

Artículo original / Original article

Aplicación de clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano

Application of clarifier of natural origin (cassava starch) to remove turbidity and color in water for human consumption

Azabache-Liza, Yrwin [ID 0000-0003-1396-9745]¹; Maldonado-Ushiñahua, Arnold [ID 0000-0002-2512-7556]¹; Azabache-Aliaga, Raquel [ID 0000-0001-6117-6550]²; Dávila-Cardozo, Juan [ID 0000-0002-3478-0485]¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú

²Universidad Privada Antenor Orrego, Perú

✉ yfazabache@unsm.edu.pe

Recibido: 20/11/2021;

Aceptado: 23/12/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: La quebrada Juninguillo, Moyobamba, en épocas de avenida arroja valores elevados de turbiedad y color. Para disminuirlos sin usar sustancias químicas aplicamos clarificante a base de almidón de yuca, con el fin de disminuir su turbidez y color. Realizamos 9 ensayos con 36 pruebas, todas a diferentes concentraciones y velocidades. El clarificante de yuca removió 48% de color, partiendo del valor inicial; y removió en 50% la turbidez. Demostramos que la sustancia no afecta el pH y que la concentración óptima fue de 1% de almidón en solución, también que los parámetros considerados en esta investigación actuaron de diferente forma y esto se nota en la velocidad; siendo óptima para la turbidez de 150 rpm, en cambio para el color fue de 200 rpm, pero en comparación con la utilización de sulfato de aluminio, el cual ha removido en 85% y 95% para el color y turbidez respectivamente no alcanza los valores estimados por los límites máximos permisibles. Podemos utilizarlo como floculante ayudante combinado con el sulfato de aluminio ayuda a controlar los parámetros de clarificación y pH en la utilización del agente químico.

Palabras clave: agente; avenida; clarificación; color; floculante; turbidez

Abstract: The Juninguillo stream, Moyobamba in flood seasons shows high values of turbidity and color. To reduce them without using chemical substances, we apply clarifier based on cassava starch, in order to reduce its turbidity and color. We carried out nine tests with 36 tests, all at different concentrations and speeds. The cassava-fining agent removed 48% of the color, starting from the initial value; and removed the turbidity by 50%. We show that the substance does not affect the pH and optimal concentration was 1% of starch in solution. In addition, the two parameters considered in this investigation acted differently and this is noticeable in the speed; being optimal for the turbidity of 150 rpm, on the other hand it was 200 rpm for the color. However, compared to the use of aluminum sulfate, which has removed 85% and 95% for the color and turbidity, respectively, it does not reach the values Estimated by the maximum allowable limits. We can use it as an auxiliary flocculent combined with aluminum sulfate to help control the clarification and pH parameters in the use of the chemical agent.

Keywords: agent; avenue; clarification; color; flocculent; haze

Cómo citar / Citation: Azabache-Liza, Y., Maldonado-Ushiñahua, A., Azabache-Aliaga, R. & Dávila Cardozo, J. (2022). Aplicación de clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, 1(1), e294. <https://doi.org/10.51252/reacae.v1i1.294>

I. Introducción

El agua es esencial para la vida, un recurso finito y las provisiones fácilmente accesibles se están volviendo menos abundantes. La constante explotación de este recurso de manera inadecuada y de forma indiscriminada ha ocasionado un sin número de desastres; y aunque no muchas veces esta es apta para el consumo directo de la población, en muchas de las quebradas de la selva y del mundo se ha encontrado bastante contaminada, por el solo hecho de observar el color y la cantidad de partículas que le confieren turbidez al agua (Díaz, 2019).

Estos dos parámetros que son evidenciables a simple vista, son los que dan fe de las acciones realizadas, la gran parte de la contaminación de los ríos, lagos y lagunas los realizamos nosotros mismo con nuestras malas prácticas, cabe mencionar que es el suelo el que confiere el color al agua por su concentración en algunos elementos propios de la zona.

Moscoso (2015), indica que el uso de almidón de yuca está bastante extendido y es práctica corriente en muchas plantas de tratamiento de agua. Hay reportes donde han encontrado trazas de sulfato de aluminio y buscan encontrar qué porcentaje del sulfato de aluminio puede ser sustituido por almidón de yuca, en el proceso de coagulación-floculación para la potabilización de agua. Luego de determinar la dosis óptima de 70 miligramos por litro de sulfato de aluminio a través de la prueba de jarras fue sustituyendo el sulfato de aluminio por almidón de yuca en proporciones del 20%. Luego de realizar 60 pruebas para determinar si es posible sustituir el sulfato de aluminio hasta un 40% por almidón de yuca para lograr valores inferiores a 5 NTU determinan que sí es posible para ciertos valores de turbiedad iniciales.

