



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

RECICLAJE DE LOS DESECHOS
RADIOGRAFICOS

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

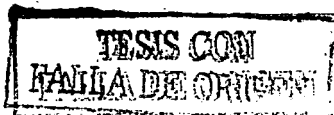
EDGAR DIAZ SUAREZ

DIRECTOR: C. D. FERNANDO GUERRERO HUERTA
ASESORES: C. D. MARINO AQUINO IGNACIO
C. D. DANTE SERGIO DIAZ SUAREZ



Ciudad Universitaria México, DF.

2002





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

I.- RESUMEN	1
II.- INTRODUCCIÓN	1
2.- Antecedentes	2
2.1.- Historia de los rayos X	2
III.- PLANTEAMIENTO	5
3.- Película radiográfica	5
3.1.- Estructura	5
3.2.- Proceso de la película	6
3.3.- Revelador	7
3.4.- Fijador	8
3.5.- Componentes	8
3.6.- Envase de la película	8
3.7.- Área de revelado	9
3.8.- Procesado de la película	9
3.9.- Lavado con agua corriente	10
3.10.- Fijación de la imagen	10
3.11.- Lavado y secado	11
IV.- JUSTIFICACIÓN	11
V.- HIPÓTESIS	11
5.- Hipótesis de investigación	11
VI.- MATERIALES Y METODOS	12
6.- Materiales usados	12
6.1.- Método	12
VII.- OBJETIVO GENERAL	13
7.- Residuos peligrosos	13
7.1.- Material peligroso	13
7.2.- Legislación en México	14
7.3.- Aspectos jurídicos	14
7.4.- Los residuos peligrosos comprenden	15
7.5.- Normas Oficiales Mexicanas	16

VIII.- OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
8.- Procesamiento de los líquidos radiográficos	17
8.1.- Drenaje	17
IX.- METODOS	18
9.- Recuperación de Plata contenida en el fijador	18
9.1.- Reemplazo Metálico.	18
9.2.- Recuperación Electrolítica	19
9.3.- Precipitación Química	20
9.4.- Precipitación Por medio de sulfuro de sodio	21
X.- OTROS METODOS DE RECUPERACIÓN	22
10.- Intercambio de Iones	22
10.1- Osmosis Reversible	22
XI.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DE PLATA	23
11.- Reemplazo Metálico.	23
11.1- Recuperación Electrolítica	24
11.2.- Precipitación Química	25
XII.- PLOMO	26
12.- Aplicaciones del Plomo	27
12.1- Plomo en la película radiográfica	27
XIII.- RESULTADOS	28
XIV.- CONCLUSIONES	29
XV.- PROPUESTA	30
XVI.- GLOSARIO	31
XVII.- ANEXOS	36
XVIII.- BIBLIOGRAFÍA	44

I.- RESUMEN

El reciclaje de desechos producidos por la actividad humana es de suma importancia debido a que podemos reutilizar algunos recursos naturales como son el plomo y la plata ya que por lo general son desechados sin ningún tratamiento previo.

La presente investigación se realizó para demostrar la posibilidad de el reciclaje de los distintos desechos radiográficos.

Al identificar los residuos radiográficos se propusieron diversos métodos para el tratamiento de los desechos comparando sus ventajas y desventajas.

El método que se utilizó fue el de reciclaje de fijador por medio de electrólisis, dando resultados favorables para la reutilización de este.

II.- INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe el interés para mejorar el medio ambiente, utilizando técnicas y procesos de reciclaje, los cuales son empleados en países como Estados Unidos de Norteamérica, e Inglaterra, entre otros.

En la actualidad el Cirujano Dentista maneja materiales altamente contaminantes los cuales son desechados sin ningún tratamiento previo debido a la falta de conocimiento de este y causando el deterioro del medio ambiente.

Debido a esto es de suma importancia para el Cirujano Dentista el conocer los diversos métodos que existen para poder reciclar apropiadamente los desechos y de esta manera poder reducir los contaminantes que afectan el medio ambiente.

2.- ANTECEDENTES

Desde que fueron descubiertos en 1895 los rayos X han ampliado nuestra visión, al hacer visible lo invisible, transformando la forma de ver, el arte el cuerpo humano, el átomo y el universo.

2.1.- HISTORIA DE LOS RAYOS X

La historia de la radiología dental empieza con el descubrimiento de los rayos X.

En el año de 1895 en Bavaria (Alemania), el Dr. Wilhem Roentgen experimentó por vez primera con rayos X, esto hizo posible las radiografías de diferentes objetos, posteriormente de su descubrimiento el Dr. Otto Walkhoff en el año de 1896 obtuvo la primera radiografía dental, utilizando el invento que recibió el nombre de Roentgen¹ actualmente (rayos X).

Posteriormente C. Edmund Kells es el primer Odontólogo en tomar una radiografía en una persona viva en el año de 1896.

Las múltiples exposiciones del Dr. Kells a las radiaciones le provocaron finalmente cáncer, en dedos, mano y por último la pérdida del brazo.

Otro de los pioneros en la radiología dental fue William H. Rollins que en el año de 1901 publica el primer documento sobre los peligros de los rayos X

En el año de 1913 William D. Coolidge inventa el tubo caliente de rayos catódicos el cuál se convierte en el prototipo de los tubos de rayos X utilizados en la actualidad.

En 1920 se fabrica el primer paquete de película radiográfica intra oral por Eastman Kodak Company.

En 1923 se coloca una versión miniatura del tubo de rayos X dentro de la cabeza de un aparato y se sumerge en aceite; este sirvió como precursor a los aparatos modernos de rayos X.

Este fue fabricado por Victor-X ray Corporation, de Chicago.

En 1933 la compañía General Electric presenta un aparato nuevo con características mejoradas. Posteriormente en 1966 se introduce la cabeza larga hueca del tubo, y desde entonces, los aparatos de rayos X han cambiado muy poco.

PROPIEDADES DE LOS RAYOS X

Los rayos X tienen las siguientes características o propiedades.

APARIENCIA: Los rayos X son invisibles y no se pueden detectar con ninguno de los sentidos.

MASA: Los rayos X no tienen masa ni peso.

CARGA: Los rayos X no tienen carga.

VELOCIDAD: Los rayos X viajan a la velocidad de la luz.

LONGITUD DE ONDA: Viajan en forma de ondas y su longitud de onda es corta con una frecuencia alta.

RUTA DE VIAJE: Viajan en líneas rectas y se pueden desviar o dispersar.

