

Semillas de *Moringa oleífera* en la clarificación de aguas superficiales

Autores: Spizzo, Silvana Raquel*; Vallecillo, Mónica; Ormaechea, Valeria; Drangan, Analia; Pretti, Joaquín

Contacto: *silvana.spizzo@uner.edu.ar

País: Argentina

Resumen

En el proceso de potabilización de las aguas, la clarificación es una de las etapas más importantes, la cual incluye la coagulación y floculación, dos procesos que tienen lugar en sucesivas etapas. Consiste en la neutralización de las partículas en suspensión para lograr posteriormente, mediante la floculación la precipitación de partículas más voluminosas y pesadas. Existen sustancias utilizadas para disminuir la turbidez del agua, pero no todas generan residuos inocuos y/o completamente degradables. En el presente trabajo se evaluó la eficiencia de remoción de la turbidez utilizando como coagulante natural las semillas de *Moringa oleífera*, previamente molidas y secas. Se utilizó agua del Río Paraná, extraída en la Planta Potabilizadora Echeverría, (Paraná-Argentina), con valores de turbidez de 412 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU). Además, se tomaron muestras del Río Paraná, cuando este se encontraba en una bajante histórica y su turbidez alcanzaba valores iniciales de 14,3 NTU. Se fijaron dos tratamientos A y B y se determinó la dosis óptima para cada uno de ellos, siendo los mismos: semillas con cáscara y con aceite, semillas sin cáscara y con aceite respectivamente. Se aplicó el método del Test de Jarras, agregando cada tratamiento a un litro de agua y sometido a dos intensidades de agitación, la primera de ellas de 1 minuto rápido (120 rpm) seguido por 20 minutos lento (35 rpm) cada uno, con 30 minutos de reposo, se extrajo la muestra con una jeringa para determinar la turbidez de la misma. Las dosis donde se encontró mejor eficiencia en la disminución de turbidez en agua fueron de 150 mg/L en el A y 250 mg/L en el B donde el porcentaje de remoción fue del 98,6 y 98,8%, con valores finales de 3,6 y 3 NTU, respectivamente, los cuales se encuentran cercanos a lo establecido por el CAA para agua potable.

Palabras claves: turbidez; coagulante natural; ambiente; moringa; aplicaciones.

1. Introducción

El agua es la sustancia más abundante e importante del planeta tierra; el hecho de que todos los seres vivos dependen de su existencia nos da idea de su vital importancia. Las aguas superficiales (ríos y arroyos) en general presentan alta turbidez, por lo que el proceso de clarificación es una de las etapas más importantes en su adecuación para diferentes usos, ya que permite la remoción de materiales en suspensión, tales como arcilla, limo y lodos (Martínez et al., 2003).

Los coagulantes convencionales son sustancias metálicas, poliméricas o polielectrolitos. El sulfato de aluminio es el coagulante con mayor uso en el tratamiento del agua potable, aunque la inhalación de este producto en grandes cantidades puede ser nociva y en cantidades elevadas, tóxico para la vida acuática; además puede causar alergias en los ojos.

Los coagulantes naturales, son sustancias de origen vegetal, solubles en agua, que presentan una nula toxicidad, poseen propiedades aglomerantes similares a los coagulantes sintéticos y suelen poseer características antimicrobianas, ayudando a la eliminación o reducción de microorganismos patógenos.

Lograr la clarificación del agua y adaptarla a las diversas necesidades suele ser un problema en regiones retiradas de centros urbanos ya que deben realizarse tratamientos costosos con coagulantes químicos cuyo uso trae desventajas asociadas a la dificultad de adquisición, producción de grandes volúmenes de lodo y el hecho de que afectan el pH del agua tratada (Guzman et al., 2013), además de permanecer en el agua, en forma residual y acumularse en el medio ambiente (Meza-Leones et al., 2018). Por lo expuesto anteriormente surge la necesidad de considerar otras opciones para clarificar el agua superficial que incluyan coagulantes de origen natural y biodegradable.

