarles que el:

Bachiller: RAMOS MARCOS, JULINHO MARTIN

Intitulado: "EFICIENCIA DE LA CÁSCARA DE PAPA (*Manihot esculenta*) Y LA
CÁSCARA DE YUCA (*Solanum tuberosum*) EN LA REMOCIÓN DE MATERIA
ORGÁNICA EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL PARQUE MARÍA
REICHE, MIRAFLORES - 2018"

Ha realizado su tesis para optar el Título Profesional en Ingeniería Ambiental en su prestigiosa
Universidad, para lo cual utilizó la dirección y asesoría de mi persona finalizando su investigación de acuerdo
a su cronograma de trabajo.

En tal sentido expido la constancia para certificar la asesoría y ayuda correspondiente dando
conformidad de su trabajo.

Atentamente,



**ANEXO Nº 06: DATOS PARA
EVALUACION DE PRUEBA ESTADISTICA
INFERENCIAL DE LA TESIS**

DATOS DE COMPARACION ESTADISTICA PARA ELABORACION DE LAS PRUEBAS ESTADISTICAS
INFERENCIALES PARA LA TESIS

ITEM	CONCENTRACION INICIAL DE MATERIA ORGANICA DBO (mg/L)	CONCENTRACION FINAL DE MATERIA ORGANICA LUEGO DEL TRATAMIENTO PAPA DBO (mg/L)	CONCENTRACION FINAL DE MATERIA ORGANICA LUEGO DEL TRATAMIENTO YUCA DBO (mg/L)	CONCENTRACION FINAL DE MATERIA ORGANICA LUEGO DEL TRATAMIENTO DE YUCA Y PAPA DBO (mg/L)
1	330	170	210	190
2	335	155	175	165
3	337	175	177	176
4	338	155	220	188
5	332	165	175	170
6	331	175	200	188
7	340	162	174	168
8	333	167	175	171
9	336	170	173	172
10	330	166	171	169
11	330	169	174	172
12	338	175	175	175
13	330	175	175	175
14	338	155	187	171
15	330	177	200	189
16	330	175	178	177
17	330	171	160	166
18	335	175	177	176
19	330	170	175	173
20	330	175	175	175
21	330	155	180	168
22	335	155	200	178
23	330	170	178	174
24	338	166	176	171
25	330	155	175	165
26	330	168	175	172
27	338	170	189	180
28	330	175	178	177

NOTA: Se debe tener en cuenta que para expresar la concentración de materia orgánica en aguas es el DBO el principal indicador fisicoquímico base

**ANEXO Nº 07: INFORME DE
RESULTADOS DE ANALISIS DE
LABORATORIO**

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
LABORATORIO DE GEOGRAFIA Y MEDIO AMBIENTE

Lima, 23 de Febrero del 2019.

Investigador: Ramos Marcos, Julioho Martín

Lugar de Muestreo: PTAR María Reich.

Fecha de Muestreo: 08 y 15 del Diciembre del 2018

Matriz: Aguas Residuales Domesticas.

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO.

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	330
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	654
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	(μ S/cm)	845
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	(mg/l)	450
TEMPERATURA	$^{\circ}$ C	21
pH	Unidad de pH	7.35

RESULTADOS DE LA FLOCULACIÓN CON CASCARA DE PAPA

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN INICIAL (ARD)	DOSIS DE CASCARA DE PAPA (g.)					
			0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	1
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	330	305	203	190	225	238	275
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	654	580	410	406	451	472	501
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169	150	115	85	78	70	68
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412	350	220	185	168	157	120
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	(μ S/cm)	1345	1350	1320	1345	1365	1275	1280
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	(mg/l)	690	755	765	758	690	685	588
TEMPERATURA	$^{\circ}$ C	21.3	21.5	21.5	21.6	21.8	21.5	21.6
pH	Unidad de pH	7.35	7.56	7.89	8.1	7.95	8.3	7.85

RESULTADOS DE LA FLOCULACION CON CASCARA DE PAPA (PRIMERA REPETICION)