CAPACIDAD DE ENFOQUE: No se pueden enfocar en un punto y siempre divergen desde un punto.

PODER DE PENETRACIÓN: Pueden penetrar líquidos sólidos y gases. La composición de la sustancia determina si los rayos X penetran, pasan a través de ella o se absorben.

ABSORCIÓN: La materia los absorbe, según la estructura atómica y la longitud de onda del rayo.

CAPACIDAD DE IONIZACIÓN: Interactúan con los materiales que penetran y causan ionización.

CAPACIDAD DE FLUORESCENCIA: Pueden hacer que algunas sustancias tengan fluorescencia, o emitan radiación en longitudes de onda mayores ejemplo. (Luz visible, Luz ultravioleta.)

EFEECTO EN LA PELÍCULA: Pueden generar una imagen en una película fotográfica.

EFEECTO EN LOS TEJIDOS VIVOS: Pueden causar cambios biológicos en los tejidos vivos.

III.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los materiales que se utilizan durante el procesamiento de las películas radiográficas, producen desechos los cuales pueden ser reciclados para su reutilización pero para esto es necesario conocer los componentes de cada uno de ellos.

3.- PELÍCULA RADIOGRÁFICA

La película radiográfica intrabucal consiste en una emulsión que se extiende a ambos lados de una base relativamente rígida pero flexible.

Esta emulsión está compuesta por cristales haloides de plata (principalmente bromuros) que son altamente sensibles a los rayos X, que se encuentran fijados en una matriz gelatinosa.ⁱⁱ

3.1.- ESTRUCTURA

Como soporte de las capas para películas radiográficas se emplea poliéster (Tereftalato de polietileno) de 0.2 mm de espesor, transparente y a menudo coloreado con tinte azul. El tereftalato de polietileno es derivado del petróleo crudo, descubierto por J.T Dickson y J.R. Whinfield en 1941.ⁱⁱⁱ

La película está compuesta por dos elementos principales:

1. EMULSIÓN:

Esta a su vez se encuentra compuesta por:

Cristales de haluro de plata (Foto cristales)

Matriz gelatinosa (En donde se encuentran suspendidos los cristales)

Granos de haluro de plata:

Bromuro de plata.(en su mayoría)

Yoduro de plata (en menor cantidad)

La presencia de yoduro de plata aumenta la sensibilidad de la emulsión.

2. BASE:

La función de la base de la película es soportar la emulsión de gelatina y granos de haluro de plata sensibles a la luz.

La película debe poseer flexibilidad apropiada para una manipulación sencilla, tiene que ser uniformemente translúcida para no producir sombras en la radiografía resultante.

Es importante considerar que las películas intraorales para uso dental, varían en velocidad o sensibilidad a la radiación, ya que se fabrican de forma que sean más sensibles a los rayos x que a la luz.

Debido a esto una gran parte va a depender del tamaño de los cristales de haloides argénticos utilizados, cuanto mayor sea el cristal, es mayor la velocidad de la película.^{iv}

El tamaño de los cristales de haloide de plata en la película influye sobre el detalle. Esto es que la película de grano fino tiene buen detalle pero una velocidad lenta, mientras que la película de grano grueso tiene poco detalle, pero una velocidad de película elevada.

3.2.- PROCESO DE LA PELÍCULA

Al ser expuesta la película dental a los rayos X produce cambios químicos en los cristales de haluro de plata fotosensibles, presentes en la emulsión de la película, con los que interacciona. Estos cristales constituyen la Imagen latente, lo que implica que los cambios químicos producidos por los rayos X alterando los cristales sensibles a la acción química del proceso de revelado, que transformará la imagen latente en imagen visible.

3.3.- REVELADOR

El revelador hace visible las imágenes latentes, producidas en la emulsión de la película por la exposición a la radiación.

El revelador contiene agentes reductores que químicamente reducen el bromuro de plata expuesto, a plata metálica de color negro, eliminando el bromuro.

Las partículas de plata no expuestas serán eliminadas por la solución fijadora, dejando zonas transparentes o claras.

El revelador se oxida al entrar en contacto con el aire, por lo que tiene un periodo limitado de caducidad el cuál es de; 3 a 4 semanas aproximadamente y se intercambiara más frecuentemente si son reveladas una gran cantidad de radiografías.

La solución reveladora esta formada por:

Hidroquinona: Aporta el contraste a la imagen.

Bromuro de Potasio: Es el frenador.

Sulfito de Sodio: Es el conservador de la solución reveladora protegiéndola de la oxidación.

Carbonato de Sodio: Es el activador y ablanda la gelatina.

Agua: Es solvente.✓

3.4.- FIJADOR

El fijador es un solvente para los granos no expuestos de bromuros de plata que los elimina de la emulsión y deja solamente la gelatina con los granos revelados de la plata metálica.

El bromuro de plata no revelado, proporciona un aspecto denso, opalescente, y si se expone a la luz se oscurecerá. El tiosulfato de sodio elimina el bromuro de plata sin afectar la película.

3.5.- COMPONENTES

Hiposulfito de sodio: Es el agente fijador y solvente para el bromuro de plata no revelado.

Ácido acético: Neutraliza el revelador en la película.

Sulfito de sodio: Actúa como preservativo.

Alumbre de potasio: Endurece la gelatina en la emulsión de la película.

Agua: Solvente.

3.6.- ENVASE DE LA PELÍCULA

La película se encuentra dentro de una envoltura de papel negro protectora y otra envoltura externa de plástico o papel blanco que debe ser resistente a la humedad.

La envoltura exterior indica con claridad el lado de la película que debe de dirigirse al tubo de rayos X.

Entre las envolturas se incluye una hoja de plomo fina, esa capa se encuentra en el paquete sobre el lado posterior de la película (el mas alejado del tubo) para proteger a la película frente a la radiación retro-dispersa (secundaria) que causaría niebla en la imagen.

Cuando se usan paquetes con doble película, la segunda sirve como duplicado.

3.7.- ÁREA DE REVELADO

El procesado de la película se realiza en el área de revelado, la cuál es una habitación destinada al procesamiento de la película.

El área de revelado debe de contar con paredes que tengan una superficie que refleje la iluminación (seguridad) las superficies deben de poder limpiarse fácilmente, debe de contar con luz de seguridad para no velar la película con la luz blanca. También debe de contar con depósitos de procesamiento, con un termostato, un termómetro , un cronómetro, una repisa para las películas, una repisa de secado, y espacio para su almacenamiento.

