

PROPUESTA DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y
AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRES: REMOCIÓN DE Cr (III)
CON CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) EN AGUAS REALES

GEIBER JAIR PEREZ GONZÁLEZ
MARÍA PAULA SÁNCHEZ SÁNCHEZ
FABIAN ORLANDO VILLAMIL SILVA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2023

PROPUESTA DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y
AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRES: REMOCIÓN DE Cr (III)
CON CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) EN AGUAS REALES

GEIBER JAIR PEREZ GONZÁLEZ

MARÍA PAULA SÁNCHEZ SÁNCHEZ

FABIAN ORLANDO VILLAMIL SILVA

Proyecto de grado para optar al título de licenciado en química

DIRECTOR DE TESIS
DORA LUZ GOMEZ AGUILAR
Dr. DESARROLLO SOSTENIBLE

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2023

Nota de aceptación

Mg. Nohora Arias

Dr. Leonardo Martínez

Bogotá D.C, agosto 2023

Dedicatoria

Doy gracias por el acompañamiento y el apoyo brindado en este trabajo de grado a mis congéneres más cercanos, mi madre Ruth Patricia, a mi hermano Carlos Andrés y a Leidy Paola Martínez, quienes estuvieron presentes en cada momento. También agradezco el debido acompañamiento brindado por la profesora Dora Luz Gómez y al profesor Diego Blanco quienes orientaron y guiaron el trabajo.

Geiber Jair Perez

El trabajo se lo dedico a mi madre, Liliana Sánchez, impulsora de una educación integral, quien creyó en mí y depositó todo su amor a diario para permitirme avanzar; a mi padre, Adán Sánchez, un trabajador incansable quien siempre veló por el bienestar de toda su familia; mis primos, Marcela, Carlos, Vanessa, ejemplo de personas y profesionales; mis hermanas Diana, Niyireth y María José, por su apoyo incondicional. Agradezco a Dios, por la oportunidad que me dio y fue él quien llenó todo mi ser de fortaleza para no desistir en el camino y finalmente en memoria de mi abuela Lilia María Y mis tías Sandra y Emperatriz, mujeres que por su familia entregaron todo su ser.

María Paula Sánchez Sánchez

Este trabajo se lo quiero dedicar a mi madre Amada Silva, a mi padre Saul Villamil, a mi hijo Damián Villamil y a mi compañera de vida María Paula Trujillo por ayudarme, soportarme y alentarme en esta etapa de mi vida, además de agradecerles por estar a mi lado durante mi vida y en especial durante el tiempo que se ejecutó la tesis.

Fabian Villamil Silva

Agradecimientos

Le queremos agradecer a la secretaria de ambiente y habitad de la ciudad de Bogotá D.C por permitirnos realizar el primer contacto con la industria de Curtidos de la Sabana Ltda, al ingeniero Vladimir A. Fernández director de desarrollo sostenible de la empresa por brindarnos su conocimiento sobre el proceso de curtido, además de permitirnos recolectar muestras y tomar evidencias fotográficas de los procesos, a la empresa Guaicaramo por permitirnos hacer la recolección de la fruta, a nuestra directora de tesis Dr. Dora Luz Gómez por guiarnos en el proceso de investigación, aconsejarnos y motivarnos para nunca desfallecer en el proceso.

También le agradecemos a nuestros evaluadores el Dr. Leonardo Martínez y Mg. Nohora Arias por sus correcciones y retroalimentaciones de la investigación, además agradecer a Omar León director de laboratorios de la Universidad pedagógica nacional por permitirnos realizar las practicas experimentales en jornadas extraordinarias, a la analista del mismo laboratorio Lina Sánchez por acompañarnos en los procesos de lectura de muestras en equipos especializados y por ultimo a todo el equipo de laboratorio de la Universidad pedagógica nacional por permitirnos desarrollar las practicas experimentales a cabalidad.

Contenido

1. Introducción	15
2. Antecedentes	18
2.1 Antecedentes didácticos	18
2.1.1 Alfabetización científica, tecnológica y ambiental	18
2.1.2 Tipos de alfabetización	19
2.1.3 Educación formal y no formal	21
2.1.4 Planes de sesión del aprendizaje	21
2.1.5 Andragogía	22
2.2 Antecedentes disciplinares	22
2.2.1 Remoción de metales pesados	23
2.2.2 Técnicas convencionales y no convencionales para la remoción de Cr (III) y Cr (VI) mediante el uso de la cáscara de naranja	23
2.2.3 El empleo de residuos lignocelulósicos en la agroindustria para la remoción de cromo o metales pesados provenientes de las aguas residuales de curtiembres	24
3. Objetivos	25
3.1 Objetivo general	25
3.2 Objetivos específicos	25
4. Planteamiento del problema	26
4.1 Justificación del problema	27
5. Marco teórico	29
5.1 Reglamentación ambiental a curtiembres	29
5.2 Educación no formal y formal	30
5.3 Curtiembre	31
5.3.1 Tipos de curtiembre	31
5.4 Adsorción	31
6. Metodología	33
6.1 Fase 1	34
6.2 Fase 2	36
6.2.1 Acuerdos en la planeación y unidad de trabajo	36
6.2.2 Verificar las condiciones fisicoquímicas del agua residual proveniente de la etapa de curtido	37
6.2.3 Caracterización del bioadsorbente cascara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) variedad valencia	37
6.2.4 Técnicas y metodologías	43
6.2.5 Caracterización fisicoquímica del agua real proveniente de la etapa de curtido	44
6.2.5.1 pH	44
6.2.5.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)	44
6.2.5.3 Sólidos totales (ST)	45
6.2.5.4 Sólidos suspendidos totales (SST)	46
6.2.5.5 Sólidos suspendidos sedimentables (SSED)	46

6.2.5.6 Longitud de onda dominante	47
6.2.5.7 Cr (VI)	48
6.2.5.8 Cromo total	49
6.2.5.9 Cr (III)	50
6.2.6 caracterización del bioadsorbente	50
6.2.6.1 Humedad	50
6.2.6.2 Cenizas totales	51
6.2.7 Adsorción de Cr (III) en cascaras de naranja	52
6.2.8 Isotermas	57
6.3 Fase 3	58
6.3.1 Generación de planes de sesión y recopilación de las experiencias de los participantes (operarios) en cuanto a las relaciones que han tenido con el fenómeno	58
6.3.2 Planes de sesión del aprendizaje	59
6.3.3 Intervenciones propuestas	61
6.3.3.1 Primera intervención	62
6.3.3.2 Segunda intervención	62
6.3.3.3 Tercera intervención	62
6.3.3.4 Cuarta intervención	63
6.3.4 Retroalimentación y evaluación de conocimientos	63
6.3.5 Socialización de resultados	64
6.3.6 ¿Por qué la propuesta de alfabetización científica es favorable?.....	65
7. Conclusiones	67
8. Recomendaciones	69
9. Bibliografía	70
10. Anexos	76

Listado de imágenes

Imagen 1. Niveles de progresión en alfabetización	20
Imagen 2. Diagrama de la metodología a emplear	33
Imagen 3 Diagrama de etapas de la fábrica de curtido	35
Imagen 4. Recolección de la muestra	37
Imagen 5. Sitio de recolección del bioadsorbente	38
Imagen 6. Naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i>) proceso de recolección del cítrico..	39
Imagen 7. Estados de maduración norma NTC 4086 DE 1997	39
Imagen 8. Clasificación de la Naranja variedad Valencia	40
Imagen 9. Tamiz Prüfsiebring A	42
Imagen 10. cascara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) variedad Valencia	42
Imagen 11. Diagrama de Pourbaix del Cr	44
Imagen 12. Capsulas con solidos totales	45
Imagen 13. Prueba de Sólidos sedimentables con cono Imhoff	46
Imagen 14. Triangulación de la longitud de onda con los valores experimentales obtenidos	47
Imagen 15. Corrección de la absorbancia en aguas reales	49
Imagen 16. Cascara pulverizada	50
Imagen 17. Condiciones óptimas para adsorción en aguas sintéticas	52
Imagen 18. Punto de carga cero	55
Imagen 19. Espectro infrarrojo antes de la adsorción	55
Imagen 20. Espectro infrarrojo después de la adsorción	56
Imagen 21. Isoterma de Langmuir	57
Imagen 22. Apartados de la cartilla	63
Imagen 23. Evidencias socialización	64

Listado de tablas

Tabla 1: Tipos de educación	30
Tabla 2. Resumen de requerimientos especiales para toma de muestras	37
Tabla 3. Registro de datos secado de la naranja	41
Tabla 4. Colores reflejados y visibles por el ojo humano a la longitud de onda absorbida	47
Tabla 5. Determinación Cr trivalente por diferencia	50
Tabla 6. Determinación Cr presente en la cascara	51
Tabla 7. Porcentaje de remoción de Cr	53
Tabla 8. Análisis de varianza	54
Tabla 9. Diseño de plan de sesión	59
Tabla 10. Guion temático plan de sesión	61

Listado de anexos

- Anexo A: Matriz antecedentes
- Anexo B: Etapas de curtido
- Anexo C: Observación de las etapas
- Anexo D: Datos experimentales
- Anexo E: Plan de sesión
- Anexo F: Cartilla
- Anexo G: Entrevista de caracterización
- Anexo H: Nivel de alfabetización

Glosario

- **Adsorción:** Fenómeno por el cual un sólido o un líquido atrae y retiene en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos.
- **Aguas reales:** se refiere a soluciones acuosas que contienen la concentración exacta de un soluto específico. Estas soluciones se utilizan como referencia para calibrar equipos y realizar mediciones precisas en análisis químicos.
- **Aguas residuales:** son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Se trata de agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella.
- **Alfabetización:** Enseñanza de la lectura y la escritura de una lengua a una persona, en especial a un adulto.
- **Andragogía:** es el conjunto de técnicas de enseñanza orientadas a educar personas adultas. La andragogía también es considerada la ciencia que ayuda a organizar los conocimientos de los adultos
- **Bioacumulación:** es el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en su medio o en los alimentos.
- **Biomagnificación:** es la propagación sucesiva de la bioconcentración de los diferentes eslabones que participan a lo largo de la cadena trófica. Ésta se presenta en bajas concentraciones en organismos al principio de la cadena trófica y en mayor proporción a medida que se asciende en dicha cadena.
- **Biosorción:** es un proceso que permite la captación activa o pasiva de iones metálicos, debido a la propiedad que diversas biomasas vivas o muertas poseen para enlazar y acumular este tipo de contaminantes por diferentes mecanismos.

- **Cualitativo:** es un adjetivo que proviene del latín *qualitatīvus*. Lo cualitativo es aquello que está relacionado con la cualidad o con la calidad de algo, es decir, con el modo de ser o con las propiedades de un objeto, un individuo, una entidad o un estado.
- **Cuantitativo:** es una estrategia de investigación que se centra en cuantificar la recopilación y el análisis de datos. Se forma a partir de un enfoque deductivo en el que se hace hincapié en la comprobación de la teoría, moldeada por filosofías empiristas y positivistas.
- **Curtiembre:** se dedican al curtido de pieles de vacunos, de ovinos y de caprinos para convertirlas en cuero, material duradero, apenas permeable al agua y, a la vez, suave, elástico y flexible
- **Descontaminación:** proceso de eliminar o neutralizar materiales peligrosos / mercancías peligrosas que han contaminado a personas y equipos durante un incidente. La contaminación ocurre en el área generalmente conocida como la Zona Caliente.
- **Didáctica:** procede del griego antiguo *διδάσκειν*, que significa enseñar, instruir. Para los griegos, la enseñanza era a la vez arte y ciencia. Actualmente, se entiende que el objeto de la didáctica es estudiar los procesos de enseñanza / aprendizaje. La palabra didáctica
- **Fulón:** maquina en la que se pueden realizar varias de las etapas del curtido (remojado, pelambre, pikelado, curtido, terminación) o sea que puede reemplazar en gran medida a las maquinas específicas para cada etapa.
- **Isotermas:** describe el equilibrio de la adsorción de un material en una superficie a temperatura constante. Representa la cantidad de material unido a la superficie como una función del material presente en la fase gas o en la disolución.
- **Metales pesados:** grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo

- Oxidación: La oxidación es una reacción química donde un compuesto pierde electrones. Esto se presenta cuando un metal tiene contacto con el oxígeno, transformándose en óxidos complejos
- pH: es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones.
- Planes de sesión del aprendizaje: es el instrumento de previsión de los propósitos educacionales y contenidos que el profesor espera que los alumnos adquieran utilizando determinada estrategia y escenario educativo en un tiempo generalmente breve.
- Remoción: Es un proceso en el cual las partículas son separadas de un objeto sólido sin acción mecánica. También se conoce como proceso fisicoquímico.
- Resinas: es una sustancia pastosa o sólida que se obtiene de manera natural a partir de una secreción orgánica de ciertas plantas. Gracias a sus propiedades químicas, las resinas se utilizan para la elaboración de perfumes, adhesivos, barnices y aditivos alimenticios, entre otros productos.
- Planes de sesión : se puede entender un proyecto de trabajo, un taller, la programación de las rutinas, el seguimiento del tiempo atmosférico, la programación de la lectura recreativa, una salida, etc. siempre que supongan una planificación por parte del docente de un proceso de enseñanza y aprendizaje.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es una propuesta didáctica que se fundamenta en alfabetizar científica, tecnológica y ambiental a los operarios de la empresa de Curtidos de la Sabana Ltda, en cuanto a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y al potencial tecnológico para mitigar la contaminación del agua proveniente del proceso de curtido, mediante las experiencias que se puedan generar en la aplicación de planes de sesión del aprendizaje (elementos de protección personal, manipulación de reactivos químicos, propuesta ambientalmente sostenibles y el uso de procedimientos no convencionales) y la remoción de cromo (III) con cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) variedad Valencia con la cual se pretende generar un cambio en los operarios para que adquieran un nivel de alfabetización científica multidimensional para el cuidado propio y del medioambiente; como a su vez, la divulgación de estos conocimientos frente a otros operarios que realicen este tipo de procedimientos en la industria de curtiembres a nivel local y regional.

Palabras clave: Alfabetización científica, adsorción, andragogía, BPM, cáscara de naranja, curtiembre, cromo (III) y planes de sesión.

SUMMARY

The present research work is a didactic proposal that is based on scientific, technological and environmental literacy to the operators of the company of Curtidos de la Sabana Ltda, in terms of Good Manufacturing Practices (GMP) and the technological potential to mitigate the contamination of the water from the tanning process, through the experiences that can be generated in the application of a didactic unit (elements of personal protection, handling of chemical reagents, environmentally sustainable proposals and the use of unconventional procedures) and the removal of chrome (III) with orange peel (*Citrus sinensis*) Valencia variety with which it is intended to generate a change in the operators so that they acquire a level of multidimensional scientific literacy for self-care and the environment; as well as the dissemination of this knowledge in front of other operators who carry out this type of procedure in the tannery industry at a local and regional level.

Keywords: adsorption, andragogy, BPM, chromium (III), didactic unit, orange peel, tannery, and. Scientific literacy,

1. Introducción

A lo largo de los años la alfabetización científica, tecnológica y ambiental, vista como la comprensión de conceptos básicos de ciencias, la Naturaleza de la Ciencia, la ética que utilizan los científicos en su trabajo, las relaciones ciencia-sociedad-tecnología, los vínculos entre la ciencia y las humanidades, así como a las diferencias entre Ciencia y Tecnología. (Fourez, 2010), ha tenido un papel fundamental en la educación y en la formación humana promoviendo un modelo que permita desarrollar los debidos conocimientos, actitudes y valores en los actores o protagonistas en los procesos educativos formales, brindándoles las respectivas herramientas que les permita responder a las problemáticas y a las necesidades de diversa índole surgidas en la sociedad. No obstante, esta influencia ha calado también progresivamente en la educación no formal y en la andragogía, las cuales tienen metodologías que profundizan mucho más en la participación social y comunitaria, desvinculándose de lo netamente pedagógico para desarrollarse como nuevas formas disciplinares (Umaña C, 2011).

Es posible suponer que hay una clara diferencia entre los modos como la educación no formal orienta los procesos de enseñanza-aprendizaje en relación con la alfabetización científica, tecnológica, y ambiental en comparación con la andragogía que reitera el enfoque de educación para adultos; la primera simplemente complementa, actualiza y suple conocimientos científicos sin considerar propiamente los destinatarios y la segunda considera llanamente los aspectos relacionales, la autorrealización y la vida comunitaria de los adultos inmersos en la sociedad que desean aprender. Sin embargo, y aunque parezca paradójico, ambas comparten un mismo objetivo, el cual es superar el gran déficit y la brecha académica con respecto al conocimiento científico, en específico a lo modos como este se produce, se desarrolla y comprende en diferentes ámbitos o lugares de acción. Es así como los términos no formal y andragógico no se refieren al aprendizaje en sí, sino al contexto en el que ocurre y a la planificación a largo o mediano plazo (Guisasola y Morentin, 2007).

Así mismo, es posible afirmar que dentro de estas formas disciplinares de acompañar y guiar los procesos de enseñanza-aprendizaje no existe límites de aplicabilidad en cualquier espacio o destinatario en función de lo que se desea lograr en cuanto a la alfabetización en adultos, es decir en transformar y mejorar eficientemente el entorno social al que están sujetos.

El motivo de esta propuesta que plantea una formación alfabética en ciencia se debe principalmente a la contaminación de las aguas por los metales pesados en las curtiembres de Colombia, cuyos métodos en el proceso de curtido muchas veces

no encuentran regularizados (Lucia. 2014). La preocupación por la presencia de estos se debe a que no son biodegradables y producen problemas de bioacumulación y biomagnificación en animales y plantas; además, son de alta toxicidad en las células, y en los seres humanos pueden ser causante de enfermedades cancerígenas, mutagénicas y teratogénicas. De ahí que, sean considerados como contaminantes ambientales prioritarios y se convierten en uno de los problemas ambientales más graves que se deben minimizar (Fu y Wang, 2011).

Los metales pesados son considerados un indicador de una de las dimensiones del desarrollo sostenible "Salud Ambiental" en los Indicadores de Desempeño Ambiental (EPI), los cuales miden la sostenibilidad de los países; estos parámetros fueron establecidos por la Universidad de Yale (Wendling et. al, 2018). De esta manera, los altos niveles de metales pesados como el cromo (III) en las aguas residuales generadas en curtiembres que implementan procedimientos de curtido representan una amenaza para el ambiente, en especial si se quiere seguir una transición hacia al desarrollo sostenible (Duarte, E., Verbel, J. O., & Jaramillo, B. E. 2009).

Enfatizando en lo anterior y en la iniciativa del trabajo, el agua residual de curtido generalmente está contaminada con cromo como consecuencia de la liberación de algunas especies al final de todo el proceso del tratamiento. En efecto, las pieles inicialmente se tratan con sales trivalentes como el sulfato de cromo ($[Cr(H_2O)_6]_2(SO_4)_3$) (Este proceso brinda ventajas tales como minimizar el tiempo total de procesamiento, el bajo costo, estabilidad y un color más claro en el producto final), pero al final solamente entre un 60 y 80 % de las mismas reacciona con las pieles una vez que se han empleado 100 a 110 Lt de agua (G. Vilardi, et al. 2018).

En general, los estados de oxidación más comunes que se pueden encontrar en estas aguas son el cromo trivalente ($Cr(III)$) y el cromo hexavalente ($Cr(VI)$), siendo este último una de las especies más peligrosas por sus efectos cancerígenos en animales y mutagénicos en humanos y bacterias (González, J. Luis, G. Alcaraz, and G. V. Angulo (2010)). Además, la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda una concentración máxima admisible de 0.05 mg/L de $Cr(VI)$ en los efluentes industriales, sustancia que se encuentra en gran medida como ion dicromato ($Cr_2O_7^{2-}$) en solución.

Por tal motivo, en este trabajo investigativo se propone la elaboración de unos planes de sesión del aprendizaje naturaleza tanto formal como andragógica para la empresa Curtidos la Sabana Ltda, con la finalidad de alfabetizar científica,

tecnológica y ambientalmente a sus operarios que hacen parte del tratamiento y procesado de pieles bovinas.

Razón por la cual, la alfabetización de estos sujetos se destinará al mejoramiento de las buenas prácticas manufactura (BPM), a la implementación de elementos de protección personal, la manipulación de reactivos químicos, propuesta ambientalmente sostenible en el sector industrial y el uso de procedimientos no convencionales en la remoción de metales pesados, específicamente en adsorción con cáscara de naranja variedad Valencia en diferentes grados de maduración en la remoción de cromo (III), en aguas residuales no domésticas provenientes de la etapa de curtido de pieles en pro del cuidado ambiental y de la salud. Así mismo, la investigación desea lograr que entre los operarios se genere un tipo de divulgación que transforma y mejore sus prácticas en la curtiembre, convirtiéndola en un pilar y en un ejemplo para las demás empresas de curtido.

2. Antecedentes

2.1 Antecedentes didácticos

Recientemente se ha planteado una serie de interrogantes relacionadas con las maneras más apropiadas de construir conocimiento tanto dentro como fuera del aula, enfatizando en una formación científica más crítica y participa de los ciudadanos. Es así como la educación en ciencias no se limita solamente a las instituciones educativas, sino que también se extrapola a otros sectores sociales que son muy significativos en la aplicación de los principios de la ciencia en pro de la producción, tales como las industrias de manufacturas. Es por esta razón que la alfabetización plantea el reto de concientizar a todos los actores sociales (obreros, servicio de limpieza, ingenieros, administradores, entre otros) frente al adecuado uso de las tecnologías y al cuidado del ambiente.

En concordancia con lo anterior, se hace indispensable plantear una metodología que busque un mayor fomento de la alfabetización científica, tecnológica y ambiental, por tanto, antes de llegar a esto es necesario realizar una revisión de algunos trabajos publicados entre el año 2010 y 2022 que aborden profundamente este tema y que sirvan de antecedentes didácticos para este proyecto, el cual pretende buscar estrategias metodológicas en la educación formal y no formal del ciudadano que se desempeña en la industria manufactura capacitándolo en las buenas prácticas de manipulación de su oficio.

2.1.1 Alfabetización científica, tecnológica y ambiental

Se parte de los planteamientos propuestos por La organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la tecnología (Unesco) y el National Research Council, los cuales proponen que se debe impulsar la enseñanza de las ciencias y la tecnología como estrategia fundamental que se debe llevar a cada rincón del mundo, concibiendo la educación como el vehículo determinante hacia la transición del desarrollo sostenible.

En cuanto a la importancia de abarcar la alfabetización en la educación no formal se ha tomado como guía el trabajo de Molano Castro, A. M. (2015) el cual justifica la necesidad de una formación en ciencias, específicamente de la química, en pro de una ciudadanía crítica y participativa mediante el planteamiento de objetivos claros. En efecto, citando a Gil Pérez y Vilches Peña (2001) defiende el presupuesto de que la alfabetización es común para todos y se orienta a favorecer una inmersión

en la cultura científica, destacando las complejas relaciones ciencia-sociedad-tecnología.

Por otra parte, para una mayor comprensión de los términos y su relación con las concepciones de la naturaleza de la ciencia y la tecnología NdCyT en los profesores en formación se tomó como antecedente el trabajo de Pavón Zehair y Fernández Luigi (2017), en donde se expone claramente cuál debe ser la coherencia epistemológica de los esquemas conceptuales de los profesores en la enseñanza de las ciencias y como a partir de ella se puede incentivar una apropiada formación en la educación formal y no formal aproximando modelos ya establecidos a modelos culturalmente valiosos.

Finalmente, Elsa Meindardi (2016) reitera que la alfabetización científica tiene como finalidad la creación y generación de textos que permiten una mayor apropiación y construcción de los contenidos abordados, a raíz de esto, en este proyecto se pone un mayor énfasis en el diseño de estrategias didácticas que una vez aplicadas dejen al final un documento o manual que permite a los trabajadores de la industria manufactura o de curtiembres seguir con su formación de manera autónoma e independiente en las buenas prácticas de manipulación.

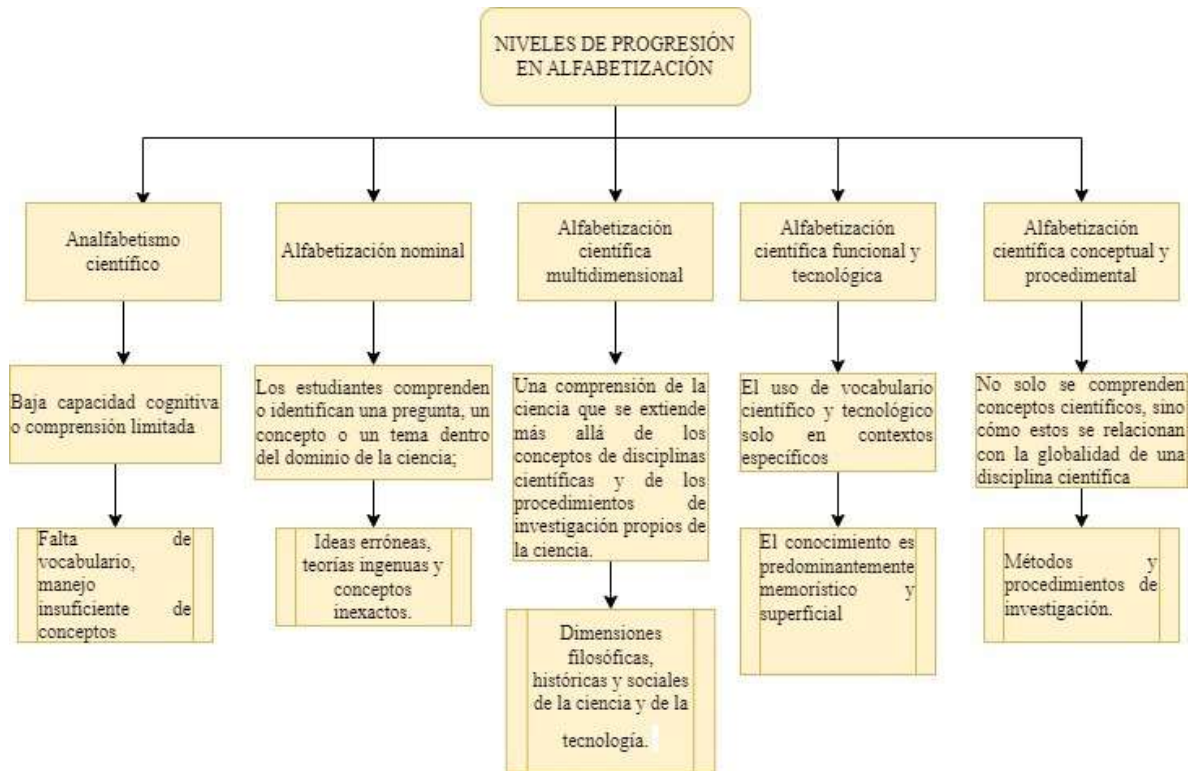
2.1.2 Tipos de alfabetización

Según Shamus (1995) y Fourez (1997) la alfabetización no supone una clasificación ni la determinación jerárquica en grados o niveles extremos de aprehensión, puesto que se evidencia que aun en personas no escolarizadas en ciencias poseen a lo sumo un conocimiento en cuanto a terminología o uso de conceptos científicos por influencia de su ambiente u entorno inmediato. De lo cual se desprende, de que en cierto modo las experiencias que deben ser comprobadas y los múltiples análisis que hace el sujeto de los fenómenos naturales hacen parte de sus propias maneras de aprender (siempre y cuando haya un referente epistémico).

No obstante, este planteamiento expuesto por los autores suscitó divergencia en la manera de entender la unidireccionalidad de la alfabetización bajo un encabezamiento común, debido en parte a la forma de definir lo qué es la cultura científica. En consecuencia, se toma como antecedente el trabajo de Bybee (1997), unos niveles de progresión que se deben ir superando, sin que ello signifique un encasillamiento, a medida se adquieren habilidades y actitudes en las diferentes secuencias de la alfabetización.

Los niveles son:

Imagen N°1. Niveles de progresión en alfabetización



(Bybee (1997) elaborada por los autores,2023)

Este proyecto trabajará bajo esta propuesta y la relacionará con otro trabajo de investigación, el cual servirá también para indicar otro antecedente, se trata de los aportes de Marco-Stiefel (2000). Este plantea tres niveles más generales de alfabetización implicados con los de Bybee:

- Alfabetización científica, tecnológica y ambiental práctica
- Alfabetización científica cívica
- Alfabetización científica cultural.

2.1.3 Educación formal y no formal

En el título II y capítulo de la ley 115 de 1994 define la educación formal como “aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos, con sujeción a pautas curriculares progresivas, y conducente a grados y títulos.” Esta concepción responde a las directrices del MEN y toma como punto de partida la obligatoriedad y el derecho a la educación escolar. En contraposición, la educación no formal obedece a parámetros que están regulados por instituciones de naturaleza no estructurada.

2.1.4 Planes de sesión del aprendizaje

Los planes de sesión del aprendizaje para adultos son guías o esquemas que los instructores o facilitadores utilizan para estructurar y organizar la enseñanza de contenidos a un grupo de adultos. Estos planes están diseñados para proporcionar una experiencia de aprendizaje efectiva y significativa, teniendo en cuenta las características y necesidades específicas del público adulto.

Los planes de sesión del aprendizaje para adultos suelen incluir los siguientes elementos:

- **Objetivos de aprendizaje:** Los resultados específicos que se esperan alcanzar al final de la sesión.
- **Contenidos:** Los temas o materiales que se cubrirán durante la sesión.
- **Estrategias de enseñanza:** Las metodologías o técnicas que el instructor utilizará para impartir la información y facilitar el aprendizaje, como discusiones, ejercicios prácticos, estudios de casos, entre otros.
- **Recursos:** Los materiales, herramientas o medios que se utilizarán para apoyar el proceso de aprendizaje, como presentaciones, materiales impresos, videos, etc.
- **Actividades:** Las actividades que los participantes realizarán durante la sesión para aplicar y consolidar lo aprendido.
- **Evaluación:** Los métodos o instrumentos para medir el progreso y la comprensión
- de los participantes durante y al final de la sesión.
- **Tiempo:** La duración estimada para cada actividad y para toda la sesión en general.

Estos planes son fundamentales para garantizar que la formación sea coherente, relevante y adecuada para el grupo de adultos en particular, maximizando así el proceso de aprendizaje y la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades.

2.1.5 Andragogía

En cuanto a la andragogía se cita a Luis Enrique García-Vivas en “La andragogía innovadora del siglo XXI: acción transformadora del docente universitario andragogo”. El propósito de este artículo es la búsqueda de respuestas a la problemática que se evidencia en la praxis andragógica de los profesionales que laboran en los Institutos Universitarios y Universidades de Venezuela. En la sociedad contemporánea se observa un trato inadecuado en las relaciones interpersonales, escasos diagnósticos de necesidades, métodos de enseñanza tradicionales, más conocimientos teóricos que prácticos, falta de planificación del proceso evaluativo, enmarcado en una desensibilización humana, según comentarios de participantes y docentes en exploración realizada. La investigación tomó como referentes teóricos documentos de la UNESCO, los modelos de Knowles, Adam y Díaz. Consideró las Teorías Antropogógica, Andragógica Humanista y la Ergológica.

Después de analizados e interpretados los resultados obtenidos se generó una aproximación teórica mediante una acción transformadora, resaltando la importancia de la Axiología, titulada La Pirámide Poiética de la Andragogía, que ayudará a cultivarla fortaleciendo la sensibilización del docente universitario andragogo, a través de una praxis apoyada en una nueva acción transformadora.

2.2 Antecedentes disciplinares

En la actualidad, más de 853 personas dependen de suministros de aguas poco aptas debido a sus altos niveles de contaminación (OMS,2019). Uno de los tantos ejemplos de contaminación es la presencia de metales pesados en vertientes de agua residuales, generadas por las grandes industrias tales como las textiles, mineras, metalurgias, petroleras y principalmente las curtiembres. De ahí que, sea necesaria la utilización de técnicas de depuración para que el recurso hídrico pueda retornar a su ciclo natural.

Por tal motivo, uno de los objetivos de este estudio inicial fue la revisión de una serie de artículos científicos en diferentes bases de datos- Scopus, Web of Science, and Science Direct-publicados entre 2010 y 2021, los cuales se clasificaron bajo cuatro categorías: 1. remoción de metales pesados en aguas reales o superficiales mediante biosorción, adsorción en cáscaras de fruta y métodos de desorción; 2. implementación de técnicas convencionales y no convencionales para la remoción de Cr(III) y Cr(IV) mediante el uso de la cáscara de naranja; 3. Tratamiento electroquímico de afluentes líquidos para la selectividad y remoción de metales

pesados; 4. el empleo de residuos lignocelulósicos en la agroindustria para la remoción de cromo proveniente de las aguas residuales de curtiembres.

