

FORMATO PRESENTACIÓN PROYECTO EN CURSO O TERMINADO.

Universidad	SENA
Programa Académico	Tecnoacademia
Nombre del Semillero	Semillero Tecnoacademia Risaralda
Nombre del Grupo de Investigación (si aplica)	CDITI TE INNOVA
Línea de Investigación (si aplica)	Tratamiento de aguas residuales
Nombre del Tutor del Semillero	Hugo Gerardo Gómez Calderón
Email Tutor	hggomez@sena.edu.co
Título del Proyecto	Evaluación de la Electrocoagulación como alternativa para el tratamiento de aguas residuales en empresas de decolorado Textil.
Autores del Proyecto	María Camila Gutiérrez Criollo, María Camila Sanchez Bermeo, Luís Eduardo Cárdenas Vega, Juan David Delgado Henao, Hugo Gerardo Gómez Calderón
Ponente (1)	María Camila Gutiérrez Criollo
Documento de Identidad	1004739167
Email	camilagucrí@hotmail.com
Ponente (2)	María Camila Sanchez Bermeo
Documento de Identidad	1193084720
Email	Cami_san_ber@hotmail.com
Teléfonos de Contacto	3104210075
Nivel de formación de los estudiantes ponentes (Semestre)	Estudiantes de bachillerato
MODALIDAD (seleccionar una- Marque con una x)	PONENCIA <ul style="list-style-type: none"> • Investigación en Curso X • Investigación Terminada
Área de la investigación (seleccionar una- Marque con una x)	• Ciencias Naturales
	• Ingenierías y Tecnologías X
	• Ciencias Médicas y de la Salud.
	• Ciencias Agrícolas
	• Ciencias Sociales
	• Humanidades
	• Artes, arquitectura y diseño

Evaluación de la Electrocoagulación como Alternativa para el Tratamiento de Aguas residuales en Empresas de Decolorado Textil

Luís Eduardo Cárdenas Vega¹, David Delgado Henao², María Alejandra Garcia Valencia³, Hugo Gerardo Gómez Calderón⁴, María Camila Gutiérrez Criollo⁵, María Camila Sanchez Bermeo⁶.

Resumen.

En el presente trabajo se presentan los resultados de la evaluación en cuanto a la pertinencia del proceso de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales generadas en procesos de decolorado y blanqueado de prendas textiles. Inicialmente se evaluó la incidencia de variables presentes en el proceso de electrocoagulación, luego se analizó las condiciones óptimas de operación que permiten reducir el color presente en las aguas residuales, lográndose una reducción mayor al 90 % en cinco minutos. Se utilizaron electrodos de aluminio que proporcionaron un área efectiva de trabajo de 90 cm² cada uno, con una separación entre ellos de 5 mm, bajo una intensidad de corriente de 5 amperios y con unos valores iniciales de pH cercanos a 5.

Palabras Clave: Agua Residual, Electrocoagulación, Color, Demanda Química de Oxígeno DQO, Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅.

Introducción.

En la actualidad existe la tendencia a utilizar prendas de tela de jean que presenten una apariencia de usadas, manchadas, decoloradas, con arrugas e incluso rotas; para lograr esto se han creado una serie de empresas de acabados textiles que tienen dentro de sus principales procesos el decolorado y el blanqueado de dichas prendas. Como consecuencia de estos procesos se genera gran cantidad de aguas residuales cargadas de colorantes y otros contaminantes que requiere considerables cantidades de oxígeno para su recuperación. Dichas aguas, con mucha frecuencia, son vertidas a cuerpos de agua sin previo tratamiento adecuado. Se ha identificado que, por la naturaleza de los colorantes utilizados, son aguas que presentan gran dificultad para su tratamiento y que su incorporación al sistema hídrico natural trae consecuencias negativas para el medio ambiente y para la salud [1]

1. Estudiante de 9 grado bachiller, Institución Educativa Manuel Elkin Patarroyo- eduardocardenas.goes@gmail.com

2. Estudiante 8 grado bachiller, Colegio Santa Juana de Lestonnac. daviddelgado2004@hotmail.com

3. Estudiante 8 grado bachiller, mariaalejandrargarcia801@gmail.com

4. Facilitador, Tecnoacademia SENA Risaralda, hggomez@sena.edu.co

5. Estudiante de 10 grado bachiller, Institución Educativa María Auxiliadora camilagucuri@hotmail.com

6. Estudiante de 9 grado bachiller, Institución Educativa María Auxiliadora. camisanber@hotmail.com

Planteamiento del problema.