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN INICIAL (ARD)	DOSIS DE CASCARA DE PAPA (g.)					
			0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	1
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	330	289	185	175	211	225	250
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	654	575	368	387	445	505	525
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169	161	110	88	80	75	65
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412	355	215	175	170	147	122

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1345	1371	1352	1355	1296	1288	1270
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	(mg/l)	690	762	755	778	689	689	679
TEMPERATURA	$^{\circ}\text{C}$	21.3	22.4	22.1	22.2	22.7	22.8	22.7
pH	Unidad de pH	7.36	7.91	7.82	8.11	8.05	8.15	7.95

RESULTADOS DE LA FLOCULACIÓN CON CÁSCARA DE PAPA (SEGUNDA REPETICIÓN)

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN INICIAL (ARD)	DOSIS DE CÁSCARA DE PAPA (g.)					
			0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	1
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	(mg/l)	330	270	155	145	221	235	245
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	(mg/l)	654	568	375	375	458	525	555
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169	150	115	85	78	70	68
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412	348	229	151	161	149	128
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1345	1356	1325	1351	1296	1345	1288
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	(mg/l)	690	679	667	677	648	675	648
TEMPERATURA	$^{\circ}\text{C}$	21.3	22.5	22.5	22.8	22.8	22.3	22.5
pH	Unidad de pH	7.36	7.56	7.89	8.1	7.95	8.11	7.95

RESULTADOS DE LA FLOCULACIÓN CON CÁSCARA DE YUCA

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN INICIAL (ARD)	DOSIS DE CÁSCARA DE YUCA (g.)					
			0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	1
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	(mg/l)	330	291	176	201	223	248	265
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	(mg/l)	654	580	374	355	436	485	513
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169	135	118	121	98	85	74
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412	342	254	241	184	168	170
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1345	1333	1308	1297	1321	1288	1270
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	(mg/l)	690	668	655	650	663	645	634
TEMPERATURA	$^{\circ}\text{C}$	21.3	22.3	22.3	22.4	22.3	22.5	22.1
pH	Unidad de pH	7.36	7.88	7.59	7.86	8.02	8.11	7.95

RESULTADOS DE LA FLOCULACIÓN CON CÁSCARA DE YUCA (PRIMERA REPETICIÓN)

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN INICIAL (ARD)	DOSIS DE CÁSCARA DE YUCA (g.)					
			0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	1
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	(mg/l)	330	287	179	177	227	234	267
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	(mg/l)	654	578	357	338	456	475	525
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169	148	121	114	88	79	73
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412	355	238	251	195	205	167

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1345	1354	1361	1282	1301	1293	1306
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	(mg/l)	590	565	538	541	652	648	657
TEMPERATURA	$^{\circ}\text{C}$	21.3	22.1	22.3	22.2	22.1	22.3	22.2
pH	Unidad de pH	7.36	7.78	7.85	7.91	8.05	7.76	7.97

RESULTADOS DE LA FLOCULACION CON CASCARA DE YUCA (SEGUNDA REPETICION)

PARAMETROS	UNIDAD	CONCENTRACION INICIAL (ARD)	DOSIS DE CASCARA DE YUCA (g.)					
			0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	1
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	330	294	175	181	233	251	263
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	(mg/l)	554	605	342	346	451	491	531
ACEITES Y GRASA	(mg/l)	169	135	118	98	105	86	91
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	(mg/l)	412	325	229	238	171	188	156
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1345	1335	1298	1347	1371	1282	1293
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	(mg/l)	590	652	610	621	654	601	612
TEMPERATURA	$^{\circ}\text{C}$	21.3	22.2	22.3	22.1	22.3	22.4	22.5
pH	Unidad de pH	7.36	8.04	7.78	7.69	7.78	8.02	7.68



Mg. Ahuber Vasquez Aranda
Mg. Ahuber Vasquez Aranda

ANEXO Nº 08: POWER POINT DE LA EXPOSICION

ANEXO Nº 9: ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO

Análisis Costo – Beneficio

Actualmente los coagulantes usados para la clarificación del agua son de tipo inorgánico lo cual presenta desventajas tanto ambientales como económicas ya que los lodos generados están constituidos por sustancias inorgánicas que alteran los procesos naturales presentes en las fuentes de aguas a las cuales son vertidos.