2.2.1 Remoción de metales pesados

Para la consolidación de este apartado se diseñó una matriz Anexo A, la cual se obtuvo a partir de la búsqueda sistemática de diferentes y variadas investigaciones, empleando como criterios la depuración de las aguas residuales mediante la remoción de metales pesados y la adsorción o biosorción en cáscaras de frutas. Entre los trabajos encontrados destacan los que emplean la naranja, la mandarina, el limón y el banano como adsorbentes, en algunos casos modificados con carbón activado tal como el estudio llevado a cabo por Khairiah Khairiah, Erna Frida, Kerista Sebayand, Perdinan Sinuhaji, Syahrul Humaidi (2021).

Por otro lado, los metales pesados son aquellos elementos químicos cuya densidad esta entre los 4g/cm³ a los 7g/cm³ (relativamente altos); dichos metales son generalmente tóxicos y muy perjudiciales para la salud de los seres vivos y el medio ambiente. Las publicaciones entre 2013 y 2015 refieren que entre estos solamente se pueden tratar el Pb⁺², Cr⁺³, Cr⁺⁶, Ni⁺², Cd⁺², As⁺⁵, Cu⁺², y Zn⁺² a través de técnicas de adsorción, desorción y biosorción en aguas reales.

2.2.2 Técnicas convencionales y no convencionales para la remoción de Cr (III) y Cr (VI) mediante el uso de la cáscara de naranja

Una de las aplicaciones que pretende el presente proyecto de investigación es el empleo o uso de la cáscara de naranja para la remoción de cromo en aguas reales y residuales de curtiembres, lo cual podría suponer una alternativa para ser implementada en la industria. A raíz de ello, en este numeral se hizo una recopilación de las variadas técnicas que se utilizan, tanto convencionales como no convencionales, en este proceso relacionado en el anexo A.

En la revisión se pudo verificar y evidenciar que entre los primeros informes sobre las técnicas convencionales que se encuentren desde el año 2010 hasta el año 2022 destacan: técnicas de filtración por membrana (microfiltración y electrodiálisis), técnicas electroquímicas, precipitación química del cromo como Cr (OH)₃, oxidación (uso de peróxido de hidrógeno y ultravioleta) y técnicas de adsorción (uso de carbón activado y bentonita).

Entre las publicaciones y los registros entre el 2010 y 2022 se encontraron técnicas no convencionales como el uso de adsorbentes de compuesto de carbón modificado CNC y tratamientos biológicos en sistemas binarios.

2.2.3 El empleo de residuos lignocelulósicos en la agroindustria para la remoción de cromo o metales pesados provenientes de las aguas residuales de curtiembres.

Finalmente se hace alusión a las revisiones que se ilustran y consignan en el Anexo A. En primer lugar, se hace hincapié en los métodos agroindustriales mediante el empleo de desechos agrícolas para la remoción de plomo, cadmio, mercurio, cromo y cobre empleando la biosorción en aguas residuales industriales. En segundo lugar, se recopiló el trabajo de Dávila-Martínez (2017) para la depuración de aguas residuales a través de biofiltros de captura para cromo trivalente utilizando cáscara de naranja y banano.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Identificar los componentes pedagógicos, disciplinares e investigativo para favorecer procesos de alfabetización científica, tecnológica y ambiental en operarios de Curtidos la Sabana Ltda.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a los operarios en cuanto a la manipulación de reactivos químicos empleados en los procesos aplicados en la etapa de tratamiento de cuero.
- Verificar las condiciones óptimas de absorción de la cascara de naranja con sus diferentes estados de maduración para la remoción del Cr (III) en aguas residuales provenientes de la etapa de curtido.
- Contribuir con procesos de alfabetización científica, tecnológica y ambiental de los operarios de la empresa Curtidos la Sabana Ltda a partir de la formulación de planes de sesión e instrumentos de recolección de información que tienen el potencial de aportar en el desarrollo de la alfabetización a un nivel multidimensional.

4. Planteamiento del problema

La industria de la curtiembre ha influido de manera no perceptible en el desarrollo industrial del país, orientando su actividad en la generación de productos que serán aprovechados en la talabartería, calzado y marroquinería empleando como materia prima la piel bovina. De acuerdo con los informes de la Corporación Autónoma Regional (CAR, 2006) en Colombia hay tres clases de curtiembres: las primeras definidas como grandes empresas, las cuales proporcionan un 25 % de la producción nacional referido a 3,5 millones de pieles por año. El segundo tipo se ordena y clasifica en 8 curtiembres que se responsabilizan del 17 % de la producción y finalmente el 58 % está distribuido en 725 curtiembres que se distribuyen en Villapinzón, Chocontá, Cogua y en el sector de San Benito.

Es precisamente en San Benito, en la Curtidos la Sabana Ltda, en donde un gran número de familias se dedican a la práctica del curtido desde el año 1950 como única opción de empleo y sustento diario según Vásquez (2012). No obstante, los procedimientos y las técnicas no siempre son las más amigables con el medio ambiente y con el cuidado de la salud humana, en especial cuando se emplean reactivos como ácido fórmico y cromo que modifican el aspecto químico de las pieles. De ahí que, tanto los residuos se conviertan en un peligro latente. En especial para las formas ionizadas del cromo, cuyas repercusiones en la naturaleza y en la salud pueden llegar a ser serias, siendo el tipo hexavalente más tóxico (Chávez 2010). Además de ello, es necesario resaltar también las incorrectas prácticas de manufactura de los operarios (particularmente de los reactivos químicos) y el poco conocimiento tecnológico en cuanto a los nuevos avances dados para el proceso de curtido de pieles en pro del medio ambiente, tal como la incorporación de sistemas de tratamiento para aguas residuales o nuevas formas de captación de especies químicas

En concordancia con lo anterior y de acuerdo con Daza L (2012), la categorización como la dimensionalidad de la problemática socioambiental en San Benito y en la curtiembres del lugar, tal como La Sabana S.A.S se agrupa en torno a los siguientes elementos: 1. la precariedad en las prácticas por parte de los trabajadores y el desconocimiento de los mismo en torno a los modernos procesos industriales, 2. la tecnología mecánica no ha tenido un desarrollo eficiente, con un mínimo de avance en la automatización y reconversión, 3. la inviabilidad de las infraestructuras, la mayoría siendo viviendas familiares, 4. el desconocimiento y el inadecuado uso de los insumos químicos por parte de empresarios y obreros, 5. la inadecuada disposición de los residuos y vertimientos y 5. el uso de sistemas obsoletos en el acabado que incluye el uso de solventes.

A partir de lo anterior se establece la siguiente pregunta problema: *¿Cuáles son los componentes pedagógicos, disciplinares e investigativos requeridos para favorecer los procesos de alfabetización científica, tecnológica y ambientalmente en los operarios de Curtidos la Sabana Ltda. Generando en ellos experiencias transformadoras de acuerdo en torno a las buenas prácticas de manufactura (BPM) para una adecuada manipulación y tratamiento de reactivos químicos?*

4.1 Justificación del problema

El proceso y la adecuada orientación del aprendizaje en un adulto claramente tiene un matiz distinto a la que se da con los niños en instituciones formales de educación. Para Silvia, L citando a Lindeman y Knowles (2006) “la educación de adultos es un proceso por el cual los alumnos cobran conciencia de sus experiencias más importantes, en contraposición a las formas o a los procesos de enseñanza-aprendizaje en niños”. En efecto, las motivaciones en función de los intereses en los adultos generalmente se corresponden con lo que se desea aprender en su vida madura, todo bajo el auspicio de las estructuras cognoscibles construidas a lo largo del tiempo. De igual manera, la adecuada formación de un adulto requiere de un espacio vital en donde cada individuo se vea constantemente relacionado con su labor o forma de vida, muchas veces orientada por responsabilidades u obligaciones generadores de adaptación constante y a una velocidad uniformemente acelerada para solucionar una serie de problemáticas.

En igual proporción, se hace indispensable un acompañamiento continuo, muchas veces autodirigido, en donde las capacidades de los adultos en formación puedan ser potencializadas y se correspondan con una adecuada educación en ciencia, tecnología y medio ambiente para afrontar una serie de necesidades de diversa índole que son necesarias atender. Es ahí, donde nacen toda una serie de propuestas que consideran de diversa manera la forma de fundamentar la educación en adultos o la andragogía así, por ejemplo, Knowles (1970) considera indispensable generar un acto educativo en concordancia con las expectativas o frustraciones o Adam (1987) quien propone la interrelación entre sujetos motivado por la idea de participación. No obstante, la propuesta más próxima a una mayor concientización de educar y alfabetizar a los adultos es la que proponen Bybee (1997) y Atencio et al (2016) mediante la continua intervención participativa y comunitaria en un espacio de investigación social (en especial para personas del sector industrial, quienes continuamente interactúan con nuevas formas científicas y tecnológicas de abordar los diferentes procesos de producción).

De ahí que, una de las modalidades utilizadas para fortalecer este aspecto en la industria del tratado de curtido, por la alta presencia de personas mayores, tenga

que ver con las buenas prácticas de manufactura, en especial con aquellas relacionadas al adecuado uso o manipulación de los reactivos o compuestos químicos en su quehacer diario, en especial al peligro latente que representan.

Es así como, el trabajo de grado pretende hacer una propuesta de alfabetización que contemple la posibilidad de analizar el impacto educativo en los operarios de la Curtidos la Sabana Ltda. mediante el diseño de planes de sesión y la generación de una cartilla que orienten las mejoras en las buenas prácticas de manufactura junto con el perfeccionamiento tecnológico o científicos del proceso del curtido y su mínima incidencia en la contaminación ambiental. Por tal motivo, en una primera etapa se hace un estudio cuantitativo del fenómeno que producirá un cambio en la perspectiva y concepciones de los operarios a través de demostraciones en la captación de cromo al quedar como especie ionizada en aguas reales después de ser en forma de sulfato de cromo en el tratamiento de cueros.

Por otro lado, dichos compuestos como las sales de cromo (III) son de extremo cuidado, no por la especie trivalente que tiende a convertirse “en un componente nutritivo esencial, con un mínimo de peligrosidad” (ATSDR, 2016), específicamente por su poca solubilidad en agua, sino por el Cr hexavalente, el cual tiene serios efectos perjudiciales. En el caso de la contaminación producida por la Curtidos la Sabana Ltda., puede afectar la salud del operario dependiendo del tipo de exposición: ya sea al “ingerir alimentos o agua contaminadas o al respirar aire con un leve porcentaje de esta especie puede causar a largo plazo una alteración genética y cáncer (Molina N et al. 2010). *Además*, ingerir niveles altos de cromo (VI) puede producir anemia o dañar el estómago o los intestinos” (palabra en cursiva agregada por los autores ATSDR, 2016)

5. Marco teórico

5.1 Reglamentación ambiental a curtiembres

La Secretaría Distrital de Ambiente, quién debe velar porque se cumplan las leyes ambientales impuestas a las empresas curtidoras del área de San Benito. Por tal motivo, a la Secretaría Distrital de Ambiente le corresponde realizar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y desechos o residuos peligrosos y de residuos tóxicos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y complementar la acción de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB- para desarrollar proyectos de saneamiento y descontaminación, en coordinación con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (Ambiente, Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

Según la Resolución 3957 de 2009 de la SDA: es la facultad que tiene la entidad para llevar el registro de la información de manera ordenada, sucesiva y completa referente a los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público, para la administración del recurso hídrico en el Distrito Capital (Ambiente, Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

Ante el nacimiento de nuevas tendencias tecnológicas y el mejoramiento de las existentes, conceptos como el de alfabetización han evolucionado en función de las necesidades socioculturales que se derivan de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Precisamente estos cambios inevitables generan la ambigüedad y polisemia de conceptos para diferenciar y establecer dónde inicia y termina una alfabetización. El proceso metodológico se crea por miedo de la literatura, el cual identifica, describe y caracteriza las dimensiones de los tres tipos de alfabetización, con búsquedas en bases de datos de acceso abierto como Google Académico, Scopus y Web of Science.

Los resultados muestran que, si bien existe una diferencia entre los tipos de alfabetización, estos requieren un orden en las habilidades y conocimientos para su aplicación, donde la alfabetización tecnológica representa conocimientos sobre hardware, la informática equivale al uso del software, mientras que la informacional resulta más compleja, ya que refiere a la apropiación y aplicación de las herramienta tecnológicas, específicamente en la búsqueda, evaluación y utilización de la información. Se concluye que los límites entre las alfabetizaciones pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de habilidades y conocimientos de cada individuo; sin embargo, también se identifica que un factor de relevancia está estrechamente

relacionado con el contexto sociocultural educativo, en el cual se define la alfabetización.

5.2 Educación no formal y formal

La educación formal y la no formal tienen entre sí un atributo común que no comparten con la educación informal: el de la organización y sistematización, por consiguiente, debe reconocerse que hay una relación lógica distinta entre las tres. La educación formal y la no formal comparten la intencionalidad educativa y las diferencias entre las formas que ambas asumen, pueden pensarse, más que como radicalmente opuestas, como un continuo en el que en un extremo se colocaría un tipo de educación formal y en el otro extremo formas flexibles de educación no formal. (Bursotti, 1994). La informal está representada por el producto de experiencias espontáneas y cotidianas en el medio social y provocan aprendizajes de diversos tipos en el individuo.

Tabla N°1: Tipos de educación

Educación Formal (sistema escolar estructurado)	Educación Informal (aprendizajes asistemáticos)
Educación No Formal (acciones educativas organizadas fuera de la estructura escolar)	

(Elaborada por los autores,2023)

5.3 Curtiembre

El curtido de pieles de animales es un oficio común y antiguo donde se usaba la piel de mamíferos de gran tamaño; los primeros en darle uso a la piel animal fueron los sumerios quienes mezclaron cobre y piel para usarlo en las ruedas de carros para 2500 A.C. (Boaz 2005)

La curtiembre es una fábrica que transforma el cuero crudo proveniente de la industria de la carne, en un material estable con características adecuadas para la manufactura de calzado, bolsos y otras prendas de cuero. Esta estabilidad se consigue por medio de la combinación de las proteínas con agentes químicos conocidos como curtientes. (Salvador, 2013).

Otros métodos amigables con el medio ambiente es el uso de curtientes naturales (taninos) con el fin de lograr una producción más limpia, pero de la misma manera de buena calidad y eficiente en términos de tiempo comparado con el cromo que es el curtiente, los curtientes naturales más usado son el quebracho (*Schinopsis balansae*), mimosa (*Acacia dealbata*), entre otros (Janneth et al., 2016).

5.3.1 Tipos de curtiembre

- Curtiembre artesanal: Contempla procesos manuales en pequeñas fábricas, su producción es limitada y prioriza la calidad del acabado y la exclusividad de sus productos. (Salinas, 2014).
- Curtiembre industrial: Se enfoca en la producción masiva de cueros, sus procesos se llevan a cabo con la ayuda de maquinaria y se adicionan compuestos químicos en las etapas de curtido o recurtido y teñido para mejorar la resistencia del producto final. (Salinas, 2014).

A continuación, se relacionan en el Anexo B, las etapas del proceso de curtido tomado de Salvador (2013) en cual sirve como guía para el instrumento de observación usado en la fase 1 de esta investigación Anexo C

5.4 Adsorción

La adsorción es un proceso que permite la captación activa o pasiva de iones metálicos, debido a la propiedad que diversas biomazas vivas o muertas poseen para enlazar y acumular este tipo de contaminantes por diferentes mecanismos. La aplicación de materiales de bajo costo obtenidos a partir de diferentes biomazas provenientes de la flora microbiana, algas y residuos agroindustriales ha sido investigada para reemplazar el uso de métodos convencionales en la remoción de contaminantes, tales como los metales pesados.

Entre los metales de mayor impacto al ambiente por su alta toxicidad y difícil eliminación se encuentran el cromo, níquel, cadmio, plomo y mercurio. En el presente trabajo se estudian las generalidades de la adsorción como proceso alternativo para la remoción de contaminantes en solución y las biomazas comúnmente usadas en estos procesos, además de algunas de las modificaciones

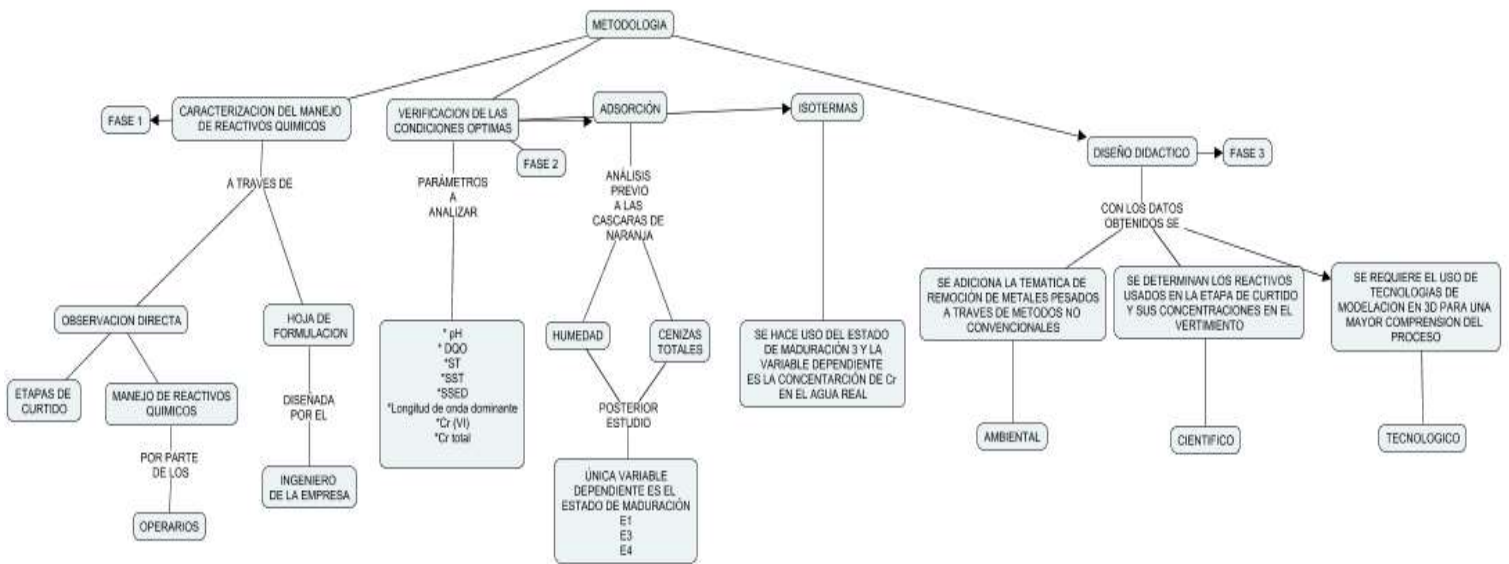
realizadas para la mejora de la eficiencia de adsorción de las mismas. Se concluye que el uso de la adsorción en la remoción de contaminantes en solución acuosa mediante el uso de biomasa residual es aplicable a estos procesos de descontaminación evitando problemas subsecuentes como la generación de lodos químicos, y generando un uso alternativo a materiales considerados como desechos. Se identifica además que factores como el pH de la solución, tamaño de partícula, temperatura y la concentración del metal influyen en el proceso (Tejada-Tovar, C., Villabona-Ortiz, Á., & Garcés-Jaraba, L. (2015)).

La contaminación por metales pesados y metaloides en recursos hídricos, suelos y aire plantea una de las más severas problemáticas que comprometen la seguridad alimentaria y salud pública a nivel global y local. En esta revisión, se aborda el problema específico de contaminación por mercurio (Hg), Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en ambiente y alimentos. Se presenta una descripción sobre las fuentes de contaminación y exposición en seres vivos, así como la incorporación y retención en alimentos y productos de consumo humano. Se abordan casos de estudio y resultados obtenidos en algunos países del mundo incluido Colombia. (Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Lagos, M. D., & Jimenez, E. E. G. (2016)).

6. Metodología

En la formulación teórica de la propuesta alfabética se consideró pertinente abordar un diseño mixto y en paralelo de naturaleza fenomenológica, aplicado a los operarios de la Curtidos la Sabana Ltda, en el cual se “explora, describe y comprende lo que los individuos tienen en común de acuerdo con sus experiencias con un determinado fenómeno” (O’Leary y Thorwick, 2006 citados por Sampieri,2014)”. La naturaleza de esta metodología es netamente empírica y se ajustó a las motivaciones, expectativas e intereses de los trabajadores en relación con la alfabetización científica, tecnológica, social y ambiental en torno al fenómeno a tratar que es la adsorción química y las nuevas mejoras tecnológicas en el tratamiento de aguas reales.

Imagen N°2. Diagrama de la metodología a emplear



(Elaborada por los autores,2023)

Cabe resaltar que los datos obtenidos de la parte experimental sobre remoción de metales pesados por métodos no convencionales servirán de insumo para el diseño didáctico, específicamente para la alfabetización ambiental.

Así mismo, la información conseguida de la fase 1 como lo es cantidad de operarios que están en contacto con los reactivos, tiempo de exposición, reactivos usados en la etapa de curtido, su manipulación y almacenamiento serán usados para contextualizar la alfabetización científica

Adicionalmente el uso de herramientas tecnológicas como lo son planos de visualización en 3D de la fábrica y software especializado como Avogadro para la correcta representación molecular servirán para fomentar la alfabetización tecnológica en los operarios

Fase 1: caracterización del manejo de reactivos, se realiza a través de observación directa, la cual está compuesta por dos partes, la primera es la etapa de curtido y la segunda el manejo de reactivos químicos por parte de los operarios, para la caracterización de este manejo también se tiene una hoja de formulación diseñada directamente por el ingeniero de la empresa.

Fase 2: la verificación de las condiciones óptimas, dónde se analizan análisis de el pH, DQO, ST, SST, Longitud de onda dominante, Cr (VI), Cromo total y SSED. En esta misma fase a la adsorción se les realiza un análisis previo a las cáscaras de naranja, dónde encontramos la humedad y cenizas totales, para terminar el análisis de la adsorción se define la única variable dependiente que es el estado de maduración E1, E3 y E4. Para culminar con la fase 2 referente a las isothermas lo que hacemos es uso del estado de maduración 3 y la variable dependiente es la concentración de Cr en el agua real.

Fase 3: el proceso de alfabetización científica, tecnológica y ambiental se desarrollan de la siguiente forma; la remoción de metales pesados favoreciendo al medio ambiente, identificando los reactivos que se usan en cada una de las etapas del curtido clasificándolo como alfabetización científica y por último para poder llevar acabo estas etapas se requiere de la implementación de herramientas tecnológicas (modelación 3D, software, entre otros.)

Instrumentos:

Se diseñaron dos instrumentos que fueran aplicables en la implementación de la investigación. Sin embargo, no se pudieron validar y se plantea su diseño para un futuro proyecto. Los instrumentos contienen preguntas abiertas y cerradas, cuya planificación considero algunos criterios de evaluación representados en una rúbrica según los niveles de logro alcanzados. Así mismo, las temáticas giran en torno a la caracterización del manejo de reactivos y a los adecuados procedimientos de manufactura en los trabajadores para una alfabetización tecnológica, científica y ambiental.

Los objetivos de ambos instrumentos corresponden a la generación de una alfabetización en relación con las buenas prácticas manufacturas bajo el auspicio de los principios planteados por Bybee (1997).

Criterio de evaluación	Nivel de logro				
	Notable (5)	Alto (4)	Medio (3)	Bajo (2)	No Cumple el criterio (1)
Suficiencia	Los ítems son adecuados y suficientes.	Los ítems miden correctamente los aspectos generales	Son idóneos, pero no se corresponden con los objetivos planteados.	Son insuficientes.	No son pertinentes y les falta mayor profundidad.
Claridad	Hay claridad y responden a los alcances de la investigación.	Los ítems son claros y se vinculan con los objetivos y la justificación del proyecto.	Tienen claridad, no obstante, se desvían de los alcances de la investigación.	Son pocos claros y contienen algunas incongruencias.	No son claros y no tienen sentido.
Coherencia	Tienen coherencia y se construyen deductivamente.	Son coherentes y tienen una lógica y argumentativa.	No son congruentes y la gran mayoría son juicios de valor.	No son claros, sin ningún tipo de cohesión.	Carecen totalmente de congruencia y no hay lógica en ellos.
Planificación	Hubo un tiempo adecuado de planificación. Se dispuso de acuerdos y estrategias.	Se desarrollo un plan de acción y se llegó a un acuerdo.	No se establecieron algunos acuerdos, pero hubo un plan de ruta.	Se planteo el plan de trabajo, mas no se orientó adecuadamente las acciones.	No existo planificación.

6.1 Fase 1

En la primera fase se caracterizó la función que desempeña cada operario de acuerdo a cada etapa respectiva. En la primera denominada ribera, trabajan 6 operarios los cuales tratan la piel de ingreso mediante el uso de ciertos reactivos específicos, tal como sulfuros y enzimas. Se comprobó que no utilizan los elementos de protección personal en su totalidad, faltando mascarillas con filtro o guantes para una adecuada manipulación.

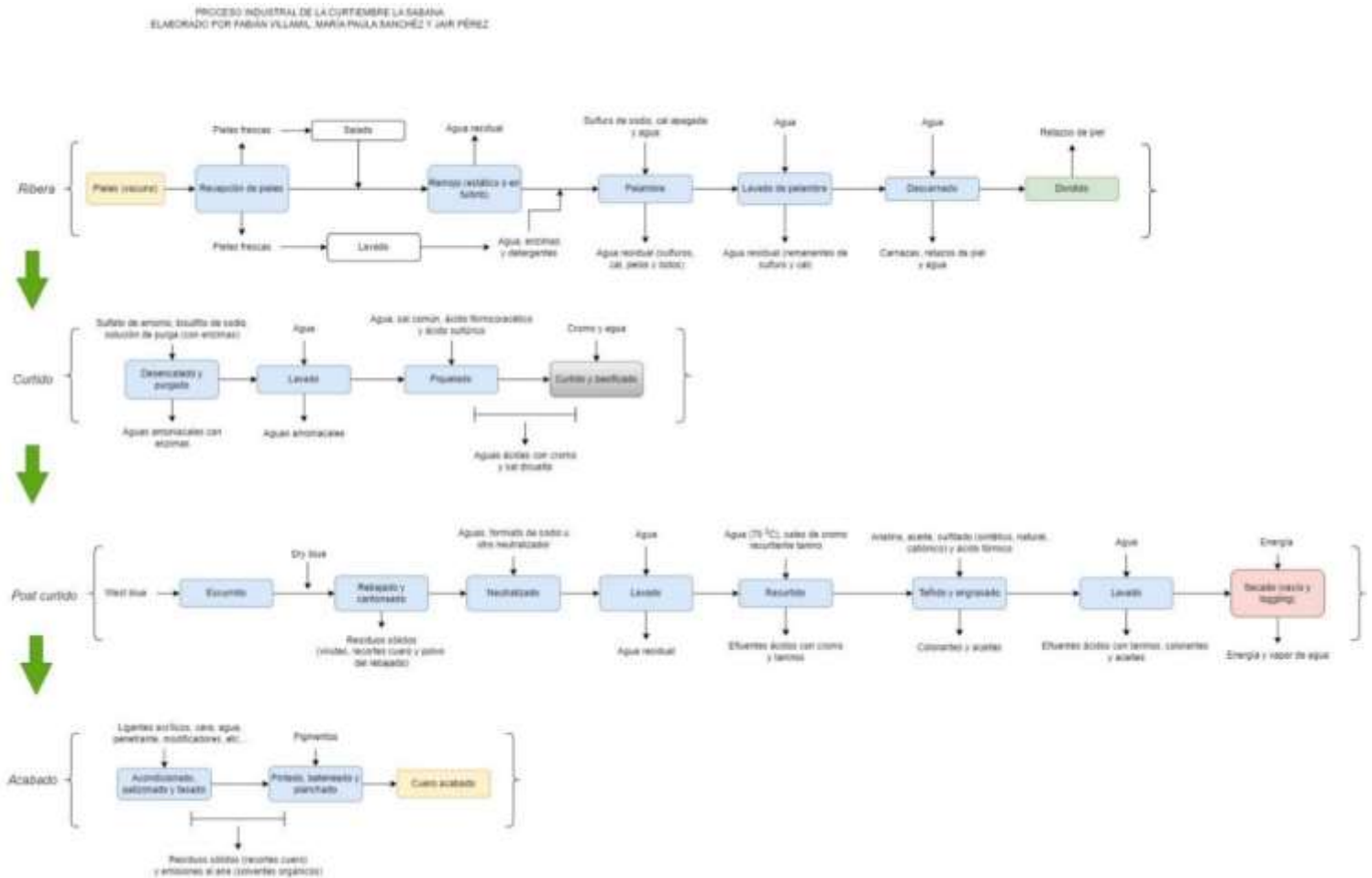
En la segunda etapa, en el descarnado los operarios con tijeras y cuchillos separan los componentes de las pieles que no sirven, los cuales se utilizarán para otros usos, en esta parte del proceso, los operarios manipulan herramientas de corte sin la adecuada protección.

Originándose potenciales riesgos de daño cutáneo, solamente dos operarios utilizaban guantes. En la tercera etapa, propiamente en el curtido, se manipulan reactivos y sustancias sin la debida protección, en este caso bisulfito de sodio y sales cromo. En cuanto, a la etapa tres y cuatro nuevamente se repetí lo mismo por la poca protección de los trabajadores, sin mascarillas o tapabocas, sin guantes o botas adecuadas, sin petos de protección frontal, así como un adecuado conocimiento de manipulación.

Se tomaron como criterios en la caracterización la descripción de cada operario en su labor, la verificación visual de lo que se hacía en cada espacio, la explicación del supervisor en cuanto a los procedimientos utilizados. Todo esto se verifica en el anexo C: "observación preliminar".

Gracias a la caracterización preliminar se diseñó un diagrama con las etapas que se llevan a cabo en la empresa curtido de la sabana Ltda. Como se puede evidenciar en la imagen 3 y se le da validez al trabajo propuesto puesto que al no saber manipular correctamente los reactivos se hace pertinente la planes de sesión entorno a esos temas.

Imagen N° 3: Diagrama de etapas de la fábrica de curtido.



(Elaborada por los autores, 2023)

6.2 Fase 2

Este apartado se centra indispensablemente en los datos cuantitativos correspondientes a la planeación del trabajo cuya finalidad es verificar las condiciones óptimas de absorción de la cascara de naranja con sus diferentes estados de maduración para la remoción del Cr (III) en aguas residuales provenientes de la etapa de curtido.

6.2.1 Acuerdos en la planeación y unidad de trabajo

Esta correspondiente a la toma de muestras puntuales (*de acuerdo a los parámetros*

de los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales ed. 17. 1989 APHA-AWWA-WPCF 1989) de A.R.nD provenientes de la industria de curtiembres, específicamente en la etapa de curtido, en las instalaciones de la empresa Curtido de la Sabana Ltda ubicado al sur de Bogotá; se seleccionó porque se desea implementar y aplicar este tipo de tecnologías no convencionales en el tratamiento de sus aguas, esta empresa se nos presentó a través de la secretaria de ambiente y habitad de Bogotá D.C ya que es pionera en desarrollo sostenible en el sector.

Tabla N° 2. Resumen de requerimientos especiales para toma de muestras

Determinación	Envase	Tamaño mínimo de la muestra en mL	conservación	Tiempo máximo de conservación
Cromo (VI)	P(A), V(A)	300	refrigerar	24 h
Metales en general	P(A), V(A)	N/A	metales disueltos, filtrar inmediatamente , añadir HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses

(Elaborado por american public health association american water works association water pollution control federation, 1989)

Se llevo a cabo la recolección de la muestra el día 17 de marzo del 2023 a las 7:52 am en la empresa en cuestión, un operario de la empresa fue el que realizo la recolección de 1200 mL de la matriz.

Imagen N°4. Recolección de la muestra



(Foto tomada por los autores, 2023)

Por otro lado, la elección correcta del bioadsorbente, en este caso de la cáscara de naranja, teniendo como requisito el mejor estado de la biomasa, el estado de maduración, y cuya aplicabilidad en el tratamiento permitirá minimizar el impacto ambiental.