Cuerpos de agua del municipio de Dosquebradas, así como de diferentes ciudades de Colombia y del mundo, se ven con frecuencia contaminadas con colorantes y materia orgánica provenientes de los procesos de teñido y decolorado de prendas textiles. Esta contaminación tiene graves repercusiones en la vida de las especies de fauna y flora que se puedan encontrar en sus aguas; en su potabilidad, en el aspecto visual, así como en la contaminación del aire generada por los malos olores que expelen, especialmente en temporada de calor.

Justificación

En el municipio de Dosquebradas se encuentran establecidas más de diez microempresas de decolorado y acabados textiles (Cámara de Comercio de Dosquebradas e inspección propia), que arrojan a los cuerpos de agua gran cantidad de agua residual, cargada de colorantes y otros contaminantes. Observando por simple inspección a tres de ellas, se evidencia que no cuentan con el capital y los espacios para ajustarse a las normas legales sobre manejo de aguas tipo industrial.

Diferentes autores han estudiado las ventajas de los procesos de electrocoagulación en el tratamiento de aguas para consumo y tratamiento de aguas residuales. Entre las principales para el caso específico de muchas empresas de decolorado textil y en general para las micro empresas, es el hecho de requerirse un espacio pequeño y equipos de tecnología simple o artesanal, fáciles de operar [2], que remueven con alta efectividad un amplio rango de contaminantes [3], siendo conducidos por las burbujas a la parte superior del cuerpo de agua, donde pueden ser removidos con mayor facilidad [4].

Objetivo General.

Evaluar la electrocoagulación como alternativa para el tratamiento de aguas residuales industriales generadas en procesos de decolorado de prendas textiles.

Objetivos específicos:

- Caracterizar fisicoquímicamente las aguas residuales generadas en procesos de decolorado textil.
- Realizar ensayos piloto tipo en reactores tipo Bach, a escala laboratorio, en procesos de electrocoagulación a las aguas residuales en estudio.
- Evaluar el comportamiento de las variables de pH, temperatura, color, DBO₅, DQO debidas a procesos de electrocoagulación.

Referente teórico.

Se ha venido experimentando en el uso de técnicas de electrocoagulación para el tratamiento de agua residual y cuerpos de agua contaminados por diversas sustancias tales como galvanizados, metales, cromados, tinta de bluyines índigo y otros. En la investigación de Murillo [5], se propone que, en vez de usar un coagulante químico, utilizar corriente eléctrica. Tal técnica

permite la disolución de los agentes contaminantes y se producen a su vez iones que favorecen la aglomeración y su posterior remoción. En el caso particular se utiliza este procedimiento para remover partículas producidas por galvanización.

Por su parte Chávez, et.al. [6], ya habían encontrado que la electrocoagulación es efectiva en eliminar la contaminación de agua residual de las industrias galvánicas. “Este sistema electroquímico ha demostrado que puede manejar una gran variedad de aguas de desecho, tales como: desperdicio de molinos de papel, de electroplateado metálico, de fábricas de envasado, de molinos de acero, de rastros, efluentes con contenidos de cromo, plomo y mercurio, así como las aguas negras domésticas.”. Y Arango [7], sostiene que la técnica de electrocoagulación es un procedimiento adecuado en soluciones acuosas de tartrazina para la remoción de color.

En las investigaciones realizadas por Arango, Garcés y Molina [8], se evidenció que los costos del procedimiento de electrocoagulación son muy inferiores al obtenido con el uso de técnicas de coagulación química, y que para la industria láctea es viable técnica y económicamente. Para Gilpavas, et. al. [9] es destacable que el costo beneficio de la utilización de la electrocoagulación está en los beneficios ambientales y la posible reutilización del agua que es tratada.

