



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA.

TESIS.

DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPUESTOS CON ACTIVIDAD FARMACOLÓGICA DIFERENTE PARTIENDO DE TABLETAS DE ÁCIDO ACETIL SALICÍLICO CADUCAS.

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO.**

**PRESENTA:
JAVIER PÉREZ GONZÁLEZ.**

MÉXICO, D.F.

AGOSTO DEL 2006.





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.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: MARIA DEL SOCORRO ALPIZAR RAMOS.
VOCAL: MARIA EUGENIA IVETTE GOMEZ SANCHEZ.
SECRETARIO: GEORGINA FERNANDEZ VILLAGOMEZ.
1^{er}. SUPLENTE: RAUL LUGO VILLEGAS.
2^o. SUPLENTE: IVAN ALEJANDRO FRANCO MORALES.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Posgrado de la facultad de Ingeniería)
Ciudad Universitaria.

ASESOR DEL TEMA:

Dra. Georgina Fernández Villagómez.

SUSTENTANTE:

Javier Pérez González

DEDICATORIAS

A MI MADRE.

Este trabajo se lo dedico a la
mujer que más amo y admiro.
Ma. del Carmen González Hernández.
Gracias madre por ser un ejemplo
de firmeza, inteligencia, fortaleza
y superación día tras día.
Te doy las gracias eternamente
Por haber sido mi madre.

A MIS HERMANOS.

Paty, Pepe, Viky, Trinidad, Joaquín, Carmen, Rosa.
Pero especialmente a mi hermana Trinidad “pollo”
Gracias por creer en mi, nunca te defraudare.

A MIS AMIGOS.

Isaías, Hugo, Fer, Charly, Luis, Bere, Sandra.
Gracias por haberme dado su amistad y estar
en los momentos mas difíciles y alegres en mi
estancia en la facultad, y por haberme motivado,
regañado y soportado todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS.

Mi principal agradecimiento es para mi hermana Trinidad, por haber creído y confiado plenamente en mí, ya que sin su apoyo nunca hubiera terminado mi carrera.

Con inmenso e inquebrantable orgullo a mi alma mater la Universidad Nacional Autónoma de México,

También doy gracias a la gloriosa FACULTAD DE QUIMICA por haberme dado la oportunidad de estudiar y ser parte de tan grandiosa institución.

Pero especialmente quiero dar las gracias a las personas que mas admiro en la vida, que fueron todos mis profesores:

Ofelia Espejo González.....Química Farmacéutica.
Isaura Carrera García.....Análisis de medicamentos.
Mabel Fragoso Serrano.....Farmacognosia.
Isabel Aguilar Laurents.....Farmacognosia.
Helgi Helen Jung Cook.....Biofarmacia.
Socorro Alpizar Ramos.....Control de calidad.
Ernestina Hernández García.....Desarrollo Farmacéutico.
Adriana Brito Martínez.....Desarrollo Farmacéutico.
Ma. Elena Bravo Gómez.....Toxicología.
Alfredo Garzón Serra.....Biofarmacia.
José Manuel Rodríguez.....Desarrollo Analítico.
Ricardo Rodríguez Sáenz.....Desarrollo Analítico
Joaquín González Robledo.....Tecnología Farmacéutica II.
Juan Manuel Peguero.....Tecnología Farmacéutica III.
Sebastián Lira Rocha.....Química Orgánica.
Francisco Sánchez Viesca.....Química Orgánica.
Rafael Castillo Bocanegra.....Química Orgánica.

Agradezco infinitamente a la Prof. Ma Eugenia Ivette Gómez Sánchez, que fue parte de mi jurado.

A mi asesora la Doctora Georgina Fernández Villagómez.

Índice.

	Pág.
Glosario _____	9
Resumen _____	11
Capítulo I. Introducción _____	13
1.1 Objetivos _____	15
Objetivo general _____	15
Objetivos particulares _____	15
1.1.1 Alcances _____	15
Capítulo II. Antecedentes _____	16
2.1 Características generales de los medicamentos _____	16
2.1.1 Acción farmacológica de los medicamentos y sus características ____	18
2.1.2 Cinética química y estabilidad de los medicamentos _____	21
2.1.3 Rutas de degradación química de los principios activos en medicamentos _____	21
2.1.4 Rutas de degradación física en medicamentos _____	22
2.1.5 Factores ambientales que afectan la velocidad de reacción de un medicamento _____	23
2.2 Situación actual referente a los medicamentos caducos en la ciudad de México _____	24
2.2.1 Principales fuentes de generación de medicamentos caducos _____	26
2.2.2 Consecuencia de un mal manejo de los medicamentos caducos ____	27