6.2.2 Verificar las condiciones fisicoquímicas del agua residual proveniente de la etapa de curtido

Con los límites permisibles de cromo establecidos por la resolución 631 de 2015 sección fabricación y manufactura de bienes, subsección fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles el cual tiene un límite máximo de 1.5 mg/L de Cr en las aguas residuales.

Tomar muestras de tipo puntual según los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y pH, DQO (demanda química de oxígeno), Sólidos totales (ST), Sólidos suspendidos totales (SST), Sólidos sedimentables (SSED), Color real, % Humedad, Cr (VI) método difenilcarbazida, Cr total método absorción atómica

6.2.3 Caracterización del bioadsorbente cascara de naranja (*Citrus sinensis*) variedad valencia

Seleccionar estado de maduración del bioadsorbente (*Citrus sinensis* variedad valencia) que sea óptimo para la adsorción de Cr en ensayos con aguas residuales reales, evaluando su eficiencia y pertinencia en el tratamiento. En esta fase se plantea desarrollar lo siguiente:

Recolección de la naranja y su posterior clasificación por estado de maduración.

Las naranjas fueron recolectadas de árboles ubicados en los llanos orientales específicamente en el municipio de Barranca de Upía departamento del Meta (Colombia), vereda las Moras km 2,81 en la empresa llamada Guaicaramo (Coordenadas planas: N 4°28'45'' - W 72°57'38''). Se muestreó en el mes de enero del 2023, en un lote de una hectárea de área total con una producción promedio de 80 a 90 mil unidades al año

Imagen N°5: Sitio de recolección del bioadsorbente



(Foto tomada por los autores, 2023)

Muestreo:

Elección de muestras secas para su posterior preservación y transporte. Es importante especificar que el muestreo y el secado de estos residuos se realizaron en las condiciones agroindustriales tradicionales, dado que lo que se busca con la investigación es que para futuras investigaciones en la misma línea, presenten una repetibilidad de resultados y que tenga una aplicación al desarrollo sostenible en función a costos y a la valorización de los materiales lignocelulósicos; dado que, si se utiliza otra tecnología de secado rápido para estos residuos se incrementaría su valor económico. En el muestreo se colectaron 15 unidades del fruto de manera aleatoria

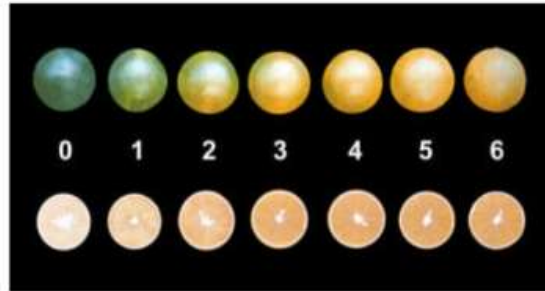
Imagen N°6: Naranja Valencia (*Citrus sinensis*) proceso de recolección del cítrico.



(Foto tomada por los autores, 2023)

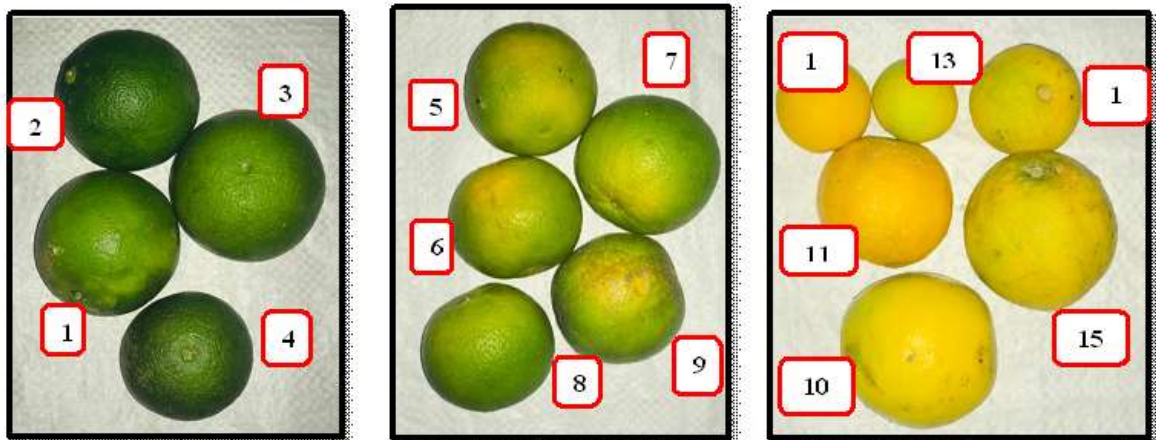
Posterior a la recolección se clasifico la fruta en sus estados de maduración según norma NTC 4086 DE 1997

Imagen N°7: Estados de maduración norma NTC 4086 DE 1997



(Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).1997)

Imagen N°8: Clasificación de la Naranja variedad Valencia



(Elaborada por los autores, 2023)

Secado: Se sigue el procedimiento de Dávila T, Peña N, Darwin A y Lopez R (2017) en evaluación de residuos agroindustriales como biofiltros: remoción de Cr en efluentes de curtiembres sintéticos, pero se realizan modificaciones para poder reducir costos en el sacado.

“Las cortezas fueron lavadas con agua destilada a temperatura ambiente de 23°C para remover polvo adherido y componentes solubles como taninos, resinas, reducir

azúcar y colorantes. Una vez limpias, las cortezas se sometieron al proceso de secado a temperatura ambiente durante 12 h hasta obtener un peso constante de los bioadsorbentes de 300 g. Finalmente, a estos se les redujo el tamaño del material pulverizando la biomasa empleando morteros y el polvillo fino derivado de la pulverización se conservó en frascos de vidrio color ámbar a temperatura ambiente”.

Como modificación se realizó el secado al sol en el municipio de Barranca de Upia, departamento del Meta (Colombia), con temperatura ambiente media de 32 °C, durante 5 días evitando la sobreexposición al sol y se registraron los datos de la Tabla 3 sobre los frutos recolectados:

Tabla N° 3: Registro de datos secado de la naranja

Naranja	Masa(g)	Diámetro (mm)	Masa cascara (g)	Masa cascara deshidrata (g)	Número de semillas
1	198	100	24	22	2
2	189	100	26	23	3
3	200	110	25	22	1
4	163	70	24	23	5
5	175	80	23	20	4
6	182	73	21	19	6
7	177	100	25	23	3
8	187	70	22	20	5
9	188	66	23	22	1
10	205	110	27	25	6
11	198	73	25	22	2
12	80	55	20	18	1
13	75	48	18	15	3
14	110	72	24	23	3
15	146	74	26	24	4
Promedio	164,87	80,07	23,53	21,40	3,27

(Elaborada por los autores, 2023)

Cuando la masa de las cascavas se mantuvo constante en el secado, se registró el dato y se detuvo el proceso de secado al sol.

Para la reducción del tamaño de partícula se hizo con el molino de muestras del laboratorio de la Universidad pedagógica nacional y se clasificó por tamaño de partícula con el tamiz Prüfsiebring A del mismo laboratorio, obteniéndose 3 tamaños de partícula:

Imagen N°9 Tamiz Prüfsiebring A



(Foto tomada por los autores, 2023)

Estos tamaños obtenidos fueron :

- Mayor a 800 μm
- Entre 800 μm y 315 μm
- Menor a 315 μm

Imagen N°10 cascara de naranja (*Citrus sinensis*) variedad Valencia



(Foto tomada por los autores, 2023)

6.2.4 Técnicas y metodologías:

- Materiales y reactivos

Todos los materiales de vidrio e implementos requeridos fueron suministrados por el laboratorio de química de la UPN, además los reactivos usados eran grado reactivo analítico suministrados por el mismo laboratorio.

- Equipos empleados en el análisis químico
 - Potenciómetro Beckman modelo PH1-40 con número de serie 0156693 con numero de inventario interno 024808, calibrado con soluciones buffer de pH 4 y 7 suministradas por el laboratorio de química de la UPN.
 - Balanza semi analítica OHAUS modelo AR3130 con numero de inventario interno 019871 con revisión externa de Atlas Metrología de Colombia con fecha de última revisión el 04/10/2022.
 - Espectrofotómetro infrarrojo marca Shimadzu modelo IRAffinity-1S 12OVE con número de serie A21965301005.
 - Espectrofotómetro de absorción atómica marca Shimadzu modelo AA-7000 con número de serie A30945701831.

- Espectrofotómetro marca Shimadzu modelo UV-1800 con número de serie A11455350846, con revisión externa de PAF de Colombia con fecha de última revisión el 04/10/2022.
- Agitador mecánico orbital marca MLW modelo THYS2 con número de serie 73052, con revisión externa de Tecniespectros SAS de Colombia con fecha de última revisión el 10/11/2022.

Las metodologías usadas para cada procedimiento son las propuestas por la american public health association american water works association water pollution control federation, en 1989 en su libro titulado Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales 17 ed.

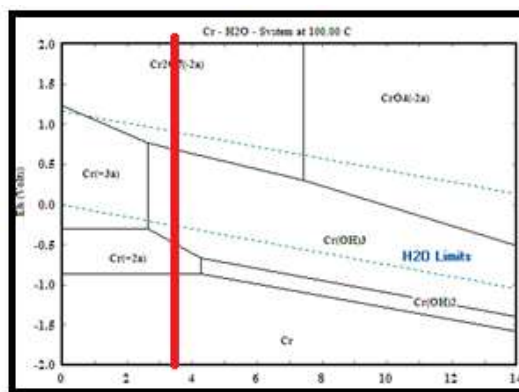
6.2.5 Caracterización fisicoquímica del agua real proveniente de la etapa de curtido

Todos los datos y procesamiento de los mismos están reflejado en el Anexo D, en este apartado se enunciará los valores finales obtenidos y el análisis de los mismos.

6.2.5.1 pH

El pH de la muestra de agua real proveniente de la etapa de curtido es de 3.51 lo que indica que es una solución acida y según en diagrama de Pouxbai para el cromo en estas condiciones las especies que coexisten son las siguientes:

Imagen 11. Diagrama de Pourbaix del Cr



(Tomado de Diagrama De Pourbaix Para O Sistema Cr-O-H., n.d.)

Además, según Resolución 631 de 2015 Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, el rango de pH debe ser entre 6-9 por lo cual la muestra no cumple con la norma para vertido en alcantarillado

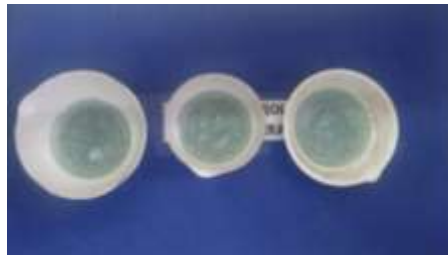
6.2.5.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El dato experimental fue de 2717.22 ppm de O₂

La demanda química de oxígeno (DQO) es una medida utilizada para determinar la cantidad de materia orgánica presente en una muestra de agua. El dato específico de 2717.22 ppm de DQO en agua de curtido indica una alta concentración de materia orgánica proveniente de compuestos orgánicos derivados del cuero. Este valor sugiere que la muestra puede estar altamente contaminada, debido a la carga orgánica significativa presente en ella, además según Resolución 631 de 2015 Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible el valor no cumple con norma puesto que el límite máximo permitido es de 1200 mg/L de O₂.

6.2.5.3 Solidos totales (ST)

Imagen N°12. Capsulas con solidos totales



(Foto tomada por los autores, 2023)

El dato experimental fue de 71350 ppm

Los sólidos totales son una medida que indica la concentración de todas las sustancias sólidas presentes en una muestra de agua. Esta medida incluye tanto los sólidos disueltos (como sales minerales y compuestos orgánicos disueltos) como los sólidos suspendidos (como partículas visibles en suspensión).

El dato de 71350 ppm de sólidos totales en agua real de curtido indica una alta concentración de sustancias sólidas en la muestra. Esto sugiere que el agua de curtido contiene una gran cantidad de materiales en suspensión y/o disueltos, como residuos de productos químicos, compuestos orgánicos y sales.

6.2.5.4 Sólidos suspendidos totales (SST)

El dato experimental fue de 9675 ppm

Los sólidos suspendidos totales son una medida que indica la concentración de partículas sólidas visibles en suspensión en una muestra de agua. Estas partículas pueden incluir sedimentos, materia orgánica en descomposición, residuos industriales u otros materiales suspendidos en el agua.

El dato de 9675 ppm de sólidos suspendidos totales en agua de curtido real indica una concentración considerable de partículas sólidas en suspensión. La presencia de sólidos suspendidos en el agua de curtido puede tener impactos negativos, ya que pueden obstruir tuberías, causar problemas de sedimentación en cuerpos de agua y afectar la calidad del agua en general. Además, según Resolución 631 de 2015 Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible no cumple norma puesto que el límite máximo permitido es de 600 mg/L

6.2.5.5 Sólidos suspendidos sedimentables (SSED)

Imagen N°13. Prueba de Sólidos sedimentables con cono Imhoff



(Foto tomada por los autores, 2023)

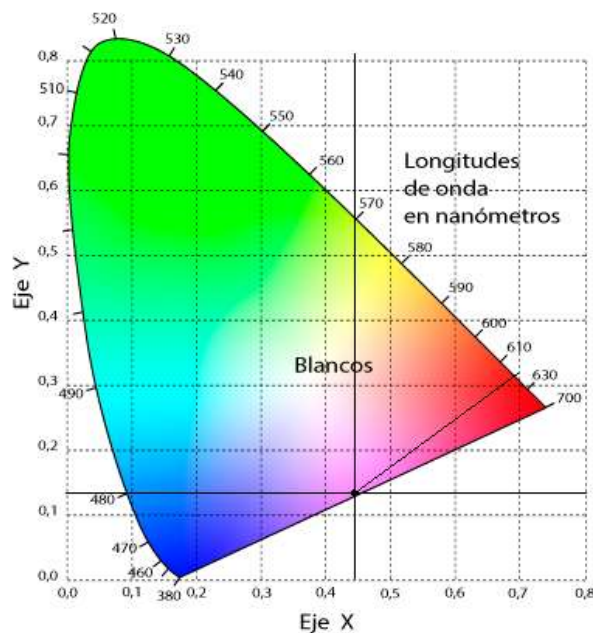
Obteniéndose un valor de 150 mL/L para el agua real proveniente de curtido
Los sólidos sedimentables son partículas sólidas presentes en una muestra de agua que tienen la capacidad de sedimentar y asentarse en el fondo de un recipiente durante un período de tiempo determinado.

El dato de 150 mL/L de sólidos sedimentables en agua de curtido indica una alta concentración de partículas sólidas que tienen la capacidad de sedimentar. Esto sugiere que el agua de curtido contiene una cantidad significativa de sedimentos y partículas en suspensión que tienen una tendencia a asentarse.

Además, según Resolución 631 de 2015 Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible no cumple norma puesto que el límite máximo permitido es de 2 mL/L.

6.2.5.6 Longitud de onda dominante

Imagen N° 14. Triangulación de la longitud de onda con los valores experimentales obtenidos



(Elaborada por los autores, 2023)

La longitud de onda dominante obtenida es de $\lambda = 620 \text{ nm}$

Tabla N°4. Colores reflejados y visibles por el ojo humano a la longitud de onda absorbida

λ (nm)	Color absorbido	Color reflejado
380-420	Violeta	Amarillo-Verde
420-440	Azul-Violeta	Amarillo
440-470	Azul	Anaranjado
470-500	Verde-Azul	Rojo
500-520	Verde	Purpura
520-550	Amarillo-Verde	Violeta
550-580	Amarillo	Azul-Violeta
580-620	Anaranjado	Azul
620-680	Rojo	Verde-Azul
680-780	Purpura	Verde

Tomada de Martinez (2017)

De acuerdo a lo anterior, el color absorbido es rojo (620 nm- 680 nm) y el reflejado es de verde-azul, en este caso la Resolución 631 de 2015 Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible solo exige el análisis y reporte de este parámetro, de igual manera, los contaminantes inorgánicos pueden dar lugar a un cambio de color en el agua residual, el cromo proveniente de óxido de cromo (III) es uno de esos contaminantes. El óxido de cromo (III) puede causar un cambio de color en el agua residual, especialmente en forma de depósitos o partículas suspendidas.

En presencia de cromo trivalente, el agua residual puede adquirir un color verde o azul verdoso. Este color puede ser más evidente si hay una alta concentración de cromo trivalente en el agua residual proveniente de la etapa de curtido puesto que se agrega un 6 % en masa en la etapa de curtido de pieles.

6.2.5.7 Cr (VI)

Dado que la muestra del agua real proveniente de curtido presenta color se nos recomienda según el muestreo “Para muestras con color, es necesario analizar un blanco de muestra leyendo la absorción de ésta a 540 nm sin adicionar los reactivos para el desarrollo del color.” Se hace uso de la ecuación consignada en la imagen 15

Imagen N°15. Corrección de la absorbancia en aguas reales

$$A_c = A_r - A_b$$

Dónde:

A_b = Absorbancia de la muestra sin los reactivos

A_r = Absorbancia de la muestra con los reactivos

A_c = Absorbancia de la muestra (corregida)

(Elaborado por american public health association american water works association water pollution control federation, 2012)

El valor experimental obtenido es de 0.0452 ppm de Cr (VI), indica la presencia de cromo hexavalente, que es una forma más tóxica y soluble del cromo. La presencia de Cr(VI) en aguas residuales reales provenientes de curtido revela un bajo porcentaje de oxidación del Cr (III), aunque este solo es el $4.29 \cdot 10^{-3}$ % del Cr presente, lo cual refleja que es un porcentaje mínimo, que en primer lugar brinda información para el proceso de adsorción ya que se debe enfocar en la adsorción de Cr (III) pero en contraste el Cr (VI) presente en la muestra es más tóxico y dañino para la salud que el Cr (III) y se debe tener cuidado en su disposición final. Aunque en la Resolución 631 de 2015 Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible no se discrimina las especies de Cr solo se da su máximo permitido que es 1.5 mg/L

6.2.5.8 Cromo total

El valor experimental obtenido para Cr total es de 1052.613 ppm del metal presente en el agua real proveniente de la etapa de curtido, lo cual es coherente puesto que una carga en el tambor es de 2200 kg en promedio y si se agrega un 6% en masa de Oxido de Cr (III) (132 kg del oxido) se debe esperar una concentración alta del metal; según Resolución 631 de 2015 Ministerio de ambiente y desarrollo el máximo permitido es de 1.5 mg/L por lo cual el agua real residual no cumple con la norma.

6.2.5.9 Cr (III)

No existe método estandarizado para la cuantificación de la especie de cromo trivalente por eso se realiza a través de una diferencia entre las especies de Cr cuantificadas

Tabla 5. Determinación Cr trivalente por diferencia

Cr total (ppm)	Cr (VI) (ppm)	Cr (III) (ppm)
1052,61	0,0452	1052,57

(Elaborada por los autores, 2023)

El Cr trivalente presente en la muestra de agua real proveniente de curtido es de 1052.568 ppm de Cr (III), lo cual brinda la concentración de partida para los procesos de adsorción aun que esta concentración se verificara en la lectura de muestras después de la adsorción.

6.2.6 caracterización del bioadsorbente

6.2.6.1 Humedad

Se realiza la determinación del agua presente en las cascaras pulverizadas

Imagen N°16. Cascara pulverizada



(Foto tomada por los autores, 2023)

El resultado es 9.4963% de humedad en masa presente en la cascara de naranja triturada con un tamaño de partícula menor a 315 μm , posiblemente la cascara absorbió agua del ambiente en los momentos que se debía sacar de la bolsa hermética para hacer algún estudio.

6.2.6.2 Cenizas totales

Se llevo a calcinación la muestra en la mufla para determinar la cantidad de compuestos inorgánicos presentes en la muestra, posterior digestión con 2 mL de ácido clorhídrico concentrado y llevado a aforo 10 mL y se leyó en el espectrofotómetro de absorción atómica obteniendo los siguientes resultados

Tabla 6. Determinación Cr presente en la cascara

Absorbancia	ppm Cr	Masa adsorbente (g)	% m/m g metales/g muestra
0,012	0,616	0,513	0,001

(Elaborada por los autores, 2023)

Se obtuvo un resultado de 0.00132 % en masa de Cromo presente en las cáscaras de naranja, esta planta al igual que muchas otras partes de las plantas, pueden contener trazas de metales. Estos metales se encuentran en el medio ambiente de manera natural y pueden ser absorbidos por las plantas a través de diferentes vías.

Existen varias razones por las cuales los metales pueden estar presentes en las cáscaras de naranja:

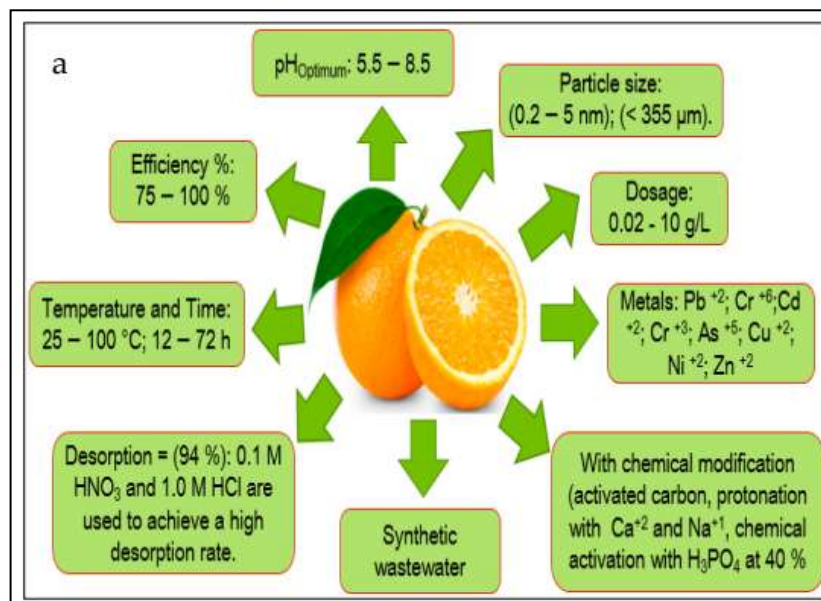
- Absorción del suelo: Los metales presentes en el suelo pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas, incluyendo las naranjas. Estos metales pueden provenir de fuentes naturales, como minerales presentes en el suelo, o de fuentes antropogénicas, como la contaminación del suelo por actividades industriales o agrícolas.
- Contaminación atmosférica: Los metales también pueden estar presentes en el aire debido a la actividad industrial, la quema de combustibles fósiles u otras fuentes de contaminación atmosférica. Estos metales pueden depositarse en la superficie de las cáscaras de naranja a través de la deposición atmosférica.
- Uso de pesticidas y fertilizantes: El uso de pesticidas y fertilizantes en la producción de naranjas puede contribuir a la presencia de metales en las cáscaras. Algunos pesticidas y fertilizantes pueden contener trazas de metales como ingredientes activos o como impurezas.

- Es importante destacar que la presencia de metales en las cáscaras de naranja no significa necesariamente que sean perjudiciales para la salud. Las concentraciones de metales en las cáscaras de naranja suelen ser muy bajas y no representan un riesgo significativo para el consumo humano. Sin embargo, es importante tener en cuenta las prácticas agrícolas y los posibles riesgos asociados con la exposición a metales en la producción de alimentos.

6.2.7 Adsorción de Cr (III) en cascaras de naranja

Según Gómez et al 2022 las condiciones óptimas para el proceso de adsorción con cascara de naranja se refleja en la siguiente imagen

Imagen N°17. Condiciones óptimas para adsorción en aguas sintéticas



(Tomado de Gómez et al 2022)

En base a esto se eligieron las siguientes condiciones para la experiencia

Tamaño de partícula (menor a 315 μm), pH (5), dosis (0.1 g/L) y tiempo de contacto de 4 horas, este último debido inconvenientes en el desarrollo experimental

En primer lugar, se verifico la concentración de la solución madre a través de la lectura de la disolución S1, obteniendo un resultado de 85.2097 ppm de Cr para la disolución S1 al aplicar factor de dilución se obtiene que la concentración real de Cr en el agua real proveniente de curtido al momento de realizar la lectura es de 1021.699 ppm de Cr, la diferencia con el valor reportado de Cr total (1052.613 ppm) se puede deber a la absorción de los residuos de cuero presentes en el agua, que se compone principalmente de colágeno el cual puede interactuar con el Cr formado un compuesto organometálico, el cual queda en los sólidos suspendidos de la solución y no en la solución mencionada.

En la tabla N° 7 muestran los resultados obtenidos del proceso de adsorción

Tabla N°7. Porcentaje de remoción de Cr

Estado de maduración	% Remoción	Promedio
E1	55,87	57,51
	58,44	
	58,23	
E3	53,96	58,04
	62,33	
	57,81	
E4	48,28	47,50
	47,00	
	47,21	

(Elaborada por los autores, 2023)

Se observa que si hubo adsorción del Cr (III) sobre la cascara de naranja con las condiciones anteriormente especificadas, con un % de remoción superior al 47.50% haciendo uso de 0.1 g promedio del adsorbente, para determinar cuál estado de maduración es el más eficiente para remover el Cr se realiza análisis de varianza a los datos obtenidos que se relacionan en la tabla 8.

Tabla N°8. Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	211,650	2,000	105,825	15,820	0,004	5,143
Dentro de los grupos	40,135	6,000	6,689			
Total	251,784	8,000				

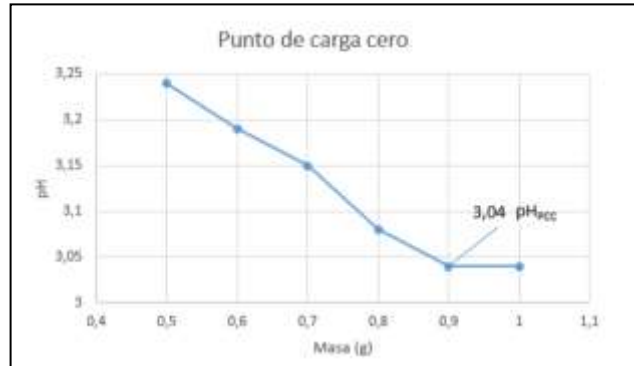
(Elaborada por los autores, 2023)

Dado que el F es superior al F crítico con un porcentaje de confianza del 95% se puede concluir que hay diferencias significativas entre los grupos de datos. Además, al hallar los promedios del % de remoción se puede afirmar que el estado de maduración 3 es el más eficiente para la remoción de Cr de las aguas reales provenientes de la etapa de curtido.

Esto se debe a que la cascara de naranja es principalmente polisacáridos, proteínas y lípidos principalmente grupos funcionales activos como los carboxilos de las pectinas y los hidroxilos de la celulosa (GHIMIRE et al, 2003) que van disminuyendo a medida que la fruta madura.

Por otro lado, se debe determinar cuál es la carga de la superficie del adsorbente para establecer con que carga cuenta a pH 5 para esto se usa la gráfica de carga cero de Intencipa y pineda, 2022. Donde se determina que el pHc para la cascara de naranja es de 3.04 por lo cual a pH 5 la superficie se encuentra cargada negativamente, en concordancia con lo anterior se puede presumir que los grupos hidroxilos presentes en la celulosa y los dobles enlaces del limoneno, son los sitios activos donde la especie $\text{Cr}(\text{OH})_2^+$ interactúa electrostáticamente con la superficie del adsorbente.

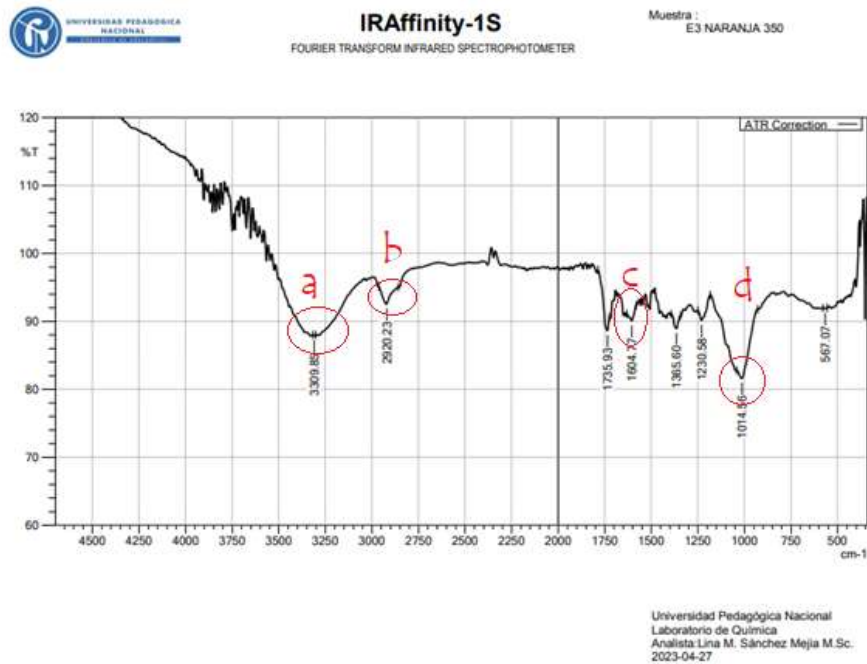
Imagen N° 18. Punto de carga cero



(Tomado de Intencipa y pineda, 2022)

Para esto se realiza el espectro infrarrojo de la cascara de naranja estado de maduración 3 antes y después de la adsorción con el fin de confirmar dicha suposición.

Imagen N° 19. Espectro infrarrojo antes de la adsorción



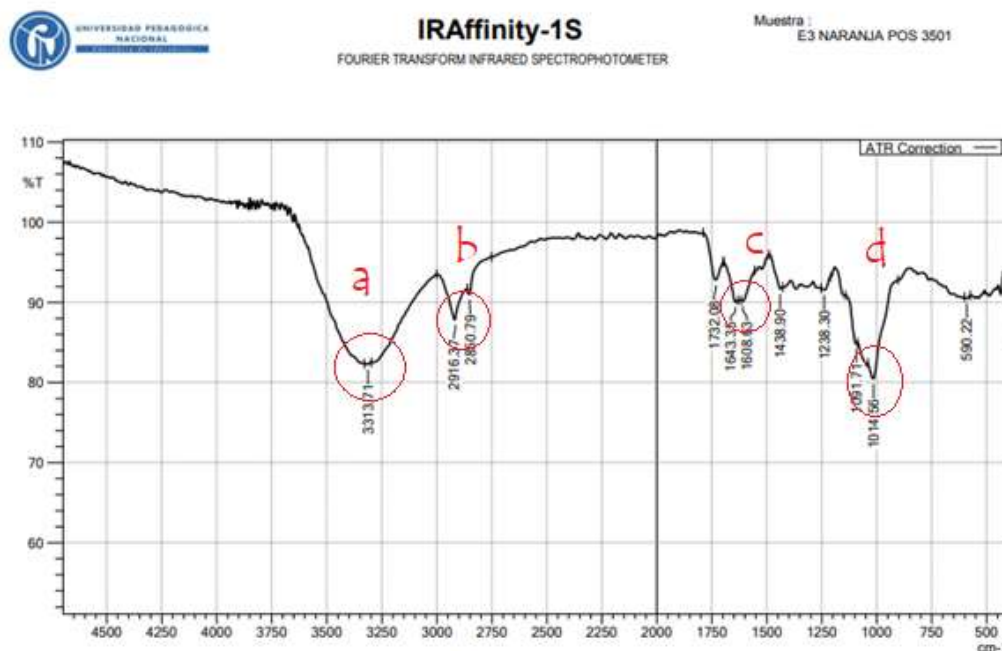
(Elaborada por los autores, 2023)

El análisis de espectro d infrarrojo revela la presencia de picos amplios en todo el rango del espectro, lo cual sugiere la complejidad del material adsorbente. En particular, se observa un pico ancho e intenso a 3450 cm⁻¹ (A), lo que indica la existencia de grupos hidroxilo. Además, se identifica un pico a 2924 cm⁻¹ (B), el cual se atribuye al grupo C-H.

Por otro lado, los picos alrededor de 1647 cm⁻¹ (C) corresponden al estiramiento C=C, lo cual puede estar relacionado con la unión C-C de los anillos aromáticos presentes. Por último, se destaca una banda intensa a 1058 cm⁻¹ (D), la cual se asigna al grupo C-O presente en alcoholes y ácidos carboxílicos.