En las plantas de tratamiento de todo el país se utilizan agentes químicos para clarificar y potabilizar el agua, los cuales en dosis elevadas causan problemas en las redes de distribución e incluso estarían ocasionando enfermedades a largo plazo con la medida excesiva de químicos en el cuerpo humano. A su vez, la precaria infraestructura existente en el país, genera un alto costo de los insumos que se utilizan para la remoción de turbiedad y cloración (Carrizales & Enríquez, 2019)

Cruz, (2020) busca evaluar el grado de eficiencia del “tamarindo” como coagulante, recolectan 216 litros de muestra en botellas de plásticos 3,7 y 2,5 L de agua residual doméstica de Soritor y de aguas superficiales de la quebrada Capellanía. Llegan a la conclusión que el uso del coagulante a base de semilla de tamarindo natural remueve sólidos coloidales referidos a turbidez en un 70.5% en las aguas del efluente y 71.8% en las aguas superficiales, y también comprueban que reduce parámetros químicos como la demanda química de oxígeno en un 68.3% en las aguas del efluente y 76.0% en las aguas superficiales

Como alternativa a estos agentes químicos, al inicio de los años setenta en varios países latinoamericanos se propuso hacer uso de coagulantes naturales extraídos de especies vegetales o animales locales para atenuar en parte o en su totalidad el consumo de coagulantes sintéticos. No obstante, la materia prima propuesta para el tratamiento del agua se extrae de la naturaleza sin ningún proceso invasivo; de esta manera se rompe el paradigma de la exclusividad de los productos químicos industriales tales como el sulfato de aluminio y el sulfato férrico para tratar el agua y se abre la posibilidad a nuevas tecnologías a bajo costo, inocuas para la salud humana y respetuosa con el medio ambiente (Lozano, 2018)(Jaramillo & Ramírez, 2015).

Es por ello que se ha dado la importancia de estudiar e informar la utilización de un insumo natural hecho a base de yuca para su utilización como un clarificante natural del agua de la quebrada que se encuentra cercana a la ciudad de Moyobamba, es decir de la quebrada Juninguillo.

2. Materiales y métodos

El diseño de investigación es correlacional. El ámbito de estudio se realizó en la quebrada Juninguillo. Para el trabajo de investigación la muestra es la cantidad de agua necesaria para las pruebas con equipo prueba de jarras 15 litros aproximadamente. Las muestras fueron recolectadas en bidón, para ser llevadas al laboratorio.

Para luego calcular el porcentaje del insumo (coagulante, floculante), pesaron el insumo para hacer la solución al porcentaje estipulado, tomamos los parámetros iniciales (turbidez, pH, color), llenamos 6 vasos precipitados con la muestra problema, cada uno con una capacidad de 1L. Se programó el equipo a diferentes tiempos de prueba de jarras para la corrida. Se inyectó el coagulante a la dosis seleccionada para esta corrida.

Las muestras para los análisis mencionados, se colectaron mensualmente en el punto de captación, durante 3 meses consecutivos. Los datos se obtuvieron del análisis de las aguas de la quebrada Juninguillo–La Mina mediante los siguientes equipos analíticos:

Tabla 1. Análisis de parámetros.

Parámetro	Equipo
Turbidez	Turbidímetro
Color	Colorímetro
Velocidad, tiempo y concentración óptima del clarificante.	Prueba de jarras.

Los datos se recolectaron durante 3 meses consecutivos de las aguas de la quebrada; se analizaron la turbidez y color, por cada muestreo se utilizó 500 ml. Se siguió los siguientes pasos, para el análisis de datos: Validez y representación gráfica de los resultados.

3. Resultados y discusión

Se han tomado las muestras a las cuales se han medido los parámetros, sin adicionar coagulante.

Tabla 2. Parámetros iniciales de la quebrada Juninguillo.

Parámetros	Unidades	Inicial	ECAs
Color	UPC	125	15
pH	pH	8,7	6,5
Turbidez	UNT	22,81	5
Alcalinidad	ppm	16	-----

El agua de la quebrada Juninguillo, demostró tener los siguientes valores bastante elevados a los establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental-AI (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), en cuanto a color tiene un valor de 125 UPC por encima del 15 UPC que indica el ECA, en turbidez está en 22,81 UNT de los 5 UNT que establece la norma, en cuanto al pH está en el rango adecuado para este estándar. Al inicio en el primer cuadro se

ha medido la alcalinidad también, la cual tiene un valor de 16, indicando que esta agua no tiene muchas sales que puedan amortiguar la acidez de algunos compuestos que pueda adicionarse a esta para hacerla potable

Usando tratamiento prueba de jarras, para el cual se han realizado varios ensayos variando la concentración del almidón, las velocidades y tiempos, hasta obtener la dosis óptima, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Primer ensayo con almidón de yuca al 1%.