Según Pritchard et al. (2010), las semillas de *Moringa oleífera*, han sido catalogadas como el mejor coagulante natural para la purificación de aguas turbias siendo su acción comparable al sulfato de aluminio y de no tener acción tóxica (Castillo Cohaila et al., 2020), es por ello que es una opción segura que además trae beneficios económicos y puede constituir una alternativa medioambiental.

Según estudios, se ha verificado que los componentes activos de estas semillas son proteínas catiónicas por lo que se sugiere que el mecanismo predominante de coagulación sea el de adsorción y neutralización de cargas (Rendón Macías et al., 2021).

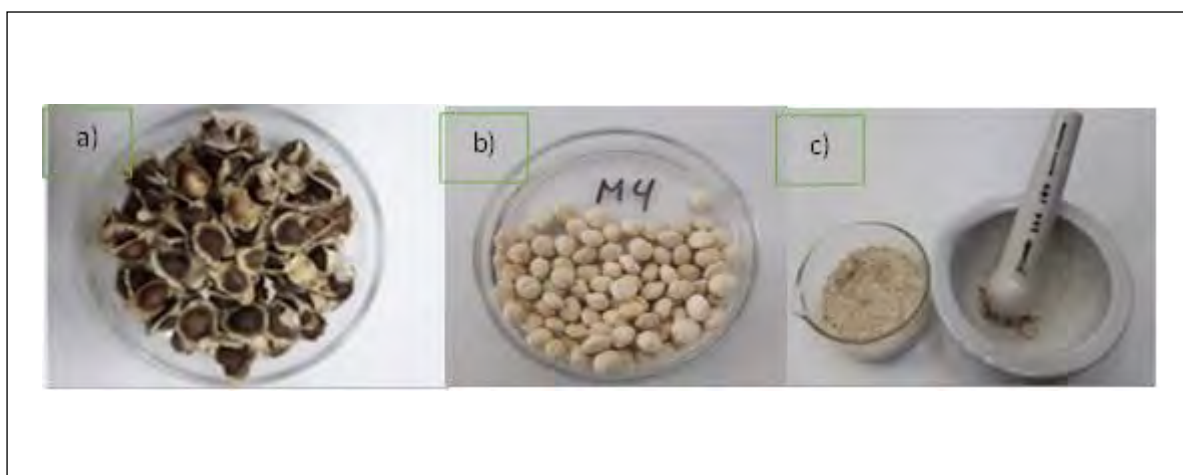
En el presente trabajo, se presentan parte de los resultados de un proyecto llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Nacional de Entre Ríos cuyo objetivo fue determinar el poder clarificante de las semillas de *Moringa Oleífera*.

2. Materiales y métodos

Para preparar la semilla de *Moringa oleífera* para evaluar los diferentes tratamientos se procedió a acondicionar las mismas, pesando 10 a 50 gramos, a las cuales se les efectuó un proceso de limpieza manual para extraer partículas extrañas, partes de cápsulas y semillas blanquecinas, pequeñas o deterioradas entre otras. Una vez limpias y seleccionadas, se colocaron en estufa durante 48 hs a 60 °C para proceder a su secado.

Una vez secas, se procedió a dividir la muestra 2 partes iguales, a fin de prepararlas para los diferentes tratamientos, con lo cual a dos sub muestras se le procedió a extraer la cáscara para posteriormente; posteriormente se procedió a moler las muestras con mortero de porcelana, obteniendo de esta forma el material para los diferentes tratamientos (Figura 1 y 2).