2.3	Tratamientos químicos utilizados en la industria farmacéutica para la transformación de los medicamentos caducos _____	27
2.3.1	Tratamientos físicos _____	28
2.3.2	Tratamientos químicos _____	28
2.3.3	Solidificación _____	29
2.3.4	Disposición en relleno sanitario _____	29
2.3.5	Confinamiento controlado _____	30
2.3.6	Tratamiento térmico “Incineración” _____	30
2.3.7	Tratamiento biológicos _____	31
 Capítulo III Metodologías para la formación de los compuestos _____		32
 3.1 Metodología para la formación de ácido salicílico _____		32
Pruebas de identificación de ácido Salicílico _____		33
3.1.1	Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM __	33
3.1.2	Pruebas de solubilidad de ácido Salicílico según criterios de FEUM _____	33
3.1.3	Determinación de punto de fusión de ácido Salicílico _____	34
3.1.4	Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación de ácido Salicílico _____	34
3.1.5	Cálculo del porcentaje de ácido salicílico obtenido a partir de la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas _____	34
 3.2 Metodología para la formación de salicilato de sodio _____		35
Pruebas de identificación del salicilato de sodio _____		36
3.2.1	Pruebas de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM __	36
3.2.2	Pruebas de solubilidad del salicilato de sodio según criterios de FEUM _____	36

3.2.3	Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación de salicilato de sodio _____	37
3.2.4	Cálculo del porcentaje de obtención salicilato de sodio obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas _____	37
3.3	Metodología para la formación de salicilato de metilo _____	38
	Pruebas de identificación de salicilato de metilo _____	38
3.3.1	Pruebas de identificación de salicilato MGA 0511 según FEUM _____	39
3.3.2	Pruebas de solubilidad de salicilato de metilo según criterios de FEUM _____	39
3.3.3	Determinación de punto de fusión de salicilato de metilo _____	39
3.3.4	Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación de salicilato de metilo _____	40
3.3.5	Cálculo del porcentaje de obtención de salicilato de metilo obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas _____	40
3.4	Metodología para la formación de ácido pícrico _____	41
	Pruebas de identificación de ácido pícrico _____	41
3.4.1	Pruebas de solubilidad del ácido pícrico según criterios de FEUM _____	42
3.4.2	Determinación del punto de fusión de ácido pícrico _____	42
3.4.3	Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación de ácido pícrico _____	42
3.4.4	Cálculo del porcentaje de obtención ácido pícrico obtenido a partir de ácido salicílico generado por hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas _____	42

3.5 Diagrama de reacciones _____	43
3.6 Características físicas y químicas de los compuestos obtenidos _____	44
3.7 Tabla de compuestos que se pueden generar a partir de ácido salicílico ____	47
Capitulo IV Resultados del laboratorio _____	48
4.1 Pruebas de identificación de ácido salicílico _____	48
4.2 Pruebas de identificación de salicilato de sodio _____	50
4.3 Pruebas de identificación de salicilato de metilo _____	52
4.4 Pruebas de identificación de ácido pícrico _____	55
4.5 Tabla de resultados de los compuestos obtenidos _____	57
4.6 Realización de una encuesta sobre los medicamentos caducos _____	58
4.7 Resultados de la encuesta realizada _____	59
Capitulo V. Análisis de resultados _____	60
5.1 Análisis de resultados del laboratorio _____	60
5.2 Análisis de resultados de la encuesta _____	64
Capitulo VI. Conclusiones _____	65
Recomendaciones _____	66
Referencias _____	67

Glosario.

Calidad de un fármaco o de un medicamento: Cumplimiento de especificaciones establecidas que garantizan la identidad, pureza, potencia y cualquier otra propiedad química, física o biológica que asegure su aptitud de uso.

Contaminación: Presencia de entidades físicas, químicas o biológicas indeseables.

Contaminante: Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuaren la atmósfera, agua, suelo, flora, flora o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

CRETIB: Código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, inflamable y biológico infeccioso.

Fármaco: toda sustancia natural o sintética que tenga una actividad farmacológica y que se identifique por sus propiedades físicas, químicas o acciones biológicas, que no se presente en forma farmacéutica y que reúna condiciones para ser empleada para ser empleada como medicamento o ingrediente de un medicamento.

Fecha de caducidad: Fecha que se indica en el material de envase primario o secundario y que determina el periodo de vida útil del medicamento. Se calcula a partir de la fecha de fabricación, y se toma en cuenta un periodo de caducidad.

FEUM: Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.

Forma farmacéutica: Es la mezcla de uno o mas fármacos con o sin aditivos, que presentan características para su adecuada dosificación, conservación y administración.