3.8.- PROCESADO DE LA PELÍCULA

La película se procesa en el área de revelado, esta se extrae del paquete radiográfico y se coloca en un colgador, para poderla introducir en el revelador el cuál tiene un pH superior a 7 y por lo tanto es alcalino (en cambio, la solución de fijación es ácida).

El revelado es un proceso químico que reduce los cristales de haluro precipitando la plata sobre la base de la película. Esta precipitación corresponde a las áreas negras (radio transparentes) de la radiografía.

El tiempo de revelado es aproximadamente de 30 a 40 segundos esto depende del tipo de película y del líquido. (Kodak, AGFA.)

Si se deja la película demasiado tiempo en la solución reveladora, se precipita una mayor cantidad de plata causando que no se distingan las estructuras y apareciendo la película completamente negra.

Así los cristales de haluro que han recibido pequeñas cantidades de radiación tendrán como resultado, menor precipitación de plata y aparecerán con una coloración gris. De esta manera las partes en que no se precipitó la plata, aparecerán de un color blanco (radiopaco) en la película.

3.9.- LAVADO CON AGUA CORRIENTE

El objetivo principal del lavado con agua corriente es el de eliminar la solución del revelado de la película para detener este proceso, además de esto se eliminan componentes alcalinos los que pueden contaminar el fijador (ácido) Esto se realiza durante un tiempo aproximado de 2-4 minutos.

3.10.- FIJACIÓN DE LA IMAGEN

La solución del fijador (ácida) elimina los cristales de haluro de plata no expuestos ni revelados de la emulsión de la película y endurece la emulsión previamente reblandecida durante el proceso de revelado.

Para fijar permanentemente la imagen se mantiene la película en la solución fijadora durante 5-7 minutos, sin en cambio se puede extraer después de 3 minutos para realiza un examen visual.

3.11.- LAVADO Y SECADO

La película se debe lavar de 4 a 5 minutos después de extraerla de la solución fijadora para eliminar los restos de fijador.

Posteriormente se deberá secar en un área limpia y sin polvo.^{vi}

IV.- JUSTIFICACIÓN

La Facultad de Odontología de la UNAM es una institución pública que promueve la salud y el cuidado del medio ambiente.

V.- HIPÓTESIS

Los desechos que son producidos al revelar una radiografía, son altamente contaminantes, por lo tanto al reciclar los residuos radiográficos contribuimos al cuidado del medio ambiente y promovemos la reutilización de los recursos como son la plata, y el plomo.

5.- HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Este estudio aporta información significativa de los desechos radiográficos de uso dental.

Al reciclar los residuos radiológicos, ayudamos a minimizar la contaminación que es producida por estos.

VI.- MATERIALES Y METODOS

Los materiales que se emplearon fueron los siguientes:

Recuperadora de plata
(Silver recovery system) Berkley C.A 94710.

Tiras de papel para examen del fijador
(Fixing Bath Test.)

Fijador cansado

Papel Filtro
(Poro abierto)

Vaso de precipitado

6.- MÉTODO

El procedimiento para poder reciclar el fijador cansado fue por medio de electrólisis, utilizando una maquina Desplateadora (Silver Recovery) y el proceso fue el siguiente:

Primero se filtro el fijador saturado

Después se coloco dentro de la maquina electrolítica

En seguida se midió el pH y la saturación de plata

Finalmente se proceso el fijador y durante las siguientes 5 horas, en cada hora se fue examinando el fijador, con tiras de papel indicadoras tanto del pH como de la cantidad de plata (Ag)

VII.- OBJETIVO GENERAL

Crear alternativas para el manejo, reciclaje y disposición final de los residuos generados en el proceso radiográfico dental.

7.- RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos o desechos peligrosos son todos aquellos en los cuáles por sus características físicas son: corrosivas, tóxicas, venenosas, inflamables, biológico infecciosas o irritantes presentan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente por sus siglas (L.G.E.E.P.A.) Lo define como aquello cuyo generador, ya no lo considera reutilizable y que en ocasiones es almacenado en espera de poder obtener un beneficio económico mas adelante, o bien que desecha o intenta deshacerse de él, de una manera eficiente.^{vii}

7.1- MATERIAL PELIGROSO

El material peligroso es aquel que por sus características físicas y fisicoquímicas antes de ser utilizadas y durante su proceso y uso, ya sea en la industria, en los laboratorios, etc; presentan un riesgo para la salud de los seres vivos y el equilibrio ecológico, no obstante si son manejados correctamente podemos atenuar su peligrosidad.

7.2.- LEGISLACIÓN EN MÉXICO

En 1971, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Ley Federal de Prevención y Control de la contaminación, estableciendo los procedimientos necesarios para aplicarse a los residuos peligrosos.

Dentro de esta regulación se pretende ejercer control sobre la generación, transporte, industrialización y confinamiento de los residuos por lo cuál se publica en el Diario Oficial de la Federación, el 25 de noviembre de 1988, el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos.

Emitida el 28 de Enero de 1988.^{viii}

7.3.- ASPECTOS JURÍDICOS

El marco jurídico, que define las regulaciones en materia de residuos peligrosos, está señalado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente (L.G.E.E.P.A.) que entro en vigor en marzo de 1988 así como el Reglamento Federal para el Control de los Materiales y Residuos Peligrosos, y varias normas técnicas ecológicas.

Con el fin de desarrollar medidas específicas para el control y solución de los materiales y residuos peligrosos se lleva acabo una relación de los materiales y residuos peligrosos producidos, su volumen y su posible peligrosidad.^{ix}

7.4.- LOS RESIDUOS PELIGROSOS COMPRENDEN:

Los residuos aislados, mezclados o en solución pueden presentarse en estado sólido, líquido o en forma de Yodo y son generados como "subproductos de proceso".

Los residuos resultantes de "operaciones unitarias"

Los residuos que se generan del almacenamiento, transporte, confinamiento o tratamiento final de los residuos anteriores.

Todos aquellos materiales con la característica de que sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas representan un peligro para la salud humana y los ecosistemas.

En muchos casos, podría también convertirse en residuos peligrosos , las materias primas que caduquen o se deterioren durante el tiempo de su almacenamiento, comercialización y envío.

Los residuos que son generados en las actividades que se desarrollan; en las actividades públicas o dentro de los hogares.

