



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*)  
para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón – Moyobamba  
2019”

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

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Apaéstegui García, Any (ORCID: 0000-0002-2546-152X)

Arce Poquis, Axcel Alfonso (ORCID: 0000-0003-0876-3320)

**ASESOR:**

Msc. Ordoñez Ruiz, Karina Milagros (ORCID: 0000-0002-5957-2447)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos

Naturales

**MOYOBAMBA - PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de nuestra distancia, siento que estás conmigo siempre. A mi abuelita Sabina que estoy segura estás orgullosa desde el cielo, a mi hija por ser el principal motivo para superarme día a día. (ANY APAÉSTEGUI GARCÍA)

El presente trabajo de investigación esta dedica inicialmente al supremo creador Dios, que debido a su gracia y voluntad he llegado hasta este momento de mi vida, de igual manera también a mi padre y madre que con su apoyo y amor incondicional me han inspirado a seguir adelante en todo momento, así mismo a todas aquellas personas que han formado parte de mi formación académica, como son amistades y docentes universitarios, que constantemente me han brindado sus palabras de ánimo y de buenos deseos viéndome contagiado así por su positivismo. (AXCEL ALFONSO ARCE POQUIS)

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer esta investigación en primer lugar a Dios, a madre Rene García López por su amor y confianza en mí, a mi padre Richar Apaéstegui Huanca por su apoyo incondicional en mi proceso de formación como futura profesional, a todas aquellas personas que me acompañaron en este proceso, a mis primas por su apoyo, a mis docentes de la escuela de ingeniería ambiental de UCV, a mi compañero de tesis Axel Alfonso por haber aceptado realizar esta investigación juntos y sobre todo gracias a mi abuelita Sabina por la formación que medio a lo largo de mi vida. (ANY APAÉSTEGUI GARCÍA)

Agradecer primeramente a Jehová Dios, a mi padre Alfonso Arce Sopla por todo su apoyo y amor incondicional que sin él no podría haber llegado hasta este punto de mi vida, ya que hacer que se sienta orgulloso de mi ha sido una de las principales razones de haber emprendido este camino a ser profesional, a mi madre Keyla Poquis Valles pro su amor y cariño y por estar siempre a mi lado y de mi lado en muchas situaciones difíciles de mi vida, también a los amigos que siempre me alentaron a seguir adelante, de igual manera a los docentes de ingeniería ambiental de la Universidad César Vallejo, y a mi compañera Any Apaéstegui García que me acompaño y apoyo en el transcurso de esta experiencia de formación profesional. (AXCEL ALFONSO ARCE POQUIS)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Dedicatoria.....	2
Agradecimiento .....	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	5
RESUMEN .....	8
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MÉTODO.....	24
2.1. Tipo de investigación y diseño de la investigación .....	24
2.2. Variables y operacionalización .....	26
2.3. Población y muestra.....	
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	i
2.5. Procedimiento .....	ii
2.6. Método de análisis de datos .....	viii
2.7. Aspectos éticos .....	ix
III. RESULTADOS .....	x
IV. DISCUSIÓN.....	xv
V. CONCLUSIONES .....	xviii
VI. RECOMENDACIONES .....	xix
REFERENCIAS .....	20
ANEXOS.....	27
Anexo 01: Matriz de consistencia.....	27
Anexo 02: instrumentos de recolección de datos.....	28
Anexo 03: Instrumentos validados. ....	30
Anexo 4: Panel fotográfico. ....	36
Anexo 5: Resultados del laboratorio, cadena de custodia.....	41
Anexo 6: Resultados de laboratorio, Calidad del floc .....	44

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> índice de Willcomb .....	16
<b>Tabla 2:</b> Composición química del grano de maíz. ....	20
<b>Tabla 3:</b> Composición química de las semillas pan de árbol (Artocarpus altilis) en 100 g. ....	21
<b>Tabla 4:</b> Límites máximos permisibles de parámetro de calidad organoléptica. ... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 5:</b> Diseño de la investigación y aplicación .....	25
<b>Tabla 6:</b> Diseño de la investigación y aplicación, por coagulante. ....	25
<b>Tabla 7:</b> Distribución de las muestras de agua. ....	
<b>Tabla 8:</b> Etapas del trabajo de investigación. ....	i
<b>Tabla 9:</b> Materiales de campo.....	v
<b>Tabla 10:</b> Preparación de las concentraciones de los almidones.....	vi
<b>Tabla 11:</b> Velocidades de mezcla .....	vi
<b>Tabla 12:</b> Parámetros iniciales de la quebrada Limón con los LMP.....	x
<b>Tabla 13:</b> Parámetros finales de la quebrada Limón .....	x
<b>Tabla 14:</b> Tabla del análisis de covarianza para determinar dosis optima .....	xii
<b>Tabla 15:</b> Parámetros finales de la quebrada Limón. ....	xii
<b>Tabla 16:</b> Tabla del Análisis de Varianza entre la interacción coagulante*turbidez....	xiv

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón.....	15
<b>Figura 2:</b> Estructura interna de los gránulos de almidón.....	16
<b>Figura 3:</b> Diámetros típicos para la evaluación de flocs. ....	18
<b>Figura 4:</b> Flujograma del proceso de obtención de almidón de maíz.....	iii
<b>Figura 5:</b> Flujograma del proceso de obtención de almidón del pan de árbol. ....	iv
<b>Figura 6:</b> Volumen (ml) de las jeringas y dosis (ppm) de los coagulantes por cada jarra. .....	vii
<b>Figura 7:</b> Modelo de la cantidad de repeticiones con el coagulante de maíz ( <i>Zea mays</i> ). .....	vii
<b>Figura 8:</b> Modelo de la cantidad de repeticiones con el coagulante de pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ).....	viii
<b>Figura 9:</b> Comparación entre las dosis utilizadas para cada coagulante. Línea roja en el grafico representa la turbidez inicial (17.52 UNT).....	xi
<b>Figura 10:</b> Eficiencia del coagulante de Maíz en cada concentración.....	xiii
<b>Figura 11:</b> Eficiencia del coagulante de Pan de Árbol en cada concentración .....	xiii
<b>Figura 12:</b> Obtención de almidón de pan de árbol .....	36
<b>Figura 13:</b> resumen del muestreo .....	37
<b>Figura 14:</b> tamizado y pesado .....	37
<b>Figura 15:</b> proceso de gelatinización.....	38
<b>Figura 16:</b> Medición de parámetros .....	39
<b>Figura 17:</b> Test de jarras.....	40

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la eficiencia del almidón (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) en la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019, la investigación fue de tipo aplicada, de diseño experimental; para esto se recolectó 42 litros de agua de la quebrada Limón. Los resultados nos demostraron que no se logró obtener la dosis optima ya que en promedio no hubo una varianza significativa comparado con los niveles de turbidez inicial, en cuanto a la calidad de flocs formados un 88% del coagulante de maíz logo una calidad de 4 y una calidad de 6 solo al 2% a 20 ppm, mientras que el pan de árbol un 44% fueron de calidad 4 y otro 44% tuvieron una calidad de 6 y 8. Al analizar la turbidez alcanzada, se vio una ligera remoción de turbidez del 9.70% obteniendo un valor de 15.82 UNT al 2% de concertación a una dosis de 20 ppm de maíz, de igual manera para el pan de árbol solo se logró un 4.11% de eficiencia en una sola jarra al 2% de concertación y un 6.96% de eficiencia al 3% de concentración. Los datos ANOVA determinan que no hubo diferencia significativa entre los coagulantes ya que solo influyeron en la remoción de la turbidez apenas un 0.1% aceptando de esta manera la hipótesis nula, demostrando así que los niveles de eficiencia son muy bajos por esta razón se considera que los coagulantes no son eficientes.

**Palabras clave:** almidón de maíz y pan de árbol, turbidez, remoción, eficiencia.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the efficiency of starch (*Zea mays*) and tree bread (*Artocarpus altilis*) in the removal of water turbidity from the Limón-Moyobamba creek 2019, the research was applied, experimental design; For this, 42 liters of water were collected from the Limón stream. The results showed us that the optimal dose was not obtained since on average there was no significant variance compared to the initial turbidity levels, in terms of the quality of flocs formed 88% of the logo corn coagulant a quality of 4 and a quality of 6 only at 2% at 20 ppm, while the tree bread 44% were of quality 4 and another 44% had a quality of 6 and 8. When analyzing the turbidity reached, a slight turbidity removal was seen of 9.70% obtaining a value of 15.82 UNT at 2% agreement at a dose of 20 ppm of corn, similarly for tree bread only 4.11% efficiency was achieved in a single jar at 2% agreement and a 6.96% efficiency at 3% concentration. The ANOVA data determine that there was no significant difference between the coagulants since they only influenced turbidity removal by only 0.1%, thus accepting the null hypothesis, thus demonstrating that the efficiency levels are very low for this reason it is considered that Coagulants are not efficient

**Keywords:** corn starch and tree bread, turbidity, removal, efficiency.



## I. INTRODUCCIÓN

Para el presente estudio de tesis, se comenzó con la presentación de **la realidad problemática general** de acuerdo al contexto del estudio, considerando así que la calidad del agua es primordial para la buena salud de los habitantes y para el crecimiento y el desarrollo de las poblaciones (VILLENNA, 2018), ya que el mal o inexistente tratamiento de este elemento destinado para el consumo humano, que esencial para la vida, repercute en una secuencia de daños a la salud como enfermedades estomacales e infecciones contagiosas mencionado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), por esa razón se precisa someter este recurso a una variedad de tratamientos previos, y así asegurar la eliminación completa o parcial de impurezas, esto a través de diferentes métodos, como son la clarificación, floculación y sedimentación del agua. La etapa más importante en el desarrollo del tratamiento de agua es la clarificación, en los cuales está incluido la coagulación y la floculación, en estas etapas mediante la adición de sulfato de aluminio las partículas se agrupan formando pequeños flocs; de esta forma los flocs se sedimentan dejando el agua limpia y transparente, y esto facilita que el agua alcance las características físicas y organolépticas admisibles tal como lo indican las normas y estándares nacionales e internacionales de salud pública (GUZMÁN, 2013).

Así mismo la turbidez se considera un parámetro importante en la calidad del agua potabilizada y no potabilizada, y su remoción de turbidez uno de los principales objetivos de su tratamiento (TRUJILLO, 2014), por lo general las plantas de tratamiento de agua potabilizada, utilizan sales de hierro o aluminio como coagulantes, para desestabilizar los coloides, pero estos elementos pueden ocasionar varios problemas, como ; altos niveles de monómeros residuales en los productos finales, alta densidad de carga iónica, permanencia durante muchos años en el medio impactado, llenando espacios en los rellenos sanitarios y provocando contaminación atmosférica por la emisión de gases, si llegasen a ser incinerados sin los protocolos establecidos, producirían componentes peligrosos y con efectos dañinos a la salud, especialmente enfermedades neurológicas como Alzheimer. A finales de los 70, se planteó el uso de coagulantes naturales de acuerdo a la realidad de cada región, con la intención de disminuir el uso de activos químicos; no obstante, la producción de dichos coagulantes no logró un crecimiento sobresaliente por la industrialización y comercialización de coagulantes sintéticos, destinados para los procesos de tratamiento de agua, como coagulantes primarios o ayudantes en los procesos de floculación. (MOLANO, 2011).

Asumiendo esta situación, se busca mejorar e implementar innovadoras tecnologías que consigan realizar estos procesos disminuyendo costos de manera eficiente y sin causar impactos negativos al medio ambiente. (URQUIA, 2017).

En la provincia de Moyobamba existen muchos centros poblados con sistemas de agua potabilizada y entubada muy antiguos o artesanales que no se abastecen para poder realizar un buen tratamiento del agua, siendo el parámetro de turbidez uno de los principales causantes para no poder clorar el agua, la quebrada Limón es la que abastece de agua al anexo Metoyacu del centro poblado Nuevo progreso.

Continuando con el progreso de la investigación, se revisó trabajos previos relacionados para luego ser usados como **trabajos previos**, teniendo a **nivel internacional** al tesista VILLABONA, Ángel. (2013). Que realizó una investigación titulada: *Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural*. (Tesis de grado). Universidad de Cartagena, Colombia. Concluyendo que el material procedente de la *Opuntia ficus Indica* presentó concentraciones muy altas para activarse como coagulante ya que tuvo una potencia de eliminación de turbidez del 70% y de color un 50% en agua sin tratar. Así mismo MARTINEZ, Jasser & GONZALES, Luis. (2014). Con su tesis sobre la: *Evaluación del poder coagulante de la tuna (Opuntia ficus indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cartagena. Colombia. Al analizar los resultados que obtuvieron llegaron a concluir que el coagulante *Opuntia ficus indica* sometido a la prueba de jarras tuvo eficiencia del 84.52%; evidenciando un 85.76% de eliminación de turbidez y 57.14% de color del agua cruda analizada. Así también CARRASQUERO, Sedolfo. (2017). Con su trabajo titulado: *Efectividad de coagulantes obtenidos de residuos de papa (Sonalum tuberosum) y plátano (Musa paradisiaca) en la clarificación de aguas*. (Tesis de grado). Universidad de Zulia. Venezuela. Concluyó: la mezcla del coagulante de cáscara de papa tuvo una eficacia en aguas con turbidez de 200UNT, en todas las dosis propuestas se obtuvieron porcentajes de eliminación de turbidez de 97% y 99%; la dosis óptima fue de 50 mg/l; el coagulante de plátano tuvo un alto porcentaje de eficiencia en la eliminación de la turbidez, teniendo una media del 89%. Por su parte MOSCOSO, Luis. (2015). En su investigación titulada: *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*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos. Guatemala. Logró comprobar que el almidón de yuca llegó a ser sustituto del sulfato de aluminio con el 60%

de dosis óptima, con la intención de alcanzar valores menores a 5 UNT, para los valores de turbidez que se hallan entre 100 y 900 UNT es obligatorio suplir hasta un 60% de dosis óptima, para los valores de turbidez entre 0-100UNT hasta un 80%, de 900-1000UNT hasta un 40% y el mejor resultado que se obtuvo como sustituto fue del 100% para las turbiedades que se encuentran entre 300-400UNT.

**En los trabajos previos a nivel nacional** el autor CHÁVEZ, Janeth. (2016). En su tesis titulada: *Eficiencia del Coagulante a base de Huaraco (Austrocylindropuntia floccosa) en la disminución de la turbiedad en las aguas de la laguna Yanacocha – Pasco.* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú. Llegó a concluir que al aplicar 80ml de coagulante natural de Huaraco con el 10% de concentración, se logró reducir la turbidez de 27.5UNT a 4.5UNT, evidenciando que el coagulante huaraco podría ser una opción para cambiar los coagulantes artificiales, para el tratamiento del agua. El siguiente autor CHAMA, Jenny. (2016). En su tesis titulada: *Evaluación del poder coagulante del almidón de papa (Solanum tuberosum) y el policloruro de aluminio para la remoción de la turbidez al ingreso de las aguas de la planta de tratamiento Samegua, Moquegua.* (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mareategui, Perú. 2017. Determina que al usar coagulante natural de papa obtuvo un rendimiento aproximado de 17,5 %, dichos resultados permitieron conocer que la concentración optima es de 133,00 mg/l, es decir 2% de almidón, consiguiendo eliminar la turbidez del agua a 6,3 UNT al momento de ingresar el agua a la PTAP Samegua. Por otro lado, el tesista RIVERA, Roger. (2017). En su tesis titulada: *Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca (Manihot Esculenta) y plátano (Musa Paradisiaca) para remover turbidez y Escherichia Coli del riachuelo Santa\_Perené\_Chanchamayo.* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú. 2017. Logró demostrar que el coagulante de plátano tiene eficacia en cuanto a los parámetros de turbiedad y E. coli con dosis de 130 mg/l. El coagulante de yuca tuvo una dosis óptima de 3 mg/l, la cual ha permitido una turbidez final de 12.36% y 16.67 % de *Escherichia coli* y en la disminución de la turbidez, con el agua natural de plátano se consiguió un 15.06% sobre la eliminación de turbidez con el almidón de yuca, siendo este último como el coagulante con mayor eficacia.

**A nivel local, como trabajos previos** tenemos a la tesista SUYÓN, Lely. (2018). En su tesis titulada: *Evaluación del coagulante natural almidón de Calathea allouia (dale dale) para remover parámetros de turbidez y color en aguas de consumo humano del manantial Chorrobamba-Cacatachi.* Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú. 2018. Concluyó que: el coagulante natural de almidón de *Calathea allouia* (dale dale) logró

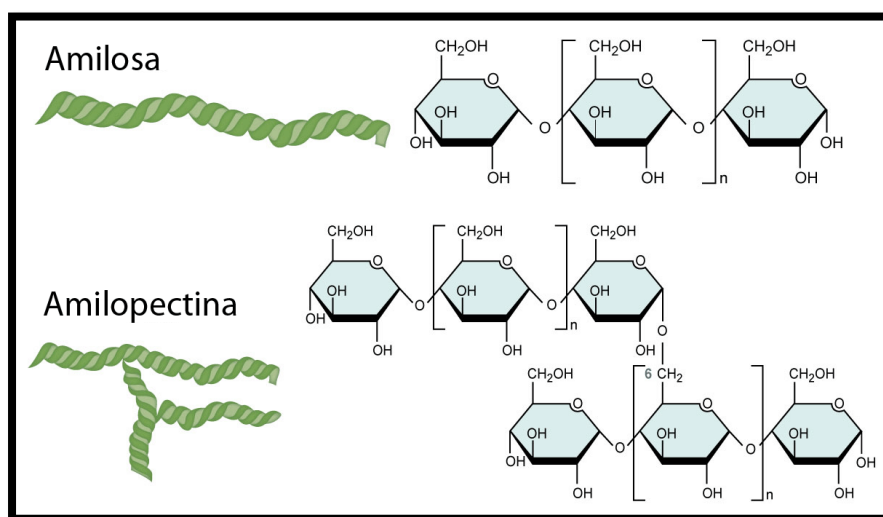
disminuir los parámetros de color 8 Pt/Co inicial a 4.7 Pt/Co, posteriormente a la aplicación de un procedimiento, la turbidez inicial fue de 22,5 UNT en comparación a las 2 UNT posteriormente al tratamiento del agua del manantial Chorrobamba con el uso de prueba de jarras, el agua de Chorrobamba presentó valores iniciales de 22.5UNT de turbidez y 8.0 UCV- Pt/Co de color, el valor de turbidez sobrepasa los LMP establecidos en el reglamento de calidad de agua para el consumo humano, establecido por DIGESA por eso es necesario y urgente el tratamiento de esta fuente de captación de agua. De manera similar el autor MALDONADO, Arnold. (2018). En su tesis titulada: *Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo – La Mina, Moyobamba – San Martín*”. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Perú. 2018. Obtuvo los siguientes resultados, el coagulante natural de almidón de yuca removió un 48% del color inicial y 50% de turbidez en la prueba de jarras y la dosis óptima para el uso del almidón de yuca como coagulante es del 1% (1mg/L de agua).