FIGURA 1. Semillas de *Moringa oleífera*. a) con cáscara b) sin cáscara c) molidas



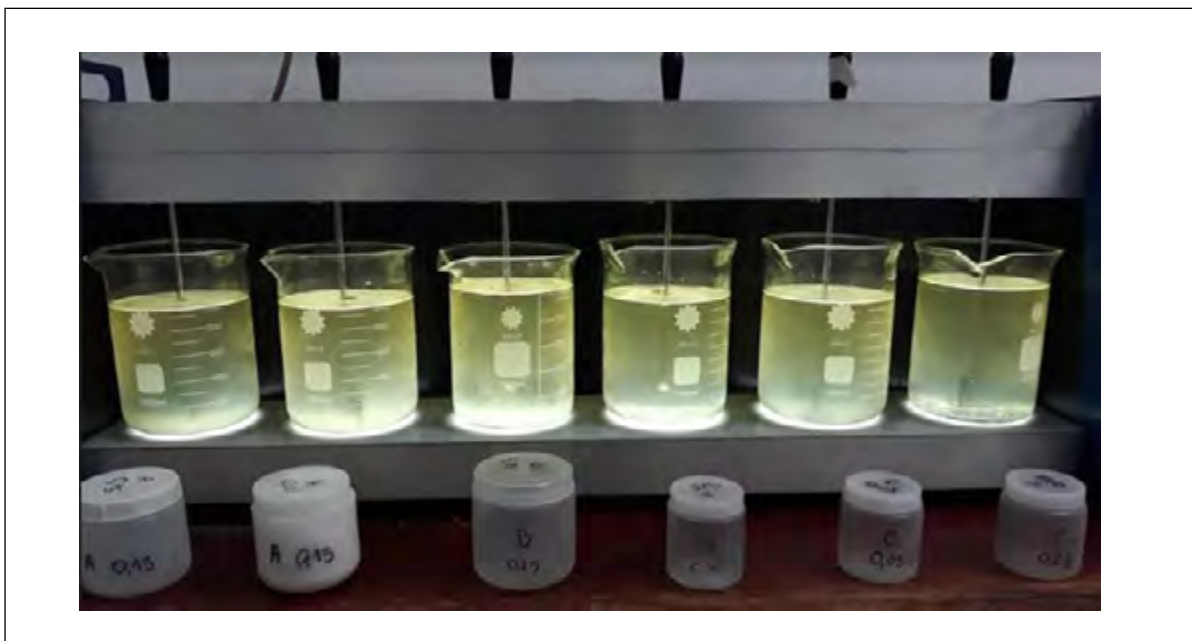
Para evitar el deterioro de la calidad de las semillas, se procedió a efectuar cada vez que fuera necesario material el tratamiento de secado, descascarado y molienda según correspondiera, mientras tanto las semillas restantes fueron preservadas en un lugar fresco y seco.

FIGURA 2. Tratamientos, A: semillas molidas con cáscara y aceite; B semillas molidas sin cáscara y con aceite



La turbidez fue evaluada mediante el Test de Jarras en la Planta Potabilizadora Echeverría de la ciudad de Paraná. Para ello se utilizó el equipo PARSEC-ARIES VI con capacidad de 6 muestras (Figura 3).

FIGURA 3. Equipo PARSEC-ARIES VI de la Planta Potabilizadora Echeverría



Para la evaluación de turbidez se realizaron ensayos preliminares que permitieron fijar la dosis de cada tratamiento a utilizar para la realización de los ensayos. Los pasos para este ensayo se detallan a continuación:

1. Se llenaron los recipientes contenedores (vasos de precipitados de 1L) con la muestra de agua del Río Paraná, utilizadas a diario por el personal de la planta potabilizadora.

2. En cada uno de los vasos se agregó el coagulante (polvo de Moringa) en distintas concentraciones, luego se agitó durante 1 minuto a 120 rpm.

3. Se continuó la agitación esta vez a menores revoluciones 35 rpm durante 30 min. Esta velocidad más lenta evita Shearing del flóculo y ayuda a promover la formación de flóculos mediante la mejora de las colisiones de partículas que dan lugar a grandes flóculos.

4. Finalmente se apagaron los mezcladores y dejó reposar por 15 min más.

5. A continuación, se extrajo con mucho cuidado de la parte superior 100 ml de muestra para medir la turbidez final y realizar cada una de las determinaciones programadas en cada contenedor.