Medicamento: Toda sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético que tengan efecto terapéutico, preventivo, rehabilitatorio o de diagnóstico, que se presenta en forma farmacéutica y que se identifique como tal por su actividad farmacológica, características físicas, químicas y biológicas. Cuando un producto contenga nutrimentos será considerado como medicamento, siempre que se trate de un preparado que contenga de manera individual o asociada: vitaminas, minerales, electrolitos, aminoácidos o ácidos grasos, en concentraciones superiores a la del los alimentos naturales y además se presente en alguna forma farmacéutica definida y la indicación de uso contemple efectos terapéuticos, preventivos, rehabilitatorios o de diagnostico.

Periodo de caducidad: Es el tiempo estimado durante el cual el lote del producto permanece dentro de las especificaciones si se conserva bajo condiciones de almacenamientos normales o particulares. Este periodo no debe exceder de 5 años.

Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del medio ambiente.

Rf: (Relación al frente) Representa la distancia recorrida por el compuesto, en relación a la distancia recorrida por la fase móvil por lo que siempre sus valores oscilan entre cero y uno.

Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines, incluido el composteo y la biometanización pero no la incineración con recuperación de energía.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuo peligroso: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicas infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico del medio ambiente.

Solución: Preparado líquido, transparente y homogéneo, obtenido por disolución de el o los principios activos y aditivos en agua, y que se utiliza para el uso externo o interno.

Sustancia de referencia: Son productos de uniformidad reconocida, destinados para utilizarse en comprobaciones analíticas, físicas o químicas en el transcurso de las cuales sus propiedades se comparan con las de sustancias en examen.

Tabletas: Forma farmacéutica sólida que se obtiene por compresión o moldeado, que contiene el o los principios activos o aditivos. Generalmente de forma discoide, plana, rasurado y de tamaño variado y que, cuando sea necesario, puede ser cubierta por una película que no modifica la forma original.

Tratamiento: Cualquier método, técnica o proceso físico, químico, térmico o biológico, diseñado para cambiar la composición de cualquier residuo peligroso o modificar sus propiedades físicas, químicas, o biológicas de modo de transformarlo en no peligroso, o menos peligroso o hacerlo seguro para el transporte, almacenamiento o disposición final; recuperar energía, o materiales o bien hacerlo adecuado para almacenamiento, y/o reducir su volumen. La dilución no está considerada como tratamiento.

Toxicidad: Capacidad de un agente químico de producir un efecto nocivo sobre los organismos vivos.

Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2000); 7ª edición, tomo I y II México.

Fenicola, N. Nociones básicas de toxicología, 4ª edición OPS, OMS.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.- Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Diario Oficial de la Federación (México, D.F.: 22 de Octubre de 1993).

Norma Oficial Mexicana NOM-073-SSA-2003.- Estabilidad de los medicamentos. Diario Oficial de la Federación. (México, D.F.: 8 de Marzo de 2003).

Resumen.

La presente investigación tiene por objeto elaborar procedimientos químicos para la formación de compuestos con actividad farmacológica diferente partiendo de tabletas de ácido acetil salicílico caducas, mediante una serie de procesos fisicoquímicos a escala piloto. Para ello se realizó una investigación bibliográfica acerca del tratamiento y manejo de los medicamentos caducos, así como las diferentes propuestas de tratamiento.

Los medicamentos caducos están regulados en nuestro país por la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al medio Ambiente (LGEEPA), su reglamento y sus normas ecológicas, así como por la Ley General de Salud.(LGS)

En México no existe una legislación específica para el manejo de los medicamentos caducos. La gravedad del problema en el manejo de medicamentos caducos, no es solo los residuos generados por la industria farmacéutica, la cual es un pequeño porcentaje, sino que los mayores generadores de medicamentos caducos son las fuentes no puntuales con el 16 % del total de los generados por este ramo. (Vázquez y Sánchez, 1994).

Los residuos de los medicamentos caducos son considerados por la Ley General de Salud como peligrosos, pero sin embargo no existe una normatividad para su manejo.

Por lo que un mal manejo de los medicamentos caducos puede traducirse en problemas de contaminación al medio ambiente como podrían ser el daño a los mantos acuíferos, contaminación atmosférica “producida por la incineración de los medicamentos caducos, formando contaminantes como dioxinas y furanos”, además de intoxicación en pepenadores y en general a la población, lo cual se podría traducir en un problema de salud pública.

La manera en que se determina la fecha de caducidad de un medicamento es por medio de una serie de pruebas de estabilidad acelerada, en términos generales un medicamento alcanza su periodo de caducidad a los 5 años de haberse producido.

En función de los principios de estabilidad de los medicamentos, las rutas de degradación físicas y químicas y el metabolismo de los mismos en el organismo, se establecen las bases para el tratamiento de los medicamentos caducos.