En las **teorías relacionadas al tema**, se iniciará por el **marco legal** en donde se expone que la **Constitución política del Perú en el artículo 67°**, instaura que el Estado es responsable de determinar las Políticas Nacionales del Ambiente y de promover el uso sostenible y sustentable de los que la tierra nos provee, en la **Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente” en el Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible**, 32.1 El Límite Máximo Permisible - LMP, es el grado de elementos o la medida de concentración de sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que identifican a un efluente o una emisión, que al exceder causa perjuicios a la salud humana y al medio ambiente natural. Su cumplimiento es legal y obligatorio. El **Artículo 114.- Del agua para consumo humano**, el estado peruano es el encargado de brindar el servicio de agua potable a la población ya que es un derecho. Siendo éste es el que debe asegurar la vigilancia y protección del agua que se utiliza, sin daño de los compromisos que pertenecen a los particulares. En caso de escasez, el Estado tiene la obligación de dar preferencia de uso para las poblaciones, por otro lado, la **Ley N° 26821 “Ley orgánica del aprovechamiento de los recursos naturales” en su Artículo 9.-** en donde menciona que el estado es el encargado de promover la investigación probada y tecnológica sobre la variedad, calidad, composición, potencialidad y gestión de los recursos naturales promover la información y el conocimiento sobre los recursos naturales. Para ejecutar estas acciones se otorgan permisos en materia de investigación sobre los RR. NN y su aprovechamiento siempre y cuando respeten los derechos concedidos.

**Ley N°29338 “Ley de los recursos hídricos”**, en dicha ley se define los usos del agua de acuerdo a su prioridad y mantiene el margen del uso de agua de las comunidades nativas y campesinas. Es la encargada de vigilar todos los usos de todo tipo de agua (superficial, subterránea y continental), así como aguas atmosféricas y marinas, por último, se menciona el **Reglamento de la calidad de agua para Consumo Humano Aprobado con D.S 031-2010-SA**, en su **Artículo 7°**. – se menciona la gestión que se realiza para obtener una buena calidad de agua para consumo humano, en su **Artículo 59°**. - **Agua apta para el consumo humano**, es el agua limpia, que se pueda beber sin originar daño a la salud de las personas, cumpliendo con los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento, en el **Artículo 62°**. - **Parámetros inorgánicos y orgánicos**, el agua potabilizada o entubada destinada para la población debe respetar los LMP inorgánicos y orgánicos. En su **Artículo 63°**. - **Parámetros de control obligatorio (PCO)**, las coliformes termotolerantes, coliformes totales, color, turbiedad, Residual de desinfectante y pH, son llamados parámetros de control por la importancia que tienen en los procesos de tratamiento de agua potable, los comercializadores de agua de mesa y proveedores están obligados a medir dichos parámetros. En el **marco teórico** se menciona en primer lugar a la variable independiente (turbidez), la turbidez o turbiedad del agua es causada por los coloides en suspensión que a mayor concentración ocasionan la pérdida de claridad del agua o de cualquier líquido transparente. Se entiende así que cuando el agua se observa de en tonos marrones (turbia) es por la existencia de coloides suspendidas. Para realizar una buena potabilización del agua la turbidez del agua debe ser menor a 5UNT, de lo contrario no se podrá clorar el agua, por lo que el parámetro de turbidez ayuda a determinar la calidad de agua presente. (SÁNCHEZ, 2007), el agua turbia contiene, materias distintas en suspensión, arena, limos, coloides orgánicos, plancton y otros microorganismos. Estos coloides por sus diferentes tamaños se clasifican en tres tipos: en minerales, partículas orgánicas húmicas de originadas de la descomposición y partículas filamentosas. (MARÍN, 2003) y su unidad de medida es la Unidad Nefelométrica de Turbiedad (UNT) (DECRETO SUPREMO 031-2010-SA.). El coagulante natural el **Almidón**, es usada por las plantas como reserva energética, y es polisacárido, se encuentra en los cereales, raíces, tubérculos, frutas y semillas, WHISTLER Y COLO (Marín, 2014) es también la principal fuente de hidratos de carbono que es sintetizada por las plantas superiores. En la célula se forma en pequeños gránulos, variando de tamaño entre 1 a 100 µm. Un gránulo de almidón está compuesto por cantidades diferentes de amilosa y amilopectina (RIVAS, 2008), si se modifica se

genera un cambio en una o varias de las características físicas, químicas o estructurales del almidón. El almidón además de ser consumido como tal, se puede someter a diferentes procesos permitiendo un cambio de sus funciones, esto lo convierte en un buen estabilizante y gelificante, sometiéndolo al calor se puede utilizar como coagulante (YIN, 2010), este se encuentra compuesto por polímeros que son la glucosa, la amilosa y amilopectina (BELTZ Y GROSCH), la mayoría de los almidones se conforman por un 20% de amilosa y 80% de amilopectina. (H.-D. BELITZ y W. GROSCH y P. SCHIEBERLE), el polímero de glucosa, la **amilosa** se compone esencialmente por cadenas de restos de a-D-glucopiranosilo unidas por enlaces a-(1---4), su peso molecular oscila entre  $1 \times 10^5$  y  $1 \times 10^6$  Da (Dalton) y logra contener entre 500 y 6000 unidades de glucosa. Al ser lineal y de gran longitud este brinda a la amilosa algunas propiedades como por ejemplo la capacidad de unirse con yodo, alcoholes o ácidos orgánicos y su frecuencia de asociarse consigo misma, logrando que la solución llegue a precipitarse. THOMAS y ATWELL (citado por MARÍN, 2016) y el polímero **amilopectina** está conformada por a-D-glucosa, y unida mayormente por enlaces a-(1---4). Presenta mayor ramificación que la amilosa con un 4-5% de enlaces a-(1----6), su peso molecular tiene el orden de  $10^8$  Da. Muy cerca de 600000 de glucosa y esta ramificada al azar. ZOBEL (citado por MARÍN, 2016).

**Figura 1:** *Propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón.*

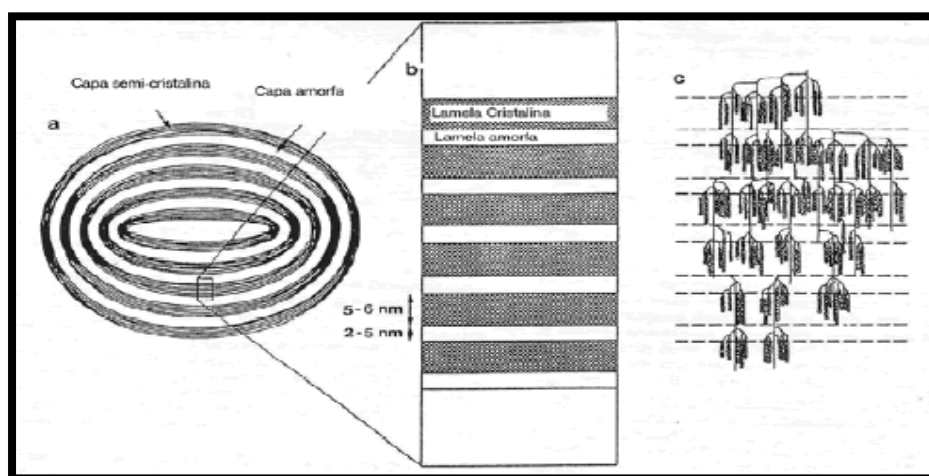


*Fuente: Revista de la Sociedad Química del Perú (ALARCÓN, 2016)*

**La estructura del granulo de almidón** están formados por anillos concéntricos donde se encuentran regiones cristalinas y amorfas, su parte cristalina se encuentra conformada

por cadenas una aglomeración en forma de racimos de amilopectina, mientras que la parte amorfa se encuentra formada por ramificaciones de amilopectina y amilosa. ZOBEL (citado por MARÍN, 2016) los almidones de cereales presentan un patrón de difracción tipo A; los tubérculos presentan un patrón tipo B, algunos tubérculos y granos presentan un patrón tipo C, que es la mezcla de los patrones A y B y el patrón tipo V que generan complejos de amilosa-lípidos cuando ha sido gelatinizado. IMBERTY (citado por MARÍN, 2016).

**Figura 2:** Estructura interna de los gránulos de almidón.



*Fuente: Revista Mexicana de Ingeniería Química (ACEVEDO, 2015).*

La amilosa es una molécula mayormente lineal, y la amilopectina es una molécula principalmente ramificada. Al someter al almidón a tratamientos hidrotérmicos este cambia su estructura pasando por tres fases: la gelatinización, gelificación y retrogradación, y estos causan el inflamamiento, hidratación, fusión y ruptura de los gránulos de almidón se realiza la **gelatinización o gelificación** debido a que los gránulos de almidón no son solubles en agua fría, y su estructura está muy organizada y también contiene una gran estabilidad por las diferentes interacciones que existen entre sus dos polisacáridos que lo constituyen, pero al entrar en calor se inflan y forman un medio acuoso. Es por eso que en el proceso de gelatinización este sufre cambios drásticos como el hinchamiento y disrupción del gránulo seguido de la pérdida de su cristalinidad. Todos estos cambios son influenciados por el tipo, tamaño de granulo de almidón y otros factores como la velocidad del calentamiento (PINEDA, 2010) para realizar la parte experimental de la investigación en la remoción de la turbidez se realiza con la **prueba de jarras**, en el proceso de coagulación química y de dosificación precisa de sustancias, estos tienen

que ser elegidas por la simulación de purificación en un laboratorio a escala, y es la Prueba de Jarras que realiza de mejor manera la simulación química de purificación y la operación que se lleva a cabo. Un simple orden de vasos de precipitado y paletas hace posible una comparación de diferentes combinaciones químicas, de las cuales cada una de ellas están programadas a las mismas velocidades hidráulicas. Esta prueba es realizada con el propósito de obtener la dosis óptima de coagulante que será necesaria para lograr un floc de calidad (RESTREPO, 2009) en el proceso de **coagulación y floculación** del agua, tiene como fin eliminar la turbidez del agua, mediante la floculación los coloides son aglomerados para formarse en flocs, los microorganismos y el plancton se forman en partículas más grandes, pasando a la fase de floculación una vez se obtiene los flocs de buena calidad, estos lentamente se sedimentan, y/ filtración o también por flotación. Los coloidales en el agua son muy difíciles de sedimentar debido a que son muy pequeñas y esto dificulta la remoción de la turbiedad y de color. (SPINELLI, 2001). Los instrumentos de coagulación y floculación son: la apertura de la doble capa eléctrica de las partículas, que dentro del agua poseen una carga negativa. Esta incluye una capa de cationes y aniones los cuales se propagan a través de una solución. La capa atraviesa por una disminución cuando la fuerza del ion es elevada (SPINELLI, 2001), las aguas naturales tienen una cantidad superior de partículas negativas en el pH neutro, y es gracias a que la mayor parte de las partículas que están en las aguas naturales tienen cargas negativas en los pH neutrales, tienen la probabilidad de llegar a desestabilizarse por medio de adsorción o cationes con cargas efectiva. Si la dosis es adecuada, la carga llega a ser neutralizada y las partículas se unen. Sin embargo, si la dosis es muy alta, las partículas no se podrían ser neutralizadas lo que dará como resultado una carga efectiva produciendo un equilibrio (SPINELLI, 2001) y la precipitación (también referido como flóculo barrido) se produce en el momento que la dosis es aumentada, lo que produce una diversidad de polímeros hídricos que son precipitados. Este suceso se genera cuando el coagulante se usa en gran cantidad y se tiene un pH neutro (SPINELLI, 2001). La **evaluación de la calidad de los flocs** nos permite asignar un valor cualitativo para poder calificar la formación de un floc de manera más consistente, en el que se evalúa la forma del floc y la velocidad con que se forma, así como la rapidez con que sedimentan, los “flocs” (GIORDANI, 2008). Para mención y equiparación, se muestra un diagrama con las dimensiones y dispersiones comunes de los “flocs” formados.

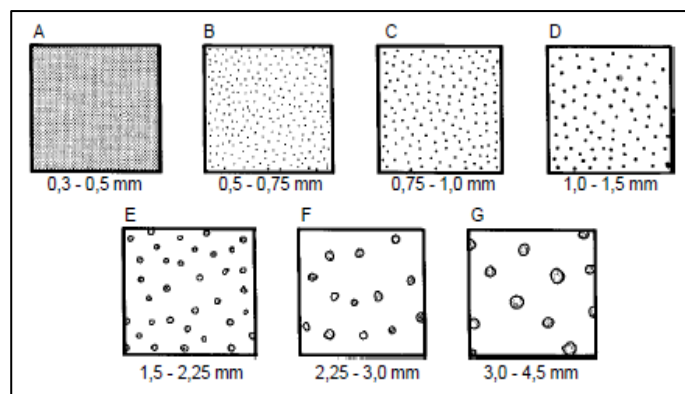


**Tabla 1:** *índice de Willcomb*

Número del índice	Descripción
0	Flóculo coloidal. Ningún signo de aglutinación.
2	Visible. Flóculo muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado.
4	Disperso. Flóculo bien formado, pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta.).
6	Claro. Flóculo de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8	Bueno. Flóculo que se deposita fácil pero no completamente.
10	Excelente. Flóculo que se deposita completamente, dejando el agua cristalina.

*Fuente: factibilidad del uso de polímeros para la clarificación del agua potable en la ciudad de Mérida, 2008.*

**Figura 3:** *Diámetros típicos para la evaluación de flocs.*



*Fuente: factibilidad del uso de polímeros para la clarificación del agua potable en la ciudad de Mérida, 2008.*

**Los coagulantes naturales** tienen un enorme potencial, pero debido a sus altos costos de producción aún no son explotados de manera adecuada; se producen de forma vertiginosa y natural, gracias a reacciones bioquímicas que se dan en animales y en plantas. En casi todos los casos, no muestran toxicidad o de ser el caso la toxicidad es mínima, y en muchos casos, son productos que sirven como alimento y con contenido alto de hidratos de carbono y de proteínas que se disuelven en agua (ROMERO, 2000) muchos de estos tienen propiedades coagulantes o floculantes que funcionan de manera similar a los coagulantes sintéticos, aglomerando las partículas que están en suspensión dentro del agua cruda, favoreciendo su sedimentación y disminuyendo la turbidez inicial; en diferentes lugares son usados de manera empírica por originarios, para clarificar el agua oscura, con resultados aceptables (YIN, 2010), la clarificación del agua tiene diferentes **factores que influyen la coagulación**, siendo un evento muy complejo el cual incluye

aproximadamente de 8 causantes que tiene la capacidad de llegar a una modificación donde destacan: la dosis del coagulante, la turbiedad, el potencial de hidrógeno, la cantidad de material orgánico en el agua, iones dispersos, la velocidad y gradiente de la mezcla, el movimiento de los electrones y la temperatura (ARBOLEDA, 2000). En la **influencia del pH**, se tiene presente que el pH es un parámetro de importancia que se tiene que considerar en el instante del proceso de coagulación, cada agua posee diferentes rangos de potencial de hidrógeno de tal manera que la coagulación tiene un espacio de forma instantánea, y esta depende del origen de los iones y la alcalinidad del agua. El rango de pH está ligado al tipo del coagulante que se utilizara y del tipo de agua, si la coagulación se da fuera de un rango de pH que es óptimo; la cantidad de coagulante y de dosis es mayor (RODIER, 1990), en la **influencia de la temperatura del agua**, el autor RODIER (1990) si al agua varía 1 °C de temperatura, esta tendrá una variación de su consistencia formando corrientes de consistencia de desiguales grados afectando la energía cinética de las partículas en suspensión, haciendo que la coagulación sea más lenta; las temperaturas muy altas también afecta la coagulación. Al disminuir la temperatura del agua cuando se realiza el proceso de decantación, esta aumenta su densidad; esto explica las adversidades que enfrenta el floc en el proceso de sedimentación; la **influencia de la dosis de coagulante**, las dosis de coagulante son las que predominan de manera directa en la eficacia de la coagulación. Si se utilizan dosis de concentraciones bajas, no se logra neutralizar la carga de las partículas, disminuyendo la formación de microflóculos, teniendo como resultado una turbidez residual alta. En cambio, si las dosis de coagulante natural tienen concentraciones altas se produce la inversión de la carga de las partículas, llevando a la formación de microflóculos muy pequeños y velocidades muy lentas, teniendo como resultado una turbidez residual elevada. (VÁSQUEZ, 1994) y por último la **influencia de la mezcla**, la agitación inicial que tiene el agua al agregar el coagulante determina si la coagulación es eficaz ; turbulencias desiguales ocasionan que algunas partes del agua con más concentración de coagulantes y la otra sección tenga poco o nada; el movimiento debe darse de manera similar, para garantizar que la mezcla entre el agua y el coagulante haya sido bien hecha y que ha ocasionado la barrera química de neutralización de cargas correspondiente. Durante el proceso de coagulación y floculación, la mezcla trabaja dos etapas. En la primera etapa la mezcla es rápida y corta (60 seg, máx.) o también llamada mezcla rápida; esta mezcla tiene por objeto dispersar el coagulante dentro del volumen total del agua a tratar, y en la segunda etapa la mezcla es lenta y tiene por objeto desarrollar los

microflóculos (ARBOLEDA, 2000). **El grano de maíz;** son semillas sólidas denominadas científicamente *cariópside* o *cariopsis*, triturando o moliendo estas semillas se obtiene harina rica en almidón, que se utiliza para lavar ropa y en la cocina. Con tratamiento químico se hace un jarabe del almidón del maíz. A parte de este jarabe se obtiene azúcar de maíz o glucosa, la fécula calentada y pulverizada se convierte en dextrina, empleada para preparar pastas adherentes y mucílagos, como el que se utiliza para sellar los correos y velos de los sobres. Del grano germinado se separa el germen para posteriormente secar, triturar y se extraer a presión el aceite de maíz. Dicho aceite se utiliza y comercializa para alimento y para fabricar barnices, pintura, cauchos artificiales, y jabones (ECURED, 2019). **La composición química del grano de maíz** está compuesta en su mayor parte por almidón y otros hidratos de carbono como azúcares en forma de glucosa, sacarosa y fructuosa, en cantidades muy pequeñas (MARTÍNEZ, 2016) Según un estudio realizado en la Universidad Tecnológica del Chocó, Colombia se puede apreciar un cuadro con los componentes del maíz por parcelas y un promedio por componente.