7.5.- NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL

CLAVE	REGULACIÓN	FECHA DE PUBLICACIÓN
NOM-052-ECOL-93	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	22-Oct-93
NOM-053-ECOL-	Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad.	22-Oct-93
NOM-054-ECOL	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	22-Oct-93
NOM-055-ECOL	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radioactivos.	22-Oct-93
NOM-056-ECOL	Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	22-Oct-93
NOM-057-ECOL	Establece los requisitos que deben de observarse en el diseño construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.	22-Oct-93
NOM-058-ECOL	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	22-Oct-93
NOM-083-ECOL	Establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados ala disposición final de los residuos sólidos municipales.	25-Nov-96
NOM-087-ECOL	Separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.	7-Nov-95

Norma Oficial de la Federación (8,9) 2002

VIII.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar los sistemas existentes para poder reciclar los desechos radiográficos dentales.
- Que materiales al ser reciclados pueden ser utilizados.
- Describir las ventajas del reciclaje y si es costeable.
- Promover la enseñanza a profesores y alumnos acerca del reciclaje de los desechos radiográficos.

8.- PROCESAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS RADIOGRÁFICOS UNA VEZ UTILIZADOS.

Una vez que los líquidos radiográficos han sido utilizados se convierten en desechos industriales o comerciales.

Los líquidos que son desechados en el consultorio dental son tirados directamente al drenaje o sistema de fosa séptica.^x

8.1.- DRENAJE

Cuando los líquidos radiográficos son tirados al drenaje estos deberán de ser previamente tratados para neutralizar en lo mas posible el daño al medio ambiente.

En algunos casos, el tirar al drenaje municipal químicos como desperdicio industrial, requiere de permiso de las autoridades o de un programa de retratamiento de desperdicios.^{xi}

IX.- MÉTODOS

Existen tres métodos básicos para recuperar la plata de las soluciones fijadoras previamente utilizadas y son: Reemplazo metálico, Recuperación electrolítica y precipitación química.

Estos métodos pueden usarse individualmente o en combinación según lo exijan las necesidades del usuario.

9.- RECUPERACIÓN DE PLATA CONTENIDA EN EL FIJADOR

La recuperación de plata a partir del fijador es proporcional a la cantidad de películas procesadas. Además, la mayoría de las regulaciones ambientales especifican los límites en la cantidad de plata que puede ser descargada al drenaje.

Los sistemas de recuperación varían desde el simple intercambio de la plata por un metal base (reemplazo metálico) y por galvanismo.

9.1.- REMPLAZO METÁLICO (Intercambio iónico)

Es un método simple que utiliza filtros con esponjas metálicas para la recuperación de plata, este proceso requiere de conocimiento de metalurgia para la obtención de la plata.(2,4)

En este método reacciona el metal usualmente hierro con el tiosulfato y el metal (plata) menos activo se sedimenta como un sólido, esto pasa por un contenedor con esponjas metálicas las cuales dan origen al emplazamiento de plata por hierro.

La desventaja en este método es que la plata es recuperada como un sedimento, lo que hace difícil determinar la cantidad exacta de plata recuperada, y el sedimento requiere de un mayor refinamiento.

Existen también los métodos de Intercambio iónico de precipitación in situ, y el Intercambio iónico convencional.

Con ambos métodos, la plata es removida bombeándola a través de una columna de resina de intercambio.

La diferencia entre los dos métodos es la regeneración.

9.2.- RECUPERACIÓN ELECTROLÍTICA

Es la descomposición de una sustancia líquida por medio de una corriente eléctrica.

Las reacciones que ocurren durante la electrólisis se propician cuando las terminales de una batería o cualquiera otra fuente de corriente directa, se conecta a los alambres metálicos y los alambres se introducen dentro de una disolución acuosa dentro de un electrolito, la corriente fluirá a través de la disolución, como resultado de este paso de corriente, se efectuarán reacciones químicas en las superficie de los electrodos sumergidos en la disolución.

Los electrones cargados negativamente se mueven de la batería hacia su terminal negativa (cátodo), este cátodo se carga con electricidad negativa, y los electrones que están sobre el reaccionan con el material que lo rodea.

En la terminal cargada positivamente (ánodo), los materiales en disolución reaccionan con él cediéndole sus electrones.

Estos electrones pueden regresar a la batería, completando el circuito electrónico.

Así la electrólisis es un grupo de reacciones en el ánodo(+) y en el cátodo (-) que implica la cesión de electrones entre los materiales en la disolución y los electrodos.

Tales reacciones de cesión de electrones se conocen como oxidación (perdida de electrones) y siempre ocurren simultáneamente.

REACCIONES EN EL CATODO

El cátodo esta cargado negativamente, los iones positivos de la disolución emigraran hacia él, y los iones negativos serán rechazados.

Si están presentes los iones de un metal bastante inactivo PLATA este ion se combinará con los electrones presentes en el cátodo y será depositado como metal libre.

9.3.- PRECIPITACIÓN QUÍMICA

Existen varios compuestos que pueden agregarse a los baños fijadores agotados para hacer que la plata contenida en éstos se precipite en forma de sedimento. Los baños a los que se les elimina la plata en esta forma no pueden usarse nuevamente.

Este método es muy usado y de bajo costo para la recuperación de plata, es utilizado principalmente por fábricas de equipo fotográfico o por fotoprocesadores.

Las dos principales desventajas que tiene el sistema son los gases de hidrógeno sulfhídrico (H₂S) que se pueden producir, siendo el resultado de las aguas residuales el cuál tiene que ser manejado como un desecho peligroso.

Otra desventaja es que la recuperación de plata de las aguas residuales se dificulta mas que otros métodos.

El sulfito de sodio forma sulfito de plata para precipitarse fácilmente de las soluciones de desecho del fijador.

El sulfito de plata tiende a formar suspensiones coloidales, que van a dificultar la filtración y se solidifica en el centro generando una densidad extrema, como sea el filtro de tierra de diatomeas puede usarse como filtro improvisado, siendo muy útil el boro-hidrato de sodio en caso de filtración de plata.

9.4.- PRECIPITACIÓN POR MEDIO DE SULFURO DE SODIO

Es posible lograr la precipitación por medio del sulfuro de sodio, pero debe de intentarse sólo con fijadores alcalinos.

Sin embargo, durante este proceso se produce cierto desprendimiento de vapores de ácido sulfhídrico en particular si el fijador es todavía algo ácido.

El ácido sulfhídrico, que tiene un desagradable olor a huevo descompuesto, es sumamente tóxico si se inhala y produce velo en la película.

Cuando se utiliza este método para recuperación, debe de contarse con una buena ventilación y no llevarse acabo en un lugar donde se almacenen películas o papeles fotográficos.