Las principales tecnologías que existen para el tratamiento de los medicamentos caducos, van desde reacciones de hidrólisis ácida o básica, halogenación, quelación, desalquilación y tratamientos térmicos. Algunos medicamentos no requieren de tratamiento ya que son sustrato adecuado para la acción microbiana. (Batstone 1996).

De acuerdo con la relación de los medicamentos identificados en las solicitudes para disposición final de residuos durante el año de 1995, los grupos de medicamentos caducos que se presentaron en mayor cantidad son los vitamínicos, biológicos, analgésicos, amebicidas y tranquilizantes (Departamento de Residuos Especiales de DDF 1995).

En términos generales este trabajo consiste en obtener ácido salicílico, a partir de la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas, el cual se le someterá a una serie de diferentes pruebas farmacopeicas (identificación de salicilatos, punto de fusión, solubilidad y cromatografía en capa fina) para estar seguro de que se esta obteniendo ácido salicílico. Este ácido salicílico obtenido será utilizado para generar nuevos productos “principios activos” los cuales tienen una actividad farmacológica diferente y que son utilizados en la industria farmacéutica.

A partir del ácido salicílico se va generar salicilato de sodio, salicilato de metilo y ácido pícrico, esto a través de una serie de reacciones específicas. Dichos productos generados serán identificados con pruebas como: solubilidad, punto de fusión, cromatografía en capa delgada” para corroborar que en realidad se esta obteniendo los compuestos señalados.

Los compuestos obtenidos pueden ser utilizados para la preparación de nuevas formas farmacéuticas y de esta forma no se generarán residuos peligrosos, producidos por las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, y se evitarán problemas de contaminación y toxicidad a los seres humanos que indebidamente los consuman

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

Debido al gran auge y desarrollo de la industria farmacéutica, la gran variedad y cantidad de medicamentos que se producen en nuestro país durante todo un año es muy alta; en ocasiones no se alcanzan a consumir todos los medicamentos generados y una vez caducos se convierten en residuos ocasionando problemas para su disposición.

En un artículo publicado por el periódico el Universal 17 en mayo del 2004, el cual hace mención que del 100 % de los medicamentos que se producen en todo el país solo el 70 % de estos son consumidos y el 30 % restantes se caducan, pero de este 30% solo el 75 % de los medicamentos caducos son recuperados por las industrias farmacéuticas, y el restante 25 % de los medicamentos caducos ya no tienen una rastreabilidad por la industria farmacéutica (No saben donde se encuentran dichos medicamentos caducos). Pero tales medicamentos se encuentran en las casas de la gente que compró un medicamento y se le caduco y como no sabe que hacer con ellos los tiran a la basura, creando problemas de contaminación ambiental y toxicidad a la población en general.

El manejo de los medicamentos caducos en México a lo largo del tiempo se ha caracterizado, al igual que la generalidad de los residuos, por la falta de una cultura que permita la minimización satisfactoria de los daños ambientales. (INE, 1999).

Actualmente la legislación mexicana existente es un tanto contradictoria en cuanto a los medicamentos caducos, ya que los criterios usados sobre si se deben clasificar o no como residuos peligrosos no está bien definido.

En 1994 se tenía contemplada la expedición de un anteproyecto de Norma Oficial Mexicana por parte del Instituto Nacional de Ecología (INEA), la Procuraduría Federal de Protección del Medio Ambiente (PROFEPA) y la Secretaria de Salud (SSA) sobre el manejo de los mismos (Hernández, 1995). Sin embargo hasta la fecha no existe nada al respecto.

En cuanto al sector industrial, en las buenas prácticas de fabricación de los medicamentos se contempla el manejo de los medicamentos que quedan en sus bodegas o los que fueron devueltos por sus proveedores. Si no le es factible su reprocesamiento, debe llevarse acabo su transformación o inactivación de acuerdo con los procedimientos con los que cuenta cada empresa y que han sido autorizados por la Secretaria de Salud (SSA 1999).

Los medicamentos que caducan en las farmacias son devueltos a los laboratorios farmacéuticos que los elaboraron y si se tratan. Los que caducan una vez saliendo de dichos lugares no se retornan a los fabricantes y no son tratados.

Si se consideran a los medicamentos como residuos peligrosos, una composición aproximada del total generado en el país revelan que los medicamentos constituyen el 16 % (Vázquez y Sánchez, 1994).

En el área metropolitana de la Ciudad de México, el DDF tiene un procedimiento para el tratamiento y disposición de los residuos provenientes de la industria farmacéutica y fármacos en general. Para ello, la industria tiene que hacer una carta de petición a la Dirección Técnica de Servicios Urbanos del DDF, solicitando que den tratamiento y dispongan sus residuos en algunos de los rellenos ubicados en el área metropolitana. De la Dirección Técnica se turna la orden al Departamento de Residuos Especiales para establecer los requisitos de recepción de los residuos. Estos incluyen:

- a) La separación de envases primarios de los medicamento, como son cartón, plásticos y vidrio. Muchos de estos se pueden reciclar, además su separación se reduce hasta un 60 % del volumen de los residuos por tratar.
- b) Un análisis de los medicamentos por lotes y en mezclas, estableciendo su composición y cuales son las posibles combinaciones que para su disposición se permiten.