El espectro después de la adsorción es el siguiente:

Imagen N°20. Espectro infrarrojo después de la adsorción



(Elaborada por los autores, 2023)

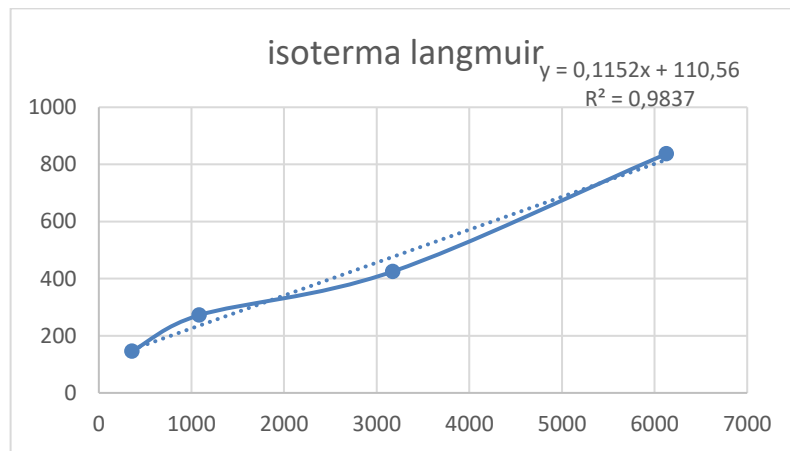
La comparación de los picos anteriores revela que, después de la adsorción del metal, todos ellos presentan una disminución significativa en la intensidad de absorción. Además, se observa una ligera variación en la frecuencia de adsorción de los picos. Estos cambios pueden indicar la participación de los grupos

funcionales presentes en la adsorción del Cr (III).

6.2.8 Isotermas

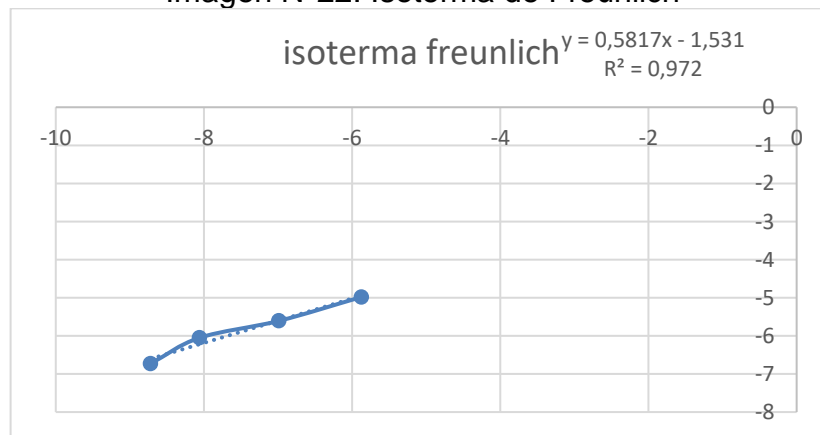
Para este apartado se realizó el proceso de adsorción con las condiciones mencionadas anteriormente, pero con diferentes concentraciones obteniéndose los siguientes resultados:

Imagen N° 21. Isotherma de Langmuir



(Elaborada por los autores, 2023)

Imagen N°22. Isotherma de Freunlich



(Elaborada por los autores, 2023)

Obteniéndose la mejor correlación para la isoterma de Langmuir lo cual nos indica que el proceso de adsorción es debido a procesos de quimiosorción, dado por fuerzas electrostáticas que crean enlaces coordinados o agosticos entre el Cr y los sitios activos de la molécula.

Ahora haciendo uso de la linealización de Langmuir podemos decir que se adsorber 1244900 m² / g adsorbente es la superficie total de la cascara de naranja por gramo de adsorbente.

$$\frac{1}{y_m} = m = b \quad y_m = \frac{1}{b} = \frac{1}{0,1152} = 8.6805 \frac{g \text{ adsorbido}}{g}$$

$$A_T = 8.6805 \frac{g \text{ adsorbido}}{g} * \frac{1 \text{ mol Cr}}{51.9961 \text{ g Cr}} * \frac{6,023 * 10^{23} \text{ moleculas Cr}}{1 \text{ mol Cr}}$$

$$= 1,0055 * 10^{23} \text{ moleculas Cr/g}$$

$$\text{\AA} = \frac{118 \text{ \AA}^2}{1 \text{ atomo Cr}} * \frac{10^{-20} \text{ m}^2}{\text{\AA}^2} * \frac{1.0055 * 10^{23} \text{ atomos de Cr}}{g \text{ carbon adsorbente}}$$

$$= 1244900 \frac{\text{m}^2}{g \text{ adsorbente}}$$

6.3 Fase 3

Esta fase gira entorno al diseño y elaboración de planes de sesión del aprendizaje que permita la adquisición de conocimientos científicos, tecnológicos y ambientales de los operarios de Curtidos la Sabana Ltda; es importante tener en cuenta que la adquisición de dichos conocimientos requiere de interés, esfuerzo y dedicación, por lo que se recomienda un acompañamiento integral y trabajar de manera constante para lograr a cabalidad nuestros objetivos.

6.3.1 Generación de planes de sesión y recopilación de las experiencias de los participantes (operarios) en cuanto a las relaciones que han tenido con el fenómeno.

Antes de la elaboración de los planes de sesión del aprendizaje, se diseñaron entrevistas semiestructuradas que recogieran algunas experiencias iniciales de los operarios (Anexos G y H). El primero de ellos es una entrevista abierta con el fin de tener un acercamiento con el entrevistado para poder obtener información de primera mano, buscando hacer una caracterización general de los operarios de la

Curtidos la Sabana Ltda. Así mismo, se consideran en él las experiencias de aprendizaje de cada uno de los trabajadores y el modo como llego a ellas. Por su parte Gutiérrez et al. 2018 hace referencia a que la entrevista abierta brinda «la finalidad de tener un acercamiento más estrecho con el informante, permitiendo que su narrativa este llene de expresiones tanto objetivas como subjetivas para adentrarse en las abstracciones de los mismos.»

El segundo instrumento indaga sobre el nivel o grado de conocimiento que tienen los operarios en torno al adecuado uso de los equipos, los elementos de protección personal, la manipulación y el almacenamiento de reactivos químicos y el tratamiento tecnológico de la empresa para mitigar la contaminación de las aguas durante el proceso del curtido. En una aplicación posterior permitirá tomar las medidas necesarias para realizar una aproximación educativa y formativa con miras a una capacitación óptima y eficiente.

6.3.2 Planes de sesión del aprendizaje

Se tomó la decisión de diseñar planes de sesión tomando como punto de partida la suscitación y motivación de los operarios que provoque en los mismo preguntas en torno un fenómeno o proyecto interesante, sin embargo, no se siguieron propuestas ya elaboradas o parámetros regulatorios porque la unidad como hipótesis de trabajo se puede elaborar de acuerdo a las personas implicadas en el proceso y a la gestión del mismo (González et al. 2002):

Tabla N°9. Diseño de plan de sesión

TITULO	Conociendo mi entorno laboral y las buenas prácticas de manufactura.
	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acompañar la formación autodirigida de los operarios de Curtidos la Sabana Ltda., en cuanto a las buenas prácticas de manufactura y a la manipulación adecuada a los reactivos, demostrando al mismo tiempo las mejores tecnologías y

<p style="text-align: center;">OBJETIVOS</p>	<p>científicas que se pueden proponer para el cuidado personal.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una serie de actividades que permiten abordar los diferentes contenidos propuestos. • Promover mediante un taller la salud y seguridad de los trabajadores, implementando políticas de higiene y seguridad industrial. • Evaluar los contenidos de las temáticas que fortalecen las habilidades procedimentales y actitudinales de los operarios • Diseñar una cartilla didáctica que incentive la formación permanente de los adultos en cuestión.
<p style="text-align: center;">JUSTIFICACIÓN</p>	<p>En el mejoramiento de las prácticas de manufactura, junto con la incorporación de nuevos métodos tecnológicos para mejorar la producción y mitigar el impacto ambiental se hace indispensable hacer una intervención de naturaleza andragógica que contemple la posibilidad de educar y alfabetizar a los adultos en estos aspectos mencionados, para ello se hace una propuesta didáctica que permita generar experiencias</p>

	transformadoras en torno a un fenómeno de estudio (mitigación de cromo).
--	--

(Elaborada por los autores, 2023)

A continuación, se presenta la propuesta en forma de plan de sesión conformado por seis sesiones diseñadas para la adquisición significativa de los saberes.

Tabla N°10. Guion temático del plan de sesión.

Guion temático	Dentro de los planes de sesión propuestos, se guiará el aprendizaje de las buenas prácticas de manufactura y la correcta manipulación de reactivos en pro del cuidado ambiental.
Correspondencia curricular	Educación para adultos-Andragogía.
Docentes	María Paula Sánchez, Fabián Villamil y Jair Pérez.
Tiempo aproximado	4 sesiones-1 hora y 30 minutos.
Núcleo temático	BPM y tecnologías ambientales en la industria.

Subtemas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conociendo la curtiembre. 2. ¿Qué son los elementos de protección personal? – Las buenas prácticas de manufactura. 3. Procesos del curtido que contaminan el agua-Metales pesados. 4. ¿Se puede captar y remover el cromo?
-----------------	--

(Elaborada por los autores, 2023)

6.3.3 Intervenciones propuestas

Se describe de forma detalladas las intervenciones según las fases propuestas, en las cuales se evidencian con detalle el tipo de actividad a realizar, el tiempo estipulado para el desarrollo de cada una, la forma de evaluar y el tipo de recursos a utilizar.

6.3.3.1 Primera intervención

En la primera sesión se hace una inmersión con los operarios en las diferentes etapas del proceso de curtido en correlación con sus funciones y actividad laborales (descripción-Anexo), ya que “La investigación permite cuestionar, reflexionar y actuar sobre el acontecer histórico y social en la medida que favorece un criterio propio, fundamentado científicamente” (Vargas, 2009, p. 158 citado en Nieto et al.2015).

El diseño se puede evidenciar en el anexo E

6.3.3.2 Segunda intervención

En la segunda sesión se propone hacer una intervención fundamentada en las formas como la curtiembre debe capacitar adecuadamente para que los operarios puedan dar cuenta del impacto ambiental o de la salud que se puede generar sino se tienen las adecuadas medidas y estrategias de prevención, en especial del uso de los elementos de protección personal.

El diseño se puede evidenciar en el anexo E

6.3.3.3 Tercera intervención

En la tercera sesión el equipo de investigación planteó un tratamiento en el laboratorio de una muestra de agua residual para poder examinar el potencial que se puede lograr al utilizar nuevas formas tecnológicas de implementación para el cuidado ambiental, tal como es la remoción de cromo. Tal conocimiento tiene la posibilidad de ser compartido con cada operario, demostrando las formas como la ciencia progresa en bien de la naturaleza y la salud humana en perspectiva con la alfabetización.

Nota Se ejecutó la captación de cromo en el laboratorio, pero no se hizo su demostración en esta sesión porque cerró la Curtidos la Sabana Ltda. Se deja como propuesta para una aplicación posterior.

El diseño se puede evidenciar en el anexo E

El plan de sesión de aprendizaje como instrumento importante para mejorar el desempeño docente y optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje; Rossi I (año).; teniendo como herramienta principal una cartilla que se centra en la alfabetización científica, tecnológica y ambiental de los operarios de Curtidos la Sabana Ltda con una reflexión hacia el cuidado de su salud. El diseño estructural de los planes de sesión se basó en los principios teórico-pedagógicos de la razón desde una perspectiva multidimensional. Abarcando tres temas: concepciones en torno a la BPM, manipulación adecuada de los reactivos químicos y actividades de retroalimentación de conocimientos; permitiéndole desarrollar sus habilidades de razonamiento y pensamiento crítico a los operarios pertenecientes a la planta.

6.3.3.4 Cuarta intervención

Finalmente, en la última sesión se diseñó una cartilla didáctica (Anexo F) con miras a evaluar el avance progresivo de cada operario en función de los nuevos saberes adquiridos, comprometiéndolos a regular su labor diaria de acuerdo con los protocolos y procedimientos de las buenas prácticas de manufactura.

Nota: Esta cartilla es útil para cualquier empresa de curtido, puesto que cuenta con apartados fundamentales para la capacitación del personal que ejecutará las labores de curtido dentro de esta industria. Es un instrumento importante que sirve como material inductivo para los operarios.

Imagen N°22. Apartados de la cartilla



(Elaborada por los autores, 2023)

Pertinencia de la cartilla

La propuesta de alfabetización científica, tecnológica y ambiental para los operarios de Curtidos la Sabana Ltda es altamente pertinente y valiosa en el contexto de la industria de curtiembres. La industria de curtiembres, aunque es crucial para la producción de cuero y productos derivados, también enfrenta desafíos ambientales y de salud significativos. La implementación de una cartilla y planes de sesión de aprendizaje específicos busca abordar estos desafíos y promover un enfoque más consciente y sostenible en el proceso de curtido de pieles.

La alfabetización científica permitirá a los operarios adquirir conocimientos fundamentales sobre los procesos bioquímicos involucrados en el curtido de pieles. Al comprender los conceptos científicos detrás de estas etapas, los operarios podrán tomar decisiones informadas y adoptar prácticas más seguras y eficientes en su trabajo. Esta comprensión les permitirá reconocer los riesgos ambientales y de salud asociados con ciertas prácticas y tomar medidas para minimizarlos.

La alfabetización tecnológica es esencial para que los operarios puedan utilizar y mantener de manera adecuada las maquinarias y equipos en la curtiembre. La tecnología desempeña un papel importante en la optimización de los procesos de producción y en la reducción del impacto ambiental. Al estar capacitados en tecnología, los operarios podrán implementar métodos y estrategias más avanzados y sostenibles en su trabajo diario.

La alfabetización ambiental es un componente esencial en esta propuesta, ya que los operarios necesitan entender cómo sus acciones afectan el entorno y cómo pueden contribuir a la protección ambiental y de la salud propia y de la población en general. Al conocer los impactos negativos que ciertos químicos y procesos pueden tener en el agua y en la salud humana, los operarios estarán motivados para adoptar

prácticas más responsables y sostenibles. Además, estarán mejor preparados para cumplir con las regulaciones ambientales y contribuir al desarrollo sostenible de la industria.

La creación de una cartilla didáctica y la implementación de planes de sesión de aprendizaje permitirán a los operarios aprender de manera efectiva y aplicar sus conocimientos en su trabajo cotidiano. Estos materiales educativos ofrecen un enfoque estructurado y organizado para la adquisición de conocimientos científicos y técnicos, lo que facilita la transferencia de habilidades y la implementación de prácticas más seguras y sostenibles.

En última instancia, la propuesta de alfabetización científica, tecnológica y ambiental es pertinente porque aborda directamente los desafíos y problemas que enfrenta la industria de curtiembres en relación con la contaminación del agua y la salud de los trabajadores. Al empoderar a los operarios con conocimientos científicos y tecnológicos, se promueve un cambio positivo en la industria, se reducen los impactos negativos en el medio ambiente y se contribuye al bienestar general de la comunidad. Esta iniciativa no solo beneficia a la empresa y a sus trabajadores, sino que también tiene un impacto positivo en la sociedad y en la sostenibilidad a largo plazo.

Resultados esperados

La aplicación de la cartilla y los planes de sesión de aprendizaje en la industria de Curtidos la Sabana Ltda podría desencadenar resultados transformadores y altamente positivos. En primer lugar, es plausible esperar una mejora significativa en las prácticas de manufactura.

Los operarios estarían más informados acerca de las buenas prácticas en el proceso de curtido, lo que potencialmente podría llevar a una reducción en la generación de desechos y en la contaminación del agua, logrando así una producción más eficiente y respetuosa con el entorno.

Además, esta iniciativa podría fomentar una mayor conciencia ambiental entre los operarios. Comprenderían cómo sus acciones afectan el medio ambiente y, en consecuencia, tomarían medidas para minimizar dicho impacto. Esto podría traducirse en una disminución de la liberación de metales pesados y productos químicos en las aguas residuales, lo que beneficiaría tanto a la comunidad como al ecosistema circundante.

Se puede anticipar según la información recolectada por la presente investigación que la aplicación de la cartilla promovería un enfoque multidimensional en la alfabetización de los operarios. A medida que procesan información científica y técnica, se estimularía su pensamiento crítico y su capacidad para tomar decisiones informadas. A través de actividades de retroalimentación y evaluación, se fomentaría la autorreflexión y el aprendizaje autodirigido, empoderándolos en su propio proceso de formación.

La integración de conocimientos científicos, tecnológicos y ambientales en la toma de decisiones laborales sería esencial, lo que contribuiría a un enfoque más holístico en sus tareas diarias. Además, la alfabetización podría conducir a cambios en las actitudes y comportamientos de los operarios. Al comprender los impactos ambientales y de salud, podrían adoptar prácticas más seguras y sostenibles, mejorando así la cultura laboral y la percepción positiva de la empresa.

Para finalizar, la aplicación de la cartilla y los planes de sesión de aprendizaje no solo proporcionaría conocimientos científicos y técnicos, sino que también podría catalizar cambios profundos en la mentalidad, actitudes y prácticas de los operarios. Este enfoque multidimensional podría desempeñar un papel fundamental en la promoción de una industria más segura, eficiente y comprometida con el cuidado ambiental, en línea con los principios del desarrollo sostenible y la responsabilidad social.

6.3.4 Retroalimentación y evaluación de conocimientos

Al final de la cartilla se elaboró una sesión en la cual los operarios van a poner a prueba todos los conocimientos adquiridos a lo largo de las intervenciones y con el uso de la cartilla.

Estas actividades buscan la obtención de información y retroalimentación a través de la participación de los operarios, quienes son los protagonistas de este proceso de enseñanza-aprendizaje.

6.3.5 Socialización de resultados

El jueves 01 de junio del 2023, se realizó un encuentro con el ingeniero Vladimir A. Fernández director de desarrollo sostenible y representante legal de la empresa Curtidos de la Sabana Ltda; en dicha socialización se dio a conocer, por medio de diapositivas con el uso de la herramienta tecnológica Google Meet online video calls, todo el tratamiento experimental que se efectuó con la muestra de agua proveniente del curtido de pieles desde la etapa de selección, recolección y clasificación del bio-adsorbente (cascaras de naranja variedad valencia) hasta las actividades de evaluación que comprende la cartilla.

Cabe aclarar que no fue posible la realización de esta socialización con los operarios pertenecientes a la empresa; puesto que, en los meses comprendidos de enero a julio, la empresa se encuentra el pico más bajo de tratamiento de pieles, por diferentes factores como la escasez de reactivos químicos o los costos tan elevados de los mismos, el incremento en el valor de las pieles, baja demanda de materia prima (piel bovina) entre otros. Por lo que en el momento no cuenta con ningún operario desempeñando sus labores de producción, a partir del mes de julio gradualmente retomarán todas las labores correspondientes a este trabajo.

Imagen N°23. Evidencias socialización

CARACTERIZACIÓN FISIQUÍMICA DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN LA CURTIDURERÍA

Se realizó el estudio planteado por Edición 17 Método Normalizado para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA-AWWA-WPC (1998)

Temperatura (°C)	Consumo de O ₂ (ppm)	DQO (ppm)	DQO (ppm)
0	0.000	0	0.000
1	30	0.004	0.007
2	60	0.008	0.014
3	90	0.012	0.021
4	120	0.016	0.028
5	150	0.020	0.035
6	180	0.024	0.042
7	210	0.028	0.049

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Temperatura (°C)	Consumo de O ₂ (ppm)	DQO (ppm)	DQO (ppm)
0	0.000	0	0.000
1	30	0.004	0.007
2	60	0.008	0.014
3	90	0.012	0.021
4	120	0.016	0.028
5	150	0.020	0.035
6	180	0.024	0.042
7	210	0.028	0.049

DQO= 27122 ppm. Límite máximo permitido según Resolución 631 del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 1200 ppm



(imágenes tomadas por los autores, 2023)

Además, el ingeniero solicitó revisar la unidad cuidadosamente para poder actuar como un par validador ya que el está inmerso en el sector del curtido de pieles por décadas, por lo cual este concepto se recibirá en el transcurso del mes de agosto y se realizarán las correcciones solicitadas para la entrega final del trabajo.

6.3.6 ¿Por qué la propuesta de alfabetización científica es favorable?

La propuesta de alfabetización científica, tecnológica y ambiental para los operarios de Curtidos la Sabana Ltda, es una iniciativa necesaria en la actualidad. La industria de curtiembres desempeña un papel importante en la producción de cuero y otros productos derivados de la piel animal. Sin embargo, también está asociada con numerosos desafíos ambientales y de salud, lo que hace que la alfabetización en estas áreas sea fundamental para garantizar un desarrollo sostenible y responsable.

La alfabetización científica permitirá a los operarios comprender los procesos en el tratamiento del cuero, lo que les brindará una visión más profunda sobre las mejores prácticas y medidas de seguridad. Al entender la ciencia detrás de cada etapa del proceso, podrán tomar decisiones informadas para minimizar los riesgos ambientales y para su propia salud y bienestar.

Por otro lado, la alfabetización tecnológica les permitirá familiarizarse con las maquinarias y equipos utilizados en la industria. Conocer cómo operar, mantener y ajustar adecuadamente estas máquinas será esencial para aumentar la eficiencia y reducir el desperdicio. Además, el uso de tecnologías más avanzadas puede llevar a la implementación de métodos de producción más limpios y sostenibles.

La alfabetización ambiental es igualmente importante, ya que les permitirá comprender el impacto que sus actividades pueden generar en el entorno que vivimos. Los operarios de curtiembres deben estar conscientes de cómo los desechos, los productos químicos y las emisiones pueden afectar la calidad del agua. Con esta conciencia, estarán mejor preparados para adoptar prácticas de trabajo que minimicen su huella ambiental.

Además, la alfabetización ambiental también implica educar a los operarios sobre las leyes y regulaciones pertinentes en materia de protección ambiental. Cumplir con estos reglamentos es esencial para evitar sanciones y para preservar el medio ambiente para las generaciones futuras.

Por lo tanto, es evidente que el planteamiento de una propuesta de alfabetización científica, tecnológica y ambiental para operarios de Curtidos la Sabana Ltda, es una inversión en la mejora de la industria y en la protección del medio ambiente. Al facilitarle a los trabajadores conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para fomentar una conciencia ambiental, se puede avanzar hacia una industria más segura, más eficiente y más respetuosa con el entorno. Esta iniciativa no solo beneficiaría a los operarios y a las empresas, sino que también contribuiría al bienestar de la comunidad y al equilibrio ecológico en general.

El entendimiento y el análisis de los procesos de aprendizaje en los adultos requiere concretamente definir el modo y las formas como se da la construcción del conocimiento de estos, para ello es indispensable considerar el contexto del aprendizaje y la interpretación como al procesamiento de la información que hacen los sujetos en torno a un fenómeno específico. De acuerdo con Lozano Rodríguez (2008) las preferencias, las expectativas, las tendencias y las disposiciones son los factores que regulan la adquisición de nuevas experiencias, en los adultos están mediadas por la utilidad y la aprehensión de nuevas experiencias.

Siguiendo la misma idea, se pretende orientar un proceso de aprendizaje que provoque en los operarios de la curtiembre una alfabetización idónea de naturaleza multidimensional. Esta se caracteriza particularmente por abarcar componentes epistémicos como no epistémicos, es decir en el aprendizaje en los adultos influyen tanto las creencias personales y las experiencias en la adquisición de nuevos conocimientos, en efecto el término "multidimensional" hace referencia a las distintas dimensiones no relacionadas con el saber científica que influyen en la

asimilación de nuevos saberes (Bybee 1997).

En definitiva, un aprendizaje idóneo en los adultos está reflejado en las formas como estos comprenden las metodologías y las nociones básicas de la ciencia, específicamente en la indagación de nuevas alternativas para fortalecer las relaciones de ciencia, sociedad y tecnología.

Sin embargo, se plantea una pregunta interesante ¿Cómo se alfabetiza a los operarios de la curtiembre cuando interactúan, conocen e indagan con respecto a un fenómeno químico particular? En este caso la Unidad didáctica genera un acercamiento previo en torno a cómo desde nuestro contexto la ciencia y la tecnología influyen, por tal razón se incluyen temáticas tales como conocer la curtiembre, además de ello también se desea que los trabajadores conozcan nuevos conceptos que a partir de sus nociones previas puedan responder a sus expectativas y disposiciones. No obstante, el punto clave se encuentra en la demostración empírica de que la ciencia es útil para la sociedad generando nuevas innovaciones y mayores cuidados en la naturaleza, esta demostración se trata simplemente de compartir con los operarios la posibilidad de remover metales pesados mediante el uso de residuos leguminosos o del uso diario para el tratamiento de aguas residuales. Pero como se mencionó desde el principio es una propuesta que se pueda desarrollar en otro proyecto investigativo.

Por otra parte, la cartilla es la guía para un primer acercamiento, en donde se pueda brindar a los trabajadores las nuevas formas de llevar a cabo buenas prácticas de manufactura en torno al mejoramiento de las tecnologías y la creación de una ciencia-industrial amigable con el ambiente y la salud humana.

Se deja como una primera visualización la implementación a futuro que se puede hacer de la propuesta y los resultados esperados:

	Experiencias concretas	Conceptualización abstracta	Observación reflexiva	Experimentación activa
Unidad didáctica	Se plantean preguntas de naturaleza no inductiva cuyas respuestas estén orientadas hacia la construcción de nuevos saberes.	A partir de nociones básicas, construir nuevos modelos bajo los principios o metodologías de la ciencia.	La indagación y el acercamiento a una formación científica, en torno a una construcción epistémica en correlación con los fenómenos de la química.	Una educación autodirigida, en donde se planteen nuevos retos y se diseñen mejores científicas y tecnológicas en el área del trabajo.

Fenómeno químico (Adsorción química)	Una comprensión inicial de cómo funciona la ciencia a través del tiempo y que estrategias son las más eficaces.	La estandarización, la medición y los procedimientos utilizados en la ciencia, adecuado al cuidado ambiental. Además, sustentados bajo la verificabilidad y la repetibilidad.	Percibir la ciencia y sus diferentes disciplinas no desde la utilidad que puedan dar sino al modo cómo se pueden responder preguntas profundas hechas por la humanidad.	Generación de nuevos métodos más efectivos y la importancia de los mismo para una mejor calidad de vida para el ser humano y la naturaleza.
Cartilla	Dar cuenta de que las buenas prácticas de manufactura hacen parte de las mejoras tecnológicas para el cuidado ambiental y de la salud humana.	Las buenas prácticas de manufactura no solamente se reducen a un solo aspecto, sino que contribuyen a que los operarios participen en nuevas innovaciones en el área de trabajo (tratamiento de aguas residuales).	La adecuada implementación de ciertas prácticas plantea nuevas preguntas de por qué la ciencia es amiga de la vida y del cuidado.	A futuro se busca que los trabajadores sigan con un trabajo autodidáctico de aprendizaje de naturaleza interdisciplinar.

(Elaborada por los autores, 2023)

7. Conclusiones

Con relación a la fase 1, la caracterización de los operarios en la manipulación de reactivos químicos en la etapa de tratamiento de cuero es esencial para garantizar la seguridad y eficacia del proceso. La comprensión de sus habilidades, conocimientos y experiencia contribuye a que los operarios implementen las medidas de prevención de riesgos, capacitación adecuada y el establecimiento de protocolos de manejo seguro. Una adecuada caracterización permite minimizar accidentes, optimizar la calidad del producto final y promover un entorno laboral seguro y saludable para todos los involucrados.

En la fase 2 de nuestro trabajo experimental, se estudió la adsorción de cromo en aguas residuales de curtido utilizando cáscaras de naranja variedad Valencia (*Citrus sinensis*). Se caracterizaron las propiedades fisicoquímicas del agua real y los estudios preliminares revelaron contenido de humedad y presencia de metales en las cáscaras. Las condiciones óptimas de adsorción fueron establecidas, logrando remociones de cromo entre 46,9985 % y 62,3312 %. Los espectros infrarrojos mostraron una disminución significativa en la intensidad de absorción, indicando la participación de grupos funcionales en la adsorción del cromo (III). Las isotermas se ajustaron mejor al modelo de Langmuir, revelando un proceso de quimisorción. La cáscara de naranja mostró una capacidad de adsorción de 1244900 m²/g. Estos resultados demuestran la eficacia del uso de cáscaras de naranja como adsorbente para la remoción de cromo (III) en aguas residuales de curtiembre. Este enfoque sostenible y de bajo costo ofrece una alternativa prometedora para tratar efluentes contaminados y contribuir a la protección ambiental.

En relación con la fase 3 la elaboración de una planes de sesión que permita orientar el grado de adquisición de conocimientos científicos, tecnológicos y ambientales de los operarios de curtiembres es una herramienta necesaria para garantizar la buena calidad de los productos terminados que se ofrecen al consumidor. Esta unidad permitirá al personal involucrado adquirir los conocimientos necesarios para realizar su trabajo de forma óptima, protegiendo al mismo tiempo el medio ambiente y su bienestar. Por otro lado, la cartilla es una excelente herramienta para capacitar al personal involucrado, ya que permitirá garantizar y mejorar la calidad de los productos terminados ofrecidos a los consumidores y cuidar la salud de cada uno de ellos. Además, esta cartilla contribuye al logro de los objetivos de la curtiembre, a partir del conocimiento técnico que los operarios alcanzarán en forma oportuna. La elaboración de material educativo que promueva el desarrollo de la alfabetización científica a nivel multidimensional es esencial para cultivar una sociedad más informada, crítica y participativa en el mundo actual, donde la ciencia y la tecnología desempeñan un papel fundamental en todos los aspectos de la vida.

Un enfoque multidimensional en la elaboración de material educativo significa abordar la alfabetización científica desde diferentes perspectivas. Esto implica no solo transmitir información sobre conceptos científicos y teorías, sino también fomentar habilidades como la observación, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el razonamiento lógico. Además, se debe incluir la dimensión práctica, que permita a los operarios de Curtidos la Sabana Ltada llevar a cabo actividades prácticas que fortalezcan su comprensión y les permitan aplicar sus conocimientos en situaciones laborales.

Un enfoque multidimensional también implica tener en cuenta la diversidad de los operarios y sus diferentes estilos de aprendizaje ya siendo adultos.

Por otra parte, el material educativo debe estar actualizado y reflejar los avances científicos y tecnológicos más recientes. La ciencia es un campo en constante evolución, por lo que el material debe ser flexible y estar abierto a revisiones para incorporar nuevos descubrimientos y conocimientos.

La alfabetización científica no solo se trata de aprender hechos y teorías, sino también de comprender el método científico y su importancia en la adquisición de conocimiento. El material educativo debe destacar la naturaleza colaborativa y abierta de la ciencia, alentando a los estudiantes a cuestionar, investigar y buscar respuestas por sí mismos.

8. Recomendaciones

Fenómeno de estudio:

Se recomienda no ajustar el pH a 5 como se sugiere en la literatura, puesto que el p_{Hc} de la cascara es de 3.04 y el pH del agua es de 3.51, de lo contrario se esperaría la generación de cargas electrostáticas de naturaleza negativa que producirían ciertas deficiencias en la adsorción.

En cuanto al porcentaje de remoción, se podría usar una masa mayor de adsorbente, específicamente de 10 g/L y se podría disminuir aún más el tamaño de partícula para aumentar el área superficial de la misma.

Por otro lado, se resalta que hubo una remoción significativa con tan solo 4 horas de tiempo de contacto y la literatura recomienda entre 12 a 24 horas, por lo cual se puede aumentar este para así mejorar la remoción de Cr, además ello, se recomienda hacer un comparativo con el método de lecho filtrante para mirar su eficiencia a la hora de remover Cr.

Indagación de las experiencias de los operarios:

Se recomienda aplicar las encuestas semiestructuradas y evaluar el impacto de la cartilla en un posterior trabajo, con la finalidad de analizar el grado de alfabetización científica, tecnológica, social y ambiental en los operarios de la Curtidos la Sabana Ltda. No se pudo llegar a este ideal porque la empresa cerró su producción en el mes de abril debido a los altos precios de los insumos y la baja demanda en cuero que tenían por el momento.

Además de lo anterior, se sugiere continuar con la aplicación de las respectivas fases propuestas en los planes de sesión para seguir con el proceso de autodirección de los operarios conforme al aprendizaje de las buenas prácticas de manufactura y a las maneras más modernas en que las curtiembres pueden disminuir el impacto ambiental utilizando tecnologías convencionales como es la captación de cromo mediante adsorción química. Ello con la intención de una mayor concientización de los procesos del curtido y una transformación de las prácticas laborales, en pro del cuidado de la salud humana y del entorno.

9. Bibliografía

- American public health association american water works association water pollution control federation. (1989). métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (17th ed.). lenore s. clesceri, wpcf, presidente arnold e. greenberg, apha r. rhodes trussell, awwa.
- Atencio huggins, a.h. (2016). metodología de la investigación científica con una perspectiva social comunitaria (pp.30). edition 1era publicado astro data editores instituto universitario de tecnología de maracaibo. zulía. venezuela isbn: 978-980-12- 8214-3.
- Bybee, a. (1997). una alfabetización científica para el siglo xxi: obstáculos y propuestas de actuación. revista investigación en la escuela, 43, 27-37.
- Daniel gil, amparo vilches (2001). alfabetización científica para el siglo xxi. investigación en la escuela, issn 0213-7771, issn-e 2443-9991, págs. 27-37: recuperado a partir de:
<https://revistascientificas.us.es/index.php/ie/article/view/7667/6782>
- Duarte, e., verbel, j. o., & jaramillo, b. e. (2009). remoción de cromo de aguas residuales de curtiembres usando quitosan obtenido de desechos de camarón. scientia et technica, 2(42).
- F. cortés, “adsorción de agua en materiales compuestos y en zeolita,” p. 116, 2009.
- Font de mora y llorens, r., el naranjo, su cultivo, explotación y comercio, editorial espasa-calpe, 1954.
- Fourez, gérard. alfabetización científica y tecnológica. buenos aires: ediciones coihue, 2010.
- Fu, c., moeller-chávez, g., & wang-de-bazúa, m. d. c. (2016). remoción de mercurio por phragmites australis empleada como barrera biológica en humedales artificiales inoculados con cepas tolerantes a metales pesados. revista internacional de contaminación ambiental, 32(1), 47-53
- G. vilardi, j. rodríguez-rodríguez, j. m. ochando-pulido, n. verdone, a. martinezferez, and l. di palma, “large laboratory-plant application for the treatment of a tannery wastewater by fenton oxidation: fe(ii) and nzvi catalysts comparison and kinetic modelling,” process saf. environ. prot., vol. 117, pp. 629 – 638, 2018.
- Gil pérez, d., vilches peña, a., praia, j., valdés, p., vital, m. l., ... & tric rico, h.

(2001). una propuesta para la transformación de las percepciones docentes acerca de la situación del mundo. primeros resultados. didáctica de las ciencias experimentales y sociales.

- González, j. luis, g. alcaraz, and g. v. angulo, “modelación del proceso de transferencia de masa en columnas de lecho fijo de la bioadsorción del cr (vi),” *culcyt//modelado*, no. 40, 2010.
- Guisasola, j., & morentin, m. (2007). ¿comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de educación?
- Gutiérrez-rico, d., almaraz-rodríguez, o. d., & bocanegra-vergara, n. (2019). concepciones del docente en sus formas de percibir el ejercicio de la investigación desde su práctica *rev.investig.desarro.innov.*, 10 (1), 149-161.doi: 10.19053/20278306.v10.n1.2019.10019
- Hernandez-sampieri, r., fernandez collado, c., & baptista lucio, p. (2014). *metodología de la investigación*. (7ª. ed). méxico d. f: mcgraw-hill
- J. n. sahu, j. acharya, and b. c. meikap, “responsé surface modeling and optimization of chromium(vi) removal from aqueous solution using tamarind wood activated carbon in batch process,” *j. hazard. mater.*, vol. 172, no. 2–3, pp. 818–825, 2009.
- J. r. gonzález, j. luis, g. alcaraz, and g. v. angulo, “modelación del proceso de transferencia de masa en columnas de lecho fijo de la bioadsorción del cr (vi),” *culcyt//modelado*, no. 40, 2010.
- K. giovanna and b. gómez, “wastewater treatment using an iron nanocatalyst supported on fique fibers,” 2016.
- Khairiah khairiah, erna frida, kerista sebayand, perdinan sinuhaji, syahrul humaidi (2021). datos sobre caracterización, modelo y tasa de absorción del carbón activado de cáscaras de plátano para absorbentes de diversos metales pesados.
- Knowes (1970) estepa, p. m. consideraciones sobre el aprendizaje de los estudiantes universitarios: teorías y modelos de aprendizaje adulto.
- E. garcía-vivas (2017). «la andragogía innovadora del siglo xxi: acción transformadora del docente universitario andragogo.», *aibi revista investig. adm. ing.*, vol. 5, n.º 2, pp. 23-28, jul.
- López, j. r., ornelas, m. l., morales, k. f., & sandoval, j. o. (2022). un acercamiento conceptual entre tres tipos de alfabetización: informática,

tecnológica e informacional. texto livre, 14.

- Lucia, b. p. o. evaluación y reducción de los niveles de cromo en muestras de aguas residuales provenientes de curtiembres, 2014.
- M. barkat, d. nibou, s. chegrouche, and a. mellah, “kinetics and thermodynamics studies of chromium(vi) ions adsorption onto activated carbon from aqueous solutions,” chem. eng. process. process intensif., vol. 48, no. 1, pp. 38–47, 2009.
- Martha lucía pinzón-bedoya, angélica maría cardona tamayo (2010). influencia del ph en la bioadsorción de cr (iii) sobre cáscara de naranja: determinación de las condiciones de operación en proceso discontinuo. bistua: revista de la facultad de ciencias básica. recuperado a partir de: <https://www.redalyc.org/pdf/903/90315226003.pdf>
- Meinardi, e. (2016). alfabetización científica: más allá del dominio de los códigos y de las competencias de leer y escribir. revista de educación en biología, 19(2), (pp. 78–84). recuperado a partir de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22486>
- Molano andrés (2015). el fomento de la alfabetización científica mediante el trabajo con estudiantes de secundaria secuencia de actividades para el desarrollo de una problemática ambiental en química. trabajo de investigación para optar al título de magister en docencia de la química. recuperado a partir de. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/266/to-17792.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Molano castro, a. m. (2015). el fomento de la alfabetización científica mediante el trabajo con estudiantes de secundaria secuencia de actividades para el desarrollo de una problemática ambiental en química.
- National research council [nrc], (2009). learning science in informal environment: people, places and pursuits. washintong, dc: national academy press.
- Nieto, n. d. l., gómez velasco, & eslava. (2015). significado psicológico del concepto investigación en investigadores: psychological meaning of the concept of «research» in researchers. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1794-99982016000100009.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1794-99982016000100009

- Reyes, y., vergara, i., torres, o., lagos, m. d., & jimenez, e. e. g. (2016). contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. ingeniería investigación y desarrollo: i2+ d, 16(2), 66-77
- Romero guanotasig, d. f. (2015). obtención de cuero gamulán con la utilización de diferentes niveles de formaldehído en combinación con sulfato de aluminio (bachelor's thesis, escuela superior politécnica de chimborazo).
- Salinas vásquez, j. v. (2014). el cuero, producción industrial y artesanal en el ecuador análisis comparativo sobre el método de producción del cuero entre las provincias de tungurahua y azuay (bachelor's thesis, universidad del azuay).
- Salvador, c. (2013). historia de la industria curtidora argentina. editorial dunken
- Salvador, c. s., & navarro, í. (2013). guía de buenas prácticas en educación inclusiva. save the children
- Saunt, james (citricultor), variedades de cítricos del mundo, editorial sinclair, valencia (españa), 1992.
- Tatiana andrea dávila-martinez, nazly efredis sanchez-peña, darwin andrés ordoñezerazo, jefferson fabian muñoz-lópez, ricardo benitez-benitez (2017). evaluación de residuos agroindustriales como biofiltros: remoción de cr (vi) en efluentes de curtiembres sintéticos. taller editorial universidad del cauca, vol.15 num.spe.
- Tejada-tovar, c., villabona-ortiz, á., & garcés-jaraba, l. (2015). adsorción de metales pesados en residuales usando materiales de origen biológico. tecnológicas, 18(34), 109-123.
- Toxfaqstm: cromo (chromium) | toxfaq | atsdr. (2016.). recuperado 2 de noviembre de 2022, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts7.html
- Umaña, c. m, (2011). diseño de un proyecto integrador que incorpora tic desde el enfoque pedagógico socio-crítico con los docentes de ciclo cuatro (4) de la institución educativa distrital eduardo umaña mendoza (doctoral dissertation, universidad de la sabana).
- Vasquez daza, l. v. d. (s. f.). las curtiembres en el barrio san benito de bogotá. un análisis bioético en la perspectiva de hans jonas [tesis maestria]. pontificia universidad javeriana.

- Wendling, j. a. e (2018). generalidades del epi 2020 y análisis de los indicadores del objetivo de salud ambiental para el caso de colombia. tecnología investigación y academia, 8(3), 23-30.
- Z. houshyar, a. baradar, and e. fatehifar, "influence of ozonation process on characteristics of pre-alkalized tannery effluents," chem. eng. j., vol. 191, pp. 59– 65, 2012.
- Zárate, m. a., rojas, c. i., & porst, j. (1993). guía técnica para la minimización de residuos de curtiembres. in guía técnica para la minimización de residuos de curtiembres (pp. 108-108).

Anexo A

FRUTAS: NARANJA, COCO, PINA, BANANO

Año de publicación	Autores	Título	Especie de cromo	Cáscara de fruta	Buscardor	Variables óptimas de adsorción (tamaño de partícula, agitación, pH, T, Dosis del adsorbente, tiempo de contacto, % Eficencia y/o remoción)	Tipos de matriz (aguas reales o)	Metodología	Ecuación de búsqueda
2015	Dávila, P., Mendoza, S., Mendoza, V., Patiño, V., Pinzón, J., Gil, P., Rondón, D.	Biosorción de metales pesados	cromo (VI)	Limón, naranja, mandarina y papaya.	LASER, Lajse	pH: 1, temperatura varía entre los 25, 40 y 60 °C, siete días /tiempo de contacto, remoción depende de la temperatura para 40°C-< 20%, 60° C- 10%	Aguas residuales	Esterilización de materia orgánica Preparación de patrones Fabricación biosorbente Caracterización de biomasa Cuantificación de contaminante	
2021	Khairiah Khairiah, Erna Frida, Kerista Sebayand, Ferdinan Sinuhaji, Syahrul Humaidi.	Datos sobre caracterización, modelo y tasa de absorción del carbón activado de cáscaras de plátano para adsorbentes de diversos metales pesados.		Cáscara de banano	Eisvier	Temperatura constante de 473°k, Tiempo de contacto varía entre 30 a 150 min, velocidad de agitación varía entre 50 a 150(rpm), pH varía entre 4 a 8		La prueba de adsorción se realizó insertando carbón activado de cáscara de plátano en 50 mL de agua contaminada con metales pesados en concentraciones iniciales (1351; 1210; 17403; y 0,210 mg/L), masa adsorbente (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 g), velocidad de agitación (50; 100; 150; 200; 250 rpm), pH (4,5;6,7,8) con adición de solución de NaOH 0,1 M y tiempo de contacto (30;60;90;120;150 min) , respectivamente. La sustancia obtenida luego se filtró con papel de filtro (marca: Whatman filter paper) para analizar los niveles de adsorción de metales pesados por el carbón activado de la cáscara de plátano mediante análisis AAS. El % de adsorción se determinó como se muestra en la siguiente ecuación. Co-Cmi×100% Co %Adsorción= (1) ConCo: Concentración inicial (mg/l) Cmi: Concentración Final (mg/l)	
2017	José Francisco Verdugo Vergara	Biosorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando las cáscaras de mandarina	cromo (VI)	cáscara de mandarina	science direct	Tamaño de partícula (menores 0,3mm; entre 0,3-0,6 mm y mayores a 0,6mm), concentración 5 ppm, agitación de dos horas , pH ideal 4,0, eficiencia de cromo 54,4%, biosorbente 20,53 mg	Aguas residuales		
2020	Riu Chan; Yueyue Shi; Jing Gu; Yazhou Wang; Haoran Yuan.	Afinidad de adsorción única y competitiva de metales pesados hacia el biocarbón derivado de la cáscara de mani y sus mecanismos en sistemas acuosos		Cáscara de mani	Scopus: Science direct	Variables adecuadas de adsorción (tamaño de partícula, agitación, pH, T, Dosis del adsorbente, tiempo de contacto, % Eficencia y/o remoción), mecanismo de adsorción y velocidad de reacción.		El proceso de adsorción utilizando biocarbón seleccionado se optimizó con respecto al pH, el tiempo de reacción, la dosis de adsorbente y la concentración inicial de metales pesados. Los datos cinéticos se ajustaron bien con el modelo PSO, y se adoptó el modelo de Langmuir para los datos de equilibrio de adsorción en ambos casos de solutos individuales y solutos mixtos para todos los metales pesados, lo que indicó que el curso de eliminación se explicaba principalmente por la adsorción en monocapa y la adsorción química. ocupó un papel importante.	
2021	Arpassom Threepanich, Pomsawai Praipipat	Efficacy study of recycling materials by lemon peels as novel lead adsorbents with comparing of material form effects and possibility of continuous flow experiment		Cáscara de limón	Web Science	Condiciones óptimas de pH: 5 y 3, temperatura varía entre 20 y 45 ° C, dosis del adsorbente y tiempo de remoción. Mecanismo y velocidad de reacción.		En este estudio se sintetizaron con éxito adsorbentes de polvo de cáscara de limón (LP) y perlas (LPB) y se caracterizó mediante XRD, FESEM-FIB, EDS, BET y FTIR. Las condiciones óptimas de LP y LPB de 50 mg L ⁻¹ de concentración de plomo fueron 4 g, 6 h y pH 5 y 3 g, 5 h y pH 5, respectivamente. Ambos adsorbentes se correspondieron con el modelo cinético de Freundlich y de pseudo-segundo orden. Los experimentos de columna de lecho fijo que representaron LPB tuvieron una alta eficiencia de eliminación de plomo con una capacidad de adsorción de 1.67 mg g ⁻¹ , y también fue una buena reutilización de más de 2 ciclos. Por lo tanto, LPB es un adsorbente potencial para aplicar posiblemente para el tratamiento de aguas residuales.	
2013	Pérez Silva, Rosa María ; Calzado Lamela, Orlindes; Cascaret Carmenaty, Dannis Adrián; Tur Naranjo, Eneyis	Adsorción de Cr(VI) por Cocos nucifera L. en residuales de Fibrocemento en Santiago de Cuba	cromo (VI)	Cocos nucifera	Web Science: redalyc	pH de 3 unidades; tamaño de partícula menor que 0,074 mm, dosis de adsorbente de 5 g.dm-3 y tiempo contacto de 1 hora. A valores bajos de concentración del metal (1,0; 1,5 y 1,84 mg.dm-3) se obtuvo porcentaje de remoción superiores a 90, sin embargo a altos valores de concentración (2,5 y 3 mg.dm-3), se obtienen valores inferiores al 90,0%.	Aguas residuales	Método analítico: se realiza por el método espectrofotométrico de la difenilcarbazida reportado en el Standard methods, basado en una reacción de oxidación-reducción entre el cromo hexavalente y la 1,5-difenilcarbazida (Uni-chem) en medio ácido para dar cromo III y 1,5-difenilcarbazona de color rojo-violeta que se lee espectrofotométricamente a una longitud de onda de 540 nm.	
2015	TEJADA TOVAR, Candelaria; QUINONES BOLANOS, Edgar; TEJEDA BENITEZ, Lesly and MARIMON BOLIVAR, Wilfredo	Absorción de Cromo Hexavalente en soluciones acuosas por cáscaras de naranja (Citrus sinensis)	cromo (VI)	Cáscara de citrus sinensis	Scopus: redalyc	Las condiciones más favorables para la adsorción de iones de Cr (VI) sobre cáscara de naranja se dieron a pH de 3 y un tamaño de adsorbente de 0,425 mm. Se comprobó que estas podrían ser usadas para remover Cr (VI) de aguas residuales de curtiembres y otras industrias.		La caracterización de los grupos funcionales de las cáscaras se llevó a cabo mediante análisis elemental y espectroscopia de infrarrojo. La determinación de la concentración de Cr (VI) se realizó mediante el método de la difenilcarbazida usando un espectrofotómetro UV-vis.	

CROMO TRIVALENTE									
Año de public	Autores	Título	Especie de	Cáscara de fruta	Buscador	Variables óptimas de adsorción (tamaño de partícula, agitación, pH, T, ...)	Tipos de matriz	Metodología	Ecuación de búsqueda
2022	Rahman, Obydur; Rahman, Md. Mahmudur; Manruzzaman, Mohd	Removal of dye and heavy metals from industrial wastewater by activated charcoal-banana rachis cellulose nanocrystal composites filter	Cromo (III)	Cáscara de banano	Web Science: Science direct	pH: 3 a 5, temperatura 700 °C para pirolisis de carbón, siete días /tiempo de contacto, remoción depende de la temperatura para 500 °C	Aguas residuales	En este proceso, se utilizó un adsorbente de compuestos de carbón modificado-CMC (nanocristales de celulosa de la cáscara de banano) para la eliminación del colorante naranja de metilo y cinco metales pesados, como Ni(II), Pb(II), Cr(III), Cd(II) y Co(II)), de las aguas residuales y la capacidad de absorción, la selectividad y la eficiencia de eliminación también se discutieron. La eficiencia de filtrado de las depuradoras de aguas residuales se caracterizó mediante análisis FTIR, X-RD, TGA, SEM. Finalmente, la solución de aguas residuales y las soluciones de filtrados se caracterizaron mediante técnicas UV-Vis y AAS.	"maracuya" (All Fields) OR "orange" (All Fields) OR "lemon" (All Fields) OR "mandarin" (All Fields) AND "biosorption" (All Fields) OR "sorption" (All Fields) OR "adsorption" (All Fields) AND "synthetic water" (All Fields) OR "wastewater" (All Fields) AND "heavy metals" (All Fields) OR "heavy metal" (All Fields) OR "heavy toxic metal" (All Fields) OR "chrome" (All Fields) OR "chrome (3+)" (All Fields) OR "chrome (III)" (All Fields) AND "peel" (All Fields) OR "cover" (All Fields) OR "skin" (All Fields) OR "shell" (All Fields) OR "waste fruit" (All Fields) OR "pectin rich waste fruit" (All Fields) and 2010 or 2011 or 2012 or 2013 or 2014 or 2015 (Publication Years)
2014	JUAN CARLOS MORENO-PIRAJÁN and LILIANA GIRALDO	Heavy Metal Ions Adsorption from Wastewater Using Activated Carbon from Orange Peel	Cromo (III)	Cáscara de naranja	Web Science: Hindawi	Efecto de tiempo de contacto del Cr (III) en el adsorbente para remoción entre 16 y 80 min. Condiciones: Cu (III), 25 mg L ⁻¹ , ACOF dose, 0.02 g, pH 5.0 and temperature, 298 K.		1. Treatment and preparation of sample; 2. Pore structure characterization; 3. Adsorption equilibrium isotherm; 4. Immersion enthalpy; 5.	"maracuya" (All Fields) OR "orange" (All Fields) OR "lemon" (All Fields) OR "mandarin" (All Fields) AND "biosorption" (All Fields) OR "sorption" (All Fields) OR "adsorption" (All Fields) AND "synthetic water" (All Fields) OR "wastewater" (All Fields) AND "heavy metals" (All Fields) OR "heavy metal" (All Fields) OR "heavy toxic metal" (All Fields) OR "chrome" (All Fields) OR "chrome (3+)" (All Fields) OR "chrome (III)" (All Fields) AND "peel" (All Fields) OR "cover" (All Fields) OR "skin" (All Fields) OR "shell" (All Fields) OR "waste fruit" (All Fields) OR "pectin rich waste fruit" (All Fields) and 2010 or 2011 or 2012 or 2013 or 2014 or 2015 (Publication Years)
2012	Lugo-Lugo, V.; Barrera-Díaz, C.; Ureña-Núñez, F.; Bilyeu, B. y Linares-Hernandez, I	Biosorption of Cr(III) and Fe(III) in single and binary systems onto pretreated orange peel	Cromo (III)	Cáscara de naranja	Journal of Environmental Management, 112, 120-127- Elsevier			La biosorción de iones Cr(III) y Fe(III) en cáscara de naranja molda pretratada en sistemas simples y binarios se estudió en experimentos por lotes usando una variedad de técnicas. Los resultados cinéticos mostraron una rápida tasa de biosorción de Cr(III) y Fe(III) en sistemas simples y binarios y efectos de interferencia mutua en el competitivo sistema binario Cr(III)-Fe(III). Los modelos cinéticos de segundo orden mostraron el mejor ajuste para todos los sistemas. El comportamiento de la biosorción competitiva de Cr(III)-Fe(III) fue descrito con éxito por el modelo multicomponente de Langmuir, obteniendo capacidades máximas para Cr(III) y Fe(III) de 9.43 y 18.19 mg/g respectivamente. Los resultados SEM/EDS confirmaron que los metales se adsorben en la superficie y FTIR identificó los grupos hidroxilo en los ácidos carboxílicos como sitios de unión activos.	"maracuya" (All Fields) OR "orange" (All Fields) OR "lemon" (All Fields) OR "mandarin" (All Fields) AND "biosorption" (All Fields) OR "sorption" (All Fields) OR "adsorption" (All Fields) AND "synthetic water" (All Fields) OR "wastewater" (All Fields) AND "heavy metals" (All Fields) OR "heavy metal" (All Fields) OR "heavy toxic metal" (All Fields) OR "chrome" (All Fields) OR "chrome (3+)" (All Fields) OR "chrome (III)" (All Fields) AND "peel" (All Fields) OR "cover" (All Fields) OR "skin" (All Fields) OR "shell" (All Fields) OR "waste fruit" (All Fields) OR "pectin rich waste fruit" (All Fields) and 2010 or 2011 or 2012 or 2013 or 2014 or 2015 (Publication Years)
2010	Martha Lucía Pinzón-Bedoya , Angélica María Cardona Tamayo .	"Influencia del pH en la bioadsorción de Cr(III) sobre cáscara de naranja: Determinación de las condiciones de operación en proceso discontinuo"	Cromo (III)	Cáscara de naranja	Redalyc	La influencia del pH sobre la capacidad de adsorción de cáscaras de naranja se estudió en un rango de pH de 2-6, para lo cual previamente se estableció la caracterización del bioadsorbente. Para determinar el tiempo de equilibrio para cada uno de tamaños de cáscara, se colocaron volúmenes de 200 mL de disolución acuosa, a concentración de 100 ppm de Cr(III), con 0,8 gramos de material biológico. Tamaños de partícula de: <0,300 mm.; 0,300-0,420 mm; 0,420-0,600 mm y >0,600 mm.		El procedimiento para llevar a cabo los experimentos de adsorción se realizó mediante procesos en discontinuo a temperatura ambiente. El sólido adsorbente se pesó e introdujo en un recipiente de vidrio, que previamente contenía la disolución de cromo a la concentración deseada. La mezcla se puso en contacto mediante agitación magnética, durante un tiempo determinado, correspondiendo este al tiempo de equilibrio. El pH de las disoluciones se controló mediante la adición de HCl y NaOH para garantizar un pH constante en todo momento. Luego del tiempo de adsorción, se determinó la concentración del metal presente en la fase líquida y mediante un balance de masa se dedujo la concentración de cromo atrapada por el material biológico.	"maracuya" (All Fields) OR "orange" (All Fields) OR "lemon" (All Fields) OR "mandarin" (All Fields) AND "biosorption" (All Fields) OR "sorption" (All Fields) OR "adsorption" (All Fields) AND "synthetic water" (All Fields) OR "wastewater" (All Fields) AND "heavy metals" (All Fields) OR "heavy metal" (All Fields) OR "heavy toxic metal" (All Fields) OR "chrome" (All Fields) OR "chrome (3+)" (All Fields) OR "chrome (III)" (All Fields) AND "peel" (All Fields) OR "cover" (All Fields) OR "skin" (All Fields) OR "shell" (All Fields) OR "waste fruit" (All Fields) OR "pectin rich waste fruit" (All Fields) and 2010 or 2011 or 2012 or 2013 or 2014 or 2015 (Publication Years)
2010	P Miretzky, A Fernandez Cirelli	Cr(VI) and Cr(III) removal from aqueous solution by raw and modified lignocellulosic materials: a review	Cromo (III)	Cáscara de naranja, cáscara de limón o cáscara de mandarina	National Library of medicine		Aguas residuales	El método convencional más común para la eliminación de Cr(VI) es la reducción a Cr(III) a pH 2,0 y la precipitación de Cr(OH)(3) con cal a pH 9-10. La desventaja de la precipitación es la eliminación de los desechos sólidos. La adsorción de Cr por diferentes materiales de bajo costo parece ser una opción adecuada para el tratamiento de aguas residuales. Muchos subproductos de la agricultura han demostrado ser adsorbentes de bajo costo adecuados para la eliminación de Cr(VI) y Cr(III) del agua. Los residuos lignocelulósicos, que incluyen tanto residuos de madera como residuos agrícolas, tienen una capacidad de adsorción comparable a la de otros adsorbentes naturales, pero tienen la ventaja de un costo muy bajo o nulo, una gran disponibilidad y un proceso operativo simple.	"maracuya" (All Fields) OR "orange" (All Fields) OR "lemon" (All Fields) OR "mandarin" (All Fields) AND "biosorption" (All Fields) OR "sorption" (All Fields) OR "adsorption" (All Fields) AND "synthetic water" (All Fields) OR "wastewater" (All Fields) AND "heavy metals" (All Fields) OR "heavy metal" (All Fields) OR "heavy toxic metal" (All Fields) OR "chrome" (All Fields) OR "chrome (3+)" (All Fields) OR "chrome (III)" (All Fields) AND "peel" (All Fields) OR "cover" (All Fields) OR "skin" (All Fields) OR "shell" (All Fields) OR "waste fruit" (All Fields) OR "pectin rich waste fruit" (All Fields) and 2010 or 2011 or 2012 or 2013 or 2014 or 2015 (Publication Years)

RESIDUOS AGROINDUSTRIALES									
Año de publicación	Autores	Título	Metales	Adsorbente	Buscador	Variables óptimas de adsorción (tamaño de partícula, agitación, pH, T, Dosis del adsorbente, tiempo de contacto, % Eficencia y/o remoción)	Tipos de matriz (aguas reales o sintéticas)	Metodología	Ecuación de búsqueda
2020	Jonatan M. Sánchez, Ramsés R. González, Francisco J. Blancas, Ángel Fonseca	Utilización de subproductos agroindustriales para la bioadsorción de metales pesados	cadmio, cromo, plomo, mercurio y cobre	desechos agrícolas	Scopus: redalyc		Aguas residuales industriales		
2010	García Reyes, Refugio Bernardo, Rangel Méndez, José René	Biosorción de cromo (III) a partir de materiales de desecho agrícola: caracterización, estudios de sorción-desorción, experimentos de	Mercurio, cadmio, plomo, cobre, cromo(III), níquel y	desechos agrícolas	Scopus: redalyc	varia según el metal, el pH y la capacidad de remoción	Aguas residuales industriales		
2017	tatiana andrea dávila-martínez, nazly efredis sanchez-peña, darwin andrés ordoñez-erazo, jefferson fabian muñoz-lópez, ricardo benitez-benitez	Evaluación de residuos agroindustriales como biofiltros: remoción de Cr (VI) en efluentes de curtientes sintéticos	Cromo(VI)	Cascara de banano y naranja	Scopus	Se seleccionó el material bioadsorbente teniendo como requisito el mejor estado de la biomasa lejos de la descomposición. Las cortezas fueron lavadas con agua destilada a temperatura ambiente de 23°C para remover polvo adherido y componentes solubles como taninos, resinas, reducir azúcar y colorantes. Una vez limpias, las cortezas se sometieron al proceso de secado a 120°C durante 12 h hasta obtener un peso constante de los bioadsorbentes de 300 g. Finalmente, a estos se les redujo el tamaño del material pulverizando la biomasa empleando morteros y el polvo fino derivado de la pulverización se conservó en frascos de vidrio color ámbar a temperatura ambiente.	Aguas residuales industriales	Se tomó y analizó una muestra del punto de vertimiento en los efluentes en la quebrada Mocondino, ubicada en Belén, Nariño. Municipio destacado por su alta producción en cueros y pieles a nivel nacional. Este procedimiento se realizó con base en el instructivo para toma de muestras de aguas residuales de IDEAM. Preparación de solución de Cr (VI) En cuanto a la preparación de la solución madre, el método estandarizado 7196 de la agencia de protección ambiental. Se empleó 10 mL de Difenilcarbazida al 0,5% como lo sugiere el método y se disolvió en 10 mL de acetona para prepararla. Posteriormente, se aforó 100 mL de ácido sulfúrico concentrado en un balón aforado de 200 mL con agua destilada. Finalmente, se usaron 252,4 mg de dicromato de potasio (K ₂ Cr ₂ O ₇) (Merck) y 2,5 mL de HNO ₃ (Merck) hasta aforar un matraz de 3L con agua destilada y ajustar un pH 1,5 medido en un pH- metro.	

Anexo B

Etapas de curtido propuestas por Salvador, 2013, pp. 20-21

Recorte en la recepción: En esta primera etapa se procede a recortar las partes de la piel que no serán utilizadas en el proceso de curtido (pedazos de carne) como el cuello, la cola y las extremidades, en el caso de ser piel proveniente de ganado ovino también se debe recortar la lana. Este proceso genera residuos como carnazas, grasa, sangre y en ocasiones excremento lo que aporta con carga orgánica a los residuos de la curtiembre.

Remojo: Es un proceso que consume grandes cantidades de agua que arrastran consigo tierra, cloruros y materia orgánica como sangre y estiércol. Los efluentes del proceso contienen también hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio, tensoactivos y preparaciones enzimáticas, sustancias químicas usadas durante el mismo.

Pelambre: Es un proceso que requiere ablandamiento de la piel para facilitar la eliminación de lana o pelo, por lo tanto, se utiliza grandes volúmenes de agua y cal, este proceso representa el mayor aporte de carga orgánica y eleva el pH del agua residual entre 11 y 12.

Descarne: Este es un proceso mecánico que elimina cualquier resto de carnazas y grasas que pueda quedar en la piel, dejando como resultado residuos con alta carga orgánica y humedad.

Desencalado: En este proceso se retira los restos de cal y sulfuros usados en etapas anteriores para evitar interferencias durante el curtido, para esto se utiliza ácido sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico y bórico, los cuales estarán presentes en el agua residual del proceso.

Desengrase: Para el desengrase se utilizan grandes volúmenes de agua junto a agentes tensoactivos y solventes como resultado en las descargas encontramos materia orgánica y solventes como el kerosene, monoclorobenceno y percloroetileno (en ciertos casos).

Purga: En la purga se realiza una limpieza de los poros de la piel utilizando tripsina y enzimas proteolíticas, las mismas que estarán presentes en las descargas con un pH neutro.

Piquelado: En esta etapa se prepara la piel para absorber los compuestos usados durante el curtido, en primer lugar, se utiliza cloruro de sodio para permitir que la piel soporte la acción de los ácidos sulfúrico y fórmico que se añaden posteriormente. Las descargas de este proceso presentan elevada salinidad y un pH entre 2.5 y 3.

Curtido: Este proceso es el más importante y permite que el colágeno de la piel se estabilice, para esto se emplean curtientes vegetales o minerales, siendo las sales de cromo trivalente las más utilizadas a nivel industrial. El cromo que no ha sido fijado en la piel es arrastrado por el agua generando efluentes con contenido de Cr (III) y en menor proporción de Cr (VI).

Ecurrido: Es un proceso mecánico que elimina la humedad de la piel. Su efluente es de bajo volumen, pero puede llegar a ser contaminante por la presencia de cromo.

Rebajado: Al igual que el escurrido, es un proceso mecánico que permite que la piel adquiera un grosor uniforme. Este proceso genera la mayor cantidad de residuos sólidos y es potencialmente contaminante por la presencia de cromo.

Recurtido y teñido: Es este segundo curtido se utilizan sales diferentes al cromo y curtientes sintéticos como los sintanos, para el teñido es común usar tintes con base de anilina a altas temperaturas.

Recorte y acabado: Nuevamente se da uniformidad al cuero, lo cual puede generar residuos sólidos.

Anexo C

Universidad Pedagógica Nacional							
Departamento de Química							
Trabajo de grado							
Instrumento de observación preliminar del proceso							
Nombre del observador		Jair Pérez, Fabián Villamil y María Paula Sánchez			Fecha		14/02/2023
Lugar			Hora inicio	8:30 a.m	Hora final	12:30 p.m	
Etapa	Número de operarios	Supervisor	Materiales	Reactivos	Desechos	Descripción	Observación
RIBERA	6	Ingeniero Vladimir	Palas, separadores, recipientes de almacenaje y recolección.	Agua, enzimas y detergentes	Sulfuros, cal y lodos	Tratamiento del pelambre, en donde, se elimina el pelo de la piel dentro de un contenedor llamado fulón, mediante un hinchamiento controlado empleando sulfuro de sodio (el cual se trata con una oxidación catalítica), cal, un auxiliar enzimático y abundante agua (por cada 2000 kg de piel se usan 2 m ³ de agua); durante este procedimiento se obtiene un pH alto (11 y 13), diferencia que permite la precipitación del cromo en una etapa posterior. Cada operario adiciona un reactivo químico, según un tiempo determinado.	No siempre se utilizan adecuadamente los elementos de protección personal. En algunas situaciones hay un potencial peligro de daño al no emplear correctamente herramientas de corte.
DESCARNADO	4	Ingeniero Vladimir	Herramientas de corte, puntos de anclaje y cortadora automática.	Ninguno	Carnazas y retazos de piel	6 operarios se ocupan de desacarnado de 30 a 50 pieles a diario empleando herramientas de corte como cuchillos, el cual se hace de manera manual y cuya finalidad es evitar la contaminación y degradación del material. En cuanto a las partes sobrantes de esta etapa se emplean para la elaboración de concentrados para animales, elaboración de los recubrimientos en los chorizos y otros embutidos.	Ninguna
						En una segunda etapa dos operarios se encargan del divido o mejor de adelgazamiento de la piel, esto permite una mejor absorción de los insumos químicos.	No se usan guantes, ni macasrillas.
CURTIDO	4	Ingeniero Vladimir	Contenedores fáciles de transportar, recipientes para depositar reactivos en los fulones y EP	Sulfato de amonio y bisulfito de sodio	Aguas amoniacales con enzimas.	Desencalado, el cual consiste en tratar la piel con bisulfito de sodio ahí empieza a disminuir el pH hasta valores casi entre 4 y 3.	No se usan guantes, ni macasrillas.
						En un procedimiento posterior se obtiene un pH alto (11 y 13), diferencia que permite la precipitación del cromo en una etapa posterior	No se utiliza ningún tipo de elemento de protección personal.
PIQUELADO	3	Ingeniero Vladimir	Contenedores fáciles de transportar, recipientes para depositar reactivos en los fulones y EP	Ácido fórmico/acético, sulfúrico y sales de cromo	Aguas ácidas	El piquelado, en donde se disminuye el pH con sales de cromo en presencia de ácido fórmico. Se evita utilizar NaCl por la contaminación de los cloruros.	No se utiliza ningún tipo de elemento de protección personal.
						Un operario acidifica la piel, pero contando para ello con el análisis previo hecho por el supervisor que consiste en regular el pH y controlar los grados Baumé (medidor de densidad del líquido), el olor, color etc.	Ninguna
POST-CURTIDO	5	Ingeniero Vladimir	Soplador automático, barómetro, equipo de ventilación, y equipo de teñido o aplicación de colorantes.	Formato de sodio, analina y sulfato de cromo	Aguas ácidas con cromo	Tamiz estático para retener ciertos sólidos presentes en el agua residual y un soplador para incorporar aire a baja presión para acelerar la reacción oxidativa de los sulfuros en las aguas con el sulfato de manganeso (0,2 kg/m ³), la cual dura aproximadamente ocho horas.	Ninguna
						Tratamiento en un tanque de homogenización que funciona con equipo de ventilación acoplado a un tubo de Venturi. Tres operarios se encargan de esta fase.	No se utiliza ningún tipo de elemento de protección personal.
ACABADO	6	Ingeniero Vladimir	Cortadora automática, herramientas de corte, y secadores	Ligantes acrílicos, cera y pigmentos	Residuos sólidos, solventes, keratina y colágeno	Al final de toda esta serie de transformaciones se obtiene un alto contenido de nitrógeno en forma de keratina, cuya cantidad aproximada es de 240 kg por cada 150 pieles tratadas y colágeno después del tamizado y almacenamiento en un tanque de oxidación.	Ninguna
						En esta última etapa 3 operarios se encargan del control de la temperatura para la deshidratación. Posteriormente, dos operarios extienden las pieles para un secado a temperatura ambiente.	Ninguna

Anexo D

Caracterización fisicoquímica del agua real proveniente de la etapa de curtido

A. pH



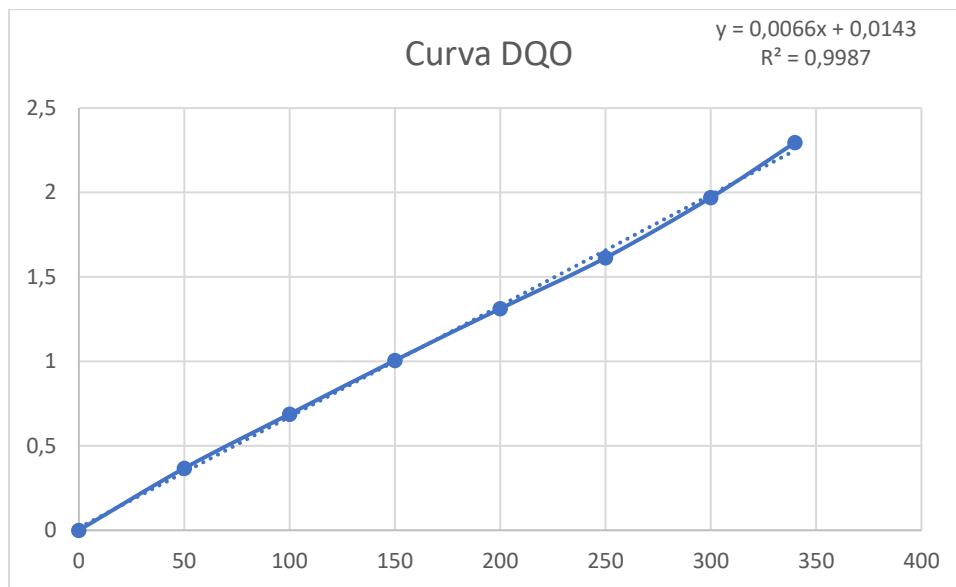
el pH de la muestra de agua real proveniente de la etapa de curtido es de 3.51

B. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

se utilizará el método planteado por Edición 17 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA-AWWA-WEF (1989) método espectrofotométrico.

Para la curva de calibración se parte de un patrón de Biftalato de potasio [1000] ppm de O_2 , posterior dilución hasta concentraciones finales de 50, 100, 150, 200, 250, 300 ppm de O_2 se toman 1 mL de cada patrón y se le agregan 0.7mL H_2O destilada, 0.8mL K_2CrO_7 , 2.5mL H_2SO_4 posterior digestión y genera curva de calibración con los datos obtenidos de la lectura del espectrofotómetro

DQO			
Patrón	Concentración (ppm)	ABS	Δ ABS
blanco	0	2,391	0
1	50	2,024	0,367
2	100	1,703	0,688
3	150	1,385	1,006
4	200	1,079	1,312
5	250	0,7775	1,6135
6	300	0,4212	1,9698
7	340	0,0949	2,2961



Se realiza triplicado de la muestra con una dilución de 0.5 mL/5 mL y se obtienen los siguientes resultados.

Muestra	ABS	Δ ABS	Concentración (ppm) diluida	concentración (ppm) sln madre
Blanco	2,391			
m1 0,5/5	0,611	1,780	267,5303	2675,3030
m2 0,5/5	0,514	1,877	282,2273	2822,2727
m3 0,5/5	0,625	1,766	265,4091	2654,0909
Promedio			271,7222	2717,2222
Desviación			9,159254871	
Coeficiente de variación			0,033708155	

C. Sólidos totales (ST)

Se utilizará el método planteado por Edición 17 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA-AWWA-WEF (1989)

Se obtuvieron los siguientes resultados experimentales

Solidos totales			
capsula	masa 1 (g)	masa 2(g)	ST (ppm)
1	42,273	42,985	71200
2	28,715	29,431	71600
3	40,546	41,258	71200
4	50,665	51,379	71400
Promedio			71350
Desviación			191,48542
Coeficiente de variación			0,0026837

D. Solidos suspendidos totales (SST)

Se utilizará el método planteado por Edición 17 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA-AWWA-WEF (1989)

Se obtuvieron los siguientes resultados experimentales

Solidos suspendidos totales (SST)			
capsula	masa 1 (g)	masa 2(g)	SST
1	71,768	72,421	9600
2	67,698	68,453	9900
3	40,479	41,207	9500
4	40,876	41,53	9700
papel 1	0,656	Promedio	9675
papel 2	0,633	Desviación	170,78251
papel 3	0,557	Coeficiente de variación	0,0176519
papel 4	0,648		

E. Solidos suspendidos sedimentables (SSED)

Se utilizará el método planteado por Edición 17 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA-AWWA-WEF (1989)

Al hacer uso del cono Imhoff se obtiene el siguiente resultado experimental

Obteniéndose un valor de 150 mL/L para el agua real proveniente de curtido

F. Longitud de onda dominante

Se utilizará el método planteado por Edición 17 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. APHA-AWWA-WEF (1989)

	x	Abs	T	%T
1	435,5	0,625	0,237137	23,71374
2	461,2	0,42	0,380189	38,01894
3	544,3	0,593	0,25527	25,52701
4	564,1	0,716	0,192309	19,23092
5	577,4	0,744	0,180302	18,03018
6	588,7	0,728	0,187068	18,70682
7	599,6	0,685	0,206538	20,6538
8	610,9	0,616	0,242103	24,21029
9	624,2	0,515	0,305492	30,54921
10	645,9	0,37	0,42658	42,65795

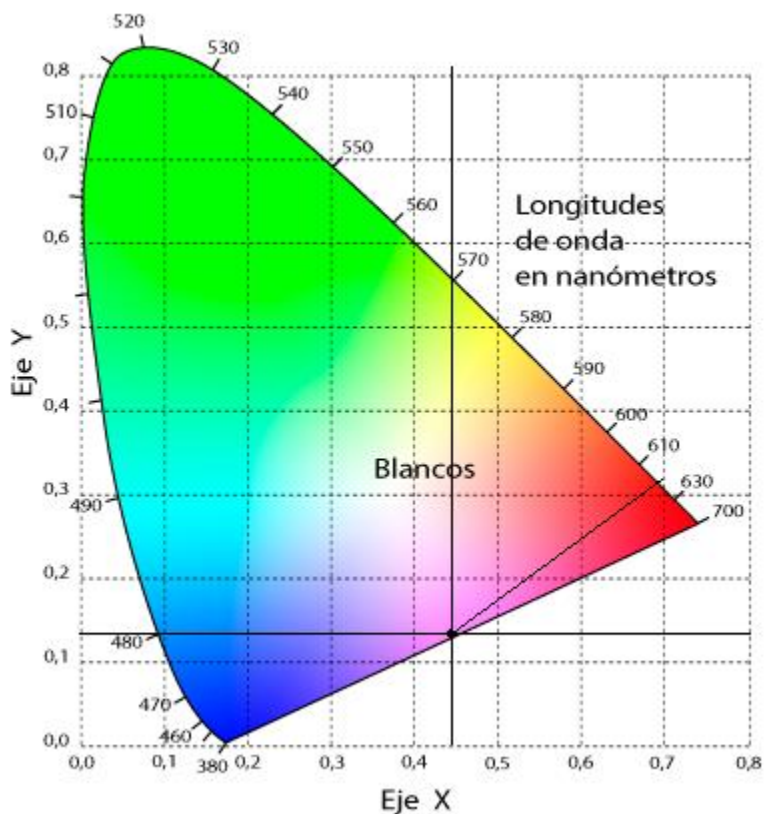
y	Abs	T	%T
489,5	0,286	0,517607	51,76068
515,2	0,363	0,433511	43,35109
529,8	0,473	0,336512	33,65116
541,4	0,57	0,269153	26,91535
551,8	0,649	0,224388	22,43882
561,9	0,707	0,196336	19,6336
572,5	0,74	0,18197	18,19701
584,8	0,21	0,616595	61,6595
600,8	0,063	0,864968	86,49679
627,3	-0,127	1,339677	133,9677

z	Abs	T	%T		
422,2	0,068	0,855067	85,50667		
432	0,03	0,933254	93,32543		
438,6	-0,013	1,030386	103,0386		
444,4	-0,06	1,148154	114,8154		
450,1	-0,19	1,548817	154,8817		
455,9	-0,157	1,435489	143,5489		
462	-0,203	1,595879	159,5879		
468,7	-0,25	1,778279	177,8279		
471,7	-0,302	2,004472	200,4472		
495,2	-0,334	2,157744	215,7744		
$\bar{x} = \sum \%T/N$	261,2988609	$\bar{y} = \sum \%T/N$	498,0716674	$\bar{z} = \sum \%T/N$	1448,75418

Factor ordinal	0,69806	Factor ordinal	0,1	Factor ordinal	0,11814
Valor triestímulo	182,4022828	Valor triestímulo	49,80716674	Valor triestímulo	171,1558188

Coefficientes tricromáticos

$\chi = \dot{x} / (\dot{x} + \dot{y} + \dot{z})$	0,45220126
$\gamma = \dot{y} / (\dot{x} + \dot{y} + \dot{z})$	0,123479066



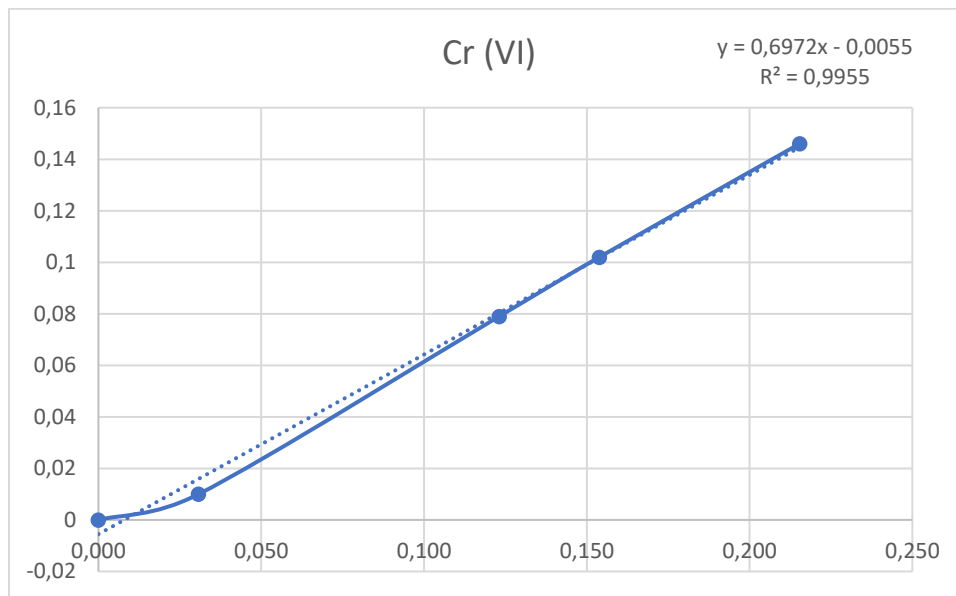
La longitud de onda dominante es de $\lambda = 620 \text{ nm}$

G. Cr (VI)

Para la cuantificación de Cr 6+ se utilizará el método planteado por Edición 22 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales 3500-Cr B. APHA-AWWA-WEF (2012) método colorimétrico con difenilcarbazida.

Se realiza curva de calibración

Patrón	V (mL) Sin stock	Concentración (ppm)	ABS
0	0	0,000	0
1	0,3	0,031	0,01
4	1,2	0,123	0,079
5	1,5	0,154	0,102
7	2,1	0,215	0,146



Muestra	ABS		Δ ABS	Concentración ppm
sin reactivos	0,581	Ab	0,026	0,0452
con reactivos	0,607	Ar		

Dado que la muestra del agua real proveniente de curtido presenta color se nos recomienda según el método "Para muestras con color, es necesario analizar un blanco de muestra leyendo la absorción de ésta a 540 nm sin adicionar los reactivos para el desarrollo del color."

Se hace uso de la ecuación

$$A_c = A_r - A_b$$

Dónde:

A_b = Absorbancia de la muestra sin los reactivos

A_r = Absorbancia de la muestra con los reactivos

A_c = Absorbancia de la muestra (corregida)

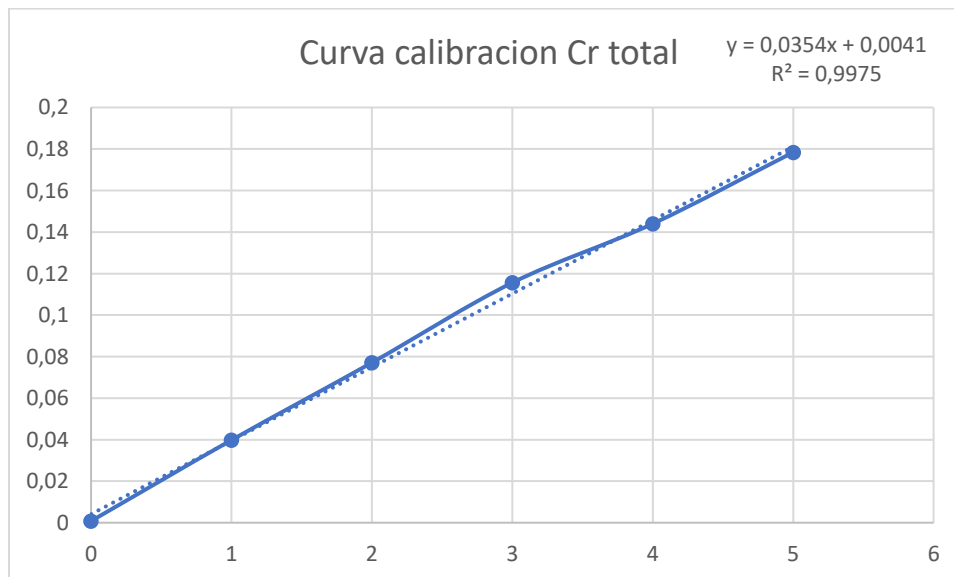
Edición 22 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales 3500-Cr B. APHA-AWWA-WEF (2012)

H. Cromo total

Para la cuantificación de Cr total se utilizará el método planteado por Edición 17 Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales 3111 DETERMINACIÓN DE METALES POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DE LLAMA* (1989)

Se realizo curva de calibración

Cr total		
Patrón	Concentración (ppm)	ABS
blanco	0	0,0008
1	1	0,0398
2	2	0,0771
3	3	0,1156
4	4	0,144
5	5	0,1784



Muestra con dilución	ABS	Concentración (ppm)
1/250 A	0,1571	4,322
1/250 B	0,1492	4,099
	promedio en 1 mL	4,210
	en la solución madre	1052,6130

I. Cr (III)

No existe método estandarizado para la cuantificación de la especie de cromo trivalente por eso se realiza a través de una diferencia entre las especies de Cr cuantificadas

Cr total (ppm)	Cr (VI) (ppm)	Cr (III) (ppm)
1052,613	0,0452	1052,568

Adsorción

A. Análisis previo a las cascaras de naranja

Humedad:

Se realiza la determinación del agua presente en las cascaras pulverizadas

E3						
%humedad total						
	masa cap (g)	masa adsorbente (g)	cap+ ads (g)	M3 (g)	masa agua (g)	% humedad
1	38,089	0,513	38,602	38,554	0,048	9,35672515
2	27,711	0,558	28,269	28,216	0,053	9,49820789
3	28,717	0,519	29,236	29,186	0,05	9,63391137
				promedio	0,0503	9,4963
				promedio	0,0503	
				Desviación	0,002517	
				Coeficiente de variación	0,049999	

Cenizas totales:

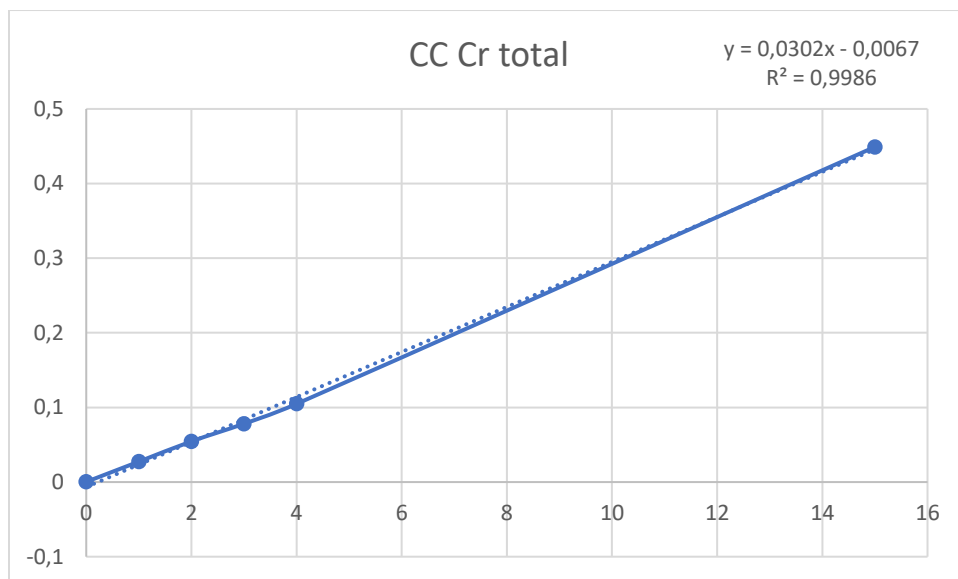
Cenizas			
ABS	ppm Cr	Masa adsorbente (g)	% m/m g metales/g muestra
0,0119	0,61589404	0,513	0,00132063

B. Adsorción de Cr (III) sobre cascaras de naranja

En primer lugar, se verifico la concentración de la solución madre a través de la lectura de la disolución S1

Se realiza curva de calibración previa a la lectura

Patrón	Concentración (ppm)	ABS
blanco	0	0,0003
1	1	0,0274
2	2	0,0545
3	3	0,0782
4	4	0,1048
7	15	0,4491



Se realiza lectura del triplicado de la dilución 20.85 ml/ 250 mL

Muestra	ABS	ppm Cr	ppm Cr en 10 mL
S1A	0,1976	6,764900662	84,5612583
S1B	0,2059	7,039735099	87,9966887
S1C	0,194	6,645695364	83,0711921
		promedio	85,2097
		desviación	2,525965
		coeficiente de variación	0,029644

Se obtiene un resultado de 85.2097 ppm de Cr para la disolución S1 al aplicar factor de dilución se obtiene que la concentración real de Cr en el agua real proveniente de curtido al momento de realizar la lectura es de 1021.699 ppm de Cr, la diferencia con el valor reportado de Cr total

(1052.613 ppm) se puede deber a la absorción de los residuos de cuero presentes en el agua, que se compone principalmente de colágeno el cual puede interactuar con el Cr formado un compuesto organometálico, el cual queda en los solidos suspendidos de la solución y no en la solución mencionada.

En la siguiente tabla de muestran los resultados obtenidos del proceso de adsorción, en los cuales se usaron diluciones de 0.8 mL/10 mL

Adsorción de Cr en cascara de naranja según tipo de maduración								
		Masa adsorbente (g)	V (mL) S1	ABS	ppm Cr	ppm Cr en 10 mL	Cr ppm inicial	% remoción
E1	a	0,1010	25	0,1106	3,0085	37,6059	85,2097	55,8666
	b	0,1070		0,1044	2,8333	35,4167		58,4359
	c	0,1000		0,1049	2,8475	35,5932		58,2287
E3	a	0,1000		0,1152	3,1384	39,2302		53,9604
	b	0,1030		0,095	2,5678	32,0975		62,3312
	c	0,1030		0,1059	2,8757	35,9463		57,8143
E4	a	0,1020		0,1289	3,5254	44,0678		48,2831
	b	0,1040		0,132	3,6130	45,1624		46,9985
	c	0,1010		0,1315	3,5989	44,9859		47,2057

promedio	57,5104
desviación	1,4273
coeficiente de variación	0,0248
promedio	58,0353
desviación	4,1898
coeficiente de variación	0,0722
promedio	47,4958
desviación	0,6897
coeficiente de variación	0,0145

Se observa que si hubo adsorción del Cr (III) sobre la cascara de naranja con las condiciones anteriormente especificadas, con un % de remoción superior al 46.99% haciendo uso de 0.1 g promedio del adsorbente, para determinar cual estado de maduración es el mas eficiente para remover el Cr se realiza análisis de varianza a los datos obtenidos

Análisis de varianza de un factor				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
E1	3	172,5311564	57,51038547	2,03723985
E3	3	174,1058691	58,03528968	17,55437889
E4	3	142,487297	47,49576566	0,475680336

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	211,6497009	2	105,8248505	15,820492	0,004050147	5,14325285
Dentro de los grupos	40,13459815	6	6,689099692			
Total	251,7842991	8				

Dado que el F es superior al F crítico con un porcentaje de confianza del 95% se puede concluir que hay diferencias significativas entre los grupos de datos. Además, al hallar los promedio del % de remoción se puede afirmar que el estado de maduración 3 es el mas eficiente para la remoción de Cr de las aguas reales provenientes de la etapa de curtido

% remoción		
56,8777	promedio	61,1350
63,3672		
63,1600		
58,8917	promedio	62,9666
67,2626		
62,7456		
53,2145	promedio	52,4271
51,9298		
52,1370		

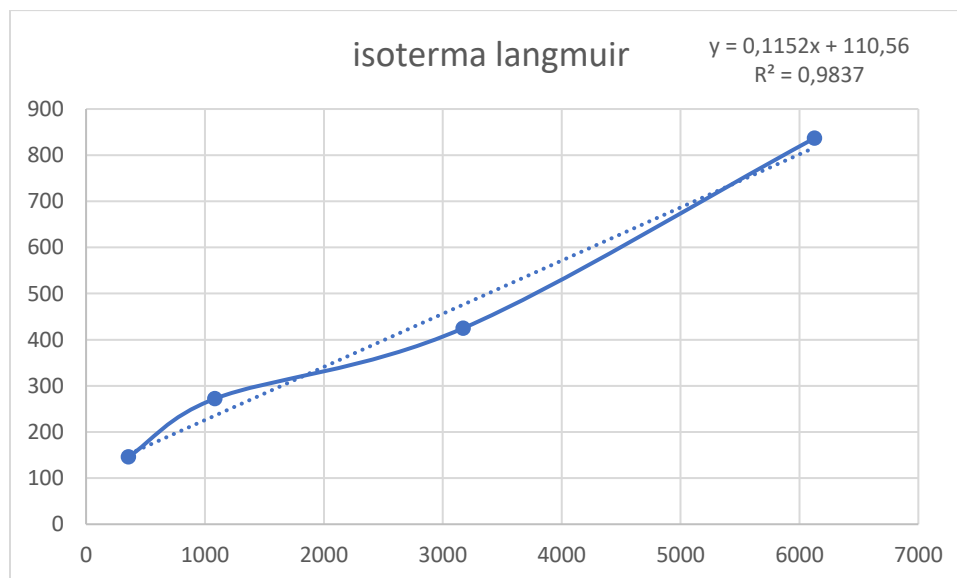
Isotermas

Para este apartado se realizo el proceso de adsorción con las condiciones mencionadas anteriormente, pero con diferentes concentraciones obteniéndose los siguientes resultados

isotermas									
solución	E3	Masa adsorbente (g)	concentración Cr	V (mL) solución madre	ABS	ppm Cr	ppm Cr en 10 mL	ppm de Cr adsorbido	g de Cr adsorbido
s2	a	0,1	214,5570	5,25	0,3459	11,6755	145,9437	68,6133	0,00068613
s3	b	0,103	85,8228	2,1	0,1092	3,8377	47,9719	37,8509	0,00037851
s4	c	0,104	40,8680	1	0,0329	1,3113	16,3907	24,4773	0,00024477
s5	d	0,1	20,4340	0,5	0,0138	0,6788	8,4851	11,9489	0,00011949

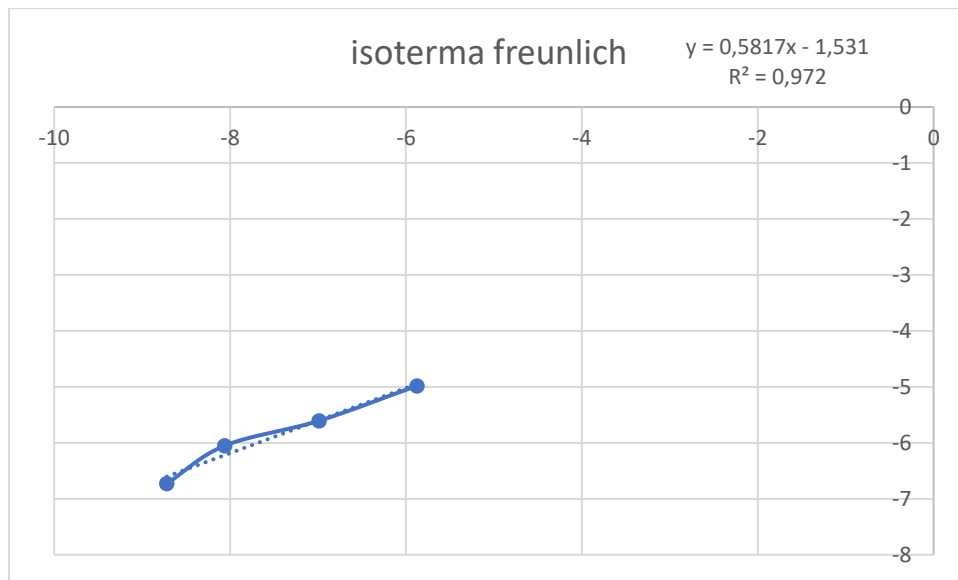
Ahora se realiza la linealización de Langmuir

y adsorbidos/ g de adsorbente)	C (mol/L)	1/y	1/c
0,006861327	0,00280682	145,744399	356,275036
0,003674848	0,000922605	272,120075	1083,88764
0,002353583	0,00031523	424,884024	3172,28731
0,00119489	0,000163187	836,897208	6127,93061



Posteriormente la linealización de Freundlinch

Ln y	Ln C
-4,9818544	-5,875703
-	-
5,60624342	6,98830952
-	-
6,05181625	8,06220816
-	-
6,72970125	8,72061239



Obteniéndose la mejor correlación para la isoterma de Langmuir lo cual nos indica que el proceso de adsorción es debido a procesos de quimiosorción, dado por fuerzas electrostáticas que crean enlaces coordinados o agosticos entre el Cr y los sitios activos de la molécula.

Ahora haciendo uso de la linealización de Langmuir podemos decir que se adsorber 1244900 m² / g adsorbente es la superficie total de la cascara de naranja por gramo de adsorbente

$$\frac{1}{y_m} = m = b \quad y_m = \frac{1}{b} = \frac{1}{0,1152} = 8.6805 \frac{g \text{ adsorbido}}{g}$$

$$A_T = 8.6805 \frac{g \text{ adsorbido}}{g} * \frac{1 \text{ mol Cr}}{51.9961 g \text{ Cr}} * \frac{6,023 * 10^{23} \text{ moléculas Cr}}{1 \text{ mol Cr}}$$

$$= 1,0055 * 10^{23} \text{ moléculas Cr/g}$$

$$\text{Å} = \frac{118 \text{ Å}^2}{1 \text{ atomo Cr}} * \frac{10^{-20} m^2}{\text{Å}^2} * \frac{1.0055 * 10^{23} \text{ atomos de Cr}}{g \text{ carbon adsorbente}} = 1244900 \frac{m^2}{g \text{ adsorbente}}$$

Anexo E

Fase 1

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA LICENCIATURA EN QUÍMICA PLAN SESIÓN N.1			
PROFESOR DE PRE-SERVICIO: Fabian Villamil TEMA: Conociendo la curtiembre LUGAR: Curtidos la Sabana Ltda PROFESOR ASESOR: Dora Luz Gómez			
LOGRO: Al final de la sesión, se determinará el nivel de comprensión que tienen los operarios frente a los procesos desarrollados en la curtiembre. INDICADORES DE LOGRO: <ul style="list-style-type: none"> • Los operarios serán capaces de diferenciar y distinguir cada proceso. • Los operarios podrán compartir sus experiencias y continuar en la indagación de las buenas prácticas en la industria 			
¿Qué actividades desarrollarán sus alumnos en la clase?	¿Cuánto tiempo esperas pasar por actividad?	¿Cómo evaluará el desempeño de sus operarios?	¿Qué tipo de recursos utilizará?
1. Los docentes harán una presentación inicial, explicando qué procesos se llevan a cabo en una curtiembre.	7– 10 minutos	Los operarios escucharán atentamente, mientras dure la presentación.	Mapa de procedimientos y Diapositivas
2. Se hará un recorrido del lugar de trabajo, el gerente de la empresa enseñará cómo funciona cada sistema y proceso de su curtiembre	30 minutos	Cada operario irá demostrando en qué consiste cada proceso una vez que se lo pida el gerente.	Ninguna-Solamente se deja la descripción en el anexo D
3. Los docentes en formación mostrarán un diseño 3D de cómo funciona la industria de Curtidos la Sabana Ltda, explicando con detalle las zonas y las buenas prácticas que se deben hacer allí (Esto queda	50 minutos	Los operarios podrán hacer intervenciones continuas y tendrán la posibilidad de interactuar con el diseño 3D	Diapositivas y folletos impresos.

Anexo E

plasmado en la cartilla)			
	<ul style="list-style-type: none"> • Las reflexiones del profesor de pre-servicio sobre cada clase deben incluirse en la cartera, de acuerdo con las instrucciones del asesor. • Si tiene operarios de educación inclusiva, anote las estrategias, materiales y evaluación específicas de aprendizaje y enseñanza que considerará aplicar especialmente con ellos. • Incluya la bibliografía que consultó para su clase. 		

FASE 2-

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA LICENCIATURA EN QUÍMICA PLAN SESIÓN N.2			
PROFESOR DE PRE-SERVICIO: Fabián Villamil y María Paula Sánchez TEMA: ¿Qué son los elementos de protección personal? -Las buenas prácticas de manufactura LUGAR: Curtidos la Sabana Ltda PROFESOR ASESOR: Dora Luz Gómez			
LOGRO: Al final de la sesión, se evaluará el grado de conocimientos con respecto al adecuado uso de los elementos de protección personas y a las adecuadas prácticas de manufactura. INDICADORES DE LOGRO: <ul style="list-style-type: none"> • Los operarios serán capaces de diferenciar y comparar en qué momento dado se utilizan ciertos elementos de protección personal. • Los operarios podrán compartir sus experiencias y continuar en la indagación de las buenas prácticas en la industria 			
¿Qué actividades desarrollarán sus alumnos en la clase?	¿Cuánto tiempo esperas pasar por actividad?	¿Cómo evaluará el desempeño de sus operarios?	¿Qué tipo de recursos utilizará?
1. Los docentes compartirán un vídeo acerca de los elementos de protección personal y harán las respectivas preguntas al respecto.	7– 10 minutos	Los operarios escucharán atentamente, mientras dure la presentación.	¿Qué es el Equipo de Protección Personal? - YouTube Cartelera mostrando los implementos de seguridad

Anexo E

<p>2. Cada docente explicará con detalle la importancia de cada elemento de protección personal, exponiendo función y protección que brinda</p>	<p>30 minutos</p>	<p>A cada operario se le pedirá que haga una demostración de cómo se usa cada implemento y se le pedirá una explicación.</p>	<p>Se tomarán prestados elementos de la empresa o de la Universidad para la demostración.</p>
<p>3. Los docentes en formación mostrarán mediante una presentación acerca de las buenas prácticas de manufactura en la industria, en especial de la curtiembre.</p>	<p>50 minutos</p>	<p>Los operarios podrán hacer intervenciones continuas.</p>	<p>Diapositivas y cuento del buen uso de los elementos de protección.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • Las reflexiones del profesor de pre-servicio sobre cada clase deben incluirse en la cartera, de acuerdo con las instrucciones del asesor. • Si tiene operarios de educación inclusiva, anote las estrategias, materiales y evaluación específicas de aprendizaje y enseñanza que considerará aplicar especialmente con ellos. • Incluya la bibliografía que consultó para su clase. 	

Fase 3

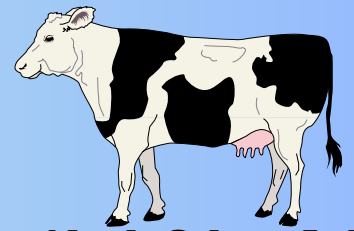
<p>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA LICENCIATURA EN QUÍMICA PLAN SESIÓN N.3</p>
<p>PROFESOR DE PRE-SERVICIO: Fabián Villamil y María Paula Sánchez TEMA: Procesos del curtido que contaminan el agua-Metales pesados LUGAR: Curtidos la Sabana Ltda PROFESOR ASESOR: Dora Luz Gómez</p>
<p>LOGRO: Cada operario estará en la capacidad de hacer una descripción de las sustancias que contaminan el agua, en particular de los metales pesados, y cómo es posible mitigar su impacto mediante su mitigación química. INDICADORES DE LOGRO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los operarios serán capaces de diferenciar y comparar en qué momento dado se utilizan ciertos elementos de protección personal.

Anexo E

<ul style="list-style-type: none"> Los operarios podrán compartir sus experiencias y continuar en la indagación de las buenas prácticas en la industria 			
¿Qué actividades desarrollarán sus alumnos en la clase?	¿Cuánto tiempo esperas pasar por actividad?	¿Cómo evaluará el desempeño de sus operarios?	¿Qué tipo de recursos utilizará?
1. Se explicará con detalle qué es un metal pesado y en que productos se encuentran.	10– 20 minutos	Los participantes indagarán en qué materiales primas de la empresa se podrían encontrar.	Materias primas, tales como sulfato de cromo y ácido fórmico en fichas ilustrativas.
2. Se presentará los resultados de mitigación de cromo con cáscara de naranja, se explicará con detalle los pros y los contras en el tratamiento, especificando la eficiencia.	50 minutos	A cada operario podrá hacer las respectivas preguntas acerca de lo que se hizo	Diapositivas y algunos materiales que se usaron en el laboratorio (Familiarizarlos con algunas técnicas científicas). Fotografías del proceso experimental. Simulación del laboratorio.
3. Se explicará con detalle las nuevas técnicas que pueden emplearse en las industrias para el tratamiento y purificación de aguas.	10 minutos	Los operarios podrán relatar sus experiencias.	Diapositivas, videos demostrativos.
	<ul style="list-style-type: none"> Las reflexiones del profesor de pre-servicio sobre cada clase deben incluirse en la cartera, de acuerdo con las instrucciones del asesor. Si tiene operarios de educación inclusiva, anote las estrategias, materiales y evaluación específicas de aprendizaje y enseñanza que considerará aplicar especialmente con ellos. Incluya la bibliografía que consultó para su clase. 		



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL



Curtidos la Sabana Ltda.

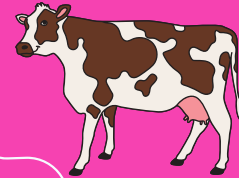
CARTILLA ILUSTRATIVA, PROCESO DE CURTIDO



FABIAN ORLANDO VILLAMIL RUIZ
GEIBER JAIR PÉREZ
MARÍA PAULA SÁNCHEZ SÁNCHEZ

DORA LUZ GOMEZ AGUILAR
DR. DESARROLLO SOSTENIBLE

Tenemos los
mejores cueros
para tus
productos

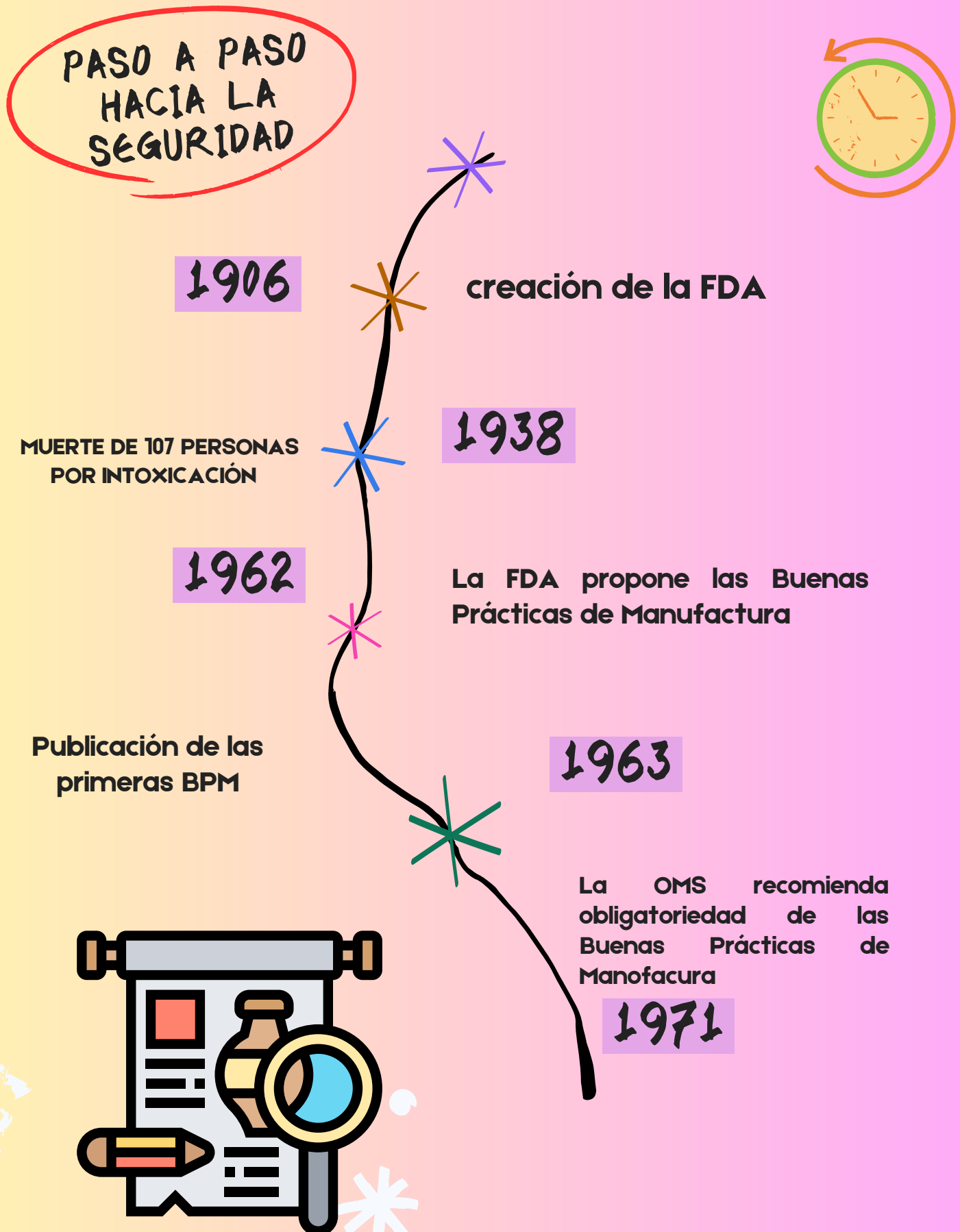


UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
LICENCIATURA EN QUÍMICA



- * LA MEJOR METODOLOGÍA EN PRODUCCIÓN
- * PROCESOS, EFICIENCIA Y EXCELENTE CALIDAD
- * OPERARIOS BIEN CAPACITADOS

ORIGEN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

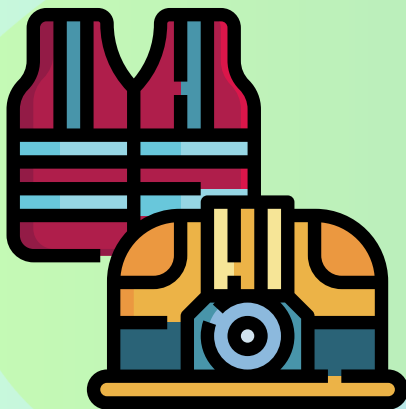


BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA



- GARANTIZAN QUE LOS PRODUCTOS Y PROCESOS CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES SANITARIAS REQUERIDAS.

- CONSTITUYEN PROCEDIMIENTOS, MÉTODOS Y POLÍTICAS QUE ESTABLECEN UNA GUÍA PARA LOS OPERARIOS.



- IMPLEMENTACIÓN EFECTIVA DE NORMAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD.
- CUALQUIER EMPRESA DEBE IMPLEMENTAR LAS RECOMENDACIONES SEGÚN EL TIPO DE EMPRESA



BPM



ELEMENTOS CLAVE

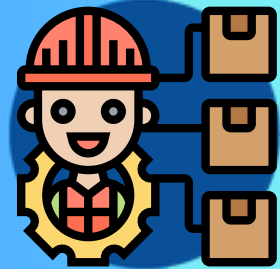
1

Comprender las funciones de cada proceso y asumir su responsabilidad.



2

Especificaciones claras en cada fase de la producción.



3

Previamente documentados, verificados, sencillos y coherentes.



4

Directrices para ejecutar procesos críticos.



5

Limpieza y calibración de la maquinaria constantemente.



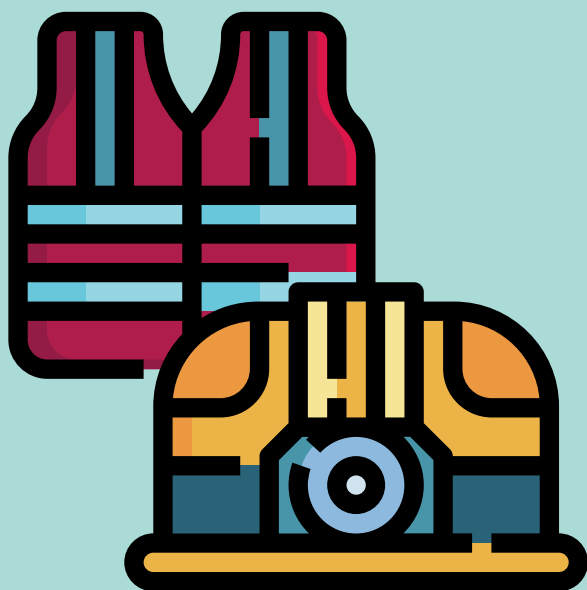
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN



ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL

¿POR QUÉ SON IMPORTANTES?

LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, TIENE COMO FUNCIÓN PROTEGER LAS DIFERENTES PARTES DEL CUERPO; PARA EVITAR QUE UN TRABAJADOR TENGA CONTACTO DIRECTO CON FACTORES DE RIESGO QUE LE PUEDEN OCASIONAR UNA LESIÓN O ENFERMEDAD.



GASCO



GAFAS



GUANTES



BOTAS



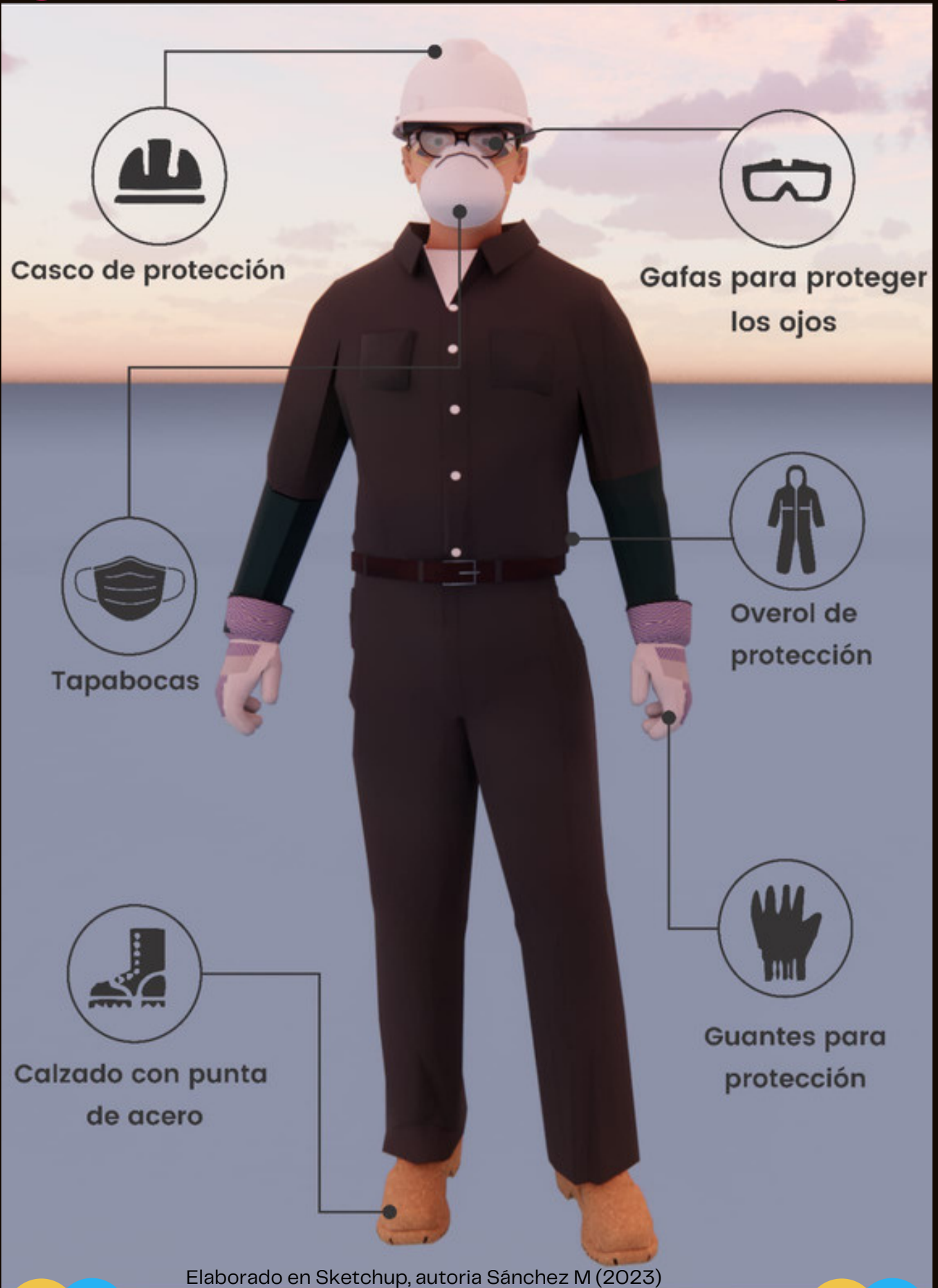
MASCARILLA



MASCARA

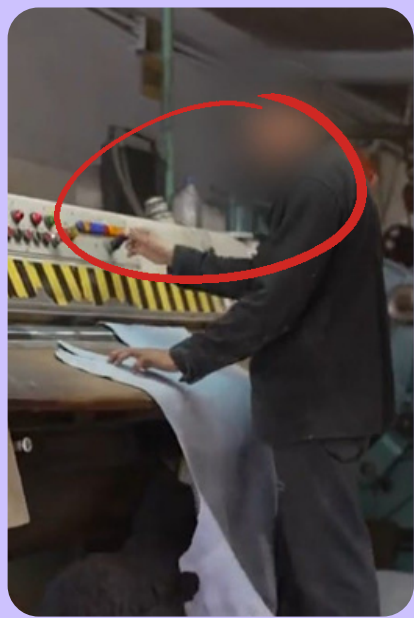


TAPA OIDOS

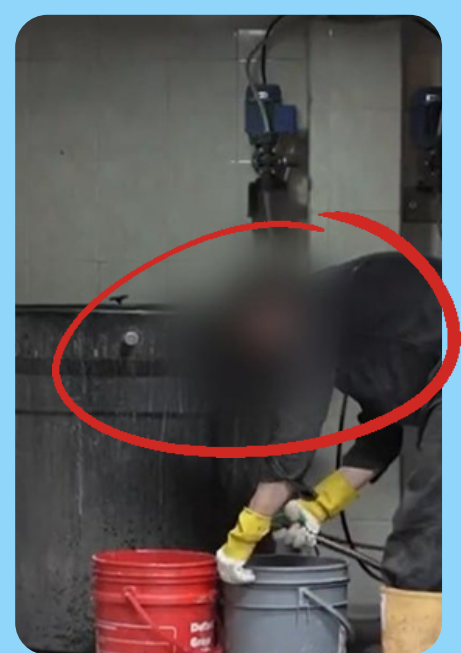




Errores comunes de los operarios al manipular los reactivos químicos y máquinas, en el proceso de producción y tratamiento de las pieles.



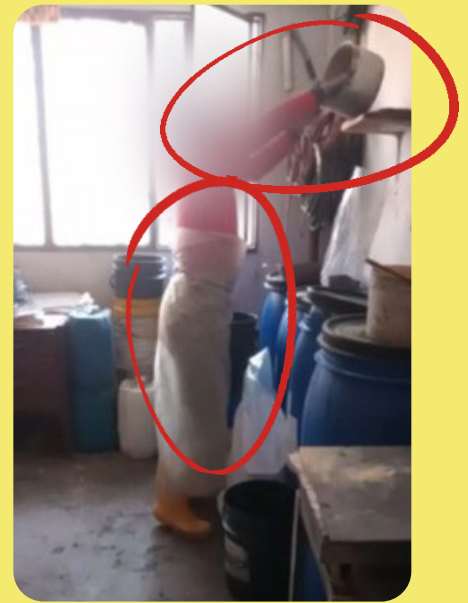
No se hace uso de la indumentaria necesaria para el tratamiento del cuero, tales como: tapabocas, gafas protectoras y overol .



Falta indumentaria necesaria para el correcto desarrollo den tratamiento del pelambre y la recolección de muestras, tales como: tapabocas, gafas y overol .



Estas ilustraciones se muestran con el fin de reflexionar sobre los procedimientos que se realizan en la planta, sin contar con todas las medidas de seguridad necesarias para garantizar la calidad del producto sin afectar la salud de los operarios.



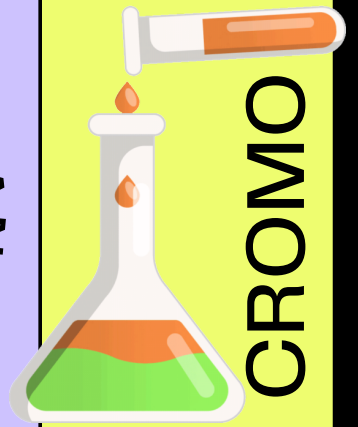
En estas imágenes se evidencia la falta de implementos de seguridad, poniendo en riesgo la salud de algunos trabajadores, que seguramente a largo plazo se verá afectada.



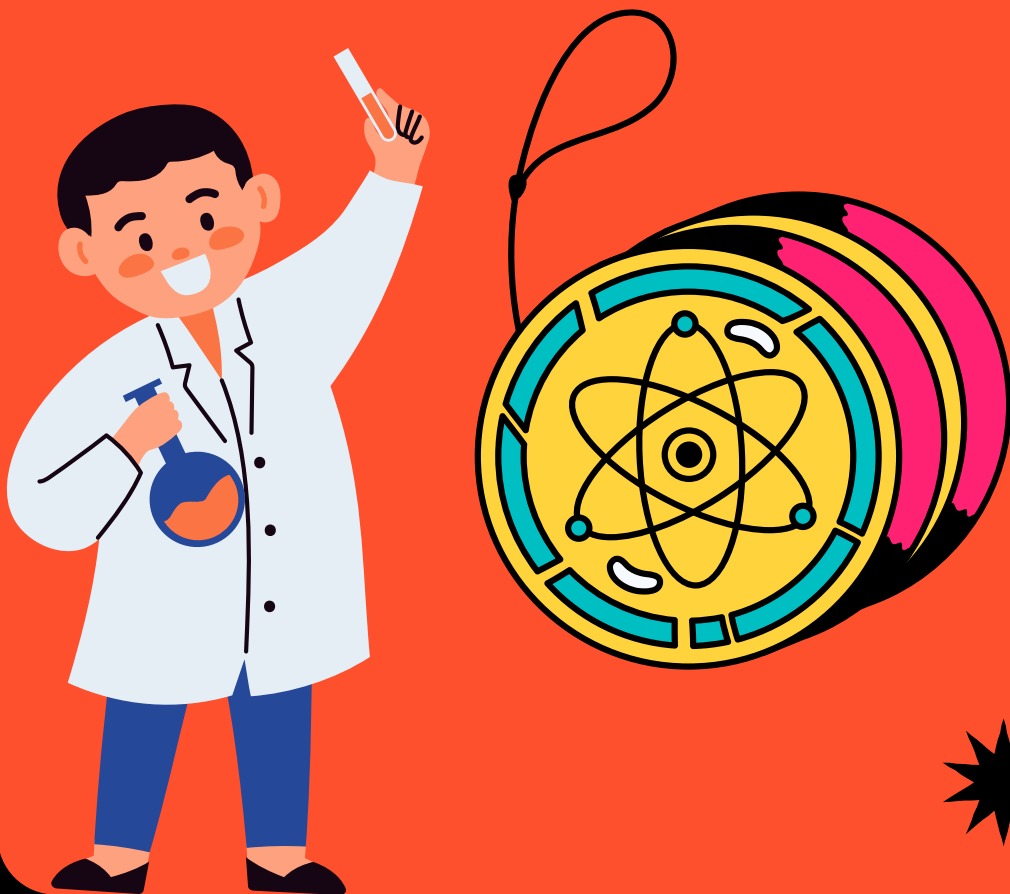
CURTTEMBRES DE

RECORRIDO POR LA PLANTA

LA SABANA SAS



CROMO



MUESTRA DE
REALIDAD
VIRTUAL



PROCESO DE CURTIDO

1. RECEPCION DE MATERIA PRIMA



2. PRE-TRATAMIENTO



3. PELAMBRE



5. DESENCARNADO



4. DESENCALADO



6. PIQUELADO



7. CURTIDO



10. ALMACENAMIENTO



3D

PROYECCIÓN VISTA SUPERIOR



PROYECCIÓN VISTA LATERAL DERECHA



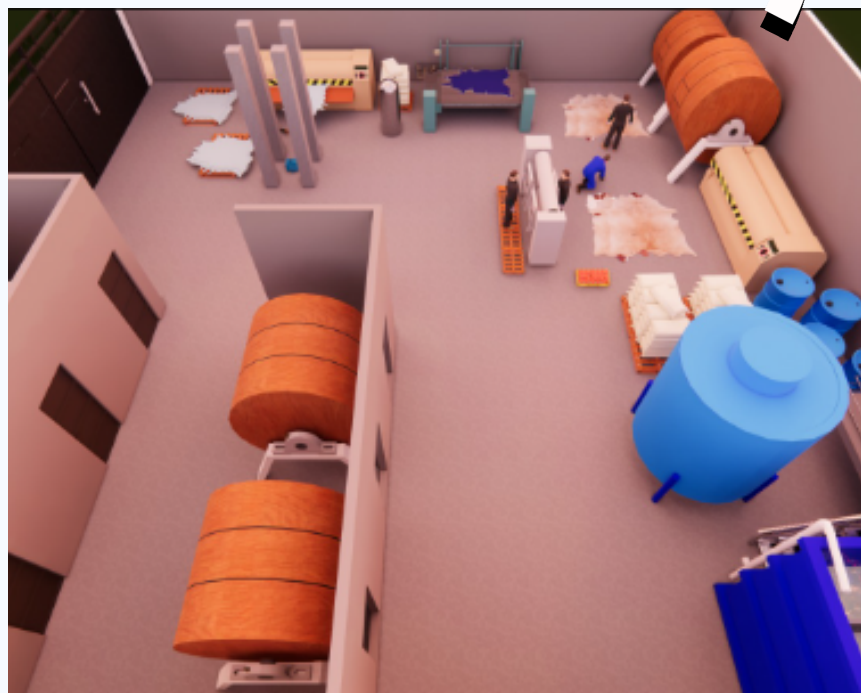
El proceso de curtido consiste en la transformación de la piel del animal, en este caso piel de bovino, a cuero.



Las pieles pasan por un proceso de limpieza de grasa, carnaza, lanas y pelos; los cuales deben pasar por un proceso en el cual intervienen diferentes agentes químicos, para la obtención de un cuero de buena calidad(duradero).



A continuación se describirán los procesos que se deben llevar a cabo según la etapa en la que se encuentre la piel del animal.



1 RECEPCIÓN MATERIA PRIMA

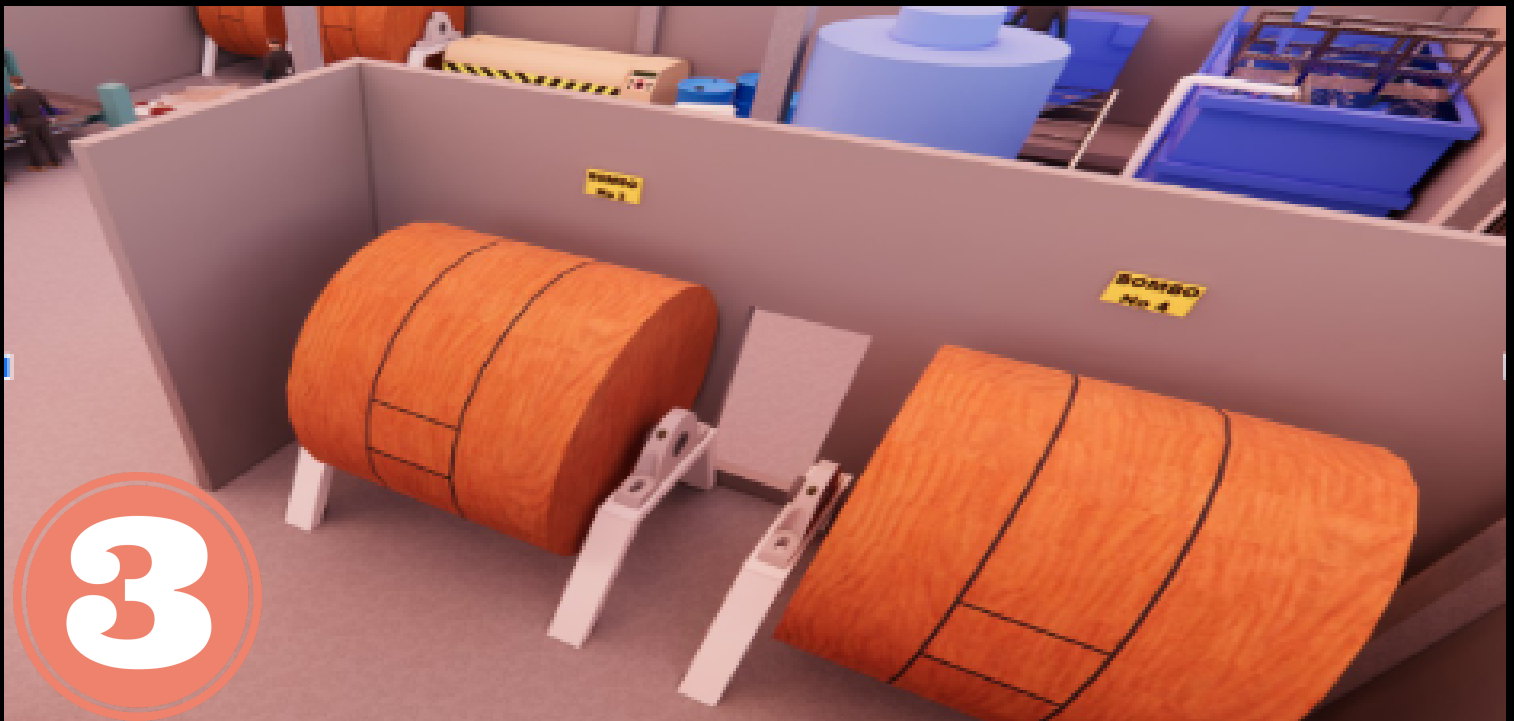
Las pieles crudas tienen un alto contenido de humedad y pueden tener graves defectos por lo que inicialmente se realiza una inspección visual para asegurarse de que cumplan con los requisitos de calidad requeridos, y de esta forma evitar su deterioro y productos finales defectuosos.