Desde el punto de vista económico los coagulantes inorgánicos son más costosos; debido a que se trata de un compuesto químico que contiene electrolitos los cuales van a desestabilizar las cargas eléctricas de las particulares que traiga el agua a ser tratada; en su proceso de fabricación se consumen energía y materia, lo que se traduce en costos de producción, además se generan residuos que causan contaminación al medio ambiente. Por otra parte, los coagulantes son de bajo costo, si bien menos accesibles, permiten la implementación de métodos naturales para el tratamiento de los lodos generados. Estos son componentes naturales que van a actuar en el agua sin alterar sus propiedades químicas originales.

Tomando como base los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y considerando la misma muestra de agua para cada caso se puede hacer un análisis económico entre la cascara de papa y la cascara de yuca empleados como coagulantes naturales.

Materia Prima:

Determinando si la posibilidad de coagulantes naturales complementando a los coagulantes inorgánicos es económicamente viable en la actualidad. Las cascaras utilizadas serán recolectadas de los mercados, pollerías y restaurantes del distrito de Miraflores; entre los cuales figuran:

- Mercado Municipal “Santa Cruz”
- Mercado Cooperativa de Servicios Generales La Unión.
- Mercado Municipal
- Pollerías Kiriko, Caravana, etc.
- Se tiene un promedio de 20 restaurantes en el distrito.

Transporte:

El costo del transporte por día de recojo es de S/.250.00 soles en una unidad de transporte (miniván), pasando por los puntos antes mencionados.

Procesamiento:

Para esta etapa será necesario contar con un local, que será alquilado por la Municipalidad de Miraflores y en esta zona se acondicionará una pequeña planta para el proceso de obtención de los coagulantes. A continuación, se detallan los equipos y costos de la planta:

- Alquiler Mensual del Local	S/. 2 000.00
- Armado de Pozos	S/. 4 000.00
- Secadora	S/. 10 000.00
- Molinos	S/. 7 000.00
- Tamiz (diámetro = 2 mm)	S/. 9 000.00
- 2 bateas de polipropileno	S/. 500.00
- Sacos de Lona (100 unid)	S/. 120.00
- Acondicionamiento general del ambiente	S/. 7 000.00

Así mismo señalar que se tienen gastos fijos y variables en la operación de la Planta:

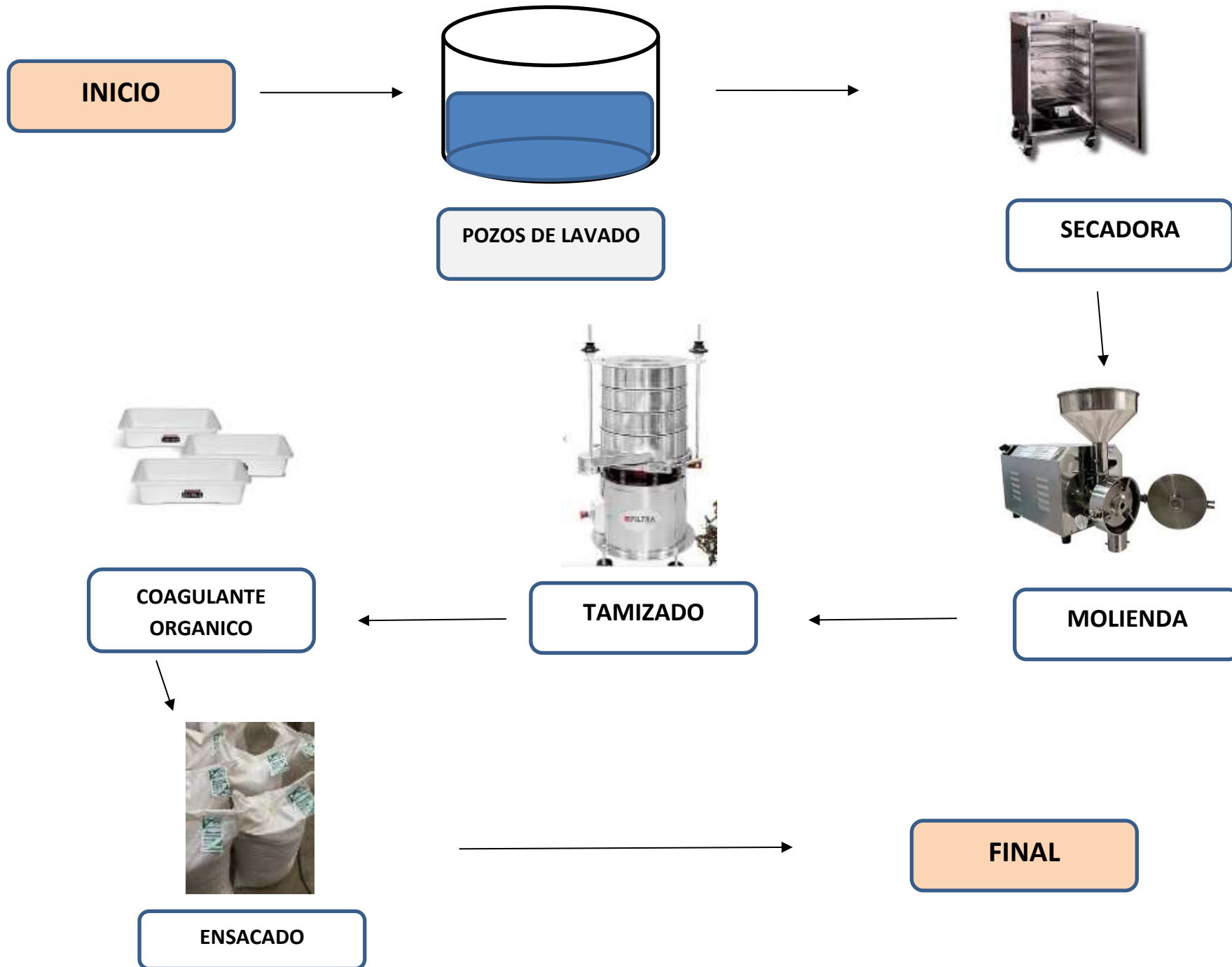
- Armado de Pozos	Fijo
- Secadora	Variable
- Molinos	Variable
- Tamiz (diámetro = 2 mm)	Variable
- 2 bateas de polipropileno	Fijo
- Sacos de Lona (100 unid)	Variable
- Acondicionamiento general del ambiente	Fijo

Gasto total para operar la planta de obtención de Coagulantes naturales:

- Materia Prima: Sin costo
- Transporte: S/. 250.00
- Procesamiento
 - Alquiler Mensual del Local S/. 2 000.00
 - Armado de Pozos S/. 4 000.00
 - Secadora S/. 10 000.00 + S/. 7 000.00 (Mantto)
 - Molinos S/. 7 000.00 + S/. 6 000.00 (Mantto)
 - Tamiz (diámetro = 2 mm) S/. 9 000.00 + S/. 7 000.00 (Mantto)
 - 2 bateas de polipropileno S/. 500.00
 - Sacos de Lona (100 unid) S/. 120.00 + S/. 150.00
 - Acondicionamiento general del ambiente S/. 7 000.00

TOTAL = S/. 60 020.00 soles

PLANTA DE OBTENCION DE COAGULANTES NATURALES



**ANEXO N° 10: RESULTADOS VS D.S N°
003 – 2010 - MINAM**

EFICIENCIA DE LA CASCARA DE PAPA Y CASCARA DE YUCA EN AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL PARQUE MARÍA REICHE, MIRAFLORES 2018

PARÁMETROS	UNIDAD	CONCENTRACIÓN	VALORES D.S N° 003-2010-MINAM	RESULTADOS CON COAGULANTE DE PAPA	RESULTADOS CON COAGULANTE DE YUCA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	mg/l	330	100	170	177
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	mg/l	654	200	384	346
ACEITES Y GRASAS	mg/l	169	20	86	119
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	412	150	184	238
TEMPERATURA	°C	21	<35	22	22
pH	Unidad pH	7.36	6.5 – 8.5	8	8