Si de estos requisitos el residuo resulta no ser peligroso o especial, se firma un acuerdo para el acondicionamiento o tratamiento, entre la S.S.A y la industria que los genera

La Ley General de Salud regula y contempla la transformación de medicamentos caducos en el artículo 233, 404 fracción X y el 414, los cuales dicen: queda prohibidos la venta y suministro de medicamentos con fecha de caducidad vencida.

Actualmente solo se inactivan o transforman utilizando tratamientos térmicos y/o químicos por parte de la Secretaria de Salud, los siguientes grupos de medicamentos (SSA, 1999).

- Antibióticos.
- Psicotrópicos.
- Oncológicos.
- Hormonales.

Para la disposición final del residuo tratado, se realiza un embarque en el cual los sólidos van empacados en bolsas de plástico calibre 800, mientras que los líquidos se les disminuye el contenido de agua libre por adición de algún absorbente, envasándose en tambos metálicos perfectamente sellados. La disposición final se efectúa en algún relleno sanitario.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo general.

Diseñar procedimientos químicos para la elaboración de compuestos con actividad farmacológica diferente partiendo de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Objetivos particulares.

- Seleccionar de un universo de medicamentos caducos recolectados en los hogares, tabletas de ácido acetil salicílico sin importar la marca.
- Recopilar información en medios impresos y electrónicos sobre la formación de productos generados por el ácido salicílico.
- Generar productos con actividad farmacológica diferente partiendo del ácido salicílico obtenido de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.
- Generar la menor cantidad de residuos tóxicos para el medio ambiente considerando los procedimientos químicos utilizados.
- Buscar que el proceso químico seleccionado sea rápido, sencillo y económico.
- Conocer la opinión de una población heterogénea sobre el consumo y disposición de los medicamentos caducos, a través de la aplicación de una encuesta.

1.1.1 ALCANCES.

- Los procedimientos químicos, serán propuestos para nivel laboratorio.
- Se utilizarán únicamente las tabletas caducas de ácido acetil salicílico que se recolectaron en los hogares.
- Los tratamientos químicos generados deberán producir la menor cantidad de residuos tóxicos a la salud y al ambiente para lo cual se considerarán buenas prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO II ANTECEDENTES

2.1 Características generales de los medicamentos.

Se entiende por fármaco o droga, toda sustancia que interactúa con los organismos vivientes. Los medicamentos son aquellas sustancias químicas que se utilizan para prevenir o modificar estados patológicos o explorar estados fisiológicos para beneficio de quien los recibe. Son sustancias útiles en el diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades del hombre (Ley General de Salud 1997).

Existen varias clasificaciones para los medicamentos, de las cuales las más comúnmente aceptadas es aquella que se basa en las acciones farmacológicas o uso terapéuticos de los mismos. (Goodman. 2006). Tabla 1.

Tabla 1 Clasificación de los medicamentos según su acción terapéutica y acción farmacológica.

Medicamentos según la acción terapéutica	Acción farmacológica.
1.- Drogas que actúan en la sinapsis y las uniones neuroefectoras.	- Agentes colinérgicos. - Agentes colinesterasa. - Atropina. - Escopolamina. - Drogas simpaticomiméticas,
2.- Drogas que actúan sobre el sistema nervioso central.	- Anestésicos. - Gases terapéuticos - Hipnóticos. - Sedantes. - Antiepilépticos. - Opioides.
3.- Antiinflamatorios	- Histamina. - Derivado lipídico. - Tratamiento antiasma. - Analgésicos.
4.- Sales e iones.	- Sales de sodio. - Sales de potasio
5.- Drogas que afectan el sistema renal y el metabolismo de electrolitos diuréticos.	- Xantinas. - Diuréticos osmóticos. - Compuestos mercuriales. - Tiacidas sulfonamidas. - Inhibidores de la anhidrasa carbónica.