Se determinó la dosis óptima utilizando agua del río Paraná, extraída en la Planta potabilizadora Esteban Echeverría. Para ello se realizaron ensayos preliminares en diferentes fechas, extrayendo agua del río la cual varió su turbidez desde 14,3NTU, en la bajante histórica ocurrida en el curso de agua, hasta 412 NTU cuando el caudal del río aumentó. Dichos ensayos permitieron fijar un rango de dosis a evaluar para cada tratamiento. Los mismos fueron analizados por duplicado, con agua que presentaba una turbidez inicial de 257 NTU, siendo los mismos para el tratamiento A: 50, 100, 150, 200, 250, 300 mg/L y para el tratamiento B 200, 250, 300, 350, 400 y 450 mg/L.

3. Resultados

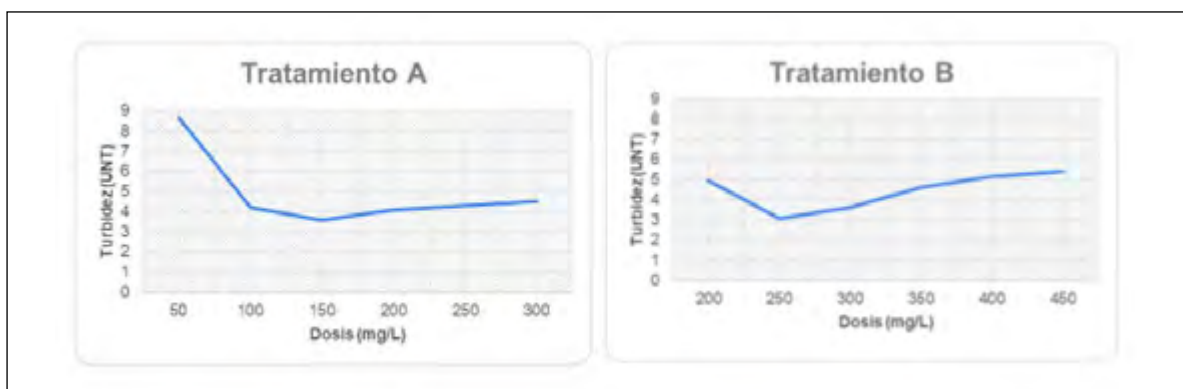
Al realizar los ensayos, el Test de Jarras permitió determinar la dosis del coagulante *Moringa oleifera* óptima para llegar a valores de turbidez bajos. En las figuras 4 y 5 se observó que en el caso del tratamiento A la dosis que mayor disminución de la turbidez produjo es la de 150mg/L de polvo de moringa (3,6 NTU), en tanto el tratamiento B logró resultados similares (3 NTU) en una dosis de 250mg/L. Dichas dosis representan el mayor porcentaje de remoción de la turbidez siendo del 98,6 y 98,8% para los tratamientos A y B, respectivamente (Tabla 1 y 2).

TABLA 1 y 2. Disminución de la turbidez del agua de río Paraná para las diferentes dosis de Moringa oleífera en los tratamientos A y B

A			B		
Dosis	UNT	% Remoción	Dosis	UNT	% Remoción
50	8,7	96,61	200	5,0	98,05
100	4,2	98,37	250	3,0	98,83
150	3,6	98,60	300	3,6	98,60
200	4,1	98,40	350	4,6	98,21
250	4,3	98,33	400	5,2	97,98
300	4,5	98,25	450	5,4	97,90
Testigo	257		Testigo	257	

Se puede observar (Figura 4) que en ambos tratamientos la turbidez disminuyó frente a diferentes dosis hasta un valor óptimo por encima del cual no mejoró la remoción. Por el contrario, mostró un leve incremento. Comportamiento también registrado por Gómez Menenses (2016). Esto puede explicarse debido a que al entrar en contacto los coagulantes de la *Moringa oleífera* con las partículas coloidales dispersas en el agua (menores en niveles bajos de turbidez) no encuentren la suficiente materia para adherirse y sedimentarse, lo que conlleva un consecuente incremento de turbidez (Núñez Ponce, 2007).