**Tabla 2:** *Composición química del grano de maíz.*

<b>Componente</b>	<b>PM1</b>	<b>PM2</b>	<b>PM3</b>	<b>PM4</b>	<b>Promedio</b>
<b>Almidón</b>	67,7	71,5	67,7	67,2	68,53
<b>Azúcares totales</b>	1,22	0,91	1,17	1,18	1,12
<b>Calcio mg/kg (ppm)</b>	144	61	95	111	102,75
<b>Cenizas</b>	1,40	0,7	1,4	1,35	1,21
<b>FAD</b>	3,6	3,0	3,8	4,0	3,6
<b>FC</b>	1,7	1	1,7	1,7	1,53
<b>END</b>	8,6	4,5	8,5	8,6	7,55
<b>Fosforo</b>	0,31	0,13	0,29	0,30	0,26
<b>Grasa</b>	3,54	3,17	3,82	3,18	3,43
<b>Materia seca</b>	93	81,1	92,9	91	89,5
<b>Potasio</b>	0,30	0,18	0,29	0,25	0,26
<b>Proteína cruda</b>	11,9	11,9	12,1	11,9	11,95

**PM1: Parcela de recolección de maíz**

*Fuente: Revista de investigación agraria y ambiental, Vol. 7, 2016.*

**El pan de árbol** es una especie tropical con una diversidad de 120 tipos que alcanzan una altura de 9 a 18 metros, sus hojas son de gran tamaño color verde oscuro de aproximadamente de 29 a 90 cm de tamaño. Empieza a dar frutos a la edad de seis años generalmente y produce durante 50 años más. Los frutos tienen un tamaño de 9 a 45 cm de longitud y 5 a 30 cm de diámetro, teniendo un peso máximo de 6 kg. Estos frutos al inicio son color verde luego de color verde amarillento a mitad de su desarrollo y amarillo o marrón amarillento cuando ya están maduros (FAO, 2019) el fruto fresco no

es recomendable consumir crudo, se debe pelar y descorazonar para ser cocinado, se puede agregar sal, pimienta azúcar o mantequilla, sus semillas y flores también se pueden cocinar, vaporizar o asarlas, se comen con sal, o preparar puré y de la semilla se puede elaborar harina para la industria panadera, hojuelas, encurtidos en salmuera, en pasta envasadas en vidrio o enlatadas, "chip" o frituras, producir almidón para la industria textil y maderera, productos para consumo animal, producción de alcohol y como base para la comida instantánea (APAÉSTEGUI, 2011)

**Tabla 3:** Composición química de las semillas pan de árbol (*Artocarpus altilis*) en 100 g.

Compuestos	cantidad
Agua	35,10 - 56,80 G
Proteína	5,25 - 13,30 G
Grasas	2,59 - 5,59 G
Carbohidratos	30,80 - 44,00 G
Fibra	1,34 - 2,14 g
Ceniza	1,50 - 5,58 g
Calcio	0,1 mg
Tiamina	0,25 mg
Riboflavina	0,1 mg
Niacina	3,54 mg
Ácido ascórbico	13,7 mg

Fuente: MORTON 1987

#### Límites Máximos Permisibles (LMP)

Parámetros	Unidad de medida	Límites máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
7. Solidos totales disueltos	mg l <sup>-1</sup>	1000
8. Cloruros	mg Cl- L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> # L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniacó	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4

14.	Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15.	Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16.	Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17.	Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

**UCV= Unidad de color verdadero**

**UNT= Unidad nefelométrica de turbiedad**

*Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.*

**Las quebradas** son pequeños cursos de agua que se originan en las lagunas y producto de la escorrentía. Se encuentran mayormente, en la parte alta y algunas dan nacimiento a grandes y pequeños ríos. (CODIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES DEL PERÚ-ANA, 2011).

El **agua cruda**, es el agua en su estado natural, captada para abastecer a las poblaciones, pero no recibe ningún tratamiento, también se le conoce como agua entubada. (MINISTERIO DE SALUD, 2011) el **agua superficial** es aquella que se encuentra fluyendo o en inmovilidad sobre la extensión de la tierra. Proviene de las precipitaciones pluviales, que escurren y no regresan a la atmósfera por evaporación o procedentes de manantiales y de las aguas subterráneas (CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA CONTINENTALES SUPERFICIALES-ANA, 2018) el **agua tratada** es toda aquella agua que es puesta a procesos físicos, químicos y biológicos, sea una agua inocua para su uso poblacional (MINSAL, 2011), una vez tratada el agua pasa a ser **agua potabilizada que** es toda agua idónea para el consumo humano y para todo tipo de uso doméstico y personal (MINSAL, 2011).

**La eficiencia** viene a ser la capacidad de producir un resultado que se desea o se espera en el menor tiempo posible con el menor uso de los recursos que serán utilizados (LAM & HERNÁNDEZ, 2018).

Para definir la palabra **análisis**, los diversos diccionarios estudiados sugieren distintos tipos de análisis: clínicos químicos, físicos. No obstante, y según algunos escritores, se considera el análisis como la desintegración de un todo en sus partes, esta separación puede ser: Materia: en caso del análisis químico e ideal: caso del análisis de un conocimiento. (LÓPEZ, 2002) los **parámetros organolépticos** son los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua destinada para consumo poblacional, se puede percibir a través de la percepción visual (MINSAL, 2011).

Continuando con la investigación se realizó la **formulación del Problema general**: ¿Será eficiente el uso de almidón del maíz (*Zea mays*) y pan árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua en la quebrada Limón-Moyobamba 2019?, y luego la

formulación de los **Problemas específicos**: ¿Cuáles son las dosis óptimas del almidón del maíz (*Zea mays*) y pan árbol *Artocarpus altilis* para la remoción de la turbidez del agua en la quebrada de Limón-Moyobamba, 2019?; ¿Cuál es la calidad de floc removido por la acción del almidón del maíz (*Zea mays*) y de pan árbol (*Artocarpus altilis*) en la remoción de la turbidez del agua en la quebrada Limón-Moyobamba, 2019? Y ¿Cuál es la turbidez removida por acción del almidón maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019?

La investigación se **justificación teóricamente** porque se realiza con el intención de contribuir al conocimiento sobre el uso del almidón de maíz de la raza piricinco y pan de árbol como coagulantes naturales para reducir la turbidez del agua para consumo humano; cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta, para ser incorporado como sustituyente del Sulfato de Sodio, ya que se demostrará la eficiencia de dichos coagulantes de almidón, así mismo la **justificación práctica** se realiza porque existe la necesidad de sustituir coagulantes artificiales por coagulantes naturales en los procesos de coagulación y floculación del agua para disminuir la turbidez, los coagulantes artificiales generan muchos lodos y al momento de quemar los residuos remanentes generan gases contaminantes que contienen aluminio y es peligroso para la salud y para el entorno natural, así mismo se **justifica metodológicamente** para el que uso de almidones de maíz y pan de árbol como coagulantes naturales puedan sustituir cloruro férrico y el sulfato de aluminio, una vez realizada la prueba de jarras y demostrada su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación como antecedentes y en otras instituciones, por último se **justifica socialmente** porque la investigación está dirigida a resolver problemas de la turbidez en el agua de manera fácil mediante el uso de coagulante naturales, que la misma población puede hacer y usar sobre todo los centros poblados que tienen sistemas de agua entubada, el agua para que pueda ser clorada tiene que cumplir con ciertos parámetros y u no de ellos es la turbidez, el agua tiene que ser lo menos posible turbia y usando coagulantes naturales será posible lograrlo.

El **objetivo general** de la presente investigación es: Evaluar la eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) en la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.

Y como **objetivos específicos es**: definir la dosis optima del almidón del maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019; determinar la calidad de flocs formados por acción del almidón de maíz (*Zea Mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) de la quebrada Limón-

Moyobamba 2019 y Calcular la turbidez removida por acción del almidón maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.

**Por otro lado, se presenta las hipótesis nulas: H<sub>0</sub>:** Los almidones del maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) **no remueven la turbidez del agua** de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019. **H<sub>0-1</sub>:** El almidón del maíz (*Zea mays*) **no remueven la turbidez del agua** de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019. **H<sub>0-2</sub>:** El almidón del pan de árbol (*Artocarpus altilis*) **no remueven la turbidez del agua** de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019. Y las Hipótesis Alternas: **H<sub>1</sub>:** Los almidones del maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) **sí remueven la turbidez del agua** de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019. **H<sub>1-1</sub>:** El almidón del maíz (*Zea mays*) **sí remueven la turbidez del agua** de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019. **H<sub>1-2</sub>:** El almidón del pan de árbol (*Artocarpus altilis*) **sí remueven la turbidez del agua** de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo de investigación y diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación

La reciente investigación se encuentra enmarcada en el tipo “aplicada”, y se precisa como “aquella que está dirigida a solucionar los problemas de manera objetiva de las técnicas de producción, repartición y servicios de diferentes tipos de actividad realizada”. (ÑAUPAS, MEJÍA, NOVOA y VILLAGÓMEZ, 2014).

#### Enfoque de le investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, como nos menciona (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 2014) usa la recolección de datos para experimentar la hipótesis con base en el cálculo numérico y el análisis estadístico, con el propósito de crear modelos de procedimientos y comprobar teorías.

#### 2.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación, es experimental según FLEISS, 2013; O'BRIEN, 2009 Y GREEN, 2003 (Citado por HERNÁNDEZ, 2014) porque se manipula a propósito la variable independiente para estudiar los efectos sobre la variable dependiente, en un ambiente con estricto control.

Este diseño de investigación es el que establece HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2014). Y es el denominado “Diseño de pre prueba – Post prueba con un solo grupo” que se encuentra en los diseños pre experimentales.

El diagrama es de la siguiente forma:

**Tabla 5:** *Diseño de investigación y aplicación*



*Fuente: HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2014).*

**Donde:**

**G** = Muestras experimentales.

**X** = Variable independiente

**O<sub>1</sub>** = Información obtenida en las muestras, antes del proceso.

**O<sub>2</sub>** = Información obtenida en las muestras, después del proceso.

**Tabla 6:** *Diseño de la investigación y aplicación, por coagulante.*

MUESTRAS EXPERIMENTALES	PRE TEST	VARIABLE INDEPENDIENTE	POST TEST
G <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
G <sub>2</sub>	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón – Moyobamba 2019*

**Donde:**

**G<sub>1-2</sub>** = Muestras experimentales.

**X** = Variable independiente representada por los procesos de coagulación y floculación.

**O<sub>1</sub>** = Información obtenida en las muestras, antes de agregar almidón de maíz.

**O<sub>2</sub>** = Información obtenida en las muestras, después de agregar almidón de maíz.



## **2.2. Variables y operacionalización**

### **2.2.1. Variable**

- Independiente:  
Almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*).
- Dependiente:  
Remoción de la turbidez

### 2.2.2. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
<b>independiente:</b> <b>Almidón del de maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>)</b>	El almidón es un polímero natural de mayor importancia, conformado por unidades de glucosa presentadas en dos componentes: una de amilosa y amilopectina; el tamaño de éstas varía de un tipo a otro de acuerdo a su fuente de origen. (ARISTIZABAL Y SANCHEZ, 2008)	Funcionan como coagulante.	Coagulantes naturales	Concentraciones de los almidones	1% 2% 3% 20ppm 30ppm 40ppm 60ppm 80ppm 100ppm	Intervalo
<b>dependiente:</b> <b>Remoción de turbidez</b>	Es la medida del grado de transparencia que recupera el agua o algún otro líquido incoloro por los procesos de coagulación y floculación.	En la potabilización es considerada como un buen parámetro para definir la calidad del agua tratada, a menor turbidez mayor calidad (RIVERA, 2017).	Parámetros fisicoquímicos.	pH Temperatura Conductividad	g/ml °C	Razón
			Calidad del floc	Índice de Willcomb	0 2 4 6 8 10	Razón

UNT: Unidad Nefelométrica de turbidez

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

La población del presente trabajo de investigación es toda el agua presente que forma parte de la quebrada Limón, que tiene un caudal promedio de  $9\text{m}^3/\text{s}$ .

### 2.3.2. Muestra

En la presente investigación será utilizada una muestra no probabilística intencionada. HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2014).

La muestra para la disminución del parámetro de turbidez será tomada de la captación de agua de la quebrada progreso que suministra agua para consumo humano al centro poblado Nuevo Progreso, la cantidad necesaria será de 36 litros de agua la cual se desarrolló a nivel de laboratorio y se realizó de la siguiente manera.

#### Muestreo.

Unidad de análisis: Agua de la quebrada Limón.

**Tabla 4:** *Distribución de las muestras de agua.*

Grupo de mezcla de concentraciones (agua destilada)	Concentraciones	Grupo experimental	Almidón
1.5 litros	1%	6 muestras T1a	Maíz suave ( <i>Zea mays</i> )
	2%	6 muestras T1b	
	3%	6 muestras T1c	
1.5 litros	1%	6 muestras T2a	Pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> )
	2%	6 muestras T2b	
	3%	6 muestras T2c	
3 litros		36 litros	
Total		36 litros	

*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnica

Tabla de técnicas

**Tabla 5:** *Etapas del trabajo de investigación.*

<b>Etapas</b>	<b>Fuentes</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Resultado</b>
Obtención del almidón o fécula de maíz y pan de árbol.	Semillas de maíz y pan de árbol.	Observación	Registro de caracterización de almidón de maíz y pan de árbol.	Coagulantes naturales.
Muestreo de agua.	Captación de agua para consumo poblacional de la quebrada Limón.		Cadena de custodia. GPS.	Muestra: 42 litros de agua sin tratar.
Aplicación de los coagulantes con diferentes dosis a las 6 jarras con 1 L de muestra de agua cruda para determinar su eficiencia.	Floculador o prueba de jarras de agua de 6 jarras.	Observación	Ficha del porcentaje de los flocs removido para cada uno de los coagulantes.	Efectividad de remoción de los coagulantes.

*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

### 2.4.2. Instrumentos

Para desarrollar la ejecución de esta investigación se usaron los siguientes instrumentos: el formato de la cadena de custodia de agua y el formato de porcentaje de la turbidez removida y calidad de floc formado. Ver en anexo 02: Instrumentos de recolección de datos.

### **2.4.3. Validez**

Para el cumplimiento de los requisitos de validación de los instrumentos fueron sometidos a juicio por expertos colegiados y con especialidad, estudiosos de los coagulantes naturales para la remoción de la turbidez del agua y en tratamiento primario de agua para consumo poblacional.

Que se mencionan a continuación:

- Mg. Presbítero Vásquez Mejía – Metodólogo (Magíster en educación)
- Mg. Anita Tuesta – Especialista (Magister en educación ambiental)
- Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza – Especialista

### **2.4.4. confiabilidad**

No fue necesario realizar la confiabilidad por ser una rama de ciencias naturales, ya que los ensayos de las pruebas de jarras se realizaron y fueron aprobados en el laboratorio de química de la Universidad César Vallejo-Moyobamba.

## **2.5.Procedimiento**

### **2.5.1. Etapa 01: Trabajo en campo**

#### **Obtención del almidón de maíz (*Zea mays*).**

Para conseguir el almidón de maíz, se pesó 8 Kg de maíz suave de la variedad piricinco entero seco.

Paso 1: limpieza. - el maíz se pasa por tamices para separar de impurezas como insectos, hongos y animales pequeños.

Paso 2: secado del grano. – se realiza para evitar la proliferación de microorganismos.