Continuación de la tabla

6.- Agentes cardiovasculares.	<ul style="list-style-type: none"> - Nitratos orgánicos. - Antihipertensivos. - Glucósidos cardiacos. -Antiarrítmicos.
7.- Fármacos que afectan las funciones intestinales.	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la acidez. - Control de úlceras. - Motilidad gastrointestinal. - Productos de ácidos biliares y jugos digestivos.
8.- Fármacos que afectan la motilidad uterina.	<ul style="list-style-type: none"> - Oxitocina. - Prostaglandinas. - Alcaloides. - Agentes citolíticos.
9.- Quimioterapia.	<ul style="list-style-type: none"> - Antihelmínticos. - Antiprotozoarios. - Antimalaricos. - Amebicidas.
10.- Quimioterapia para infecciones microbianas.	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfonamidas. - Trímotropina. - Sulfametoxazol. - Quinolonas. - Penicilinas. - Cefalosporinas. - Antimicóticos. - Antivirales. - Antibióticos. - Aminoglucósidos. - Tetraciclinas. - Cloranfenicol. - Eritromicina.
11.- Quimioterapia con agentes antineoplásicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Agentes alquilantes. - Antimetabolitos. - Hormonas. - Isótopos radioactivos.
12.- Inmunosopresores.	<ul style="list-style-type: none"> - Azatioprina. - Clorambucil. - Ciclofosfamida. - Metotrexato.

Continuación de la tabla

13.- Agentes que actúan sobre la sangre y órganos hematopoyéticos.	- Anticoagulantes. - Trombocitos. - Antiplaquetarios.
14.- Hormonas.	- Adenohipofisarias. - Tiroidea y antitiroidea. - Progesterona y progesterona. - Andrógenos. - Adrenocorticotrófica. - Insulina. - Paratifoidea.
15.- Vitaminas.	- Hidrosolubles (complejo B y ácido ascórbico).- Liposolubles (A,K,E).
16.- Medicamentos del sistema respiratorio.	- antihistamínicos. - Expectorantes. - Antitusígenos,

No todos los medicamentos que se encuentran en el mercado son elaborados con principios activos sintetizados químicamente. Existen diversos productos que provienen de la biotecnología, como los anticoagulantes, dismutasas, eritropoteínas, interferones, interleucinas, anticuerpos monoclonales, péptidos, vacunas y otros.

2.1.1 Acción farmacológica de un medicamento y sus características.

La actividad terapéutica de una droga es el resultado de numerosos eventos complejos en los organismos vivos. Normalmente, estos se pueden clasificar dentro de tres fases. (Goodman. 2006)

- Fase farmacéutica.
- Fase farmacocinética.
- Fase farmacodinámica.

La fase farmacéutica.

Incluye la desintegración de la forma dosificada y la disolución de la droga. Esta fase esta principalmente gobernada por las propiedades químicas y físicos del fármaco.

La fase farmacocinética. Incluye las etapas:

- Absorción.
- Distribución.
- Metabolismo.
- Eliminación o excreción.

La fase farmacodinámica.

Incluya la interacción de los eventos subsecuentes los cuales se conducen hacia el efecto farmacológico.

Por lo tanto la eficacia de un fármaco no solo depende de las propiedades del principio activo, sino más bien depende de los parámetros farmacéuticos y farmacocinéticos tales como:

- Forma dosificada.
- Ruta y sitio de administración.
- Magnitud y velocidad de absorción.
- Unión y localización de tejidos.
- Biotransformación (metabolismo).
- Rutas y velocidad de eliminación.

Administración del fármaco.

Los medicamentos pueden ser introducidos al organismo por vía oral, nasal, oftálmica, rectal, intravenosa, cutánea. La vía de administración y la forma dosificada depende de:

- Las propiedades físicas y químicas del fármaco.
- La actividad y duración del efecto.
- Estado físico del paciente.

Absorción.

La absorción ocurre cuando el fármaco se introduce al organismo desde la superficie del cuerpo. Los fármacos que se administran oralmente, su absorción se realiza en la mucosa gastrointestinal, mientras que en la administración local de medicamentos, la absorción ocurre en un sitio definido dentro o fuera del cuerpo. Un medicamento puede activarse si este alcanza el sitio de acción en el cuerpo en una concentración adecuada.

La absorción es solo posible por el transporte de sustancias a través de la membrana. La absorción involucra dos estructuras que son diferentes las cuales son: La capa lipídica y la transmembranal porosa (Goodman. 2006).

El mecanismo de absorción puede ocurrir por:

- Difusión pasiva o permeación.
- Difusión facilitada o transporte acarreador.
- Transporte activo, pinocitosis, fagocitosis y endocitosis.

Distribución.

La distribución es el transporte reversible de una sustancia de una parte del cuerpo a otro. Las variables importantes en la distribución de un medicamento dentro del organismo son:

- El flujo sanguíneo a través de órganos y tejidos.
- La permeabilidad de las membranas.
- La diferencia de pH entre el plasma y el tejido.

Las propiedades más importantes de distribución del fármaco son:

- El tamaño molecular.
- Propiedades físico-químicas (incluye solubilidad).

Metabolismo.