Es importante destacar que no siempre la técnica electrocoagulación arroja los mejores resultados, es así que García, et. al. [10], en los resultados de un estudio experimental encontraron mediante un diseño experimental que el porcentaje remoción de DQO solamente se ubica entre 10,43% hasta 50,93%.

Metodología.

El tipo de investigación que se está llevando a cabo es de proyecto exploratorio experimental con enfoque cualitativo y se cuenta para la toma de muestras con las aguas residuales industriales de la empresa Sky Blue Jeans Lavandería. Es importante mencionar que una de las conclusiones obtenidas al realizar la visita a tres empresas de decolorado, es que todas ellas tienen los mismos procesos y bajo las mismas condiciones; razón por la cual se decidió trabajar con muestras de solo una de ellas.

Para la recolección de muestras, por tratarse de procesos realizados por baches o cochadas, la toma de muestra se realiza al comienzo del proceso de vaciado de lavadoras, que es cuando más contaminada puede salir la muestra. Hay que aclarar que el proceso de vaciado se realiza en un tiempo promedio de dos minutos. La recolección se realiza en garrafas plásticas de 20 litros de capacidad a las cuales se les realiza inicialmente un proceso de enjuague con la misma solución de la muestra.

El procesamiento de la muestra se debe hacer antes de 24 horas de tomada la muestra y se realiza la mayor cantidad de ensayos posibles con la misma calidad de muestra, para establecer las condiciones óptimas del proceso de electrocoagulación.

Los datos tomados por duplicado, son registrados en la bitácora de trabajo donde se monitorea las condiciones de toma de muestra y cualquier otro aspecto que se pueda considerar relevante en el momento de realizar la operación.

Resultados parciales obtenidos.

- Después de probar electrodos de aluminio y de hierro se concluyó que para este caso específico presenta mejores resultados los electrodos de aluminio.
- Se ha logrado remoción de color hasta del 99 %. Calculado bajo la fórmula propuesta por Gilpavas, et. al. [9], y realizando mediciones de absorbancia a las tres longitudes de onda que establece la resolución 631 de 2015.
- Para una prueba con electrodos de Hierro en un tiempo de 10 minutos, una intensidad de 3 Amperios y para un Volumen de muestra 800 cc, se obtienen los resultados que se presentan en la siguiente tabla 1. Resultados prueba con electrodos de hierro.

Tabla 1. Resultados prueba con electrodos de hierro.

Muestra	Promedio pH Inicial/Final	Promedio Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	Promedio de % Remoción
1	6,56 – 7,26	138	70,67
2	6,94 – 8,49	107	56,27
3	5,17 – 6,56	95	65,96
4	7,09 – 8,04	110	73,55

Fuente: Elaboración Propia. * Área electrodos 60 cm^2 . Separación electrodos 10 mm

- Para una prueba con electrodos de Aluminio en un tiempo de 10 minutos, una intensidad de 3 Amperios y para un Volumen de muestra 800 cc, se obtienen los resultados que se presentan en la tabla 2.:

Tabla 2. Resultados prueba con electrodos de aluminio

Muestra	Promedio pH Inicial/Final	Promedio Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	Promedio de % Remoción
1	6,56 – 8,83	138	93,29
2	6,94 – 9,36	107	90,90
3	5,17 – 6,34	95	99,42
4	7,09 – 9,19	110	96,86

Fuente: Elaboración Propia. * Área electrodos 60 cm^2 . Separación electrodos 10 mm

- Bajo las siguientes condiciones de operación, a nivel piloto, en un proceso de electrocoagulación se logra reducir, en cinco minutos, el 90 % o más del color presente en 800

cc de agua residual generada en los procesos de decolorado textil: Electrodo de Aluminio con un área efectiva sumergida por cada electrodo de 90 cm², separados 5 mm, bajo una intensidad de corriente de 5 amperios y con un pH inicial inferior a 7,5.