FIGURA 4. Turbidez del agua del río Paraná alcanzada con las diferentes dosis de *Moringa oleífera* utilizando el Tratamiento A y B



Estos resultados se asemejan a lo hallado por Pritchard et. al (2010), quienes mencionan que remoción de turbidez de la semilla de *Moringa oleífera* se encuentra entre el 75-90%, cuando la turbidez inicial es de aproximadamente 200 UNT.

4. Conclusiones

El ensayo con Test de Jarras permitió determinar dosis óptimas de semillas de *Moringa oleífera* para los tratamientos A y B de semillas con cáscara y con aceite, semillas sin cáscara y con aceite respectivamente, para obtener un buen porcentaje de disminución de la turbidez en aguas con valor inicial de 257 NTU. Para dicha turbidez inicial, la semilla de *Moringa oleífera*, con y sin cáscara causó un efecto similar a los de coagulantes sintéticos.

Los datos obtenidos permiten afirmar que *Moringa oleífera* disminuye la turbidez, esto resulta de gran interés para el tratamiento de aguas, más aún considerando que se trata de un coagulante de origen natural y completamente biodegradable, lo cual lo hace amigable con el medio ambiente.

Si bien se recomienda continuar el presente estudio con un diseño experimental para validar los resultados y extrapolarlos, se sugiere continuar realizando pruebas de remoción con el objeto de establecer dosis de semilla a utilizar para clarificar agua con diferente turbidez inicial.

Referencias bibliográficas

Castillo Cohaila, M. A. y Avendaño Cáceres, E. O. (2020). Efecto de las semillas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en las condiciones para la clarificación del agua del río sama. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 86(1), 47-57.

- Feria Díaz, J. J., Bermúdez Roa, S. y Estrada Tordecilla, A. M. (2014). Eficiencia de la semilla Moringa oleifera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. *Producción+ Limpia*, 9(1), 9-22.
- Gómez, L. y Meneses, F. (2016). *Evaluación de la eficiencia de semillas de Moringa Oleífera como coagulante natural en la ciudad de Pasto—Colombia*. La Investigación al Centro II Exposición de Trabajos de Investigación UNIMAR.
- Guzman, L., Villabona, Ángel, Tejada, C. y García, R. (2013). Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 253–262.
- Hernández Bojorge, S.; Nigueliecawich, Z.; Gómez Lejarza, M. y González Moncada, C. (2016). Eficacia de la semilla de Moringa oleífera en el aclaramiento del agua. *Revista Universidad y Ciencia*, 9(14).
- Meza-Leones, M.; Riaños-Donado, K.; Mercado-Martínez, I.; Olivero-Verbel, R. y Jurado-Eraso, M. (2018). Evaluación del poder coagulante del sulfato de aluminio y las semillas de Moringa oleífera en el proceso de clarificación del agua de la ciénaga de Malambo-Atlántico. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 95–104.
- Miller, S.M.; Fugate, E.J.; Craver, V.O.; Smith, J.A. y Zimmerman, J.B. (2008). Toward understanding the efficacy and mechanism of *Opuntia* spp. as a natural coagulant for potential application in water treatment. *Environ. Sci. Technol.*, 42, 4274-4279.
- Pritchard, M.; Craven, T.; Mkandawire, T.; Edmondson, A. S. y O'Neill, J. G. (2010). A comparison between Moringaoleifera and chemical coagulants in the purification of drinking water—An alternative sustainable solution for developing countries. *Physics and Chemistry of the Earth*, 35(13-14), 798-805.
- Solís Silvan, R.; Laines Canepa, J. R. y Hernández Barajas, J. R. (2012). Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(3), 229-236.