A la transformación química de compuestos exógenos en el cuerpo se le llama biotransformación o metabolismo. En este proceso primeramente se lleva a cabo en el hígado pero otros tejidos y órganos juegan un papel importante en el metabolismo como son: Intestinos, riñones, la vesícula biliar, músculos, piel y sangre. Este proceso se lleva a cabo por la acción de enzimas, estas no solo metabolizan compuestos exógenos (xenobióticos), sino por que también metaboliza compuestos endógenos (hormonas, ácidos biliares). También en el metabolismo de la flora intestinal contribuye en la biotransformación, los microorganismos participan en reacciones de oxidorreducción e hidrólisis.

Eliminación o excreción.

La excreción de un fármaco o su metabolito activo da como resultado una disminución de su concentración en el cuerpo. El efecto es similar al metabolismo o inactivación biológica de los fármacos. La eliminación de un fármaco depende de las propiedades físico-químicas del medicamento (peso molecular, valor de pKa, solubilidad) y pueden ocurrir por vía:

- Renal (orina)
- Biliar o intestinal. (excremento).
- Excreción pulmonar (aire exhalado).
- Leche materna.
- Otras formas de excreción en el organismo.

El órgano más importante en la excreción de un fármaco es el riñón. La velocidad y magnitud de excreción renal depende de una filtración renal, absorción tubular y secreción tubular.

2.1.2 Cinética química y estabilidad de los medicamentos.

La estabilidad de los principios activos es el principal criterio para determinar la aceptación o rechazo de cualquier medicamento. Existen varias formas de inestabilidad para dar pie al rechazo de algún producto (Remington, 2000). Como ejemplo podrían ser:

- a) Degradación química del principio activo.
- b) La formación de un producto tóxico resultante del proceso de descomposición.
- c) Inestabilidad que pueda disminuir la biodisponibilidad del fármaco.
- d) Cambios sustanciales en la apariencia física de la forma dosificada.

Un medicamento tiene que satisfacer criterios de estabilidad química, toxicológica, terapéutica y física, como los establecidos por la Secretaria de Salud en el la Norma Oficial Mexicana (NOM-073-SSAI-2003). Referida a la estabilidad de los medicamentos.

2.1.3 Rutas de degradación química de los principios activos en medicamentos.

Los medicamentos están constituidos por moléculas químicas de carácter orgánico e inorgánico, por tal motivo las rutas de degradación que seguirán son las mismas que siguen las moléculas orgánicas según el grupo funcional, pero con la diferencia que las reacciones que se presentan a concentraciones muy diluidas. Así como la descomposición del principio activo del fármaco va a seguir diferentes rutas como son: (Lachman. 1986).

- 1.- Hidrólisis.
- 2.- Oxido-reducción.
- 3.- Racemización.
- 4.- Fotólisis.
- 5.- Solvólisis.

Siendo las más frecuentes la hidrólisis y oxido-reducción.

Hidrólisis.

Los fármacos que tienen en su estructura grupos funcionales éster o amida pueden sufrir hidrólisis cuando se encuentran en solución. La hidrólisis de un grupo éster en una mezcla de alcohol-ácido esencialmente involucran la ruptura de un enlace covalente entre el carbono y el oxígeno. Los factores que influyen en la velocidad de la hidrólisis son: el pH (catálisis ácida o básica) y la temperatura. (Lachman. 1986).

Oxido-reducción.

La descomposición oxidativa de los compuestos farmacéuticos es responsable de su inestabilidad. Algunos ejemplos de fármacos que sufren oxidación son: los esteroides, vitaminas y antibióticos. Estas reacciones son mediadas por radicales libres u oxígeno, la complejidad y sensibilidad de los procesos oxidativos ante trazas de metales y otras impurezas dificulta su reproducción y establecimiento de mecanismos de reacción. La forma más común de descomposición oxidativa que ocurre en los fármacos es la autooxidación, que ocurre cuando el fármaco entra en contacto con el oxígeno molecular reaccionando en forma espontánea aunque lenta a temperatura ambiente. (Lachman. 1986).

Racemización.

La racemización es una reacción donde se da como resultado, un cambio en la estructura geométrica del compuesto farmacéutico generando en una disminución de su actividad terapéutica. Normalmente la racemización depende de factores tales como la temperatura, naturaleza del solvente, el catalizador y la presencia o ausencia de luz (Lachman. 1986).

Fotólisis.

Cuando los compuestos farmacéuticos absorben energía radiante en forma de luz ocurre una descomposición de los mismos llamada fotólisis. En un gran número de sistemas que son fotolizados, se producen radicales libres que reaccionan después. Las variables que pueden participar en la fotólisis son: la intensidad y la longitud de onda de la luz, el tamaño y forma del envase, lo que se contrarresta cuando los productos farmacéuticos se empacan en materiales protectores tales como los frascos ámbar que dan una buena protección en la región ultravioleta (Lachman. 1986).