Paso 3: pesado. - se pesó 8 Kg de maíz amarillo variedad piricinco.

Paso 4: trituration. - el maíz fue triturado a grosso modo en un molino artesanal y se agregó agua destilada.

Paso 5: sedimentación. - se realizaron tres lavados, cada uno se dejó reposar por 3 horas.

Paso 6: secado. - el almidón obtenido del maíz se secó a temperatura ambiente en sombra por 6 horas.

**Figura 4:**Flujograma del proceso de obtención de almidón de maíz.



*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

#### **Recolección de la semilla de pan de árbol.**

Debido a la temporada baja del fruto del pan de árbol no se encuentra en venta en el mercado de Moyobamba, se tuvo que buscar en las chacras y recolectar las semillas, de la chacra la Julianita se recolectó 4 Kg y de la chacra Arce se recolectó 4Kg, teniendo un total de 8Kg de pan de árbol.

#### **Obtención del almidón del pan de árbol.**

Para conseguir el almidón de pan de árbol se utilizó la semilla, se pesó 8 Kg.

Paso 1: selección y pesado. - se seleccionaron solo las semillas en buen estado.

Paso 2: pelado y picado. - las semillas seleccionadas se pelaron y se picaron.

Paso3: segundo lavado. - lavar las semillas peladas y picadas se lavó una vez.

Paso 4: trituración. - las semillas se licuaron con agua destilada.

Paso 5: colado y extracción. - para separar la masa del agua se hicieron dos procesos el primero con un colador y el segundo con un lienzo de tela fino color blanco.

Paso5: sedimentación. - se realizaron tres lavados, cada lavado se dejó reposar un total de 3 horas.

Paso 7: secado. - el almidón obtenido se secó a temperatura ambiente en sombra por 6 horas.

Paso 8: Tamizado. - se realizó el tamizado para depurar impurezas gruesas.

**Figura 5:**Flujograma del proceso de obtención de almidón del pan de árbol.



*'Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

### **Gelificación del almidón**

Los almidones de maíz y pan de árbol mezclados en agua de acuerdo a su concentración fueron llevados al juego lento hasta llegar a una temperatura de 90 °C para obtener una solución acuosa que se usó como coagulante.

Para la toma de muestras se solicitó permiso al representante municipal del anexo Metoyacu, para poder ingresar a la captación de agua de la quebrada Limón y proceder a tomar las muestras de agua necesarias para la realización de la presente investigación.

### **2.5.2. Etapa 02: Muestreo de agua**

#### **Ubicación**

La captación de la quebrada Limón se encuentra ubicada en la parte media de dicha quebrada, a unos 30 minutos en moto lineal desde Moyobamba y a unos 5 minutos caminando desde el reservorio de agua.

#### **Muestreo**

La cantidad de muestra que se tomó de la quebrada Limón fue de 36 litros de agua, se utilizaron dos galones cada uno con capacidad de 20 litros.

#### **Etiquetado de la muestra**

Las muestras de agua se rotularán con los siguientes datos:

- Demandante.
- Ubicación del punto de muestreo.
- Clasificación de agua.
- Fecha.
- Parámetros requeridos.
- Responsable.

Las muestras se llevaron al laboratorio de química de la UCV

#### **Acondicionamiento de las muestras**

Se cumplió con el protocolo nacional de calidad de agua, las muestras de agua se recolectaron y se hicieron llegar de manera inmediata al laboratorio de la UCV y se procedió a tomar los parámetros necesarios.

#### **Material para el muestreo**

**Tabla 6:** *Materiales de campo.*

---

<b>Material de campo</b>
<b>Libreta de campo</b>
<b>Lapicero</b>
<b>GPS</b>
<b>2 galones de 20 L</b>
<b>Cinta de papel</b>



**Cámara fotográfica**

**Guantes**

**Buco nasal**

*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

### 2.5.3. Etapa 03: trabajo en laboratorio

#### **Análisis de la muestra inicial**

Se realizó un análisis de la muestra inicial para obtener los datos iniciales del agua recolectada de la quebrada Limón, para luego someterla a tratamiento de test de jarras.

**Tabla 7:** *Preparación de las concentraciones de los almidones.*

<b>Almidones</b>	<b>Coagulante (gr)</b>	<b>Agua (ml)</b>	<b>Concentración (%)</b>
<b>Maíz (<i>Zea mays</i>)</b>	5gr	500ml	1%
	10gr	500ml	2%
	15gr	500ml	3%
<b>Pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>)</b>	5gr	500ml	1%
	10gr	500ml	2%
	15gr	500ml	3%

*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

#### **Determinación de la velocidad y dosis de los coagulantes.**

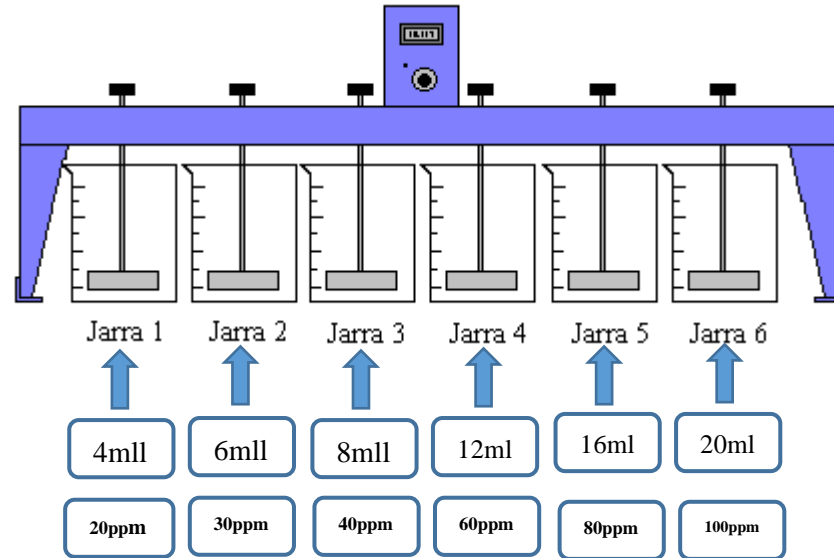
Se escogieron las velocidades usadas para la potabilización del agua de la ciudad de Moyobamba, al usar coagulantes, y por ser origen natural se determinaron dosis altas.

**Tabla 8:** *Velocidades de mezcla*

<b>Ensayos/velocidades</b>	<b>Ensayo 01</b>	<b>Ensayo 02</b>
<b>Mezcla rápida/tiempo</b>	300RPM /20s	300ppm/20s
<b>Mezcla lenta/tiempo</b>	40RPM/20m	40ppm/20m

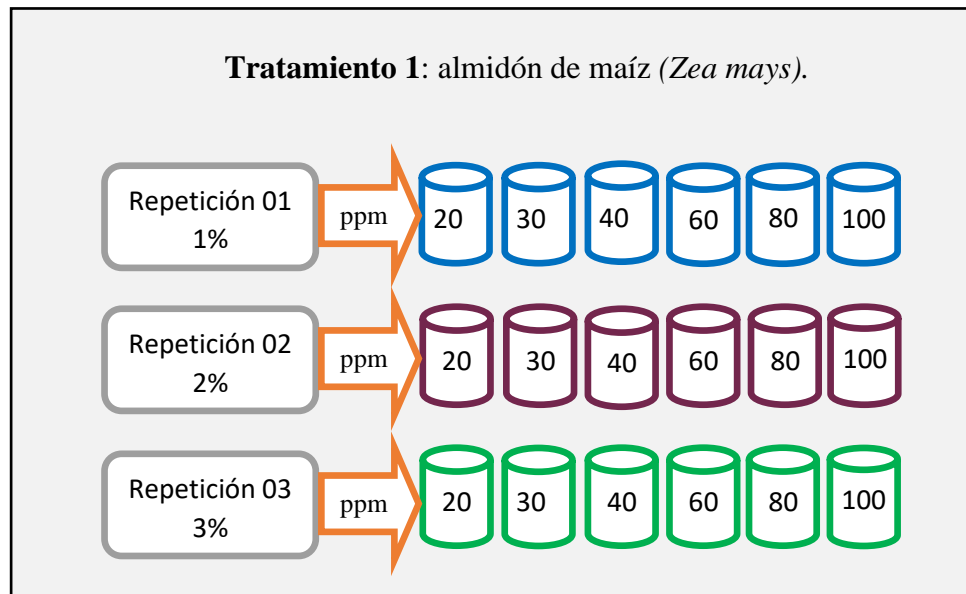
*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

**Figura 6:** Volumen (ml) de las jeringas y dosis (ppm) de los coagulantes por cada jarra.



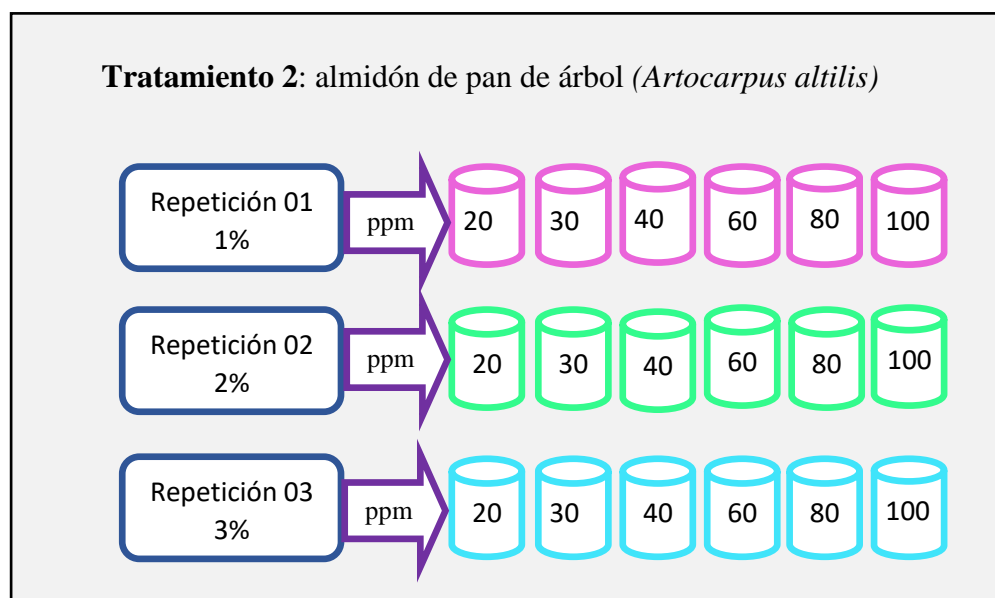
*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

**Figura 7:** Modelo de la cantidad de repeticiones con el coagulante de maíz (Zea mays).



*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

**Figura 8:** Modelo de la cantidad de repeticiones con el coagulante de pan de árbol (*Artocarpus altilis*).



*Fuente: Eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba 2019.*

## 2.6. Método de análisis de datos

### 2.6.1. Procesamiento de datos

Para ordenar y tabular los datos se utilizó el programa Excel 2013. Para la elaboración de tablas y gráficos estadísticos el software SPSS v24, en la cual se analizaron inferencialmente.

### 2.6.2. Análisis de datos

Se utilizó las medias aritméticas, máximos y mínimos para diferenciar variación entre los parámetros físico químicos y calidad de flocs. Para contrastar hipótesis de la dosis óptima se utilizó el análisis de covarianza (ANCOVA) y para la cantidad de remoción por coagulante se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) con el porcentaje de explicación ETA cuadrado.

ETA: Porcentaje de la variable dependiendo controlada por la variable independiente.

Fórmula para la evaluación de la eficiencia de los coagulantes de maíz y pan de árbol se utilizó la fórmula de eficiencia de remoción de turbidez. E

$$= \frac{Si - Sf}{Si} \times 100 \text{ (MARTINEZ \& QUEVEDO, 2015)}$$

## **2.7.Aspectos éticos**

Para realizar el presente trabajo de investigación, se respetó la guía de productos observables para proyecto de investigación de la Universidad César Vallejo, los autores se comprometen a respetar y cumplir con los derechos de autor, utilizando citas y referencias bibliográficas, al realizar las referencias bibliográficas que se mencionaron, todo de acuerdo con la norma establecida. Se citaron varios investigadores estudiosos de los coagulantes naturales en/para la remoción de la turbidez en agua para el consumo humano. Todo aporte o contribución de investigaciones externas o alternar mencionadas en la presente investigación se mantendrán completamente en reserva hasta su publicación en el repositorio de la universidad.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Parámetros iniciales del agua de la quebrada Limón, Moyobamba 2019.

Se presentan los parámetros de turbidez, temperatura, conductividad y pH (Tabla 12).

**Tabla 9:** *Parámetros iniciales de la quebrada Limón con los LMP.*

Parámetros	Unidades	Iniciales	LMP
Turbidez	UNT	17.52	5
pH	pH	6.6	6.5
Temperatura	°C	23.71	23
conductividad	µmho/cm	83	1500

Fuente: *Resultados obtenidos de los parámetros iniciales de Turbidez, pH, temperatura y conductividad tomados del agua de la quebrada Limón en el laboratorio de química de la UCV.*

#### Interpretación:

El agua de la quebrada Limón muestra sus valores muy por encima de los LMP establecidos, teniendo inicialmente una turbidez de 17.32 UNT, siendo el LMP 5 UNT, pH de 6.6 que se encuentra muy cerca de los LMP establecidos, en cuanto a la temperatura tuvo un valor de 23.71 °C que se encuentra en el rango establecido y la conductividad tuvo un valor de 83 µmho/cm que se encuentra muy por debajo de los LMP establecidos en la norma peruana.

#### 3.2. Parámetros finales de la quebrada Limón, Moyobamba 2019.

Se presentan los promedios finales de los parámetros de turbidez, temperatura, conductividad y pH, después del uso de los coagulantes (Tabla 13).

**Tabla 10:** *Parámetros finales de la quebrada Limón*

Parámetros	Unidades	Maíz	Pan de árbol
Turbidez	UNT	18.51	18.36
pH	pH	6.72	6.69
Temperatura	°C	25.27	25.33
Conductividad	µmho/cm	83.00	83.00

Fuente: *Resultados finales de los coagulantes para los parámetros de Turbidez, pH, temperatura y conductividad tomados del agua de la quebrada Limón en el laboratorio de química de la UCV.*

#### Interpretación:

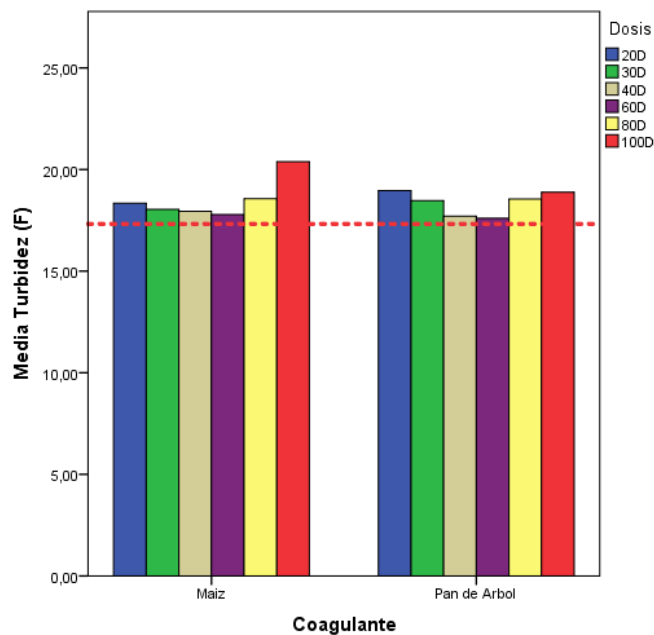
Después haber utilizado los coagulantes de maíz y pan de árbol, el agua de la quebrada Limón, a excepción de la conductibilidad que tuvo un valor de 83 µmho/cm similar a los valores iniciales, los demás parámetros incrementaron sus

valores, teniendo una turbidez final de 18.51 UNT, un pH de 6.72 y la temperatura a 25.27 °C.

### 3.3. Dosis óptima de los almidones de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*).

Se presentan la comparación de los promedios entre las dosis utilizadas para cada coagulante entre la turbidez inicial y final:

**Figura 9:** Comparación entre las dosis utilizadas para cada coagulante. Línea roja en el grafico representa la turbidez inicial (17.52 UNT).



*Fuente: Programa SPSS*

### Interpretación de la dosis óptima para la remoción de Turbidez - Contraste de Hipótesis

Basado en los resultados del análisis de covarianza (figura 9) para la interacción de la remoción de los coagulantes \*dosis\*turbidez inicial, ninguna las dosis propuestas fueron positivas ( $R^2 = 0.21$ ) para la remoción de la turbidez a partir de la turbidez inicial (Fanova = 0.582, gl = 11, p = 0.825), mostrando una probabilidad de 82.5 % en aceptar la hipótesis nula (tabla 16).