X.- OTROS MÉTODOS DE RECUPERACIÓN

Además del reemplazo metálico, la precipitación por medio de sulfuro y de la electrólisis, otras muchas técnicas de recuperación han sido empleadas con mayor o menor éxito.

Existen varios agentes químicos, aparte del sulfuro de sodio que precipitan la plata o el sulfuro de plata contenidos en los fijadores; el hidrosulfuro de sodio y los boro hidruros de sodio son solo dos de ellos.

10.- INTERCAMBIO DE IONES

Para la recuperación de plata se utilizan una variedad de resinas débiles y fuertes sin iones (aniónico) y se produce mediante el intercambio de los iones entre una resina sólida y una líquida.

Uno de los problemas con este sistema es el complejo de tiosulfato de plata tiene una afinidad con las resinas haciendo de esta manera difícil la recuperación de plata y la regeneración de la resina.

10.1.- OSMOSIS REVERSIBLE

En esta técnica, los desechos de la corriente de agua están bajo una presión sobre la superficie de una membrana selectivamente permeable.

Las moléculas pasan a través de la membrana y otros constituyentes de tras. La extensión de separación es determinada por la superficie de una membrana química, tamaño del poro, presión del fluido, y las características del agua desechada.

XI.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DE PLATA

11.- REEMPLAZO METÁLICO

Ventajas:

1. Cuando se utiliza siguiendo las recomendaciones, bajo condiciones óptimas, el sistema puede recuperar hasta el 95% de la plata presente en el fijador que pasa a través del equipo.
2. El equipo que es requerido tiene un costo razonable.
3. No se requiere de una instalación eléctrica.
4. La carga metálica se retira con facilidad para sacar la plata.
5. El sistema puede adaptarse a operaciones de proceso manual o mecánico.

Desventajas:

1. En la mayoría de los casos, cualquier baño fijador al que se le haya eliminado la plata por este sistema, no tiene ya ninguna aplicación fotográfica.
2. No reduce la concentración de plata del baño fijador con el que se este trabajando.

11.1.- RECUPERACIÓN ELECTROLÍTICA

Ventajas:

1. Bajo costo por gramo de plata recuperada, en operaciones a gran escala.
2. Aumenta la vida útil de los baños fijadores de tiosulfato de sodio y permite volver a utilizarlos.
3. Cuando la electrólisis se incorpora a un sistema de circulación continua, se puede recuperar más plata y se logra un lavado más eficaz, debido a que se acarrea menos plata al siguiente baño que es el lavado.
4. El proceso es limpio y produce barras de plata de un alto grado de pureza; las barras de plata secas, normalmente contienen entre 92 y 98% de plata, éstas pueden secarse fácilmente.

Desventajas:

1. El equipo electrolítico tiene un alto costo.
2. Se requiere de un control frecuente para asegurar una operación adecuada.
3. La eficacia de la recuperación puede no ser tan alta como la de los sistemas de reemplazo metálico, a menos que el sistema este bien controlado.

4. Se requiere tiempo para retirar las barras de plata del cátodo y una vez que se haya logrado, hay que manejarlas bajo las condiciones de seguridad apropiadas, considerando el valor del material.
5. Puede crear un problema de espacio en áreas de proceso que estén muy congestionadas.
6. La recuperación por electrólisis no se considera práctica para usarse en el baño blanqueador-fijador.

11.2.- PRECIPITACIÓN QUÍMICA

Ventajas:

1. El 100% de la plata disuelta se precipita.
2. Es muy económico; debido a que el equipo consiste principalmente en tanques de bajo costo para almacenamiento.
3. Sistema muy sencillo, no eléctrico.

Desventajas:

1. Es un proceso peligroso pues existe la posibilidad de que accidentalmente se acidifique la solución y produzca ácido sulfhídrico.
2. Los tiempos de sedimentación son muy prolongados, por lo que se requieren tanques de almacenamiento de capacidad suficiente para contener el fijador desechado durante varios días. (No es adecuado para instalaciones grandes.)

3. La remoción de las partículas sólidas que contiene el fijador es problemática.
4. La decantación es lenta y la filtración requiere de inversión para el equipo.
5. Se exige el almacenamiento de sustancias químicas que puedan contaminar potencialmente el proceso.
6. El fijador regenerado resulta casi siempre inadecuado.

XII.- PLOMO

El plomo fue uno de los primeros metales que se descubrieron, es de color gris, con un punto de fusión de 330°C.

Sus principales propiedades son:

Peso elevado.

Alta densidad.

Suavidad.

Maleabilidad.

Bajo punto de fusión.

Baja resistencia mecánica.

Baja conductividad eléctrica.

Alto coeficiente de expansión

Alta resistencia a la corrosión atmosférica.

12.- APLICACIONES DEL PLOMO

Recubrimiento de cables, donde la maleabilidad combinada con la resistencia a la corrosión es de gran importancia.

Se utiliza en placas de acumuladores y depósitos de productos químicos, donde es vital la resistencia a la acción del ácido sulfúrico.

En aleaciones para soldar, en las que el principal requisito es el bajo punto de fusión.

El plomo tetraetilo se usaba como ingrediente antidetonante en la gasolina de alto rendimiento.

12.1.- PLOMO EN LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA

El plomo en la película radiográfica sirve como un respaldo que absorbe la mayoría de los rayos X impidiendo que la radiación se disperse.

Al utilizar las radiografías en el consultorio dental quedan como desecho las laminas de plomo que se consideran un desecho peligroso, el cuál por lo general se tira a la basura causando una contaminación del medio ambiente.

XIII.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos del estudio fueron los siguientes:

Al examinar el fijador con las tiras de papel se observo que el fijador tenia por lo general una saturación de plata aproximada de 5.0g de (Ag) y al finalizar el examen esta disminuía a causa del proceso electrolítico.

Al paso de las horas la plata se deposito en el cilindro de la máquina de recuperación.

El proceso de recuperación es limpio y la plata que se obtiene es de buena calidad para poderla fundir posteriormente.

Por otra parte el fijador puede ser reutilizado nuevamente sin ningún problema hasta que nuevamente pierda su capacidad de fijación.

El fijador puede ser analizado cuantitativamente en caso de que pierda alguna de sus propiedades de fijación, se le pueden adicionar cualquiera de sus componentes.

En cuanto a las películas radiográficas tanto intra-orales como extra -orales que son desechadas sin ningún tratamiento previo, de estas se puede recuperar la plata que contienen , así como el Tereftalato de Polietileno, el cuál se utiliza como base de las películas radiográficas.

