



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“EFICIENCIA DE LOS COAGULANTES NATURALES EN LA  
CLARIFICACIÓN-POTABILIZACIÓN DE AGUA PARA USO  
ALTERNATIVO EN ZONAS RURALES”

Trabajo de Investigación para optar el grado académico de:  
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presentado por:

Brisayda Milka Gonzales Rosales

Asesor:

Ing. Betty Soledad Peña Orocaja

Lima – Perú

2019



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°097-2019-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 28 de junio de 2019

**VISTO:**

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **Eficiencia de los coagulantes naturales en la clarificación- Potabilización de agua para uso alternativo en zonas rurales**, presentado por:

- **Brisayda Gonzales Rosales**

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller en **Ingeniera Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

**SE RESUELVE:**

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **Eficiencia de los coagulantes naturales en la clarificación- Potabilización de agua para uso alternativo en zonas rurales** con N° de registro de la carrera: **004-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Ing. Betty Soledad Peña Orocaja** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese.

  
  
**Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca**  
Director Académico de Carrera  
Ingeniería Ambiental

## EFICIENCIA DE LOS COAGULANTES NATURALES EN LA CLARIFICACIÓN-POTABILIZACIÓN DE AGUA PARA USO ALTERNATIVO EN ZONAS RURALES

Brisayda Gonzales-Rosales <sup>1</sup> y Betty Soledad Peña Orocaja <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur.*

### RESUMEN

En zonas rurales, la mayor parte de la población carece de recursos económicos, consumiendo agua sin previo tratamiento, con una serie de impurezas como los coloides (difíciles de remover por métodos tradicionales) que generan altos niveles de mortandad infantil, y costes al estado relacionados a enfermedades de transmisión hídrica. La remoción de coloides requiere de coagulantes inorgánicos como el sulfato de aluminio, o coagulantes orgánicos (naturales) como almidones y celulosa; considerándose esta última como la mejor alternativa para el tratamiento de aguas en estos ambientes. La eficiencia de los coagulantes se determina principalmente por el método de jarras, mediante la evaluación del porcentaje de turbidez removido con los coagulantes naturales ya sean los más estudiados como la *Moringa oleifera*, *Opuntia ficus indica*, *Opuntia wentiana*, *Vicia fabaa*, *Caesalpinia spinosa*, *Phaseolus vulgaris*, almidones de papa, yuca, arroz, plátano ó los menos estudiados como *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Acacia farnesiana*, *Cassia fistula*, *Abelmoschus esculentus* y quitosano. Se concluye, que *M. oleifera* es el coagulante natural más eficiente en la clarificación-potabilización de agua, ya que remueve mayor turbidez frente a los coagulantes químicos. Los coagulantes naturales que funcionan como coadyuvantes como el almidón de yuca, maíz y plátano son más eficientes que la actividad coagulante del sulfato de aluminio solo, lo cual determina que se podrían usar para reducir el consumo

de coagulantes químicos y reducir los costos de tratamiento de agua. Así mismo el quitosano presenta una eficiencia de 97% haciéndolo atractivo para futuras investigaciones.

**Palabras claves:** coagulantes naturales, potabilización del agua, coagulación-floculación, zonas rurales.

### **ABSTRACT**

In rural areas, most of the population lacks economic resources, consuming water without previous treatment, with a series of impurities such as colloids (difficult to remove by traditional methods) that generate high levels of infant mortality, and related costs to the state to waterborne diseases. The removal of colloids requires inorganic coagulants such as aluminum sulfate, or organic (natural) coagulants such as starches and cellulose; considering the latter as the best alternative for water treatment in these environments. The efficiency of the coagulants is determined mainly by the jars method, by evaluating the percentage of turbidity removed with the natural coagulants, such as *Moringa oleifera*, *Opuntia ficus indica*, *Opuntia goiana*, *Vicia fabaa*, *Caesalpinia spinosa*, *Phaseolus vulgaris*, potato starches, cassava, rice, plantain or less studied such as *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Acacia farnesiana*, *Cassia fistula*, *Abelmoschus esculentus* and chitosan. It is concluded that *M. oleifera* is the most efficient natural coagulant in water purification-potabilization, since it removes greater turbidity compared to chemical coagulants. Natural coagulants that work as coadjuvants such as cassava, corn and plantain starch are more efficient than the coagulant activity of aluminum sulfate alone, which determines that they could be used to reduce the

consumption of chemical coagulants and reduce the costs of treatment. Water. Likewise, chitosan has an efficiency of 97%, making it attractive for future research.

Keywords: natural coagulants, water purification, coagulation-flocculation, rural areas.

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial 2100 millones de habitantes no cuentan con agua potable; de los cuales 844 millones no disponen de servicios básicos de suministro de agua para consumo, 263 millones emplean más de media hora por viaje para recolectar agua de diferentes fuentes, y 159 millones consumen agua sin previo tratamiento procedente de ríos, lagos y otras fuentes superficiales (OMS & UNICEF, 2017). En América Latina, 34 millones de personas carecen de agua potable y 21 millones de ellos habitan el área rural (CAF, 2016); en efecto solo el 65% de la población tiene acceso al agua potable, pero con baja calidad en el caso de países como Guatemala y República Dominicana, quienes informan que solo 30% - 40% de las muestras de agua para consumo humano cumplen con la calidad requerida en las normativas; y en México el 16% del agua producida para abastecimiento humano no se desinfecta (BID, 2018); para tales casos, el agua contaminada se asocia con las siguientes enfermedades: hepatitis A, disentería, diarrea, fiebre, tifoidea y cólera que son consideradas como enfermedades de transmisión hídrica (OMS, 2017b).

Se estima que en promedio, cerca de 1 000 niños mueren a diario por enfermedades diarreicas debido a la ingesta de agua contaminada (UNICEF, 2018), dicha cifra hace que se considere como la segunda mayor causa de muerte en niños menores de cinco años (OMS, 2017a). Por otro lado, las enfermedades relacionadas por el consumo de agua de