**Tabla 11:** *Tabla del análisis de covarianza para determinar dosis optima*

Origen	Variable dependiente: Turbidez Final			
	Tipo III de suma de cuadrados	gl	F	Sig.
<b>Coagulante * Dosis * turbidez inicial error</b>	19.101	11	0.582	<b>0.825</b>
<b>total</b>	71.666	24		
<b>total</b>	12324.234	36		
<b>total corregido</b>	90.767	35		
<b>a. R al cuadrado = ,210 (R al cuadrado ajustado = -,151)</b>				

*Fuente: Programa SPSS*

**3.4. Para determinar la calidad de flocs formados por acción del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*).**

**Tabla 12:** *Parámetros finales de la quebrada Limón.*

Dosis/Concentración	Maíz			Pan de árbol		
	1%	2%	3%	1%	2%	3%
<b>20</b>	2	6	4	4	8	4
<b>30</b>	4	4	4	6	6	4
<b>40</b>	4	4	4	4	6	4
<b>60</b>	4	4	4	6	6	6
<b>80</b>	4	4	4	8	6	4
<b>100</b>	4	4	4	4	6	4
<b>Promedio Total</b>	<b>3.67</b>	<b>4.33</b>	<b>4.00</b>	<b>5.33</b>	<b>6.33</b>	<b>4.33</b>

*Fuente: Programa SPSS*

**Interpretación:**

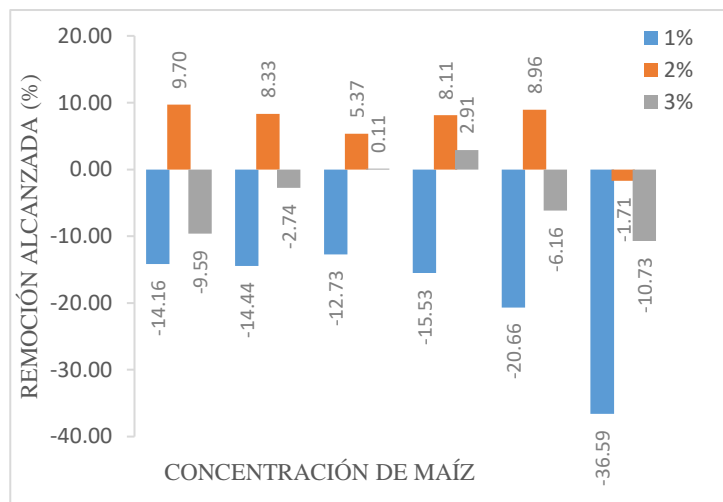
Basado en el índice de Willcomb, el coagulante de Maíz presentó un índice promedio de 4 ( $2 \pm 6$ , N = 18), mostrando flóculos pequeños (dosis 20ppm de la concentración al 1%), mientras que el 88% de las combinaciones los flocs estuvieron dispersos, con sedimentación muy lenta. Apenas una combinación (dosis 20ppm de la concentración al 2%) presentó flocs con un índice de 6, estos fueron grandes con precipitación lenta (Tabla 15). En el caso del Pan de árbol, la calidad del floc presentó un valor promedio de 5.33 ( $4 \pm 8$ , N = 18), hubo flocs con un índice de 4 que estuvo representada por el 44% de las combinaciones, estas presentaron flocs dispersos con sedimentación lenta. Asimismo, hubo la presencia de flocs claros distribuidos en otros 44% del total de las combinaciones,

siendo estos flocs grandes con precipitación lenta; apenas el 11% de las combinaciones presentaron flocs buenos con fácil sedimentación (Tabla 15).

**3.5. Para calcular la turbidez removida por acción del almidón maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.**

Mostramos información de la remoción de turbidez alcanzada por los coagulantes en cada concentración de cada dosis. El coagulante de Maíz a la concentración de 2% permitió una ligera remoción de la turbidez con valores entre 9.70% (15.82 UNT) y 5.37% (16.58 UNT) (Figura 10); Sin embargo, para la concentración al 1% en todas las jarras hubo gran incremento en la turbidez 23.93 UNT (-36.59%), 21.14 UNT (-20.66 %).

**Figura 10:** Eficiencia del coagulante de Maíz en cada concentración

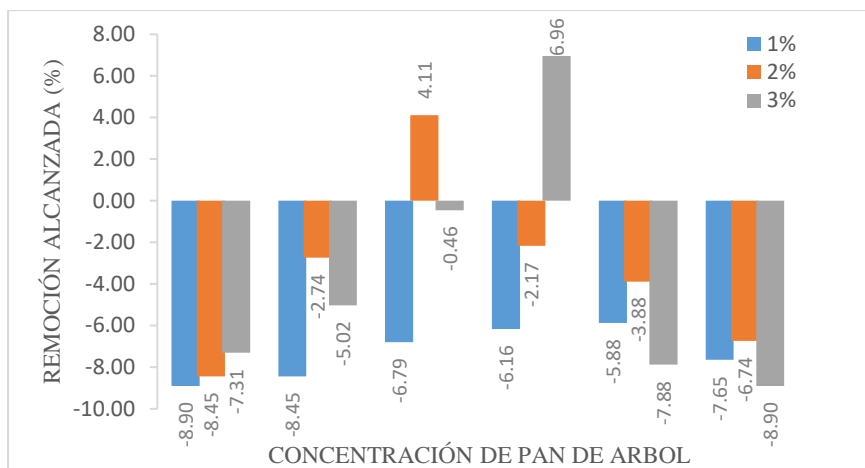


*Fuente: Programa SPSS*

Para el caso del coagulante de Pan de árbol, en casi todas las jarras a diferentes concentraciones mostraron valores muy bajos de eficiencia, incrementando valores de turbiedad que van entre 18 UNT (-2.17%) y 19.08 UNT (-8.90%) , apenas una de las jarras mostró una eficiencia de 4.11% en la concentración al 2% y una eficiencia de 6.96 en una de las jarras en concentraciones al 3% (Figura 11)

**Figura 11:** Eficiencia del coagulante de Pan de Árbol en cada concentración





Fuente: Programa SPSS

### Interpretación de la remoción de turbidez - contraste de hipótesis

Según los datos de ANOVA (Tabla 16), no hubo diferencia significativa entre los coagulantes para la remoción de turbidez ( $F_{anova} = 0.077$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.787$ ), presentado un ETA cuadrado de 0.01 que significa que los coagulantes influyeron apenas en un 0.1%, aceptando de esta manera la hipótesis nula.

**Tabla 13:** Tabla del Análisis de Varianza entre la interacción coagulante\*turbidez

Tabla de ANOVA				
Turbidez (F) *	Suma de cuadrados	gl	F	Sig.
<b>Coagulante</b>				
<b>Entre grupos</b>	0.198	1	0.074	<b>0.787</b>
<b>Dentro de grupos</b>	90.569	34		
<b>Total</b>	90.767	35		

Fuente: Programa SPSS

#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la Eficiencia de los almidones de maíz y pan de árbol en la remoción de la turbidez del agua dura de la quebrada Limón de Moyobamba, para lograr dicho objetivo se propuso 6 dosis con 3 diferentes concentraciones, de esta forma se lograría obtener la dosis óptima del coagulante y determinar la calidad de flocs removido para analizar si tiene influencia en la disminución de la turbidez; pero una vez realizada la parte experimental en laboratorio los resultados finales fueron negativos, indicando claramente que los coagulantes de almidón del maíz y pan de árbol no son eficientes para remover la turbidez del agua cruda de la quebrada Limón.

CHAMA, Jenny. (2016). En su investigación titulada: *Evaluación del poder coagulante del almidón de papa (Solanum tuberosum) y el policloruro de aluminio para la remoción de la turbidez al ingreso de las aguas de la planta de tratamiento Samegua, Moquegua*. Logra determinar una dosis óptima de 133,00 mg/l es decir el 2% de almidón logró remover la turbiedad del agua en un 6,3 UNT, por el contrario, los resultados de dicha investigación muestran que las dosis propuestas aquí no fueron las adecuadas para conseguir la remoción de la turbidez, teniendo una turbidez inicial de 17.52 UNT y una turbidez promedio final de 18.52 UNT con el almidón de maíz y 18.36 UNT con el almidón de pan de árbol.

En tanto, RIVERA, (2017). En su investigación titulada: *Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca (Manihot Esculenta) y plátano (Musa Paradisiaca) para remover turbidez y Escherichia Coli del riachuelo Santa\_Perené\_Chanchamayo*. realizando la prueba del test de jarras, determinó que el coagulante natural de plátano; como una dosis de 130 mg/l fue eficiente para disminuir la turbiedad; en caso del coagulante de yuca la dosis óptima fue de 3 mg/ teniendo como resultado un 12.36% de remoción de turbidez, el presente trabajo no logró obtener una dosis óptima para la remoción de la turbidez, pero se logró determinar que dentro de las dosis propuestas la que mejor funcionó fue de 60 ppm para ambos almidones por otro lado, CARRASQUERO, (2017). En su investigación titulada: *Efectividad de coagulantes obtenidos de residuos de papa (Solanum tuberosum) y plátano (Musa paradisiaca) en la clarificación de aguas*. utilizando el test de jarras, determinó que de 50 mg/l fue la dosis óptima.

VILLABONA, (2013). en su trabajo de investigación titulado: *Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural*. Utilizando también el test de jarras logra concluir que la *Opuntia ficus Indica* presentó concentraciones altas como coagulante natural ya que tuvo un 70% de capacidad de remover la turbidez y de color un 50% en aguas crudas; los tesisistas MARTINEZ & GONZALES, (2014). Con su trabajo de investigación titulado: *Evaluación del poder coagulante de la tuna (Opuntia ficus indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas*, utilizando un coagulante natural sometido a la prueba de jarras tuvo eficiencia del 84.52%, obteniendo un 85.76% de remoción de turbiedad, en el presente trabajo se obtuvo resultados de una ligera remoción de turbidez entre 9.70% y 5.37% del coagulante de maíz al 2% de concentración y en el caso del almidón de pan de árbol mostró una eficiencia del 6.96 % al 3% de concentración, determinando que los almidones de maíz y pan de árbol no son eficientes para remover la turbidez del agua cruda, se puede decir que los coagulantes de *Opuntia ficus indica* son eficientes en comparación con los coagulantes naturales de almidón.

En el presente trabajo de investigación los almidones de maíz y pan de árbol no lograron ser eficientes para remover el parámetro de turbidez del agua de la quebrada Limón, en tanto, CARRASQUERO, (2017). En su investigación titulada: *Efectividad de coagulantes obtenidos de residuos de papa (Sonalum tuberosum) y plátano (Musa paradisiaca) en la clarificación de aguas*, utilizando un coagulante de cáscara de papa demostró mayor efectividad en aguas con mayor turbidez (200 UNT), ya que todas las dosis propuestas obtuvieron porcentajes de 97% y 99% después de este procedimiento y CHÁVEZ, (2016). En su tesis titulada: *Eficiencia del Coagulante a base de Huaraco (Austrocylindropuntia floccosa) en la disminución de la turbiedad en las aguas de la laguna Yanacocha – Pasco*, aplica el coagulante natural de Huaraco, que agregando 80ml de una dosis de concentración al 10%, logra disminuir el parámetro de turbidez inicial 27.5 UNT a una turbidez final de 4.5. UNT evidenciando así que al huaraco podría ser sustituto de los coagulantes sintéticos en el proceso de coagulación y floculación en las plantas de tratamiento de agua.

MOSCOSO, (2015). En su investigación titulada: *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*. Logró determinar que el uso del almidón de yuca podría sustituir al sulfato de aluminio con un valor del 60% de dosis óptima,

logrando valores menores de 5 UNT, para valores de turbiedad que se encuentran entre 100 y 900UNT, SUYÓN, (2018). En su investigación titulada: *Evaluación del coagulante natural almidón de Calathea allouia (dale dale) para remover parámetros de turbidez y color en aguas de consumo humano del manantial Chorrobamba-Cacatachi*, usando el coagulante natural de *Calathea allouia (dale dale)* permitió agitar la turbiedad inicial de 22,5 UNT a 2 UNT después de ser aplicado y MALDONADO, (2018). En su investigación titulada: *Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo – La Mina, Moyobamba – San Martín*”, utilizando coagulante de yuca logró remover un 48% del color y 50% de turbidez en la prueba de jarras, en la presente investigación la remoción alcanzada por los almidones de maíz y pan de árbol fue de un 0.1%, lo que significa que no existe remoción significativa de la turbidez en ninguno de los tratamientos realizados, determinando así que los almidones utilizados no lograron ser eficientes, los coagulantes mencionados líneas más arriba del presente párrafo fueron eficientes en remover la turbidez del agua, dichos coagulantes naturales son almidones al igual que los utilizados en la presente investigación.

Para el procedimiento en el test de jarras se usaron las velocidades y los tiempos de 300 RPM durante 20s para la mezcla rápida (coagulación) y 40 RPM durante 20min para la mezcla lenta (floculación) y 15 min para la sedimentación, dicho procedimiento no logró tener éxito en comparación con la investigación de MOSCOSO, (2015). Que utilizó un procedimiento similar utilizando una velocidad de 100RPM para la mezcla-rápida durante 1 minuto y 40RPM para la mezcla-lenta de 12 a 15 minutos, con un tiempo de sedimentación del flocs de 15 minutos logrando concluir que el almidón de yuca logra ser empleado en lugar del sulfato de aluminio al 100% de dosis óptima para las turbiedades que se encuentran entre 300-400UNT.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1.**De acuerdo a los resultados obtenidos, en los que se promedió la misma dosis de cada concentración, se determinó que ninguna de las dosis propuestas fue optima, en lo coagulantes utilizados de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*), solo se pudo observar que en promedio general la turbidez no tuvo una reducción y se mantuvo en cerca del valor inicial.
- 5.2.**En el análisis realizado, en el que se observó la formación de los flocs y de acuerdo al índice de willcomb se tomaron en cuenta el tamaño que estos presentan, se pudo apreciar que, el almidón de maíz tuvo flocs con una calidad general de 4 y habiéndose encontrado la mejor formación de 6 en una dosis de 20 ppm al 2% de concentración, a diferencia del pan de árbol en el que se encontró la mejor formación de flocs llegando a una calidad de floc de 8, sin embargo a pesar del hecho de haberse formado un buen floculo estos sedimentaron demasiado lento.
- 5.3.**Al tener en cuenta como principal parámetro a la turbidez, y de acuerdo a nuestros resultados, solo se obtuvo una ligera remoción de un 9.70% con el coagulante de maíz al 2% de concentración, con dosis de 20 ppm obteniendo una turbidez final de 15.82UNT y un 5.37% a una dosis de 40 ppm, así mismo con el coagulante de pan de árbol solo se obtuvo una ligera remoción del 4.11% al 2% de concertación y un 6.96% de eficiencia al 3% de concentración, en promedio general se determinó que el pan de árbol presenta niveles de concentración de turbidez más bajos, esto en comparación con los LMP que estipula que el nivel de turbidez aceptable para agua destinada a ser de consumo humano es de 5 UNT, los datos obtenidos no se acercan al valor optimo que se necesita, para ser considerado como un coagulante eficiente.
- 5.4.**Al finalizar este proceso de investigación, y teniendo en cuenta la acción y el comportamiento de los almidones de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*), se determinó con los datos ANOVA que no hubo una diferencia significativa entre la remoción de cada uno de ellos, solo se apreció una reducción mínima en algunas concentraciones y dosis aplicadas, siendo el almidón de maíz el que obtuvo solo un 9.70% de remoción, ya que los coagulantes influyeron apenas un 0.1% en la reducción de la turbidez, aceptando de esta manera la hipótesis nula, demostrando así que ninguno de los almidones utilizados no son eficaces.

## **VI. RECOMENDACIONES**

A los próximos investigadores, al utilizar coagulantes naturales es necesario tener en cuenta los tiempos de mezcla, ya que a diferencia de los coagulantes sintéticos que requieren de poco tiempo para empezar a notarse el efecto, los naturales actúan de forma más lenta, por este motivo es necesario considerar que los tiempos de mescal y sedimentación sean más prolongados, especialmente tener en cuenta el tiempo de sedimentación ya que este proceso es mucho más lento en este tipo de coagulantes.

A los investigadores, al manipular el aparato de test de jarras, se debe revisar el estado del equipo y la posición correcta de las paletas que realizan la remoción, ya que esto influye en la correcta coagulación y floculación.

A los investigadores, tener en cuenta las dosificaciones adecuadas ya que al tratarse de un coagulante natural las concentraciones deberán ser más altas, teniendo en cuenta que esto puede causar mayor nivel de turbidez si es muy alta.

A los interesados en investigar este tema, que en el proceso de gelatinización del almidón es preciso tener en cuenta la temperatura del agua en la que se va a diluir el almidón, de no estar a 100°C el almidón no se podrá diluir.

A la Universidad César Vallejo – Moyobamba, hacer una implementación del laboratorio con equipos, materiales e insumos necesarios, así como la calibración correcta de los equipos, específicamente por el trabajo realizado nos referimos al turbidímetro, y certificarse con institutos como el Instituto Nacional de Calidad (INACAL)

A los pobladores del anexo Metoyacu - Nuevo progreso, que es necesario implementar medidas de seguridad, para el ingreso a su captación de agua de la quebrada Limón, como por ejemplo una solicitud para el ingreso, ya que en el desarrollo del presente trabajo solo fue necesario pedir permiso de palabra a los encargados del mantenimiento de este lugar, y esta facilidad podría dar paso a que personas con malas intenciones tengan un ingreso libre.

A los siguientes investigadores sobre el uso de almidones para remover la turbidez, tener en cuenta al momento del proceso de extracción del almidón del maíz y pan de árbol, agregar el proceso de sacar el aceite, para obtener mejores resultados al momento de realizar los procesos de coagulación y floculación.