XIV.- CONCLUSIONES

De acuerdo a la información obtenida con esta investigación y al interés por tratar de mejorar la calidad del medio ambiente es posible reciclar los desechos radiográficos como son:

El fijador, del cuál se puede recuperar plata por el método de electrólisis siendo un método sencillo que nos proporciona la capacidad de reutilización del mismo.

Por otra parte las laminas de plomo de las películas radiográficas puede ser reutilizadas de las siguientes manera.

Pueden ser recolectadas y almacenadas para su posterior fundición y así poder usarlas nuevamente.

Hoy en día el manejo de los líquidos radiográficos una vez utilizados se les considera como un desecho fotográfico, y por lo general son descargados al sistema de drenaje, sin ningún tratamiento previo, lo cuál daña al medio ambiente y sobre todo se pierden recursos no renovables como son la plata y el plomo.

Final mente las películas radiográficas que son desechadas también contienen plata y esta puede ser recuperada , reutilizando también la base de las películas radiográficas denominado (Tereftalato de polietileno) el cuál es utilizado en la fabricación de carpetas, fólderes etc.

XV.- PROPUESTA

Tomando en cuenta lo anterior seria muy valido tener un programa constante de reciclaje, por lo menos de el Fijador radiográfico.

En la Facultad de Odontología, se podría aplicar este programa, debido a que se cuenta con la infraestructura necesaria y sobretodo se cuenta con el conocimiento adecuado para el funcionamiento de esta propuesta.

Por otra parte el Cirujano Dentista debe tomar en cuenta que al tomar radiografias en el consultorio dental, contribuye a la contaminación del medio ambiente y por lo tanto debe de tener conciencia, de que existen métodos de reciclaje de los desperdicios radiológicos.

De esta forma se creará una responsabilidad social, pensando antes que todo lo que utiliza el Cirujano Dentista en su practica diaria pueda tener un uso adecuado y deje de ser un problema como lo es actual mente.

XVI.- GLOSARIO

ABSORCIÓN: Es una operación unitaria ampliamente utilizada en la industria química para la purificación de corrientes gaseosas.

ADSORCIÓN: Es una operación de transferencia de masa . Comprende el contacto de líquidos o gases con sólidos donde hay una separación de componentes de una mezcla líquida o gaseosa por adherencia a la superficie del sólido.

ÁCIDO: Sustancia, molécula o ión, que puede aceptar un par de electrones de otra molécula.

ALCALINO: Agentes que neutralizan lo ácido.

ANIÓN: Ion negativo.

ÁNODO: (-) Electrodo que suministra electrones a un circuito externo.

ÁTOMO: Cantidad más pequeña de un elemento químico que puede entrar en combinación.

BASE: Sustancia que puede compartir su par electrónico.

CACIÓN: Ion positivo.

CÁTODO: (+) Electrodo que recibe electrones de un circuito externo.

CONFINAMIENTO: Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos que garantice su aislamiento definitivo.

CONTAMINANTE: Toda materia o energía en cualquier de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición.

CORROSIVO: Se considera que una sustancia es corrosiva cuando es capaz de descomponer a otras. En función de la liberación de hidrógeno, degrada químicamente a los materiales con los cuales entra en contacto.

DENSIDAD: Es la cantidad de una cualidad intrínseca de una sustancia por unidad de volumen.

DIFRACCIÓN: (rayos X) Desviación de haz de rayos X producida por átomos regularmente espaciados.

DISPOSICIÓN FINAL: Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

ECOLOGÍA: Es el estudio de las acciones recíprocas entre sistemas vivos y su medio ambiente.

ELECTRÓN: Partícula elemental, estable, de carga electronegativa.

ELECTRODO: Es el punto o superficie de contacto entre conductores y electrolíticos y metálicos.

EMULSIÓN: Suspensión permanente de dos líquidos inmiscibles, en presencia de un agente emulsivo; las partículas en suspensión son muy pequeñas, por lo general de una micra de diámetro.

EVAPORACIÓN: En esta operación es necesario dar calor para producir la ebullición y así provocar la evaporación.

EXPLOSIVO: Químico que causa casi instantáneamente liberación de energía, gas, presión y calor cuando es sujeto a un estímulo repentino de calor o altas temperaturas.

FILTRACIÓN: Es la separación de sólidos de un líquido y se efectúa haciendo pasar el líquido a través de un medio poroso.

FILTRO: Materia porosa a través del cuál se hace pasar un líquido para depurarlo.

HIDRÓLISIS: Descomposición de una sustancia por reacción con el agua.

ION: Es un átomo que posee carga debido a que ha adquirido o cedido electrones.

IONIZACIÓN: Proceso de extracción (o adición) de electrones a átomos neutros.

IRRITANTE: Cualquier químico que no es corrosivo pero que causa una inflamación reversible en tejidos vivos por acción química en el sitio de contacto.

LONGITUD DE ONDA: Distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase en dos ondas consecutivas.

MOLÉCULA: Grupos finitos de átomos unidos por fuerzas de atracción intensas, el enlace entre moléculas es débil.

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS: Ondas producidas en fenómenos de tipo electromagnético que se propagan a la velocidad de la luz.

ORBITAL: Probabilidades ondulatorias de electrones atómicos y moleculares.

OSMOSIS: Es el transporte de masa del disolvente a través de una membrana semipermeable desde una solución diluida hacia una mayor concentración.

OXIDACIÓN: reacción de un metal con un oxígeno para producir un óxido metálico.

pH: Abreviatura que indica la acidez de una disolución. Son ácidas las soluciones de pH entre 0 y 7 ; alcalinas entre 7 y 14; neutras aquellas cuyo pH es 7.

PROPIEDADES: Atributos cuantitativos de los materiales, Ej. Densidad, resistencia, conductividad.

RADIOLOGÍA: Ciencia que trata de las radiaciones en cuanto pueden ser aplicadas, al pronóstico, diagnóstico o tratamiento de las enfermedades.

RAYOS X: Radiación electromagnética producida por cambios en la estructura electrónica de los átomos.

RECICLAJE: Método de tratamiento que consiste en la transformación de residuos con fines productivos.

RECOLECCIÓN: Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reuso, o a los sitios para su disposición final.

REDUCCIÓN: Eliminación de oxígeno de un óxido; la disminución en el nivel de valencia de un elemento.

REUSO: Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro.

ROENTGEN: El Roentgen (R) es una medida de exposición a la radiación usada tanto en rayos X como gama. Un R produce 2.08×10^9 iones pares en un/ml de aire. El miliroentgen (mR) es la unidad usual en radiación de bajo nivel.