Almidón al 1%							
Ensayo I	Unidades	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Color	UPC	105	90	85	90	80	80
Turbidez	UNT	15,81	13,24	13	12,66	13,19	12,57

Utilizando como coagulante al almidón de yuca al 1%, en la velocidad de 300 rpm en la mezcla rápida, se ha podido remover el color de 125 UPC a 80 UPC que es el valor más bajo en la prueba, en cuanto a la turbidez se ha obtenido el valor más bajo de 12,57 en la jarra n° 6, donde se agregó 6 mL de la solución de almidón.

Tabla 4. Segundo ensayo con almidón de yuca al 2%.

Almidón al 2%							
Ensayo 01	Unidades	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Color	UPC	70	85	90	75	120	105
Turbidez	UNT	14,34	14,99	13,78	11,34	28,88	18,82

En el segundo ensayo utilizando almidón de yuca a una concentración de 2%, a 300 r.p.m., se ha obtenido un valor más bajo en cuanto al color de 70 UPC en la primera jarra donde solo se adicionó 1 ml.; el valor más bajo para la turbidez en este ensayo fue de 11,34 UNT. Los valores obtenidos en este ensayo fueron los más bajos, pero también en algunas jarras se variaron grandemente.

Tabla 5. Tercer ensayo con almidón de yuca al 3%.

Almidón al 3%							
Ensayo 01	Unidades	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Color	UPC	95	105	100	70	90	80
Turbidez	UNT	14,67	17,38	16,06	10,37	14,4	11,15

Para el tercer ensayo realizado se utilizó almidón de yuca al 3% de concentración y a una velocidad de 300 r.p.m. en donde se registraron los valores más bajos para el color: 70 UPC y para la turbidez de 10,37 UNT, y el pH mantiene su valor, sin bajar demasiado. Siendo los resultados también muy variables en todas las jarras, pues, así como hay resultados bajos también encontramos los valores donde no se ha removido mucho el color y turbidez.

Tabla 6. Cuarto ensayo con almidón de yuca al 4%.

Almidón al 4%							
Ensayo 01	Unidades	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Color	UPC	95	90	95	95	90	80
Turbidez	UNT	15,77	13,39	16,85	15,57	11,82	13,16

En el cuarto ensayo realizado a la misma velocidad de 300 r.p.m. se ha utilizado como coagulante al almidón de yuca cuya concentración es a 4%, obteniendo los siguientes resultados en cuanto a la remoción de color y turbidez, se llegaron a los siguientes valores más bajos: 80 UPC y 11,52 UNT respectivamente, manteniendo los demás valores poco variables en las demás jarras.

Tabla 7. Quinto ensayo con almidón de yuca al 5%.

Almidón al 5%							
Ensayo 01	Unidades	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Color	UPC	85	86	95	95	85	90
Turbidez	UNT	16,7	13,32	13,23	13,15	12,14	11,4

Para el quinto ensayo que se realizó a 300 r.p.m. se utilizó el almidón de yuca a una concentración de 5% en cuyo ensayo se ha llegado a obtener los siguientes valores más bajos de turbidez y color: 11,4 NTU y 85 UPC.

Tabla 8. Sexto ensayo con almidón de yuca al 6%.

Almidón al 5%							
Ensayo 01	Unidades	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Color	UPC	85	86	95	95	85	90
Turbidez	UNT	15,6	14,2	13,18	12,48	13,2	12,7

En el sexto ensayo donde se utilizó como coagulante al almidón de yuca en 6% de concentración y a una velocidad de 300 rpm, se llegó a obtener los siguientes valores para la turbidez y color: 12,48 UNT y 85 UPC respectivamente, aquí también el único parámetro más estable y poco afectado es el pH indicándonos su poca acidez.

Tabla 9. Promedio total de los ensayos realizados a diferentes concentraciones de almidón de yuca.

Parámetros	Unidad	almidón al 1%	almidón al 1%	almidón al 1%	almidón al 1%	almidón al 1%	almidón al 1%
Color	UPC	88,33	90,83	90,00	90,83	89,33	89,33
Turbidez	UNT	13,41	17,03	14,01	14,43	13,32	13,56

En todos los ensayos que se realizaron a 300 rpm se ha variado la concentración del almidón que se prepara en solución, así pues, se ha resumido todos los valores promedios para cada ensayo, encontrando con el ensayo más efectivo al primero, que se realizó con almidón al 1%, donde podemos observar que tenemos en color un valor de 88,33 UPC y en cuanto a turbidez un valor promedio de 13,41 UNT, es así que determinamos óptimo en concentración al primer ensayo con almidón al 1%.