## REFERENCIAS

- APAÉSTEGUI, Liulith. *Determinación de los parámetros adecuados para el enlatado de semilla de pan de árbol (Artocarpus altilis Fosberg) en salmuera acidificada*. Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias) Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2011. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/274/FIA-193.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- ARBOLEDA Valencia, J. *Teoría de la coagulación del agua*. [En línea]. 3ª ed. Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2000. [Fecha de la consulta: 29 de abril de 2019]. Disponible en <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/teoria.pdf> ISBN 8768452 91
- ARIZTIZÁBAL, Jhoana y SANCHEZ, Teresa. 2008. Características del almidón de yuca. *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma: s.n., 2008.
- CARRASQUERO, Sedolfo [et al]. *Efectividad de coagulantes obtenidos de residuos de papa (Solanum tuberosum) y plátano (Musa paradisiaca) en la clarificación de aguas*. Revista Facultad de Ciencias Básicas [en línea]. Febrero 2017, n.º13. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/1941> ISSN: 1900-4699.
- CHAMA, Jenni. *Evaluación del poder coagulante del almidón de papa (Solanum tuberosum) y el policloruro de aluminio para la remoción de la turbidez al ingreso de las aguas de la planta de tratamiento Samegua, Moquegua 2016*. Tesis (Ingeniero Ambiental) Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2017. Disponible en <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/202>.
- CHÁVEZ, Janeth. *Eficiencia del Coagulante a base de Huaraco (Austrocyllindropuntia floccosa) en la disminución de la turbiedad en las aguas de la laguna Yanacocha – Pasco*. Tesis (Ingeniero ambiental). Lima:

Universidad César Vallejo, 2016. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/885/Ch%c3%a1vez\\_AJP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/885/Ch%c3%a1vez_AJP.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CONGRESO Constituyente Democrático. Constitución política del Perú. Artículo 67°. Lima: 1993.

GUZMAN, Luis [et al]. *Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales* [en línea]. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica [en línea]. Enero-junio 2013, n.o 1. [Fecha de consulta 10 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n1/v16n1a29.pdf> ISSN: 0123-4226

HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA María Del Pilar. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6ª ed. México D.F: Mcgraw-hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2014 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Capítulo 5: Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> ISBN: 978-1-4562-2396-0.

H.-D. BELITZ, W. GROSCHE, P. SCHIEBERLE. *Food Chemistry*. [en línea]. 4a. ed. Springer-Verlag: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2009. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2019]. Disponible en [https://www.academia.edu/23725260/Food\\_Chemistry\\_4th\\_Edition\\_by\\_Belitz\\_W.\\_Grosch\\_P.\\_Schieberle\\_1\\_](https://www.academia.edu/23725260/Food_Chemistry_4th_Edition_by_Belitz_W._Grosch_P._Schieberle_1_) ISBN: 978-3-540-69933.

LEY N° 28611 *Ley general del ambiente*. Diario oficial el peruano, lima, Perú, 13 de octubre de 2005.

LEY N° 28611. *Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible*. Diario oficial el peruano, lima, Perú, 13 de octubre de 2005.

LEY N° 28611. *Artículo 114.- Del agua para consumo humano*. Diario oficial el peruano, lima, Perú, 13 de octubre de 2005.

LEY N° 26821. *Ley orgánica del aprovechamiento de los recursos naturales*. Diario oficial el peruano, lima, Perú 17 de septiembre de 2013.



LEY N° 26821. *Artículo 9*. Diario oficial el peruano, lima, Perú 17 de septiembre de 2013.

LEY N°29338. *Ley de los recursos hídricos*. Diario oficial el peruano, lima, Perú Decreto Supremo N° 001-2010-AG.

LÓPEZ, Fernando. *El análisis de contenido como método de investigación*. Revista de Educación Universidad de Huelva [en línea]. Junio 2018. n. 4. [Fecha de consulta: 01 de Mayo del 2019] disponible en: <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1912/b15150434.pdf?seq>.

MALADONADO, Arnold. *Aplicación del clarificante de origen natura (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano en la quebrada Juningullo-La Mina, Moyobamba-San Martín*. Tesis (Ingeniero Sanitario) Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología – Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, 2018. 74 pp.

MARIN, Jesús. *Química del almidón* [en línea]. febrero 2016. [fecha de consulta: 25 de mayo de 2019]. Disponible en [https://www.academia.edu/21607198/Qu%C3%ADmica\\_del\\_almid%C3%B3n](https://www.academia.edu/21607198/Qu%C3%ADmica_del_almid%C3%B3n).

MARTÍNEZ, Jasser y GONZÁLES, Luis. *Evaluación del poder coagulante de la tuna (Opuntia ficus indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas*. Tesis (Ingeniero químico) Cartagena: Universidad de Cartagena Facultad De Ingeniería, 2012. Disponible en 190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/137/1/EVALUACIÓN%20DEL%20PODER%20COAGULANTE%20DE%20LA%20TUNA%20%28Opuntia%20ficus%20indica%29%20PARA%20LA%20REMOCIÓN%20DE%20TURBIDEZ%20Y%20COLOR%20EN%20AGUAS%20CRUDAS..pdf.

MARTINEZ, Davis y QUEVEDO Hector. *"Eficiencia de la biorremediación de suelos contaminados con petróleo por Actinobacterias nativas de la provincia de Talara, región Piura"* tesis (Licenciado en biología - microbiología - parasitología) Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Facultad de Ciencias Biológicas, 2015. Disponible en:

<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/430/BC-TES-4111.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MINISTERIO DE SALUD. Artículo 5TO (Perú). Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima: D.S. N° 031-2010-SA

MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano* (Perú) DS N° 031-2010-SA. 26 de setiembre de 2010

MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*, Artículo 7°. - De la gestión de la calidad del agua de consumo humano. (Perú) Decreto Supremo 031-2010-SA. 26 de setiembre de 2010.

MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*, Artículo 59°. - Agua apta para el consumo humano. (Perú) Decreto Supremo 031-2010-SA. 26 de setiembre de 2010

MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*, Artículo 62°. - Parámetros inorgánicos y orgánico. (Perú) Decreto Supremo 031-2010-SA. 26 de setiembre de 2010

MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*, Artículo 63°. - Parámetros de control obligatorio (PCO). (Perú) Decreto Supremo 031-2010-SA. 26 de setiembre de 2010

MOLANO, Luis. *Las semillas de Moringa oleífera Lam. como alternativa de coagulante natural para la purificación de agua*. Tesis (Especialista en química ambiental) Santander: Universidad Industrial de Santander, 2011. Disponible en <https://es.scribd.com/document/314520602/Moringa>

MOSCOZO, Luis. *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*. Tesis (Magister en ingeniería sanitaria) Guatemala: Universidad De San Carlos de Guatemala, 2015. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0462\\_MT.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0462_MT.pdf)

ÑAUPAS, Humberto [et al.]. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. [En línea]. 4a. ed. Bogotá: Ediciones

de la U., 2014. [Fecha de consulta 03 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.pinterest.es/pin/857021004064508893/?autologin=true> ISBN 978-958-762-188-4

PINEDA-GOMEZ, P [et al]. *Papel del agua en la gelatinización del almidón de maíz: estudio por calorimetría diferencial de barrido*. [en línea]. Colombia: Ingeniería y Ciencia, 2010. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v6n11/v6n11a08.pdf> ISSN 1794-9165.

PITA, Luz. *Composición química del maíz*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 2016. Bogotá : s.n., 2016, Revista de Investigación Agraria y Ambiental., Vol.7. 21456097.

REVISTA de Investigación Agraria y Ambiental. [en línea]. Colombia. Reinaldo Giraldo Díaz & Libia Esperanza Nieto Gómez. 2016 [fecha de consulta: 03 de mayo del 2019]. Disponible en <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/issue/viewIssue/159/49> ISSN 2145-6097

RIVERA, Roger. *Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca (Manihot Esculenta) y plátano (Musa Paradisiaca) para remover turbidez y Escherichia Coli del riachuelo Santa\_Perené\_Chanchamayo 2017*. Tesis (Ingeniero ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3594/Rivera\\_HRH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3594/Rivera_HRH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RODIER, Jean. *Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar* [en línea]. 9.<sup>a</sup> ed. Barcelona – España: Ediciones Omega, S. A, 1990 [fecha de consulta: 18 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/RinconLiterario/2013/I-77.pdf> ISBN 9788428215305

RODRÍGUEZ, Santos [et al]. *Diseño de un filtro potabilizador ecológico para comunidades rurales, utilizando la Moringa Oleifera*. [en línea]. Noviembre 2018, n.º2. [fecha de la consulta: 09 mayo de 2019]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.22507/rli.v15n2a9> ISSN 1794-4449.

- SPINELLI, José. *Quitosana, polieletrólito natural para o tratamiento de agua potable*. Tesis (Maestra psicología clínica). Brasil: Universidad de Santa Catarina, Disponible en: <https://repositorio.ufsc.br/handle/23456789/82191>
- SUYÓN, Lely. *Evaluación del coagulante natural almidón de Calathea allouia (dale dale) para remover parámetros de turbidez y color en aguas de consumo humano del manantial Chorrobamba-Cacatachi, 2018*. Tesis (Ingeniero ambiental) Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31653>
- TRUJILLO, Daniela [et al]. *Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano*. Revista ION [en línea]. Enero – junio 2014, n.o27 [Fecha de consulta 10 de abril de 2019] disponible en <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=4570507d-b2ac-424a-a618-5b8ddf777ea0%40sessionmgr103> ISSN 0120-100X
- VAZQUEZ, Osvaldo. *Extracción de coagulantes a base de nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales*. Tesis (Maestro en ciencias con especialidad en ingeniería ambiental) Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León, 1994. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/7207/1/1020091188.PDF>
- VILLABONA, Ángel, PAZ, Isabel y MARTÍNEZ, Jasser. *Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural*. Universidad Nacional de Colombia [en línea]. Julio 2013 n.o1. [Fecha de la consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v15n1/v15n1a14.pdf> ISSN 0123-3475.
- VILLENA CHAVEZ, Jorge. *Calidad del agua y desarrollo sostenible*. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública [en línea]. 2018, n.2. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719> ISSN 1726-4634

YANG YIN, Chun. *Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment* *Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment*. [En línea] 24 de Mayo de 2010. [Fecha de consulta: 29 de Abril de 2019.] disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/f5dc/1a3896cd1f1c67e0c277ebf970e8afae89.pdf> ISSN 2249– 8974

## ANEXOS


### Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: “Eficiencia de los coagulantes de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019”.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>Problema general  <b>¿Será eficiente el uso de almidón del maíz (<i>Zea mays</i>) y pan árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) para la remoción de la turbidez del agua en la quebrada Limón-Moyobamba 2019?</b></p> <p>Problemas específicos:  <b>¿Cuáles son las dosis óptimas del almidón del maíz (<i>Zea mays</i>) y pan árbol <i>Artocarpus altilis</i> para la remoción de la turbidez del agua en la quebrada de Limón-Moyobamba, 2019?</b>  <b>¿Cuál es la calidad de floc removido por la acción del almidón del maíz (<i>Zea mays</i>) y de pan árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) en la remoción de la turbidez del agua en la quebrada Limón-Moyobamba, 2019?</b>  <b>Y ¿Cuál es la turbidez removida por acción del almidón maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019?.</b></p>	<p><b>Objetivo general</b>            Evaluar la eficiencia del almidón de maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) en la remoción de la turbidez del agua de la quebrada de Limón-Moyobamba, 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b>            Definir la dosis optima del almidón del maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón -Moyobamba, 2019.            determinar la calidad de flocs formados por acción del almidón de maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) de la quebrada Limón -Moyobamba 2019</p> <p>Calcular la turbidez removida por acción del almidón maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) del agua de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.</p>	<p><b>Hipótesis general</b>  <b>H<sub>0</sub>:</b> Los almidones del maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) <b>no remueven la turbidez del agua</b> de la quebrada Limón-Moyobamba.</p> <p><b>H<sub>0.1</sub>:</b> El almidón del maíz (<i>Zea mays</i>) <b>no remueven la turbidez del agua</b> de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.  <b>H<sub>0.2</sub>:</b> El almidón del pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) <b>no remueven la turbidez del agua</b> de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.</p> <p><b>H<sub>1</sub>:</b> Los almidones del maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) <b>sí remueven la turbidez del agua</b> de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.  <b>H<sub>1.1</sub>:</b> El almidón del maíz (<i>Zea mays</i>) <b>sí remueven la turbidez del agua</b> de la quebrada Limón -Moyobamba, 2019.  <b>H<sub>1.2</sub>:</b> El almidón del pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>) <b>sí remueven la turbidez del agua</b> de la quebrada Limón-Moyobamba, 2019.</p>	<p><b>Tipo de investigación</b>            Aplicada.</p> <p><b>Enfoque de estudio</b>            Cuantitativo</p> <p><b>Nivel de investigación</b>  <b>Diseño de la investigación</b>            Experimental</p> <p><b>Técnica</b>            Observación</p>
Instrumentos	Población y muestra	Variables y dimensiones	
<p><b>Cadena de custodia</b>  <b>Ficha de caracterización del maíz y pan de árbol</b>  <b>Ficha del porcentaje de floc removido.</b></p>	<p><b>Unidad de análisis</b>            Agua de la quebrada Limón.  <b>Población</b>            Toda el agua de la quebrada Limón.  <b>Muestra</b>            42 litros de agua de la quebrada Limón.</p>	<p><b>Variables</b>  <b>Independiente:</b> Almidón de maíz (<i>Zea mays</i>) y pan de árbol (<i>Artocarpus altilis</i>)</p> <p><b>Dependiente:</b> Turbidez</p>	<p><b>Dimensiones</b>            Concentraciones de los Almidones            Dosis            Gelatinización</p> <p>Parámetro físicoquímico.            Índice de Willcomb</p>

**Fuente:** “Eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón – Moyobamba 2019”.

Anexo 02: instrumentos de recolección de datos

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL		
CALIDAD DEL FLOC						
COAGULANTES	Jarras	Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> )		Tiempo (s)		Tiempo (minutos)		Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)		Velocidad (RPM)		
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1					
%	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
COAGULANTES	Jarras	Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> )		Tiempo (s)		Tiempo (minutos)		Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)		Velocidad (RPM)		
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1					
%	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

Fuente: “Eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón – Moyobamba 2019”.



## CADENA DE CUSTODIA

Solicitante :				Proyecto:					N° de ensayo: 1				
Dirección:				Dist.:			Prov.:		Dpto.:				
e-mail:				N° celular:				Firma:				Almidón	
Responsable del muestreo:													
Código DILAB	Código de campo	fecha	Hora	Matriz	Origen de la fuente	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M. (18)		Volumen ml	Observaciones
										Este	Norte		
20-T		26/10/2019			Captación de la quebrada	Nuevo Progreso. Anexo Metoyacu	Moyobamba	Moyobamba	San Martín	285876.538m	9334644.042 m	20 l	
20-T1			20 l										
5-T			5 l										
Parámetros medidos en campo						Parámetro Físico - Químico - medido en laboratorio -RESULTADOS							
pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Jarras	Concentración (%)	Volumen de la jeringa (ml)	Dosis (ppm)	pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez residual (UNT)		
Nombre				Institución	Firma	Fecha	Hora	Muestras recibidas intactas:					
Entregado por:								Tipo de recipiente adecuado:					
Recibido por:								Muestra dentro del periodo de análisis:					
Entregado por:								Conservación de las muestras:					
Recibido por:													

Fuente: "Eficiencia del almidón de maíz (*Zea mays*) y pan de árbol (*Artocarpus altilis*) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón – Moyobamba 2019", con las especificaciones de la DIGESA.



## Anexo 03: Instrumentos validados.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : TUESTA LÓPEZ, ANITA.  
 Institución donde labora : DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
 Especialidad : MAGISTER EN EDUCACIÓN  
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia de agua  
 Autores del instrumento : Any Apaestegui García con Axcel Alfonso Arce Poquis.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				✓	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems de los instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				✓	
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.				✓	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				✓	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					46	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

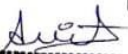
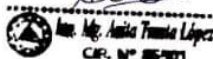
#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

APLICABLE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Sello personal y firma

Moyobamba, 02 de JULIO de 2019

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
I.DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: TUESTA LÓPEZ, ANITA.  
 Institución donde labora : DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
 Especialidad : MAGISTER EN EDUCACIÓN  
 Instrumento de evaluación : Ficha de cálculo de floc removido del almidón de maíz y pan de árbol  
 Autores del instrumento (s) : Any Apaestegui García con Axcel Alfonso Arce Poquis.

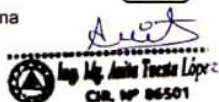
**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems de los instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.				✓	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.				✓	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					47	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**
APLICABLE
**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 47

Sello personal y firma


 Moyobamba, 02 de JULIO de 2019



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza  
 Institución donde labora : Universidad Nacional San Martín - Tarapoto  
 Especialidad : Ingeniero químico  
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia de agua  
 Autores del instrumento : Any Apaestegui García con Axel Alfonso Arce Poquis.

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

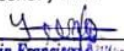
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems de los instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Sello personal y firma

  
**Yrwin Francisco Azabache Liza**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 C.I.P. N° 66698

Moyobamba, 27 de Junio de 2019



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza  
 Institución donde labora : Universidad Nacional San Martín - Tarapoto  
 Especialidad : Ingeniero químico.  
 Instrumento de evaluación : Ficha de cálculo de floc removido del almidón de maíz y pan de árbol  
 Autores del instrumento (s) : Any Apaestegui Garcia con Axel Alfonso Arce Poquis.

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

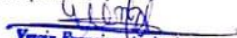
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems de los instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Sello personal y firma

  
 Yrwin Francisco Azabache Liza  
 INGENIERO QUÍMICO  
 I° 6638

Moyobamba, 27 de Junio de 2019



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Mg. Presbitero Vásquez Mejía  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Ciencias matemáticas  
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia de agua  
 Autores del instrumento : Any Apaestegui García con Axel Alfonso Arce Poquis.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems de los instrumentos permiten recoger la información objetiva sobre la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems de los instrumentos son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems de los instrumentos expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> ) y pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> ) y turbidez.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Sello personal y firma

Moyobamba, 02 de Julio de 2019

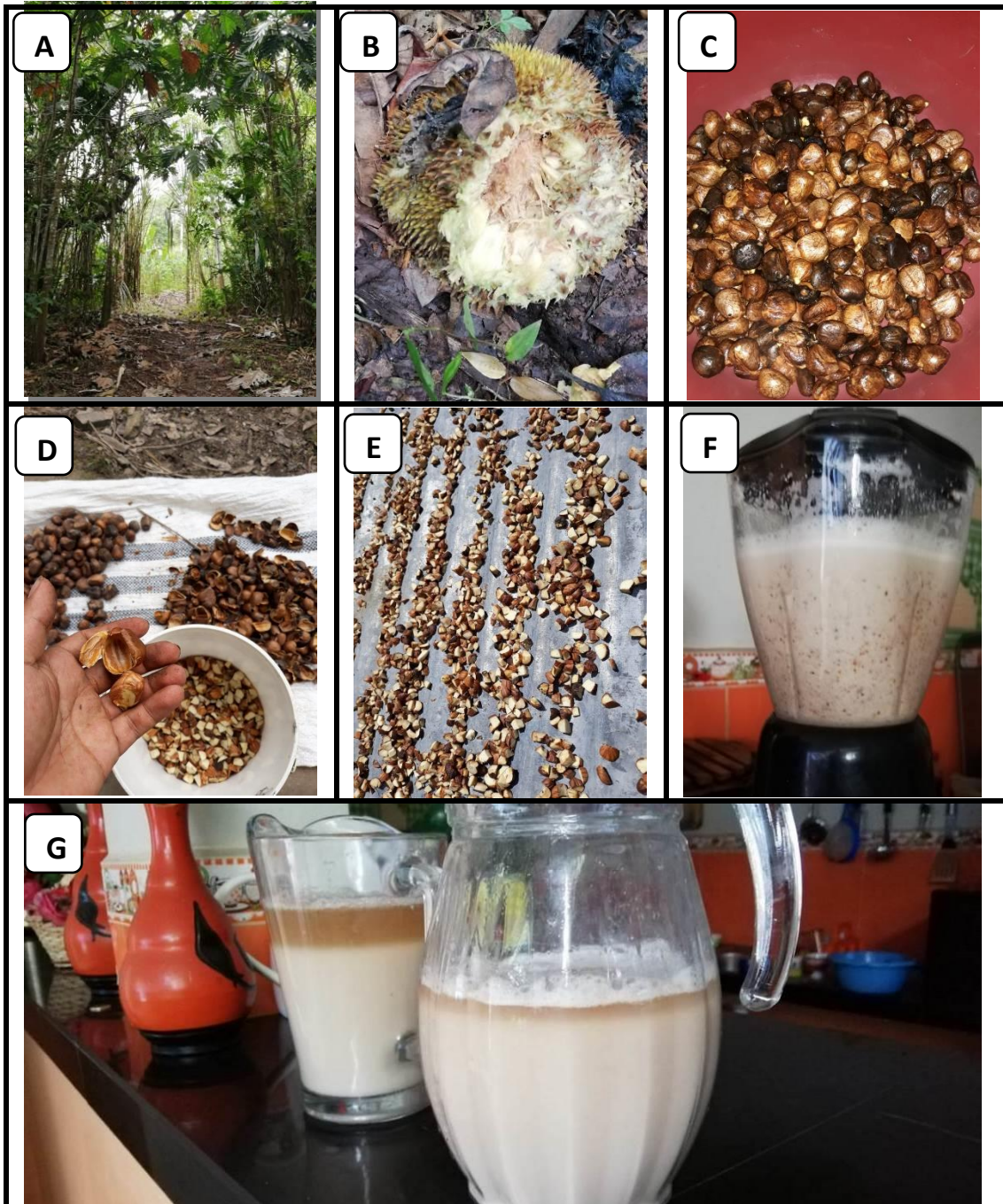
  
 Mg. Presbitero Vásquez Mejía  
 Especialidad: Ciencias Matemáticas  
 C.I.D. 0347218



**Anexo 4: Panel fotográfico.**

**Proceso de recolección del pan de árbol y obtención del almidón**

**Figura 12:** *Obtención de almidón de pan de árbol*



*Fuente: “Eficiencia del almidón de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez del agua de la quebrada Limón – Moyobamba 2019”.*

A) Rivera del río Indoche, donde se obtuvo el fruto del pan de árbol. B) Fruta de pan de árbol. C) Fruto de pan de árbol. D) Fruto de pan de árbol descascarado y picado. E) Fruto de pan de árbol picado en proceso de secado al ambiente expuesto al sol. F) Fruto

licuado, para sedimentar el almidón. G) Sedimentación del almidón de pan de árbol, previamente colado

### Lugar y toma de la muestra de agua

**Figura 13:** resumen del muestreo

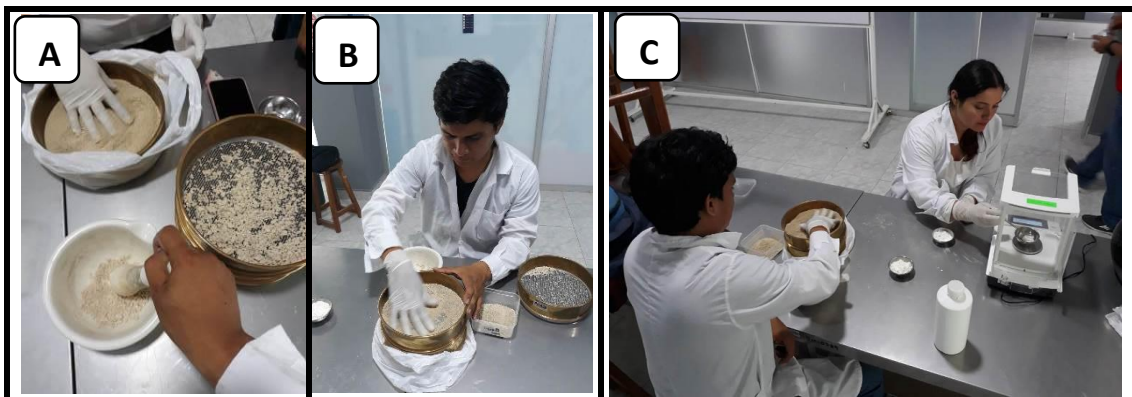


*Fuente: Captación de agua de la quebrada Limón, del anexo Meto Yacu*

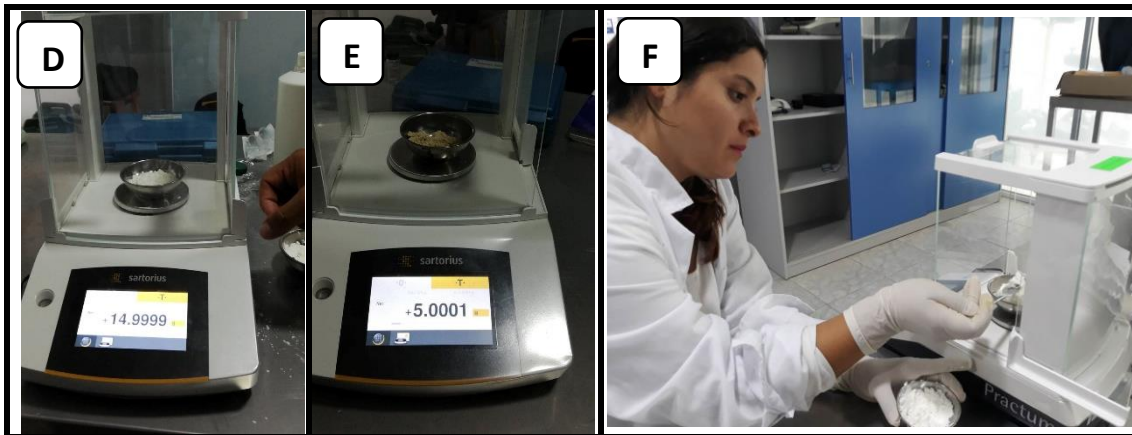
A) Captación donde se realizó la toma de muestra. B) Punto de muestreo. C) Caida de agua hacia la captación de la quebrada Limón. D) Toma de muestra del primer envase de 20 litros. E) Toma de muestra del segundo envase de 20 litros.

### Preparación de almidón de pan de árbol y maíz, para usar en solución madre.

**Figura 14:** tamizado y pesado





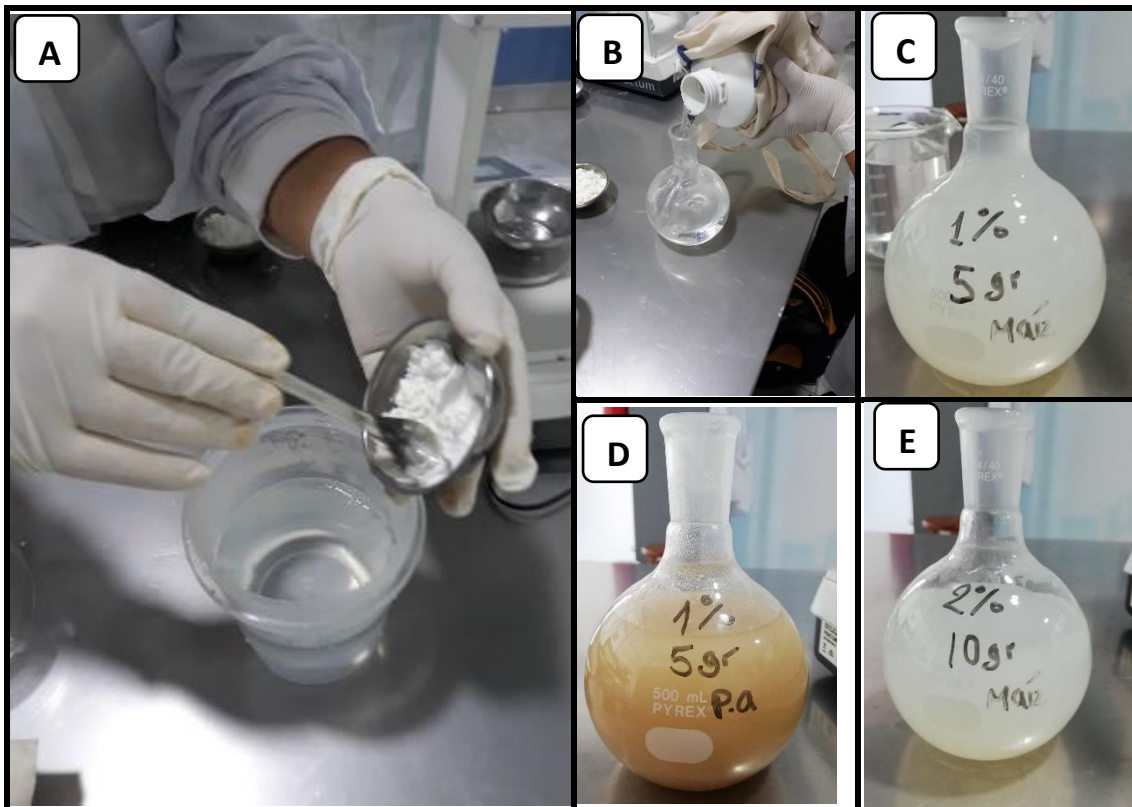


Fuente: Laboratorio de biotecnología – UCV Moyobamba.

A) Trituración de pan de árbol. B) Tamizado del pan de árbol. C) Trabajo en equipo en el que se realiza el tamizado y pesado del almidón de maíz. D) Pesado del almidón de maíz para preparación de solución madre al 3%. E) Pesado del almidón de maíz para preparación de solución madre al 1%. F) Proceso de agregar almidón para pesado en balanza analítica.

### Preparación de solución madre

Figura 15: proceso de gelatinización

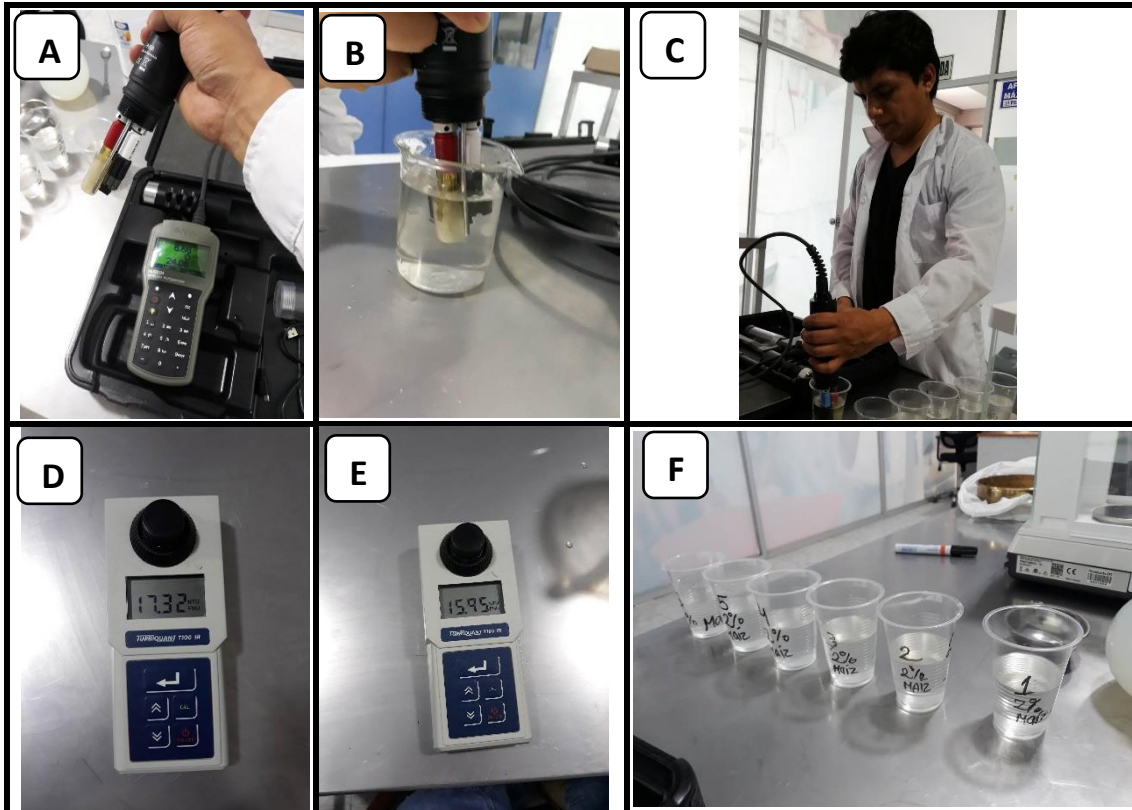


Fuente: Laboratorio de biotecnología – UCV Moyobamba

A) Agregado del almidón de maíz en agua destilada a 100°C. B) Agua destilada a 100°C. C) Solución madre a una concentración del 1% de almidón de maíz. D) Solución madre a una concentración del 1% de pan de árbol. E) Solución madre al 2% de almidón de maíz.

**Trabajo de medición de los parámetros considerados en el presente trabajo.**

**Figura 16:** *Medición de parámetros*

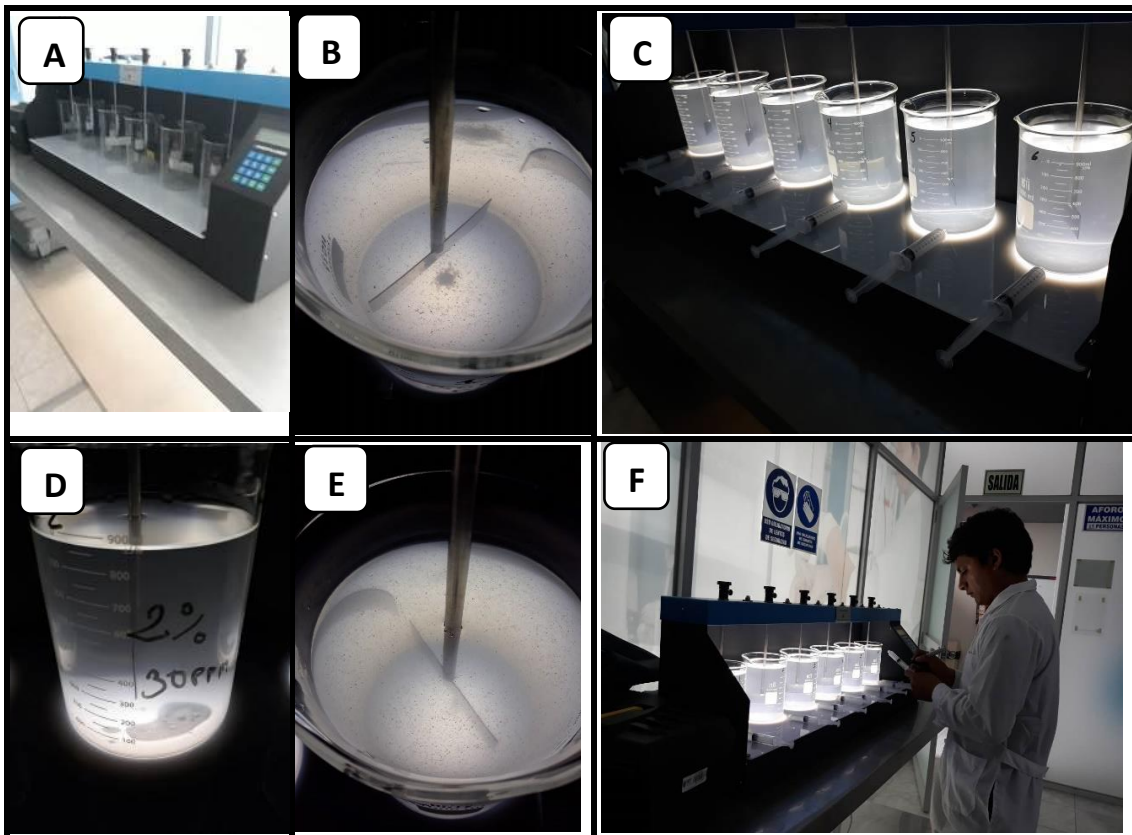


*Fuente: Laboratorio de biotecnología – UCV Moyobamba*

A) Equipo multiparametro que se utilizó. B) Medición de parámetros iniciales. C) Medición de parámetros después de la primera repetición. D) Turbidez inicial. E) Turbidez final de mas eficiencia, con una concentración del 2% de almidón de maíz. F) Resultado de la segunda repetición con más eficiencia, con una concentración del 2% de almidón de maíz.