SOLUCIÓN: Una sola fase que contiene más de un componente.

TÓXICO: Cualquier sustancia que causa daño a tejido vivo, deterioro del sistema nervioso central, enfermedad severa, y en casos extremos la muerte.

XVII.- ANEXOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

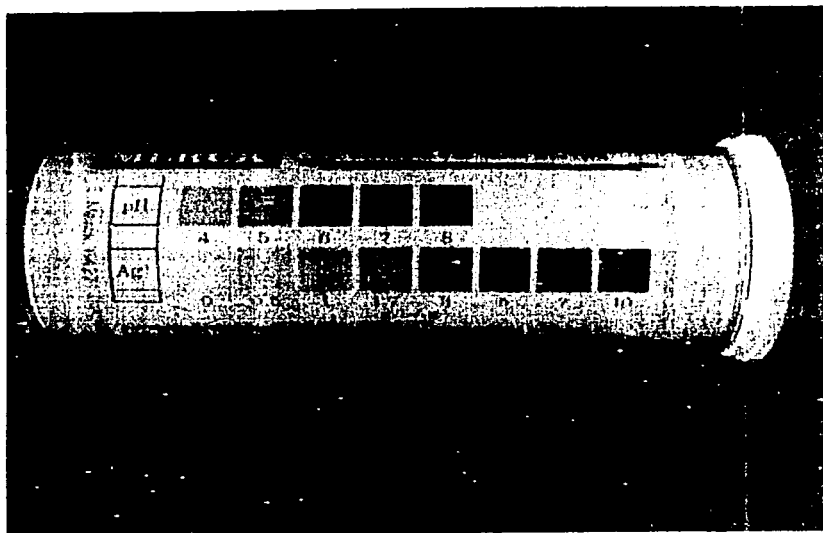


FIGURA 1

COLORIMETRO PARA COMPARAR (pH y Ag)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FIGURA 2

FIJADOR

**(Adentro una pajilla indicadora para comparar el pH y
la cantidad de Ag. contenida en el fijador)**

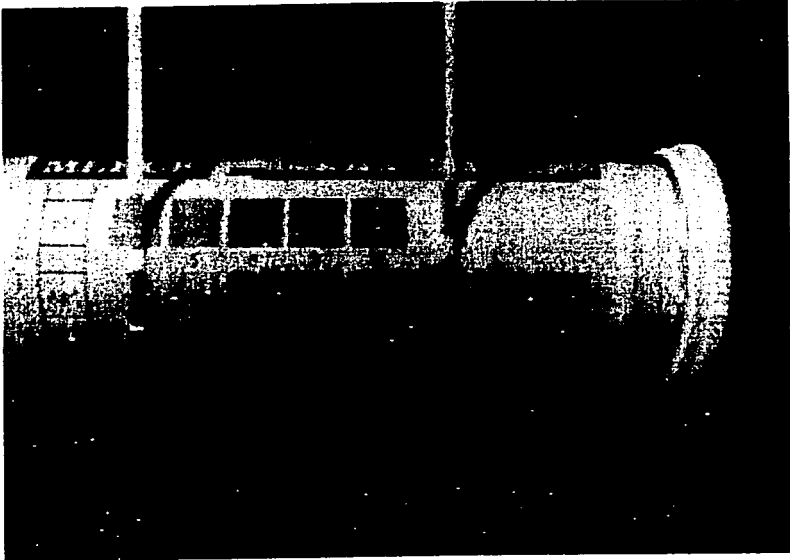


FIGURA 3

PAJILLAS INDICADORAS (De pH y Ag)

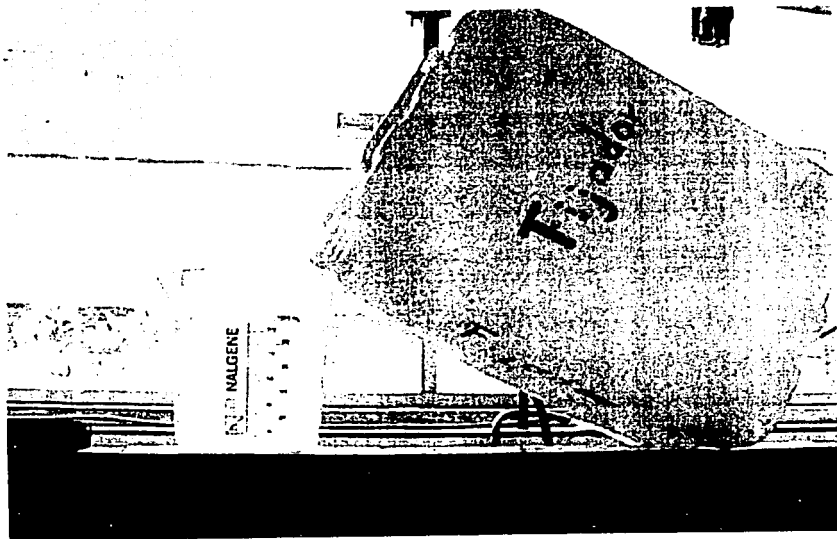


FIGURA 4

FIJADOR

(Antes de ser reciclado)

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

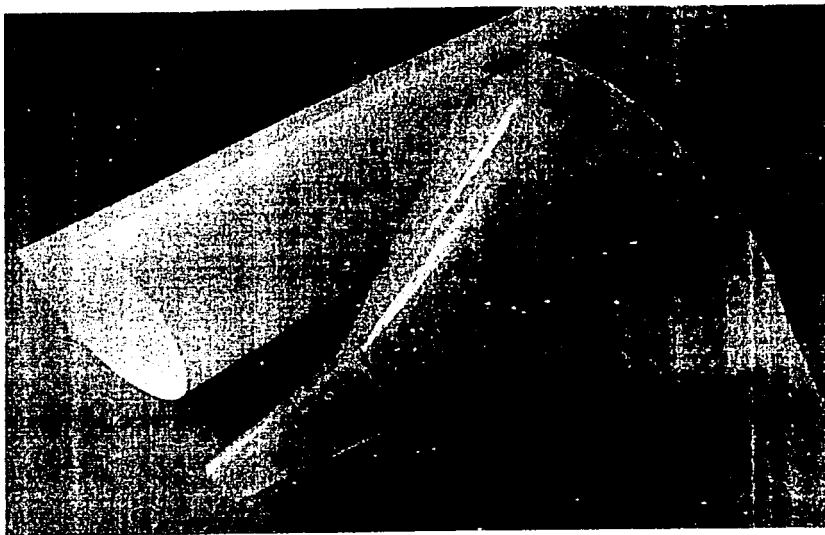


FIGURA 5

PAPEL FILTRO Y EMBUDO

(Utilizados para eliminar las impurezas del fijador)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