Resultados esperados.

Se espera establecer una fase II donde bajo las condiciones de proceso establecidas como óptimas para reducir color en el proceso de electrocoagulación, se logre reducir también el 20 % o más de la DBO₅ y la DQO del agua residual.

Esto tomando como referencia estudios realizados por Gilpavas, et. al. [9].

Conclusiones parciales

1. Bajo ensayos de laboratorio el proceso de electrocoagulación se convierte en una muy buena opción para la reducción del color en aguas residuales industriales generadas en empresas de decolorado textil.
2. El poco espacio requerido y el tiempo necesario para el tratamiento del agua residual, son unas de las mayores ventajas del proceso de electrocoagulación.
3. El proceso de electrocoagulación modifica muchas de las características del agua.
4. Se hace necesario complementar el proceso de electrocoagulación con otros procesos físicos como el de filtración, para la separación de los flocs y precipitados formados.

Impacto social, económico y ambiental:

El proyecto llega hasta establecer unas condiciones óptimas de operación bajo las cuales se da el mejor tratamiento a las aguas residuales industriales generadas en procesos de decolorado textil llevados a cabo en empresas del municipio de Dosquebradas.

De ser implementados en empresas de la región se logrará una mejor calidad del agua vertida a los cuerpos de agua y por ende una mejor calidad del agua en dichos cuerpos.

Bibliografía

- [1] Li, F., Wichmann, K., & Otterpolhl, R Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. *Science of Total Environment*, pp.3439-3449, 2009.
- [2] Mollah, M. Yousuf A., et al. Electrocoagulation (EC)--Science and applications. *Journal of Hazardous Materials*. vol. 84, no. 1; pp. 29–41, 2001.
- [3] Mollah, M et al. Fundamentals, Present and future perspectives of electrocoagulación. *Journal of Hazardous Materials*. vol. 114, no. 1-3 pp.199-210, 2004
- [4] Holt, Peter K.; Barton, Geoffrey W. and Mitchell, Cynthia A. The future for electrocoagulación as a localised water treatment Technology. *Chemosphere* vol.59, no.3 pp. 355–367, 2005
- [5] Murillo, A.P. Propuesta de tratamiento para el agua residual industrial generada por procesos de cromado mediante electrocoagulación. (Trabajo de grado). *Fundación Universidad*

- de América. Bogotá. Recuperado de www.umng.edu.co/documents/63968/74763/Vol20_1art_3.pdf ,2016.
- [6] Chávez, A., Cristancho, D.L.y Ospina, E.A. Una alternativa limpia para el tratamiento de las aguas residuales galvánicas: Revisión bibliográfica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 8, no. 14, pp. 39-40. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4845646.pdf>. (2009).
- [7] Arango, A. Uso de electrocoagulación para la remoción de tartrazina en soluciones acuosas. *Producción + Limpia*, vol. 6, no 2, pp. 58-68. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S190904552011000200006&lng=en&tlng=es (2011).
- [8] Arango, A., Garcés, L.F., Molina, S. y Piedrahita, J.S. Análisis de costos de la electrocoagulación de aguas residuales de la industria láctea. *Producción + Limpia*, vol. 3. no 2, pp. 9-21. Recuperado de http://www.metropol.gov.co/ProduccionLimpia/Documents/Revista%20PL/Vol3_No2_Julio_Diciembre_2008.pdf. . (2008)
- [9] Gilpavas, E., Arbeláez, E.D., Sierra, L.M., White, C., Oviedo, C., Restrepo, P.A. Aplicación de la electroquímica en el tratamiento de aguas residuales. Cuadernos de Investigación Universidad EAFIT. Documento 65 – 072008, p 73. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/cuadernosinvestigacion/article/download/1279/1158>, 2008.
- [10] García M. C., García, C. A., de Plaza. J.S. Estudio exploratorio del tratamiento de agua de lavado de tintas por método de electrocoagulación/electroflotación. *Tecnura*, 20(47), 107-117. Recuperado de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/10087/11160>, 2016.