

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Extracción del cromo de la viruta *wet blue* por *electrólisis* con
NaCl utilizando membranas**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR: Guevara Ruiz, Yanet

ASESOR: Dr. Aguilar Quiroz, Croswel Eduardo

TRUJILLO-PERÚ

2024

MIEMBROS DEL JURADO

Ms. Moreno Eustaquio Walter
(Presidente)

Dr. Cruz Monzón José Alfredo
(Secretario)

Ms. Rodríguez Rodríguez Alex Genereux
(Miembro)

Dr. Aguilar Quiroz Croswel Eduardo
(Asesor)

DEDICATORIA

Para mi madre Santos Ruiz Alvarado por ser mi guía, ejemplo a seguir y fuerzas para salir adelante, por su amor infinito e incondicional, por su apoyo constante en mis estudios, por su paciencia y por impulsarme a ser mejor cada día.

Para mi padre Raúl Guevara Ruiz por su esfuerzo que realiza para sacarnos adelante a mis hermanos y a mí, por su apoyo incondicional que me brinda.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. Crowwel por su apoyo que me brinda en las ideas que se me ocurren,
por su dedicación, constancia y paciencia.

Al técnico Jorge Alcántara por hacerme sentir parte de la familia del laboratorio de
catálisis.

Al Ing. Javier Urquiaga y a la Ing. Eymi Layza por su dedicación y entrega al laboratorio
de catálisis, por dudar de todo y hacer que me esfuerce más.

A mis pasantes Jhostin, Bethsabé, Breysi, Dayanna y Piero por su apoyo constante en mis
investigaciones.

ÍNDICE DE CONTENIDO

MIEMBROS DEL JURADO	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Marco teórico.....	2
1.2.1. Proceso de curtición de pieles.....	2
1.2.2. Composición de la viruta wet blue.....	4
1.2.2. Toxicidad y oxidación del Cr (III).....	4
1.2.3. Electroquímica.....	5
1.2.4. Aplicaciones de la electrolisis.....	6
1.2.3. Electrolisis del NaCl.....	7
1.3. Antecedentes.....	8
1.4. Justificación.....	11
1.5. Enunciado del problema.....	12
1.6. Hipótesis.....	12
1.7. Objetivos.....	13
1.7.1. Objetivo general.....	13
1.7.2. Objetivos específicos	13
2. MATERIALES Y MÉTODOS	14
2.1. Objeto de estudio.....	14
2.1.1. Materia prima.....	14

2.1.2. Diseño del sistema electroquímico para extraer el Cr (III) de la viruta wet blue.....	14
2.2. Medios.....	15
2.2.1. Materiales, reactivos y equipos de laboratorio.....	15
2.3. Métodos y técnicas.....	16
2.3.1. Lugar donde se llevó a cabo la investigación.....	16
2.2.4. Procedimiento del tratamiento previo a la viruta wet blue.....	16
2.2.2. Procedimiento general.....	16
2.2.3. Procedimiento para el análisis de cromo en el compartimiento catódico....	16
2.3.5. Tipo de investigación.....	17
2.3.6. Variables.....	17
3. RESULTADOS.....	20
3.1. Efecto de la dosis de NaCl y tiempo en la extracción del cromo de la viruta wet blue en el sistema electroquímico (compartimiento catódico).....	20
3.2. Efecto de la dosis del NaCl y tiempo en la variación del pH en el sistema electroquímico (compartimiento catódico).	21
3.3. Evaluar la densidad de corriente en función de la dosis del NaCl.....	24
4. DISCUSIÓN.....	24
5. CONCLUSIONES	29
6. RECOMENDACIONES	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	31
ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Diseño experimental para evaluar el efecto de la dosis del NaCl (%) y tiempo (H) en la extracción del cromo en la viruta wet blue.	18
Tabla N° 2. Concentración de Cromo total (ppm) vs absorbancia.	38
Resultados experimentales	40
Tabla N° 3. Extracción de Cr (III) en el tiempo para diferentes concentraciones de NaCl adicionado.	40
Tabla N° 4. Efecto de la dosis del NaCl en la variación de pH en el compartimiento catódico.	40
Tabla N° 5. Variación de la densidad de corriente en los sistemas electroquímicos	41

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de productivo de cuero.....	3
Figura 2. Interacción del Cr (III) con los grupos COOH a través de dos cadenas proteicas... ..	4
Figura 3. Diagrama esquemático de una celda electrolítica de membrana que utiliza una membrana de intercambio catiónico.	8
Figura 4. Esquema de las celdas electroquímicas para el tratamiento de la viruta wet blue.	14
Figura 5. Extracción de Cr (III) en el tiempo para diferentes concentraciones de NaCl adicionado.	19
Figura 6. Ensayo a la dosis de 0.25% de NaCl en la 5 hora de reacción.....	20
Figura 7. Solución obtenida de la región catódica a la dosis de 0.5 % de NaCl en la 5 hora de reacción.	21
Figura 8. Efecto de la dosis del NaCl en la variación de pH en el compartimiento catódico.	22
Figura 9. Variación de la densidad de corriente en los sistemas electroquímicos.....	22

Figura 10. Curva de calibración del cromo a la $\lambda=540$ nm	39
Figura 11. Diagrama de equilibrio potencial-pH para un sistema cromo-agua a 25°C.	43
Figura 12. Ensayo a 0.5 % de NaCl en el tiempo de 5 horas	44
Figura 13. Tamizado de la viruta wet blue	44
Figura 14. Colágeno secado a 60°C por 12 horas en 20 ml de solución de 0.5 % de NaCl.	44
Figura 15. Extracción del Cr (III) en solución para 0.1% de NaCl en el tiempo.	44
Figura 16. Extracción del Cr (III) en solución para 0.25% de NaCl en el tiempo.	44
Figura 17. Extracción del Cr (III) en solución para 0.5 % de NaCl en el tiempo.	45
Figura 18. Ensayos de 5 horas para 0.1%, 0.25% y 0.5% de NaCl.	45
Figura 19. Filtrado del cromo precipitado a las diferentes dosis de NaCl.....	46
Figura 20. Pesado en la balanza analítica del % NaCl	46
Figura 21. Hidratación de la viruta wet blue	46
Figura 22. Análisis de cromo: Digestión a 120°C por 30 minutos.....	47

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Protocolo de analisis con el kit de cromo Nanocolor 1-25.....	37
ANEXO 2. Curva de calibración de cromo a la $\lambda=540$ nm.....	38
ANEXO 3. Resultados experimentales	40
ANEXO 4. Diagrama Pourbaix de equilibrio potencial-pH.....	43
ANEXO 5. Fotografías	44

RESUMEN

Las virutas de cromo wet blue representa el 25 % de los residuos sólidos de Cr - colágeno que son eliminados por las curtiembres. En el presente estudio tiene como objetivo analizar la influencia de la dosis de NaCl y el tiempo de contacto, en la extracción del cromo de la viruta wet blue en un sistema electroquímico. También se evaluó la variación de pH y densidad de corriente. Se diseñó un sistema electroquímico de tres compartimientos unidos por membranas catiónicas con electrodos de grafito y titanio, se varió la concentración de NaCl al 0.1%, 0.25% y 0.5% y el tiempo de 0.5 h, 1 h, 2h, 3 h, 4h y 5h. Los resultados muestran que con 0.5 % de NaCl se obtuvo colágeno en solución y cromo precipitado, para 0.1% y 0.25% de NaCl el colágeno y cromo se mantienen en fase acuosa extrayendo de cromo 308 mg/L y 598 mg/L respectivamente a las 5 horas de reacción. El pH se incrementa en las dos primeras horas de reacción y la densidad de corriente variaron en función de la concentración de NaCl adicionado de manera directa. Se concluyó que para las dosis 0,1 % y 0,25 % de NaCl la extracción de cromo se incrementa en el tiempo, sin embargo, para 0,5 % de NaCl a la 1 hora de reacción todo el cromo presente en la viruta wet blue precipita y se separa del colágeno.

Palabras claves: NaOH, electrolisis de NaCl, colágeno, Cr (III), hidrólisis alcalina

ABSTRACT

Wet blue chrome shavings represent 25% of the solid Cr-collagen waste eliminated by tanneries. The objective of the present study is to analyze the influence of the NaCl dose and contact time on the extraction of chromium from wet blue chips in an electrochemical system. They also evaluated the variation of pH and current density. An electrochemical system was designed with three compartments joined by cationic membranes with graphite and titanium electrodes. The concentration of NaCl was varied to 0.1%, 0.25% and 0.5%, the time of 0.5h, one h, two h, three h, four h, and five h. The results show that with 0.5% NaCl collagen in solution and precipitated chromium obtained, for 0.1% and 0.25% NaCl, the collagen and chromium are maintained in the aqueous phase, extracting 308 mg/L and 598 mg/L of chromium, respectively. The pH increased in the first two hours of the reaction, and the current density varied depending on the direct concentration of NaCl added. Concluded that for 0.1% and 0.25% NaCl the extraction of chromium increases in time, however, for 0.5 % NaCl at 1 hour of reaction all the chromium present in the wet blue shavings is precipitated and separated from the collagen.

Keywords: NaOH, NaCl electrolysis, collagen, Cr (III), alkaline hydrolysis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

DECLARACIÓN JURADA

Los autores suscritos en el presente documento DECLARAMOS BAJO JURAMENTO que somos los autores responsables legales de la calidad y originalidad del contenido del proyecto de investigación científica, así como, del informe de la investigación científica realizado.

**TITULO: Extracción del cromo de la viruta wet blue por electrólisis con NaCl
utilizando membranas**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN () TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO) ()
PREGRADO

PROYECTO DE TESIS PREGRADO () TESIS PREGRADO (X)

PROYECTO DE TESIS MAESTRIA () TESIS MAESTRÍA ()

PROYECTO DE TESIS DOCTORADO () TESIS DOCTORADO ()

El equipo investigador integrado por:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	FACULTAD	CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, MERITO, estudiante, OTROS)	CÓDIGO docente Número de matrícula del estudiante	Autor coautor asesor
1	GUEVARA RUIZ, YANET	Ing. Química	Alumno	1013700818	Autora
3	AGUILAR QUIROZ, CROSWEL EDUARDO	Ing. Química	Nombrado	2484	Asesor


.....
FIRMA

77572258

DNI


.....
FIRMA

18188218

DNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN REPOSITORIO DIGITAL RENATI – SUNEDU

Trujillo, 28. de mayo de 2024

Los autores suscritos del INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

Titulado: Mejoramiento del efluente de aguas residuales en planta de tratamiento mediante humedales artificiales - Distrito de Cachicadán - Santiago de Chuco -2023

AUTORIZAMOS SU PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INTITUCIONAL, REPOSITORIO RENATI – SUNEDU, ALICIA-CONCYTEC, CON EL SIGUIENTE TIPO DE ACCESO:

- A. Acceso abierto: []
B. Acceso restringido [] (datos del autor y resumen del trabajo)
C. No autorizo su publicación [X]

Si eligió la opción restringida o No autoriza su publicación sírvase justificar

La información de la tesis presente va ser utilizada para publicación científica

- ESTUDIANTE DE PREGRADO: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN [] TESIS [X]
ESTUDIANTE DE POSGRADO: TESIS MAESTRIA [] TESIS DOCTORAL []
DOCENTE: INFORME DE INVESTIGACIÓN [] OTROS []

El equipo investigador integrado por:

Table with 6 columns: N°, APELLIDOS Y NOMBRES, FACULTAD, CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, MERITO, estudiante, OTROS), CÓDIGO docente Número de matrícula del estudiante, Autor coautor asesor. Rows include GUEVARA RUIZ, YANET and AGUILAR QUIROZ, CROSWEL EDUARDO.

[Signature]
.....
FIRMA

77572258
DNI

[Signature]
.....
FIRMA

18188218
DNI