2

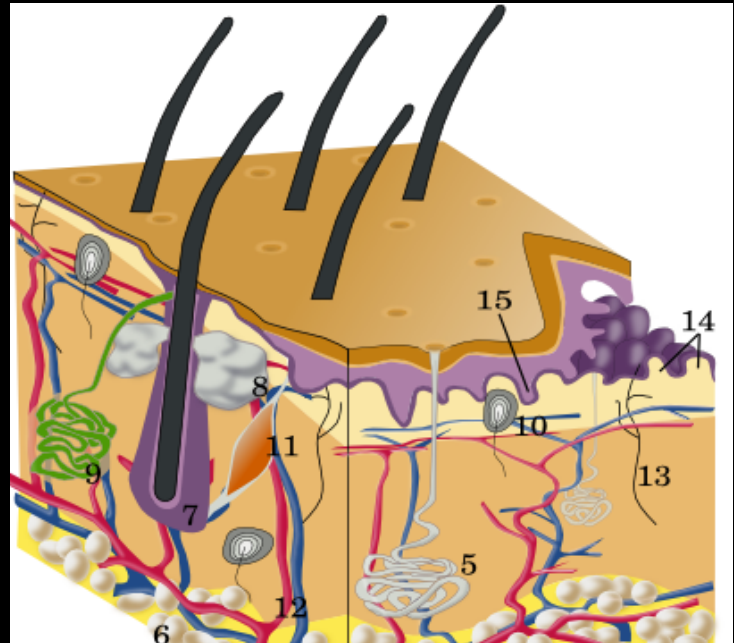
PRE-TRATAMIENTO

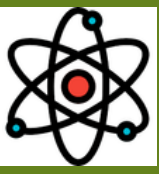
Las pieles son pesadas y clasificadas por tamaño y por especie. Posteriormente, se procede a cortar las partes del cuello, la cola y las extremidades. Las pieles son lavadas para su rehidratación y limpieza de los residuos de sangre, estiércol y otras suciedades contenidas en ellas.



PROCESO DE PELAMBRE

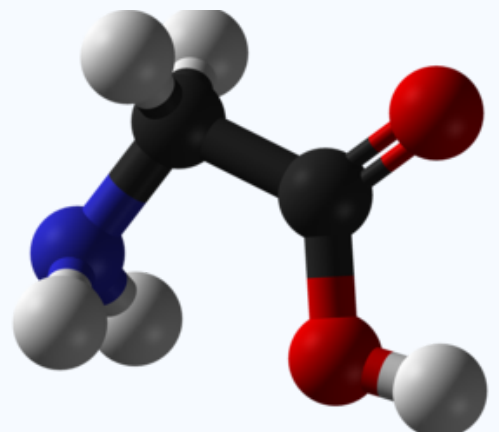
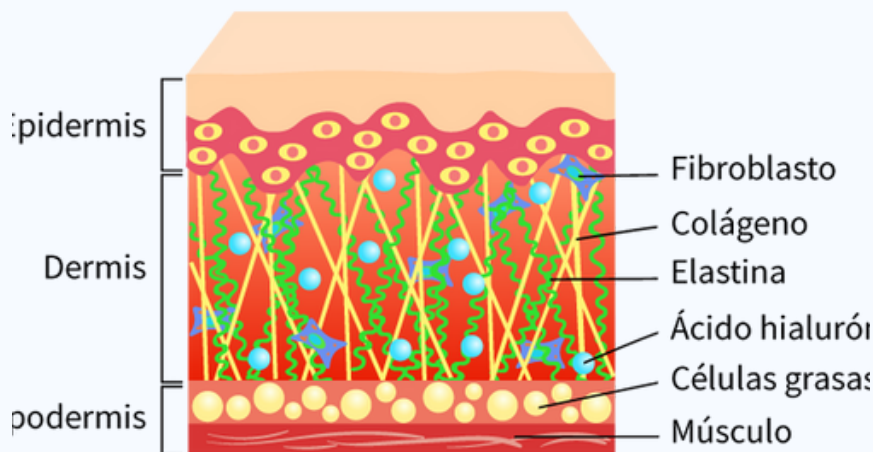
Las pieles escurridas pasan al proceso de pelambre donde se elimina la epidermis y el pelaje que las recubre, sumergiéndolas en soluciones de sulfuro de sodio y cal, manteniendo una constante agitación.





QUÍMICA DEL COLÁGENO

El colágeno es una molécula proteica o proteína que forma fibras, las fibras colágenas. Estas se encuentran en todos los animales. Son secretadas por las células del tejido conjuntivo como los fibroblastos, así como por otros tipos celulares.



4

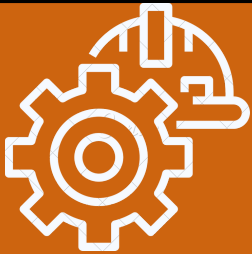
PROCESO DE DESENCALADO

Es el proceso en el cual se lava la piel para remover la cal y el sulfuro, empleando grandes volúmenes de agua para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores de curtido. Es necesario utilizar sustancias químicas como ácidos orgánicos (sulfúrico, clorhídrico, fórmico, bórico), sales de amonio, bisulfito de sodio, peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas.



5

PROCESO DE DESCARNADO



Etapa en la que se separa la grasa y la carnaza que permanecen unida en la piel .



Se procede a descarnar con máquinas especiales, logrando así eliminar los tejidos subcutáneos y adiposos adheridos a la piel



Elaborado en Sketchup, autoría propia (2023)

Con el fin de conseguir la correcta penetración de los productos químicos en las siguientes etapas de curtido. Luego son lavadas con abundante agua para eliminar los residuos que estén adheridos, y proceder al desengrasado



PROCESO DE PIQUELADO

6

Esta etapa comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido mediante la utilización principalmente de soluciones de ácido fórmico y ácido sulfúrico.



PROCESO DE CURTIDO

Se estabiliza el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales transformando la piel en cuero.

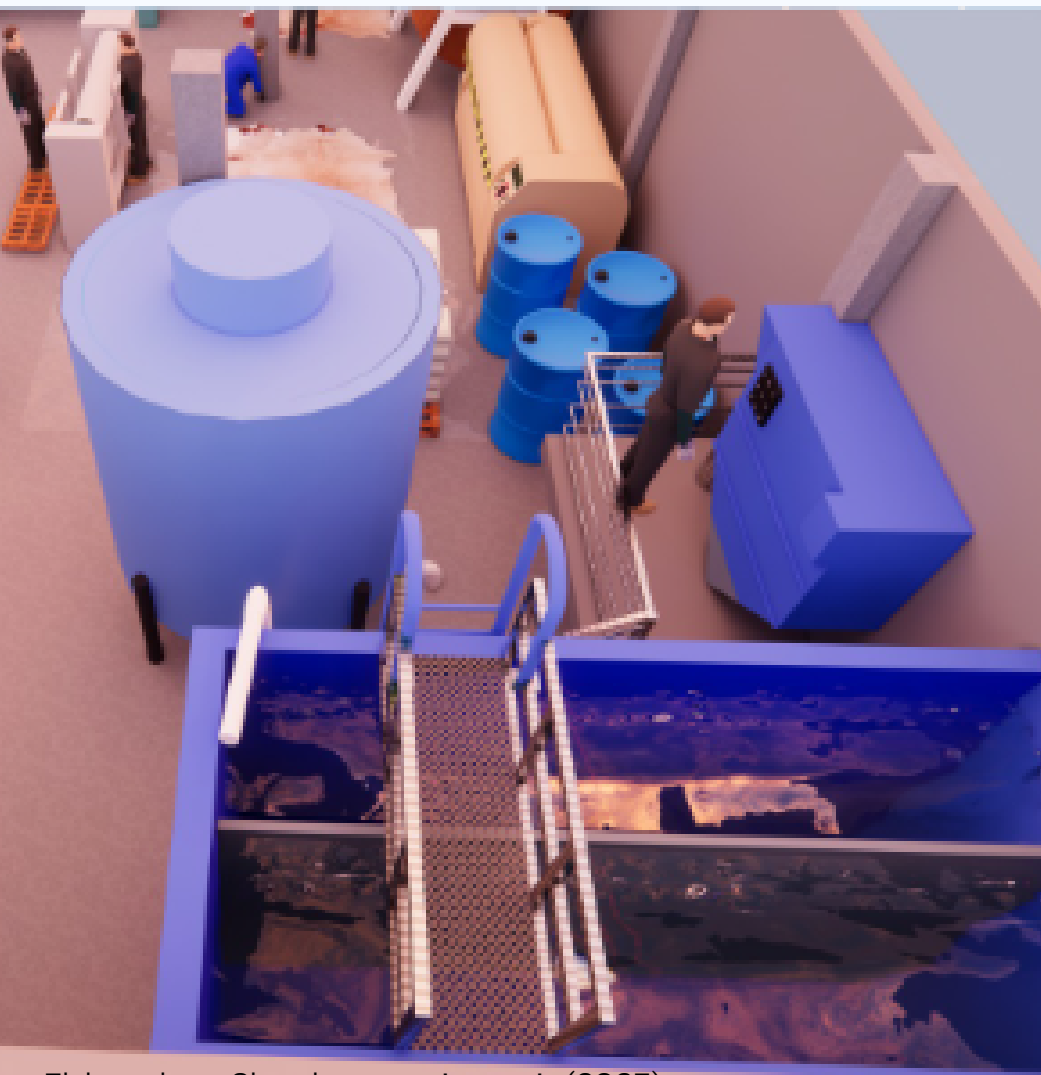
Antes de entrar al proceso de curtido se hace el escurrido de la piel para eliminar el mayor contenido de humedad.

La piel es introducida en una máquina llamada divididora. La acción del cromo trivalente en un medio ácido (ácido clorhídrico), permite convertir la piel en cuero, impidiendo su degradación.

7



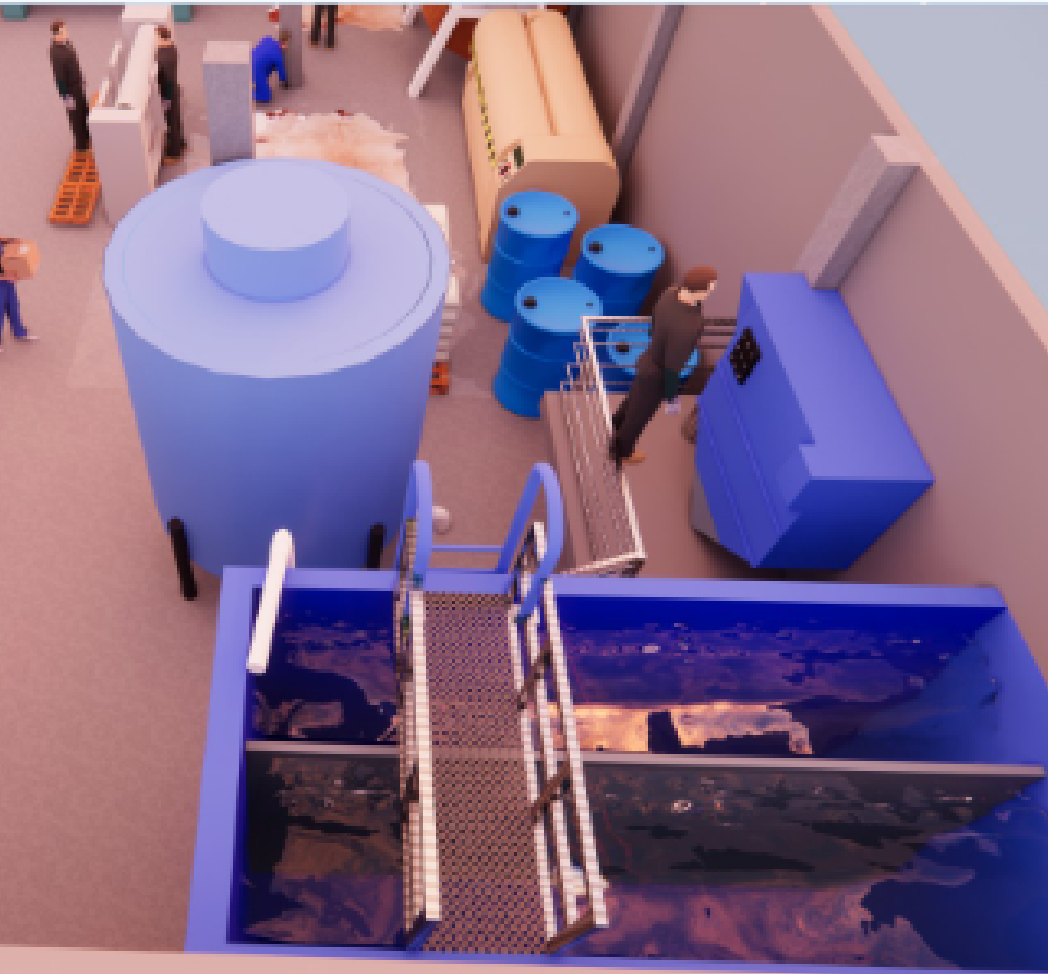
Dentro de las posibilidades de cuidar, proteger y reutilizar los recursos hídricos la PTAR se pone entre los primeros medios más eficaces para el cuidado ambiental y que cumple con dichos propósitos.



Aplicaciones:

- Se utiliza para estabilizar lodos primarios y secundarios en PTAR convencionales.
- Se aplica para residuos industriales con alta carga contaminante.
- Trata directamente los residuos líquidos, como tratamiento primario.

La eliminación de todo tipo de contaminante en cualquier tipo de estado requiere de un tratamiento específico, siempre y cuando haya la adecuada estandarización como regularización de las técnicas y procedimientos.

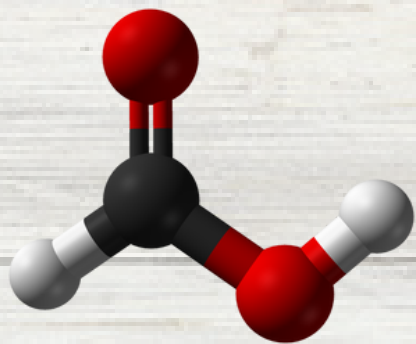


Elaborado en Sketchup, autoria propia (2023)



Materia prima y grado de toxicidad





Ácido Fórmico



Peligros en la Salud

Irritación al ser :

Inhalado o ingerido

Contacto en la piel y ojos

Su principal efecto es diarreico
cuando es ingerido



ÁCIDO FÓRMICO

PRECAUCIÓN

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua.

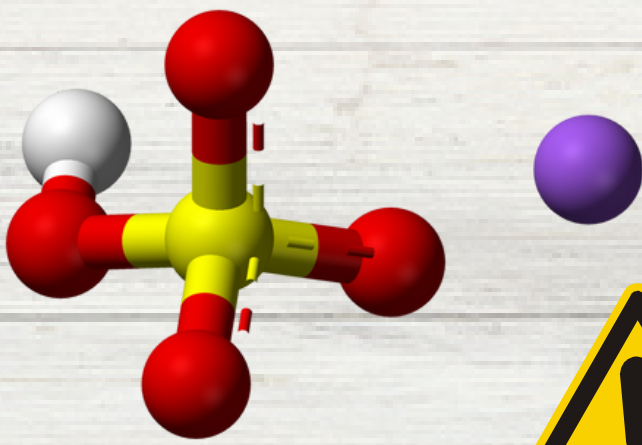
En caso de ingerirlo recurra a un médico y mostrar la etiqueta del envase.



USAR SIEMPRE



Este reactivo se usa en la etapa del pretratamiento de la piel.



Sulfato de Sodio



Peligros en la Salud

Irritación al ser :

Inhalado o ingerido

Contacto en la piel y ojos

Su principal efecto es diarreico cuando es ingerido



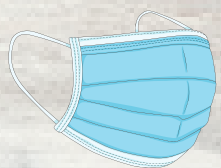
Sulfato de Sodio

PRECAUCIÓN

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua.

En caso de ingerirlo recurra a un médico y mostrar la etiqueta del recipiente.

USAR SIEMPRE



Este reactivo se usa en la etapa del pretratamiento de la piel.

SULFATO DE CROMO (III)



Peligros en la Salud

Irritación al ser :

Inhalado o ingerido

Contacto en la piel y ojos

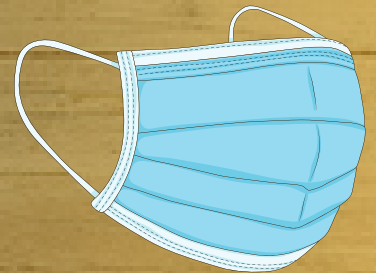
Su principal efecto es puede producir cáncer.
Ingerir niveles altos de cromo (III) puede producir anemia o dañar el estómago y los intestinos

PRECAUCIÓN

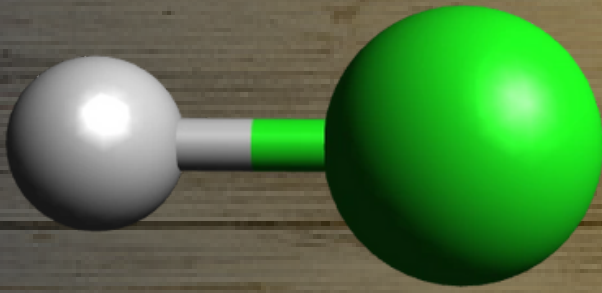
En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua.

En caso de ingerirlo recurra a un médico y mostrar la etiqueta del envase.

USAR SIEMPRE



En este proceso, las pieles se sumergen en una solución de sulfato de cromo trivalente el cual penetra en las fibras y las vuelve más resistentes al agua y al desgaste.



ÁCIDO CLOHIDRÍCO

Peligros en la Salud

Irritación al ser :

Inhalado o ingerido

Contacto en la piel y ojos

Su principal efecto es la obstrucción transitoria del tracto respiratorio



Ácido Clorhídrico

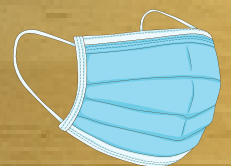
PRECAUCIÓN



USAR SIEMPRE

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua.

En caso de ingerirlo recurra a un médico y mostrar la etiqueta del envase.



Este reactivo se usa en la etapa del pretratamiento de la piel.

Óxido de calcio



También conocido como cal viva, es un compuesto químico que puede ser útil en el proceso de tratamiento del cuero



Cal

Precauciones importantes



- 1.No inhalar el polvo generado por el óxido de calcio, ya que puede causar irritación en las vías respiratorias.
- 2.Evitar el contacto directo con la piel, ya que puede causar quemaduras y lesiones.
- 3.Almacenar el óxido de calcio en lugares secos y ventilados, alejado de fuentes de calor y materiales inflamables.
- 4.Manipular el compuesto con cuidado y siguiendo las instrucciones de seguridad del fabricante.



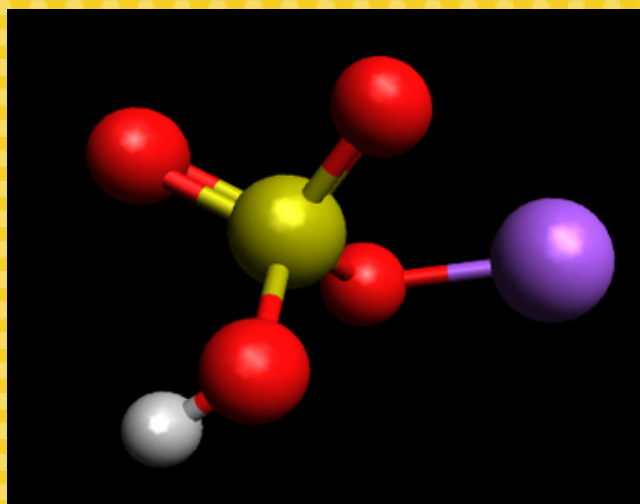
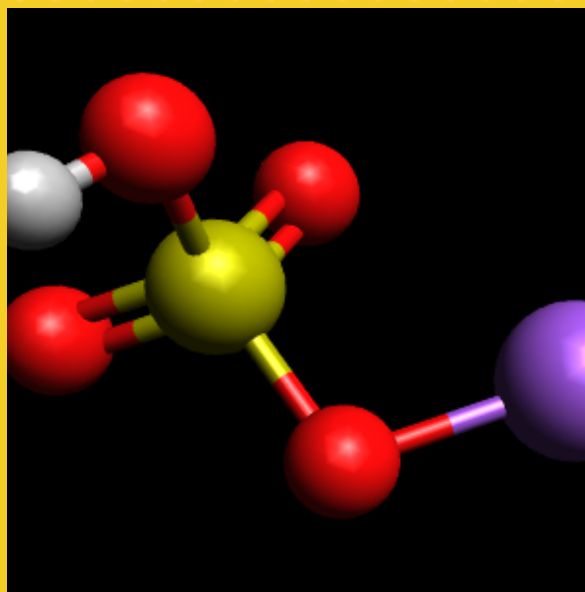
SE DEBE USAR SIEMPRE



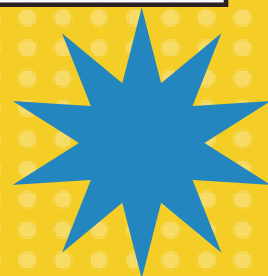
¡VEN A PASAR UN SÚPER RATO!

AVOGADRO

Es un editor molecular diseñado para su uso en química computacional, modelado molecular, bioinformática, ciencia de materiales, y otras áreas relacionadas

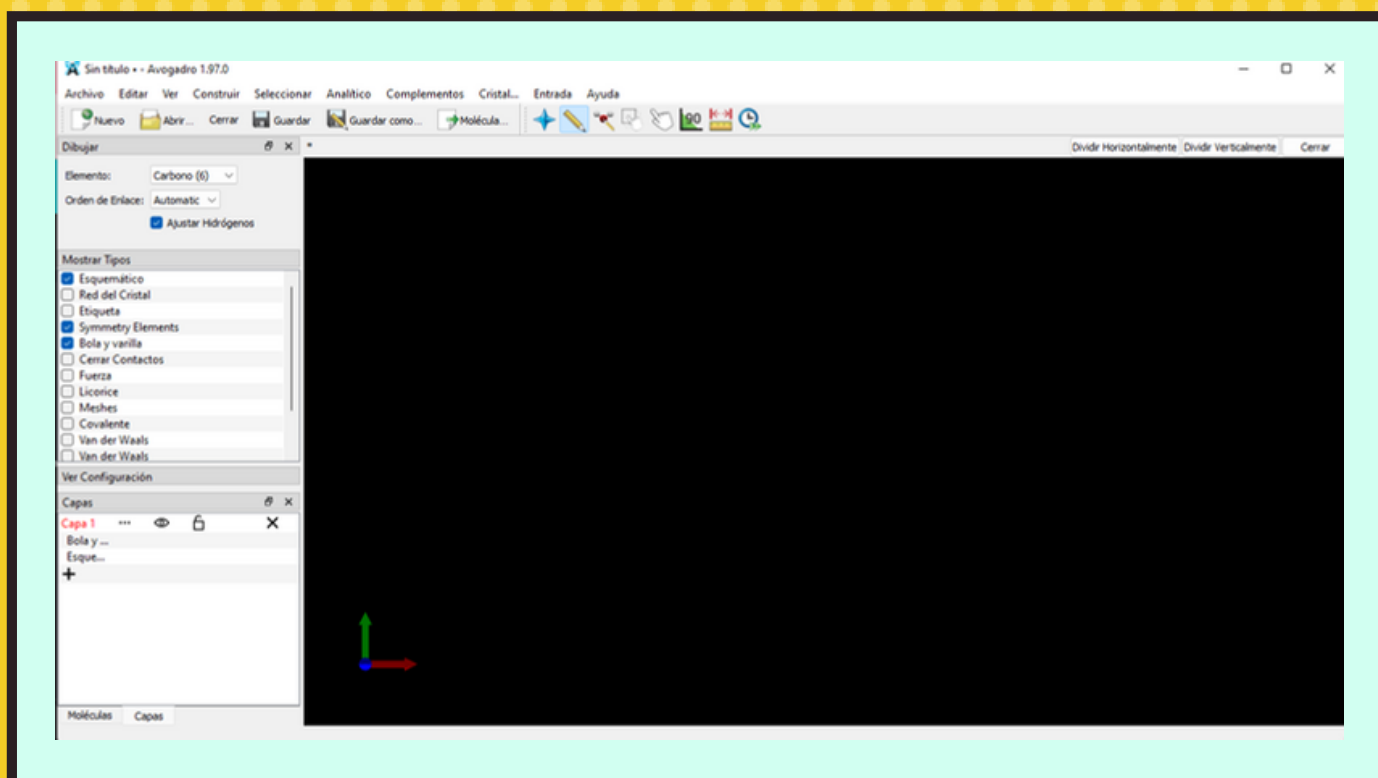


Con el fin de desarrollar habilidades de espaciado tridimensional de moléculas. Es por esto que en este estudio se utilizó el visualizador molecular Avogadro de libre acceso.



¡VEN A PASAR UN SÚPER RATO!

AVOGADRO



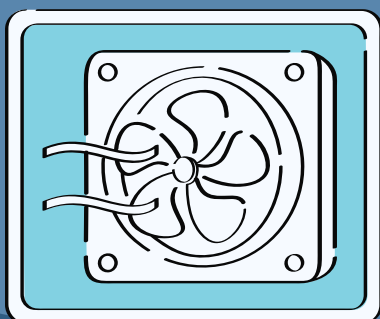
Muestra del software libre que me permite modelar cualquier molécula.



Tabla periódica

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb				
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No				

CONDICIONES DE SEGURIDAD



1

Vias de circulación

2

Ventilación

3

Señalización

4

Iluminación

5

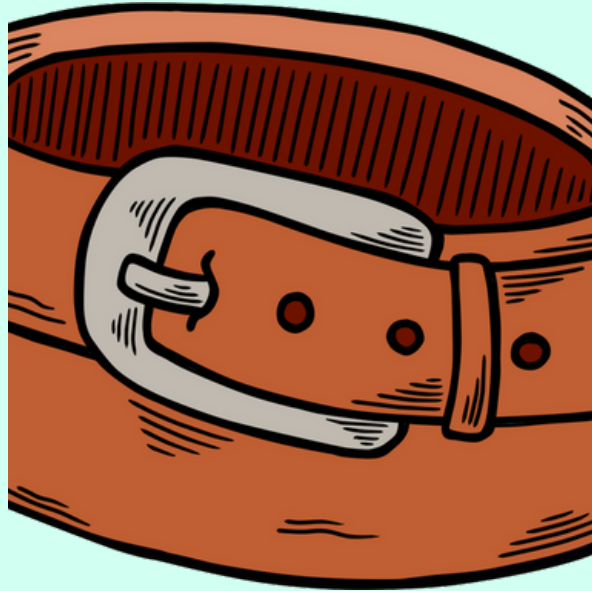
Ruido



CONTRIBUYENDO AL MEDIO AMBIENTE

Cuidar el medio ambiente es enseñar a valorar la vida.

A large, vibrant green tree stands in the center of the image. At its base, a single, large, blue water drop is depicted. The background is a soft, warm glow from a low sun, creating a bokeh effect of out-of-focus light spots in shades of yellow and orange. The entire scene is framed by a circular border containing the text.



PROPUESTA ECOAMIGABLE

- Propuesta para la fabricación y comercialización de correas eco-amigables como alternativa de negocio sostenible y rentable a partir de la valorización de los residuos sólidos del cuero (viruta de cuero wet blue) provenientes del sector curtiembre en el Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Cuantificar la reducción de la contaminación del medio ambiente por el uso de la viruta en la producción de las correas.
- En Perú, la región de Lima concentra la mayor cantidad de curtiembres, las cuales garantizan a su vez el abastecimiento de materia prima para la producción de aglomerados. (Campo, 2013)
- Curtidora ABC en el Perú, Solo esta empresa ha logrado el desarrollo y la oferta de aglomerados para la fabricación de plantillas

Universidad Peruana de
Ciencias Aplicadas (UPC)



RETROALIMENTACIÓN

EVALUANDO CONOCIMIENTOS

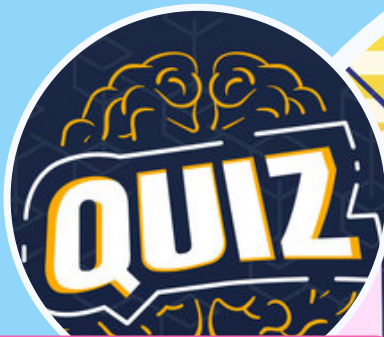


Super



ROMPECABEZA

<https://puzel.org/es/jigsaw/play?p=-NUZww-RCUgl1s1Hlc-z>



VIDEO QUIZ



<https://youtu.be/LwC2Ngpc1tY>



<https://wordwall.net/resource/56104705>

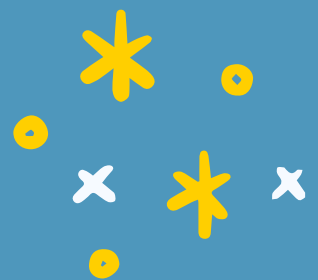
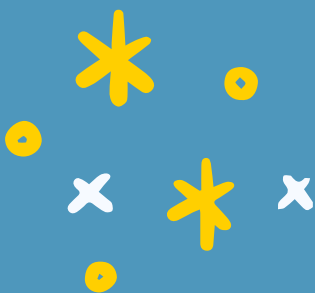
"DIME Y LO OLVIDO, ENSEÑAME Y LO
RECUERDO, INVOLÚCRAME Y LO APRENDO"

Benjamin Franklin



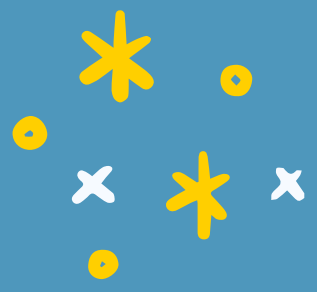
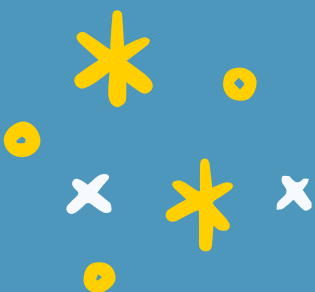
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, Proyecto gestión ambiental en la industria de curtiembre en Colombia, Febrero de 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, Cuero, calzado e industria marroquinera, Bogotá, Colombia.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE REGIÓN METROPOLITANA, Guía para el control y prevención de la contaminación industrial de Curtiembres, Santiago de Chile, Junio de 1999.
- UNIDAD DE ASISTENCIA PARA LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA - ACERCAR, Guía ambiental para el sector Curtiembres, Bogotá, Colombia, Marzo de 2004
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, Manual de procedimientos para el manejo adecuado de los residuos de la curtiduría, México Distrito Federal, Noviembre de 1999.
- SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE UNIVERSIDAD DE LA SABANA, Inventario de carácter ambiental en el sector comprendido entre las calles 57 a 59B sur y las carreras 19B Bis y la 16 B (Ak Tunjuelito) del barrio San Benito, Localidad de Tunjuelito en Bogotá, Colombia, Marzo de 2007.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rodríguez Agudelo, K. T., Agudelo Valencia, R. N., & Caicedo Jiménez, M. C. (2021). Tratamiento de aguas residuales producidas en el proceso de remojo en curtiembres empleando ozono y hierro como catalizador. *Revista ION*, 34(2), 105-113.
- Tapia, Z., Rennola, L., Zambrano, M., Parada, M., Castillo, Y., & Manobanda, P. (2019). Estudio de las tecnologías para el tratamiento de los efluentes generados por una planta de curtiembres en Ecuador. *Ciencia e Ingeniería*, 40(2), 125-136.
- Cueltan Mena, D. G., Molina, D. A., & Diaz, E. A. Proceso de Curtiembre Norma ISO 14001: 2015.
- Buitrago, S. Y. M., & Coca, J. A. R. (2018). Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 26(1), 113-124.
- Rivera, J. L. C. (2006). El residuo líquido de las curtiembres estudio de caso: cuenca alta del Río Bogotá. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 16(2), 14-28.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carreño Sayago, U. F. (2016). Diseño y evaluación de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la *Eichhornia crassipes*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(2), 74-81.
- Gómez, J. O., Herrera, L. F. G., & Quintero, C. A. (2022). Diseño de un prototipo que permita minimizar la emisión de gases contaminantes generados en los procesos químicos e industriales del sector curtiembres en el departamento de Antioquia. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 9(2), 170-179.
- Poveda, L., & Sanchez, M. (2009). Propuesta para el diseño, estructuración e implementación del departamento de gestión ambiental en la industria de curtiembres localizadas en el barrio San Benito, Bogotá DC “hacia una producción limpia con la adecuada administración de los recursos naturales”.
- Torrado Benitez, E. A. Análisis de indicadores de Producción más limpia como herramienta para los proyectos de mantenimiento vial en el departamento de Antioquia. *Escuela de Geociencias y Medio Ambiente*.