Variando las velocidades y tiempos de los mejores resultados obtenidos de la concentración, en la solución de almidón de yuca.

Tabla 10. Ensayo 3 con variación de velocidad al valor óptimo de concentración.

Almidón al 1%, 150 rpm							
Ensayo I	Unidad	Almidón al 1%	Almidón al 1%	Almidón al 1%	Almidón al 1%	Almidón al 1%	Almidón al 1%
Color	UPC	88,33	90,83	90,00	90,83	89,33	89,33
Turbidez	UNT	13,41	17,03	14,01	14,43	13,32	13,56

Este ensayo se realizó a una velocidad de 150 rpm cuyo coagulante utilizado fue almidón al 1%, se ha obtenido los valores más bajos en cuanto a turbidez y color: 10,59 NTU y 75 UPC respectivamente, es en este ensayo en el que se ha reducido a la mitad el valor inicial de la turbidez.

4. Conclusiones

El clarificante natural utilizado en la investigación, hecho a base de almidón de yuca, ha removido en 48% del color inicial al ser aplicada al agua de la quebrada Juninguillo y en un 50% la turbidez del agua en las pruebas óptimas, realizada en la prueba de jarras.

Como clarificante natural, sin ninguna adición de químicos este demuestra no afectar en turbidez y color al agua de la quebrada a ninguna concentración, ni mucho menos en la variación de las velocidades. La concentración óptima encontrada en el conjunto de ensayos realizados en la prueba de jarras, fue de 1%, es decir 1 mg de almidón /L de agua destilada (relación: peso/volumen) de solución de almidón de yuca.

Se ha encontrado que la velocidad influye de diferente forma tanto para la turbidez y el color, pues pueden ser dos parámetros a los cuales confundimos en significado, pero que son y actúan de diferente forma en el agua. La velocidad óptima encontrada, con la utilización del clarificante natural a base de almidón de yuca, para la turbidez es de 150 rpm y para el color fue de 200 rpm, en la concentración del 1% de almidón de yuca, en el cual se ha obtenido los mejores resultados en este parámetro; pero no llegó a cumplir con los Límites Máximos Permisibles, en ninguno de los mencionados.

El gran problema encontrado en las pruebas realizadas a varias velocidades, fue que sedimentación es mucho más lenta cuando estas se realizan con almidón pues los flocs formados tienen poca densidad y por lo tanto tardan en sedimentar. Los valores alcanzados con la utilización del clarificante natural como coagulante ha obtenido valores en turbidez y color, no se encuentran dentro de lo que establece el LMPs, puesto que tiene de 8 a 15 unidades aún mayores a las estipuladas para color 15 UPC y para turbidez 5 UNT.

En comparación con la utilización del agente químico más usado en las plantas de tratamiento (sulfato de aluminio), este ha demostrado como coagulante ser efectivo por su poder de remoción de un 85% del color y 90% turbidez, llegando este a alcanzar con los límites reglamentados por la ley peruana. Los valores esperados como clarificante natural no fueron los esperados para hacerla apta al consumo humano, pero sí como tratamiento optativo de aguas contaminadas.

Referencias bibliográficas

Carrizalez, R. y Enríquez, N. (2019). *Determinación de la dosis y concentración óptima del*

coagulante de “*Moringa Oleifera*” en la clarificación del agua de la Quebrada taczanapampa de la ciudad de huancavelica. [UNH]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2628>

Cruz, E. (2020). *Evaluación de la semilla Tamarindus indica “tamarindo”, como coagulante natural, en el tratamiento fisicoquímico, en las aguas residuales domésticas, en el distrito de Soritor, 2019* [universidad nacional de San Martín].

<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3951>

Díaz, J. (2019). *Aplicación de la enzima papaina obtenida a partir de las semillas "carica papaya" como coagulante natural para la remoción de turbidez en la ptar- v.e.s.* [universidad nacional tecnológica de lima sur]. <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/174>

Jaramillo, J., & Ramírez, H. (2015). *Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua.*

Lozano, L. (2018). “Efecto en la disminución de la turbidez en el agua por floculantes de *Opuntia ficus-indica* (Tuna) con diferentes procesos de extracción en el río Chonta de Cajamarca, 2018 [UPAGU]. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/721>

Moscoso, L. (2015). *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.* Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0462_MT.pdf

Financiamiento

Ninguno

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Azabache-Liza, Yrwin: Dirigió la investigación y realizó la etapa experimental.

Maldonado-Ushiñahua, Arnold: Realizó la etapa experimental.

Azabache-Aliaga, Raquel: Sistematizó la información.

Dávila-Cardozo, Juan: Sistematizó la información.