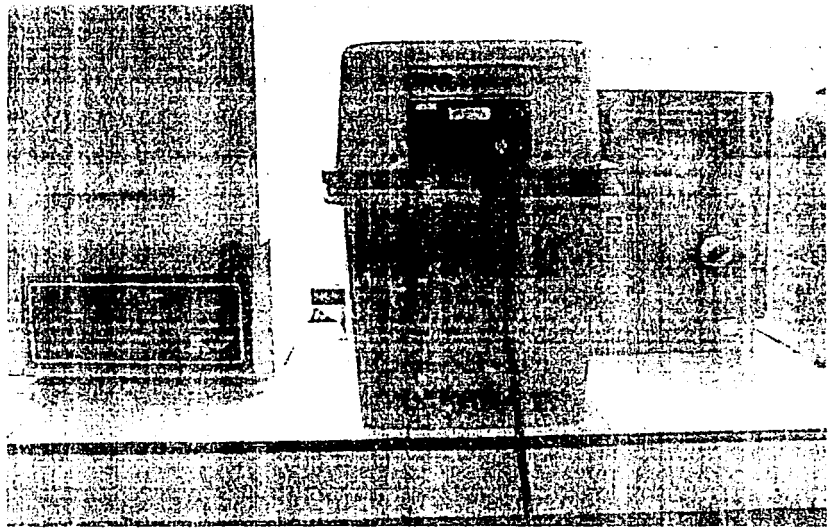


FIGURA 6

RECUPERADORA DE PLATA

(Silver Recovery System)

SR-3 By Rite incorporated for. (Drew Products)

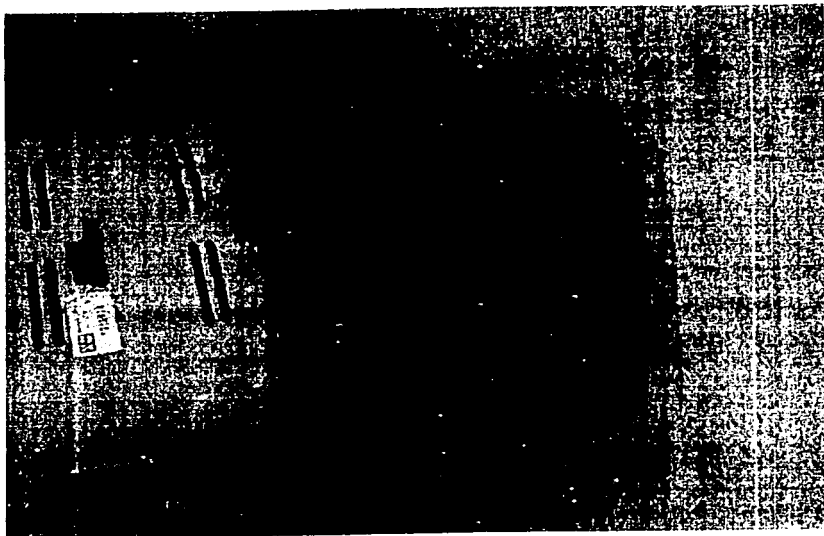


FIGURA 7

RECUPERADORA CON FIJADOR EN EL INTERIOR

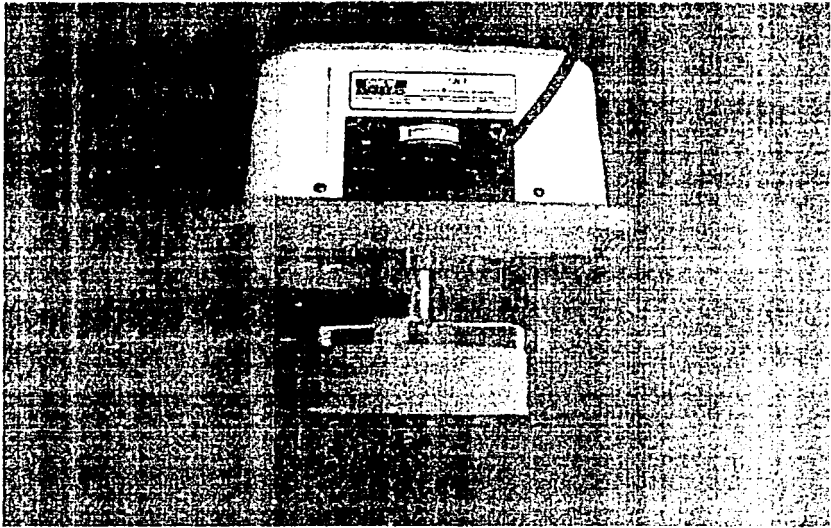


FIGURA 8

RECUPERADORA DE PLATA

(En el cilindro se deposita la plata extraída del fijador)

XVIII.- BIBLIOGRAFIA

-
- ⁱ Radiología para el auxiliar de odontología. pp 4-8
- ⁱⁱ Manson-hing L.R. Fundamentos de radiología dental. México. 1ra. Ed Manual moderno, 1987.
- ⁱⁱⁱ Paul W Gonz Bb, D.D.S, Sm Radiología Oral, Principios e Interpretación, Cap.5 pp 79-96. Edit Mosby/Doyma Libros 1995
- ^{iv} Antón Pasler Fiedrich, Radiología Odontológica. Barcelona: Salvat 1986.
- ^v Smith N.J.D. Radiografía dental. Ed. Original México. Limusa.
- ^{vi} Radiología para el auxiliar de Odontología. Herbert H. Frommer pag.97,98
- ^{vii} Caracterización y Muestreo de Materiales y Residuos Peligrosos CRETIB Cap. 1pp. 1-3,Cap.3 pp.21-34.
- ^{viii} <http://www.ine.gob.mx/dgra/normas/res-pellindex.htm>. Aspectos jurídicos-Normativos y Cumplimiento de la Ley. pp.1.26
- ^{ix} Diario Oficial de la Federación, 7-Nov-95 Normas Oficiales Mexicanas para la Protección ambiental NOM-087-ECOL-93pp.3-4.
- ^x Mirón J. Kasle, Langlais Robert P. Principios de Radiología Bucal 1ra ed. Manual moderno 1984.
- ^{xi} WueHrmann Arthur H. Radiología Dental. 3ra Ed: Barcelona.Salvat Editores,1983

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN