MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVES DE SU PURIFICACIÓN UTILIZANDO LA PLANTA *Moringa oleifera*

Maria de los Ángeles González L.
y Eliana Sofía Ramírez D.
U. E. Colegio Salesiano "San Luis".
Mérida, Estado Mérida. 2005

RESUMEN

Las semillas del árbol *Moringa oleifera*, son un floculante natural de bajo costo, con una efectividad calculado en un 97%. Estas se desarrollan en regiones áridas y semiáridas tropicales y subtropicales. Este floculante actúa capturando partículas en suspensión en el agua y provocando que éstas se agreguen entre sí y se precipiten al fondo. usadas actualmente como purificadores orgánicos del agua. Objetivo general: analizar los efectos que produce la utilización de las semillas de *Moringa oleifera* en aguas contaminadas, específicamente en la Quebrada de El Caucho. Los objetivos que se plantean en esta investigación son: Determinar los efectos floculantes de las semillas de *Moringa oleifera* sobre las aguas contaminadas a través de la medición de parámetros tales como: pH (medición de ácidos y bases), L (Conductividad) y TOC (Detector o medidor de carbono orgánico total); Estimar las diferencias entre los floculantes comunes (artificiales: Sulfato de Aluminio o Sulfato de Hierro utilizado en la planta de purificación de aguas de Mérida) y las semillas de *Moringa oleifera* en la purificación de aguas. Al igual se desarrolló un tratamiento orgánico para mejorar el agua contaminada obteniendo un óptimo resultado el cual es la purificación de la misma, esto lo podemos afirmar debido a que realizamos diversos estudios donde se comprueban la validez de los mismos comprobándose así la hipótesis y los objetivos planteados en esta investigación, concluyendo que esta semilla sirve para purificar aguas contaminadas y es una alternativa económica para abaratar los costos de potabilización.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, purificación, coagulante, agua, semillas, potabilización

INTRODUCCIÓN

Desde los comienzos de la vida humana en el mundo el agua ha sido un factor indispensable y necesario para nuestra existencia en la tierra, y siempre ha habido problemas y dificultades para su purificación y obtención, pero éste cada vez va en decadencia debido a la falta de educación de las gentes en todo el mundo. Los conservacionistas pronostican que el agua va ha escasear dentro de poco tiempo debido a la falta de conciencia de muchos habitantes.

Al igual mucha gente muere en el mundo, específicamente en los países más pobres y en subdesarrollo, por su contaminación debido a que muchos de éstos no tienen los suficientes recursos económicos para que el agua potable llegue a todos los rincones del planeta.

Este problema crece cada día más, debido a que la contaminación va ascendiendo y con ésta la mortalidad, específicamente en los niños.

En nuestro país la mortalidad por el consumo de aguas contaminadas es relativamente menor, pero esto no quiere decir que no trae consecuencias. Por ello nosotros realizamos este trabajo, con el fin de que en

Venezuela y Latinoamérica, el agua potable se alcanzable para todas las personas, a través de una forma muy económica y natural.

La *Moringa* es un género de plantas con numerosas especies distribuidas por zonas áridas y semiáridas de Asia, África y América del Sur. Las semillas del *M. oleifera* son de color pardo oscuro, globulares y de aproximadamente l cm de diámetro, con tres alas con una consistencia papiracea.

En Madagascar, el aceite extraído de sus semillas (llamado aceite de Ben o de Behen) se utiliza para calmar y suavizar la piel de los bebés. En el valle del Nilo, se le llama Shagara al Rauwaq" que textualmente significa "árbol que purifica" (von Maydell, 1986), a causa de la notable cualidad purificadora de la harina que se obtiene de sus semillas, y se hace mención específica a la capacidad del mismo para purificar agua. En efecto, las proteínas hidrosolubles contenidas en sus semillas permiten la precipitación de las impurezas y obtener un agua pura. Actualmente, son muchos son los investigadores que estudian estas sorprendentes propiedades con el fin de tratar industrialmente las aguas contaminadas.

En el terreno de la cosmética, se está tratando de utilizar esta acción vegetal purificante, descontaminante y desintoxicante en un producto cosmético.

La especie mas conocida es *M. oleifera,* que es un árbol de crecimiento muy rápido, en el primer año se pueden desarrollar varios metros, hasta tres o incluso cinco en condiciones ideales de cultivo. Resistente a la sequía. También se beneficia de algún pequeño aporte de fertilizante (no es un árbol fijador de nitrógeno).

No alcanza gran altura, hasta unos 10 - 12 metros.

Las flores son de color crema y aparecen principalmente en las épocas de sequía, cuando el árbol suele perder las hojas.

Fruto: Es una vaina, parecido a una legumbre, pero de sección triangular, de unos 30 - 45 cm., de longitud. Las semillas son negruzcas, redondeadas y con un tejido a modo de "alas".

Distribución: Originaria del Subcontinente Indio, actualmente está ampliamente distribuida por los trópicos donde ha sido introducida por su carácter ornamental.

Al no ser un árbol excluyente es un buen soporte para otras especies trepadoras. Es especialmente indicado para la modalidad de agricultura conocida como "alley cropping" o (cultivo en callejones"), debido a ciertas características que lo hacen muy adecuado, como su crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales, escasa sombra y alta productividad de biomasa con alto contenido en nitrógeno que enriquece la tierra. El "cultivo en callejones" consiste en cultivar especies herbáceas anuales, o de ciclo corto, entre hileras de árboles que formando los "callejones" sirven de protección contra el viento y sol excesivo y enriquecen la tierra.

Depuración de Aguas: Las semillas son de mucha utilidad como uno de los mejores floculantes naturales conocidos y se emplean, con mucha frecuencia, en la depuración y purificación de aguas fluviales y aguas turbias. También se emplea en la clarificación de miel y del jugo de la caña de azúcar.

Las semillas de *M. oleifera* son un flocúlate natural. Este flocúlate actúa capturando partículas en suspensión en el agua y provocando que estas se agreguen entre sí y se precipiten al fondo.

Este tema es muy importante ya que esta planta tiene un futuro prometedor en la industria dietética y como alimento protéico para deportistas especialmente atendiendo a su carácter de alimento natural.

Otras ventajas añadidas son su carácter ornamental, su gran velocidad de crecimiento, su facilidad de cultivo, su capacidad de aceptar grandes podas y su gran rusticidad. Además tiene otros múltiples usos.

Comestibilidad: Todas las partes de la planta son comestibles. El contenido de proteínas, vitaminas y minerales es

sobresaliente. El sabor es agradable y las diversas partes se pueden consumir crudas (especialmente las hojas y flores) o cocinadas de diversas maneras.

El temático sobre la *M. oleifera* se está revelando como un recurso de primer orden y bajo coste de producción para prevenir la desnutrición y múltiples patologías, como la ceguera infantil, asociadas a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta.

La leña proporciona un combustible aceptable, especialmente para cocinar. Ligera, con una densidad media de 0.6 y un poder calorífico de 4.600 kcal/kg.

Aceite: La semilla de Moringa contiene un 35 % de aceite. Es un aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73 % de ácido oléico, de calidad por tanto similar al aceite de oliva. Empleado en cocina, no se vuelve rancio, muy bueno para aliño de ensaladas. También puede tener interesantes aplicaciones en lubricación de mecanismos y fabricación de jabón y cosméticos. Este aceite arde sin producir humo, es apto por tanto como combustible para lámparas.

Nosotros utilizaremos esta planta más que todo como purificadora de agua, necesitamos tener conocimientos claros acerca de la problemática que existe para poder realizar un proyecto comunitario, es decir llevar la planta de *M. oleifera* a toda la sociedad Merideña, ese en parte es nuestro propósito, pero necesitamos tener los recursos para poder realizar esta función. Hemos pensado en consultar con los organismos encargados de la distribución de las aguas en Mérida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

-3 4 Balones aforados de 250ml.
4 Balanza Científica.
5 0.751gr de semillas de *M. oleifera.*
6 0,375gr de Sulfato de aluminio Al2 (SO4)3
7 Mortero con mazo.
8 Espátula.
9 Vaso precipitado de 50ml.
10 Pipeta de 10ml.
11 Propipeta.
12 Papel de filtro.
13 Conductimetro.
14 pHmetro.
15 TOC (Total Organic Carbono).
16 1L de agua destilada.
17 2L de Muestra de Agua (Tomada de la Quebrada de El Caucho).
18 Refrigerador.
19 50ml de alcohol

Métodos: Los métodos, procesos y técnicas utilizados durante la realización del producto fueron:

-Filtración: ya que se aplicó al separar la mezcla homogénea de semillas de M. oleifera y agua, y también se utilizó para separar la ya mencionada mezcla, a través de filtros MILLIPORE (0,28 micras).

-Decantación: Ya que la utilizamos para separar la mezcla de corteza de *M. oleifera* y agua, en la cual por tener mayor densidad, la corteza cae en el fondo del recipiente.

Las técnicas de medición utilizadas fueron:

-Para la medición de volumen empleamos balones aforados de 250 ml, vaso precipitado de 50ml, pipeta de 10ml; estos instrumentos los usamos para medir el volumen de: Alcohol, agua natural (H_2O) y agua destilada.

-Para la medición de masa empleamos la balanza científica y espátula; estos instrumentos los aplicamos para medir la masa de la planta *M. oleifera* y Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)$.

Características de los materiales utilizados

-Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)$ es un sal ternaria.

-Agua H_2O es un compuesto natural.

-Planta de Ben. Nombre Científico: Moringa oleifera.

-Alcohol(2-propanol) es un compuesto orgánico CH_3-CHOH-CH_3

-Agua destilada.

RESULTADOS

Los resultados de las muestras fueron:

Luego haber mezclado los compuestos orgánicos y químicos con la muestra de agua inmediatamente pudimos obtener:

Tabla Nº I: Características de las muestras analizadas.

Muestras	Combinación	Tipo de Material	Color
1	Agua de vertiente	Sustancia Pura	Turbia Amarillento Traslucido
2	Agua + Semilla	Mezcla Heterogénea	Turbio Amarillento Claro
3	Agua + Corteza	Mezcla Heterogénea	Turbio Amarillento Oscuro
4	Agua + Sulfato de Aluminio Al2(SO4)3	Mezcla Homogénea	Blanco Translúcido

Análisis del pH de las muestras (Estos resultados fueron obtenidos el mismo día):

Tabla Nº II: Resultados obtenidos del análisis de pH de las muestras.

Muestra	pH	Temperatura (°C)
1	8,27	23,2
2	8,11 - 8,14	23,2
3	8,18 – 8,21	23,2
4	4,45	23,2

Se puede observar el la tabla que al añadir las semillas y corteza de *M. oleifera* trituradas como fue el caso de las muestras 2 y 3, no se observa un cambio significativo en los medios de pH que tenía la muestra control o el agua de Quebrada sin ningún tratamiento (Muestra 1). En la muestra 4 se observa un cambio drástico en el pH de la solución, en este caso se debe a la presencia de Sulfato de Aluminio Al2(SO4)3 agregado que es floculante que se utiliza en las plantas potabilizadoras de agua (Entre ellas la compañía Aguas de Mérida). Estos resultados nos indican que las semillas de *M. oleifera* como su corteza, cambia apreciablemente el pH del agua, esto nos permite que se evite luego agregar productos como la Cal para ajustar el pH en valores cercanos al reactivo 7, que es lo comúnmente usado en las plantas potabilizadoras de agua. Estos resultados están en concreto en los aportados por varios autores como: Ing. Erica Díaz Rivera e Ing. Manuel Rángel.

Resultado de la realización del estudio del nivel de conductividad del agua:

Tabla Nº III: Resultados obtenidos del análisis de la conductividad de las muestras.

Muestra	Conductividad
1	4 x 0,1 mS o 4 x 100µS
2	3,6 x 0,1 mS o 3,6 x 100µS
3	3,85 x 0,1 mS o 3,85 x 100µS
4	8,4 x 0,1 mS o 8,4 x 100µS

Se puede observar en la tabla que las muestras 2 y 3 a quienes se les agregó las semillas y corteza de la *M. oleifera* respectivamente presentan unos valores de Conductividad cercanos al valor reportado por la muestra original o muestra 1. Es conocido

que la Conductividad es una medida de la cantidad de iones totales presentes en la solución, en este caso podemos intuir que las semillas y corteza aparentemente no poseen una carga iónica significante diferente a la del HD ya que no se reparten ambos brasees o turbias en la conductividad una vez agregada la *M. oleifera*. Sin embargo se puede observar que disminuyó la Conductividad con respecto a la muestra original de 4 x 0,1 mS a 3,6 x 0,1 mS y 3,85 x 0,1 mS, esto nos demuestra que las semillas de *M. oleifera* actúan como floculante y disminuyen o floculan algunos iones encontrados en la muestra original o muestra 1. Si observamos en la tabla anterior vemos que la muestra 4 preparada con adición de Sulfato de aluminio Al2(SO4)3 aumenta considerablemente su conductividad comparada con la muestra 1. Esto demuestra que el Sulfato de aluminio Al2(SO4)3 aporta iones al agua ya que se disocia en iones SO4 - - - y Al + + +. Estos iones floculan compuestos en suspensión, y quedan remanentes que aumentan los valores de la conductividad.

Los resultados del análisis del TOC (Medición del Carbono Orgánico Total) fueron:

Tabla N° IV: Resultados obtenidos luego del análisis del TOC realizados a las muestras.

Muestras	Antes del tratamiento	Después del tratamiento
1	65 mg C/l	65 mg C/l
2	65 mg C/l	85 mg C/l
3	65 mg C/l	82 mg C/l
4	65 mg C/l	42 mg C/l

Se puede observar en la tabla que al añadir las semillas y corteza de *M. oleifera* en la muestra 2 y 3, aumenta la cantidad de materia orgánica presente en el agua, ya que ésta le proporciona al agua un agente desinfectante y antimicrobial (4m - 4 – rhamnosyloxy – benzyl – isothiocymate), el cual reacciona aumentando la carga orgánica total, permitiendo la desinfectación y purificación del agua. A diferencia de la muestra 4, en donde disminuye el valor debido a que el Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)$ le aporta iones y materia inorgánica al agua disminuyendo así los valores de orgánicos totales presentes en cada muestra.

Discusión

Luego de haber realizado la parte experimental de esta investigación podemos determinar que los resultados arrojados fueron satisfactorios, ya que cumplieron las expectativas expuestas al principio de la investigación en los objetivos e hipótesis. En estas aclarábamos y detallábamos nuestra meta, como: Examinar y analizar los efectos que produce la utilización de las semillas de *M. oleifera* en aguas contaminadas, específicamente en la Quebrada de El Caucho. Ciudad de Mérida, Estado Mérida, Venezuela. Este objetivo lo cumplimos con exactitud, al igual que los objetivos específicos, recordemos:1 Determinar los efectos floculantes de las semillas de *M. oleifera* sobre las aguas contaminadas a través de la medición de parámetros tales como: pH (medición de ácidos y bases), L (Conductividad) y TOC (Detector o medidor de carbono orgánico total).2. Estimar los costos de floculantes comunes (artificiales: Sulfato de Aluminio o Sulfato de Hierro utilizado en la planta de purificación de aguas de Mérida) utilizando las semillas de *M. oleifera* en la purificación de aguas contaminadas para ponerlos en uso en lugares con bajos recursos económicos para que puedan sustentar el proceso de potabilización. Esta investigación, es una propuesta la cual la esclarecemos en la hipótesis, recordemos: La planta *M. oleifera* ha sido utilizada en países, en su mayoría

países orientales, para purificar el agua contaminada, entonces lo que queremos es hacer uso de esta planta en los países sudamericanos y en naciones en donde la contaminación del agua sea un factor que entorpezca la calidad de vida de los seres humanos. Esta es una meta que aún no cumplimos pero la realizaremos en un futuro, ya que esta se debe presentar a organismos conservacionistas y gubernamentales.

BIBLIOGRAFÍA

ARBOLEDA, J., (2000).*Teoría y práctica de la purificación del agua.* III Edición. Bogotá. Mc Graw Hill.

METCALF & EDDY. (1995). *Ingeniería de aguas residuales.* Volumen I. Tercera Edición. Madrid. Mc Graw Hill.

LUCENA, V., (2002) *Evaluación de la calidad del agua de los acueductos rurales que surten a las comunidades ubicadas en el sector Cuenca del Río Muestra Señora –PNSN. Mérida.* Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.

DIAZ, E., (2002) *Efectos de las semillas de Moringa Oleifera sobre Aguas Residuales. Mérida. Universidad de los Andes.* Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.

ROIVAS, M. G., (1967).*Tratamiento de agua residual.* Volumen III. Caracas. Tipografía Vargas S.A.

THOBANOGLOUS, G., (2000). Sistema de manejo de Aguas Residuales
Tomo I. Bogotá. Mc Graw Hill.

LUGO, D., (1996). *Tratamiento de afluentes residuales. Mérida.* Organización Mundial para la Salud. Guías para la calidad de agua potable. Acta Científica, N° 506.

http.//www.agrodesierto.com/moringa.html