## Proceso de coagulación y floculación.

Figura 17: Test de jarras



Fuente: Laboratorio de biotecnología – UCV Moyobamba

A) Equipo de test de jarras. B) Observación de la formación de floc. C) Jeringas con las dosis de coagulantes que se aplicaron a las jarras. D) Jarra dos de almidón de maíz al 2% con mejor resultado. E) Remoción en mezcla lenta a 40 rpm. F) Rotulación de las jeringas para la inyección del coagulante en su respectiva jarra.

### Anexo 5: Resultados del laboratorio, cadena de custodia

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL											
CADENA DE CUSTODIA															
Solicitante: Arcel Alfonso Arce Piquis				Proyecto: Eficacia del almidón de maíz (Zea mays) y papa de árbol				N° de ensayo: 1							
Dirección: Alameda de Alvarado 247				Dist.: Moyobamba		Prov.: Moyobamba		Dpto.: San Martín		Almidón de maíz (Zea mays)					
e-mail: arcealce@ gmail.com				N° celular: 971130637		Firma:									
Responsable del muestreo: Arcel A. Arce Piquis															
Código DILAB	Código de campo	fecha	Hora	Matriz	Origen de la fuente	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M. (18)		Volumen ml	Observaciones		
										Este	Norte				
20-T		26/10/2019	7:35 am		Captación de la quebrada	Nuevo Progreso, Anexo Moyobamba	Moyobamba	Moyobamba	San Martín	285876.538m	9334644.042 m	20.1			
20-T1	7:42 am		20.1												
5-T	7:53 am		5.1												
Parámetros medidos en campo				Parámetro Físico - Químico - medido en laboratorio - RESULTADOS											
pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Jarras	Concentración (%)	Volumen de la jeringa (ml)	Dosis (ppm)	pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez residual (UNT)				
6.66	83	23.71	17.32	1	1%	4	20	6.81	80	24.06	20				
				2	1%	6	30	6.8	69	24.78	20.05				
				3	1%	8	40	6.79	71	24.79	19.75				
				4	1%	12	60	6.79	72	24.84	20.24				
				5	1%	14	80	6.79	72	24.9	21.14				
				6	1%	16	100	6.79	69	24.98	23.93				
Entregado por: Arcel Alfonso Arce Piquis				Nombre		Institución		Firma		Fecha		Hora		Muestras recibidas intactas:	
Recibido por: Yanny Aguila Inga										26/10/19				Tipo de recipiente adecuado:	
Entregado por: Yanny Aguila Inga										30/10/19				Muestra dentro del período de análisis:	
Recibido por: Any Apacastagi Garcia										30/10/19				Conservación de las muestras:	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL											
CADENA DE CUSTODIA															
Solicitante: Arcel Alfonso Arce Piquis				Proyecto: Eficacia del almidón de maíz (Zea mays) y papa de árbol				N° de ensayo: 2							
Dirección: Alameda de Alvarado 247				Dist.: Moyobamba		Prov.: Moyobamba		Dpto.: San Martín		Almidón de maíz (Zea mays)					
e-mail: arcealce@ gmail.com				N° celular: 971130637		Firma:									
Responsable del muestreo: Arcel A. Arce Piquis															
Código DILAB	Código de campo	fecha	Hora	Matriz	Origen de la fuente	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M. (18)		Volumen ml	Observaciones		
										Este	Norte				
20-T		26/10/2019	7:35 am		Captación de la quebrada	Nuevo Progreso, Anexo Moyobamba	Moyobamba	Moyobamba	San Martín	285876.538m	9334644.042 m	20.1			
20-T1	7:42 am		20.1												
5-T	7:53 am		5.1												
Parámetros medidos en campo				Parámetro Físico - Químico - medido en laboratorio - RESULTADOS											
pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Jarras	Concentración (%)	Volumen de la jeringa (ml)	Dosis (ppm)	pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez residual (UNT)				
6.66	83	23.71	17.32	1	2%	4	20	6.66	79	25.8	15.82				
				2	2%	6	30	6.68	79	25.28	16.06				
				3	2%	8	40	6.66	79	25.4	16.58				
				4	2%	12	60	6.66	80	25.38	16.1				
				5	2%	14	80	6.67	82	25.36	15.95				
				6	2%	16	100	6.67	79	25.33	17.82				
Entregado por: Arcel Alfonso Arce Piquis				Nombre		Institución		Firma		Fecha		Hora		Muestras recibidas intactas:	
Recibido por: Yanny Aguila Inga										26/10/19				Tipo de recipiente adecuado:	
Entregado por: Yanny Aguila Inga										30/10/19				Muestra dentro del período de análisis:	
Recibido por: Any Apacastagi Garcia										30/10/19				Conservación de las muestras:	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL											
CADENA DE CUSTODIA															
Solicitante: <i>Axel Alfonso Arco Rojas</i>		Proyecto: <i>Ejecución del almudón de maíz (Zea mays) y pan de árbol</i>		N° de ensayo: 3											
Dirección: <i>Jr. Blanco de Alvarado 247</i>		Dist.: <i>Moyobamba</i>		Prov.: <i>Moyobamba</i>		Dpto.: <i>San Martín</i>									
e-mail: <i>arcanaxel@gmail.com</i>		N° celular: <i>971130637</i>		Firma: <i>[Firma]</i>		Almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> )									
Responsable del muestreo: <i>Axel A. Arco Rojas</i>															
Código	Código de campo	Fecha	Hora	Matriz	Origen de la muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M. (18)		Volumen	Observaciones		
20-T		26/10/2019	7:35 am		Captación de la quebrada	Nuevo Progreso, Anexo Metrovacu	Moyobamba	Moyobamba	San Martín	286876.538m	Este	Norte	9334644.042 m	20 l	
20-T1			7:42 am												20 l
5-T			7:53 am												5 l
Parámetros medidos en campo				Parámetro Físico - Químico - medido en laboratorio - RESULTADOS											
pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Jarras	Concentración (%)	Volumen de la jeringa (ml)	Dosis (ppm)	pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez residual (UNT)				
6.66	83	23.71	17.32	1	3%	4	20	6.7	83	25.61	19.2				
				2	3%	6	30	6.7	80	25.58	18				
				3	3%	8	40	6.7	77	25.63	17.5				
				4	3%	12	60	6.7	78	25.7	17.01				
				5	3%	14	80	6.7	76	25.74	18.6				
				6	3%	16	100	6.69	78	25.77	19.4				
Nombre				Institución	Firma	Fecha	Hora	Muestras recibidas intactas:							
Entregado por: <i>Axel Alfonso Arco Rojas</i>						<i>26/10/19</i>		Tipo de recipiente adecuado:							
Recibido por: <i>Vanny Aguila Zaga</i>						<i>30/10/19</i>		Muestra dentro del período de análisis:							
Entregado por: <i>Vanny Aguila Zaga</i>						<i>30/10/19</i>		Conservación de las muestras:							
Recibido por: <i>Angy Apóstegui García</i>						<i>30/10/19</i>									



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL											
CADENA DE CUSTODIA															
Solicitante: <i>Axel Alfonso Arco Rojas</i>		Proyecto: <i>Ejecución del almudón de maíz (Zea mays) y pan de árbol</i>		N° de ensayo: 1											
Dirección: <i>Jr. Blanco de Alvarado 247</i>		Dist.: <i>Moyobamba</i>		Prov.: <i>Moyobamba</i>		Dpto.: <i>San Martín</i>									
e-mail: <i>arcanaxel@gmail.com</i>		N° celular: <i>971130637</i>		Firma: <i>[Firma]</i>		Almidón de pan de árbol ( <i>Artocarpus altiss</i> )									
Responsable del muestreo: <i>Axel A. Arco Rojas</i>															
Código	Código de campo	Fecha	Hora	Matriz	Origen de la muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M. (18)		Volumen	Observaciones		
20-T		28/10/2019	7:35 am		Captación de la quebrada	Nuevo Progreso, Anexo Metrovacu	Moyobamba	Moyobamba	San Martín	286876.538m	Este	Norte	9334644.042 m	20 l	
20-T1			7:42 am												20 l
5-T			7:53 am												5 l
Parámetros medidos en campo				Parámetro Físico - Químico - medido en laboratorio - RESULTADOS											
pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Jarras	Concentración (%)	Volumen de la jeringa (ml)	Dosis (ppm)	pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez residual (UNT)				
6.66	83	23.71	17.32	1	1%	4	20	6.64	79	24.75	19.08				
				2	1%	6	30	6.64	77	24.84	19				
				3	1%	8	40	6.63	78	24.83	18.71				
				4	1%	12	60	6.63	78	24.84	18.6				
				5	1%	14	80	6.64	74	24.95	18.55				
				6	1%	16	100	6.64	79	25.04	18.86				
Nombre				Institución	Firma	Fecha	Hora	Muestras recibidas intactas:							
Entregado por: <i>Axel Alfonso Arco Rojas</i>						<i>26/10/19</i>		Tipo de recipiente adecuado:							
Recibido por: <i>Vanny Aguila Zaga</i>						<i>26/10/19</i>		Muestra dentro del período de análisis:							
Entregado por: <i>Vanny Aguila Zaga</i>						<i>30/10/19</i>		Conservación de las muestras:							
Recibido por: <i>Angy Apóstegui García</i>						<i>30/10/19</i>									




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO										ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL														
CADENA DE CUSTODIA																								
Solicitante: <i>Arcel Alfonso Arce Pognis</i>					Proyecto: <i>Eficacia del almídon de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez</i>										N° de ensayo: 2									
Dirección: <i>Jr. Alfonso de Alvarado 247</i>					Dist.: <i>Moyobamba</i>					Prov.: <i>Moyobamba</i>					Dpto.: <i>San Martín</i>					Almídon de pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> )				
e-mail: <i>arceaxcel@gmail.com</i>										N° celular: <i>971130637</i>										Firma: <i>[Firma]</i>				
Responsable del muestreo: <i>Arcel A. Arce Pognis</i>																								
Código	Código de campo	fecha	hora	Matri- z	Origen de la fuente	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M. (18)		Volu- men	Observaciones											
20-T		28/10/2019	7:35 am		Captación de la quebrada	Nuevo Progreso, Anexo Metoyacu	Moyobamba	Moyobamba	San Martín	Este	Norte	285876.538m	9334644.042 m	20 l										
20-T1			7:42 am							20 l														
5-T			7:53 am							5 l														
Parámetros medidos en campo										Parámetro Físico - Químico - medido en laboratorio - RESULTADOS														
pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Jarras	Concentración (%)	Volumen de la jeringa (ml)	Dosis (ppm)	pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez residual (UNT)													
6.66	83	23.71	17.32	1	2%	4	20	6.7	79	25.3	19													
				2	2%	6	30	6.72	79	25.44	18													
				3	2%	8	40	6.73	78	25.43	16.8													
				4	2%	12	60	6.74	79	25.45	17.9													
				5	2%	14	80	6.74	77	25.49	18.2													
				6	2%	16	100	6.74	78	25.5	18.7													
Nombre				Institución	Firma	Fecha	hora	Muestras recibidas intactas:																
Entregado por: <i>Arcel Alfonso Arce Pognis</i>						<i>26/10/19</i>		Tipo de recipiente adecuado:																
Recibido por: <i>Vanny Aguila Janga</i>						<i>26/10/19</i>		Muestra dentro del período de análisis:																
Entregado por: <i>Vanny Aguila Janga</i>						<i>30/10/19</i>		Conservación de las muestras:																
Recibido por: <i>Any Apóstegui García</i>						<i>30/10/19</i>																		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO										ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL														
CADENA DE CUSTODIA																								
Solicitante: <i>Arcel Alfonso Arce Pognis</i>					Proyecto: <i>Eficacia del almídon de maíz (Zea mays) y pan de árbol (Artocarpus altilis) para la remoción de la turbidez</i>										N° de ensayo: 3									
Dirección: <i>Jr. Alfonso de Alvarado 247</i>					Dist.: <i>Moyobamba</i>					Prov.: <i>Moyobamba</i>					Dpto.: <i>San Martín</i>					Almídon de pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> )				
e-mail: <i>arceaxcel@gmail.com</i>										N° celular: <i>971130637</i>										Firma: <i>[Firma]</i>				
Responsable del muestreo: <i>Arcel A. Arce Pognis</i>																								
Código	Código de campo	fecha	hora	Matri- z	Origen de la fuente	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M. (18)		Volu- men	Observaciones											
20-T		28/10/2019	7:35 am		Captación de la quebrada	Nuevo Progreso, Anexo Metoyacu	Moyobamba	Moyobamba	San Martín	Este	Norte	285876.538m	9334644.042 m	20 l										
20-T1			7:42 am							20 l														
5-T			7:53 am							5 l														
Parámetros medidos en campo										Parámetro Físico - Químico - medido en laboratorio - RESULTADOS														
pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Jarras	Concentración (%)	Volumen de la jeringa (ml)	Dosis (ppm)	pH	Conductividad (S/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez residual (UNT)													
6.66	83	23.71	17.32	1	3%	4	20	6.7	83	25.61	18.8													
				2	3%	6	30	6.7	80	25.58	18.4													
				3	3%	8	40	6.7	77	25.63	17.6													
				4	3%	12	60	6.7	78	25.7	16.3													
				5	3%	14	80	6.7	76	25.74	18.9													
				6	3%	16	100	6.69	78	25.77	19.08													
Nombre				Institución	Firma	Fecha	hora	Muestras recibidas intactas:																
Entregado por: <i>Arcel Alfonso Arce Pognis</i>						<i>26/10/19</i>		Tipo de recipiente adecuado:																
Recibido por: <i>Vanny Aguila Janga</i>						<i>26/10/19</i>		Muestra dentro del período de análisis:																
Entregado por: <i>Vanny Aguila Janga</i>						<i>30/10/19</i>		Conservación de las muestras:																
Recibido por: <i>Any Apóstegui García</i>						<i>30/10/19</i>																		



**Anexo 6: Resultados de laboratorio, Calidad del floc**

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL				
CALIDAD DEL FLOC						
COAGULANTES	Jarras	Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> )		Tiempo (s)	20	Tiempo (minutos)	20	Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)	300	Velocidad (RPM)	40	15
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1	4	20	50	6	15.82
2%	2	6	30	50	4	16.06
	3	8	40	50	4	16.58
	4	12	60	50	4	16.1
	5	16	80	50	4	15.95
	6	20	100	50	4	17.82
COAGULANTES	Jarras	Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de pan de árbol ( <i>Artocarpus attilis</i> )		Tiempo (s)	20	Tiempo (minutos)	20	Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)	300	Velocidad (RPM)	40	15
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1	4	20	40	8	19
2%	2	6	30	40	6	18
	3	8	40	40	6	16.8
	4	12	60	40	6	17.9
	5	16	80	40	6	18.2
	6	20	100	40	6	18.7





CALIDAD DEL FLOC						
COAGULANTES		Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> )	Jarras	Tiempo (s)	20	Tiempo (minutos)	20	Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)	300	Velocidad (RPM)	40	15
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1	4	20	50	4	19.2
3%	2	6	30	50	4	18
	3	8	40	50	4	17.5
	4	12	60	50	4	17.01
	5	16	80	50	4	18.6
	6	20	100	50	4	19.4
COAGULANTES		Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de pan de árbol ( <i>Artocarpus altilis</i> )	Jarras	Tiempo (s)	20	Tiempo (minutos)	20	Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)	300	Velocidad (RPM)	40	15
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1	4	20	40	4	18.8
3%	2	6	30	40	4	18.4
	3	8	40	40	4	17.6
	4	12	60	40	6	16.3
	5	16	80	40	4	18.9
	6	20	100	40	4	19.08





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL				
CALIDAD DEL FLOC						
COAGULANTES	Jarras	Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de maíz ( <i>Zea mays</i> )		Tiempo (s)	20	Tiempo (minutos)	20	Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)	300	Velocidad (RPM)	40	15
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1	4	20	50	2	20
1%	2	6	30	50	4	20.05
	3	8	40	50	4	19.75
	4	12	60	50	4	20.24
	5	16	80	50	4	21.14
	6	20	100	50	4	23.93
COAGULANTES	Jarras	Mezcla Rápida		Floculación		Sedimentación
Almidón de pan de árbol ( <i>Artocarpus attilis</i> )		Tiempo (s)	20	Tiempo (minutos)	20	Tiempo (minutos)
		Velocidad (RPM)	300	Velocidad (RPM)	40	15
		Coag. (ml)	Coag. (ppm)	Tiempo de form. Floc (s)	Índice de Willcomb	Turbidez residual (UNT)
concentración	1	4	20	40	4	19.08
1%	2	6	30	40	6	18.71
	3	8	40	40	4	19
	4	12	60	40	6	18.6
	5	16	80	40	8	18.55
	6	20	100	40	4	18.86