Solvólisis.

En este tipo de degradación ocurre una descomposición del principio activo reaccionando con el solvente presente, el cual puede ser agua, o mezclas de agua con otros solventes como son: etanol o propilenglicol. Estos actúan como agentes nucleofílicos atacando centros electropositivos del compuesto farmacéutico (Lachman. 1986).

.2.1.4 Rutas de degradación físicas en medicamentos

Existen varias formas de degradación de los medicamentos ocasionados por factores físicos como podrían ser (Lachman. 1986):

- Poliformismo.
- Vaporización.
- Envejecimiento.
- Adsorción.

Poliformismo.

Muchos fármacos existen en dos o más formas cristalinas. Los polimorfos difieren en sus propiedades físicas, tales como la densidad, punto de fusión, solubilidad etc. La forma que tiene mayor punto de fusión y menor solubilidad es la más estable, y todas las otras formas se convierten en aquella en el tiempo. Dada la diferencia de solubilidad y velocidad de difusión, los polimorfos presentan distinta actividad terapéutica. (Nudelman, 1981)

Vaporización.

Esta se debe a la suficiente presión de vapor que poseen algunos fármacos y sus coadyuvantes a temperatura ambiente, de tal forma que se volatizan a través de los constituyentes de su envase. Las cetonas, aldehídos y ésteres y alcoholes de bajo peso molecular, pueden perder su formulación de esta manera (Nudelman, 1981).

Envejecimiento.

Es un proceso en el cual hay cambios en las características de disgregación y/o disolución de las formas dosificadas, donde “inexplicablemente” se dan cambios en las propiedades físico-químicas de los ingredientes inertes o el principio activo en la forma dosificada. Este proceso es función de la edad del medicamento, lo que resulta en cambios de biodisponibilidad de la droga (Nudelman, 1981).

Adsorción.

La interacción fármaco plástico puede llegar a ser un problema potencial cuando soluciones intravenosas son almacenadas en bolsas o viales de cloruro de polivinilo (PVC). Por ejemplo más del 50 % de la pérdida del principio activo puede ocurrir después de que la nitroglicerina se almacena en la bolsa de infusión de PVC en un cuarto de temperatura durante 7 días (Nudelman, 1981).

2.1.5 Factores que afectan la velocidad de reacción de un medicamento.

La estabilidad de un fármaco puede ser afectada dramáticamente por factores que son:

- Disolvente.
- pH.
- Solubilidad

Disolvente.

En muchas presentaciones farmacéuticas, puede ser necesario incorporar solventes misibles en agua para solubilizar al fármaco. Estos solventes son generalmente alcoholes de bajo peso molecular tales como el etanol, propilenglicol. Los efectos que estos producen son difíciles de predecir. Por lo cual la alteración de los coeficientes de las moléculas reactantes y el estado de transición, cambios en el sistema de solvente puede ocasionar alteraciones en los parámetros físico-químicos como son el pKa, tensión superficial y viscosidad afectada directamente la velocidad de la reacción.

pH.

El pH de una solución de un fármaco puede tener un efecto dramático sobre su estabilidad. Lo que desde el punto de vista químico se explica en función de la capacidad de ionización del fármaco. El hecho de que la reacción sea catalizada por ácidos o bases dependerá de si la molécula es iónica o no, y en caso afirmativo, de que sea catiónica o aniónica.

Solubilidad.

La solubilidad reducida del fármaco en suspensión reduce la cantidad de medicamento disponible para ser hidrolizado.

Como ejemplo las penicilinas son muy inestables en solución acuosa debido a la hidrólisis del anillo β -lactámico. Por lo que un método para estabilizar las penicilinas en forma líquida dosificada es preparando sus sales insolubles y formularlas en suspensiones.

2.2 Situación actual, referente a los medicamentos caducos en la ciudad de México.

De acuerdo a la clasificación de residuos peligrosos y no peligrosos según las características C.R.E.T.I.B. Los medicamentos y fármacos caducos entran como residuos peligrosos o en una clasificación intermedia que es la de los residuos especiales, los cuales se pueden disponer en los rellenos sanitarios previo tratamiento, de inactivación o transformación. (Departamento de Residuos Especiales de DDF 1995).

Para poder determinar el tratamiento que estos residuos puedan tener, es necesario efectuar primeramente una caracterización C.R.E.T.I.B. estudios de generación, composición físico-química para ver cual es su aplicación: reutilización, reciclado, aprovechamiento, recuperación de energía o confinamiento.

En la ciudad de México y Área Metropolitana, el sistema más utilizado para los residuos especiales es el relleno sanitario.

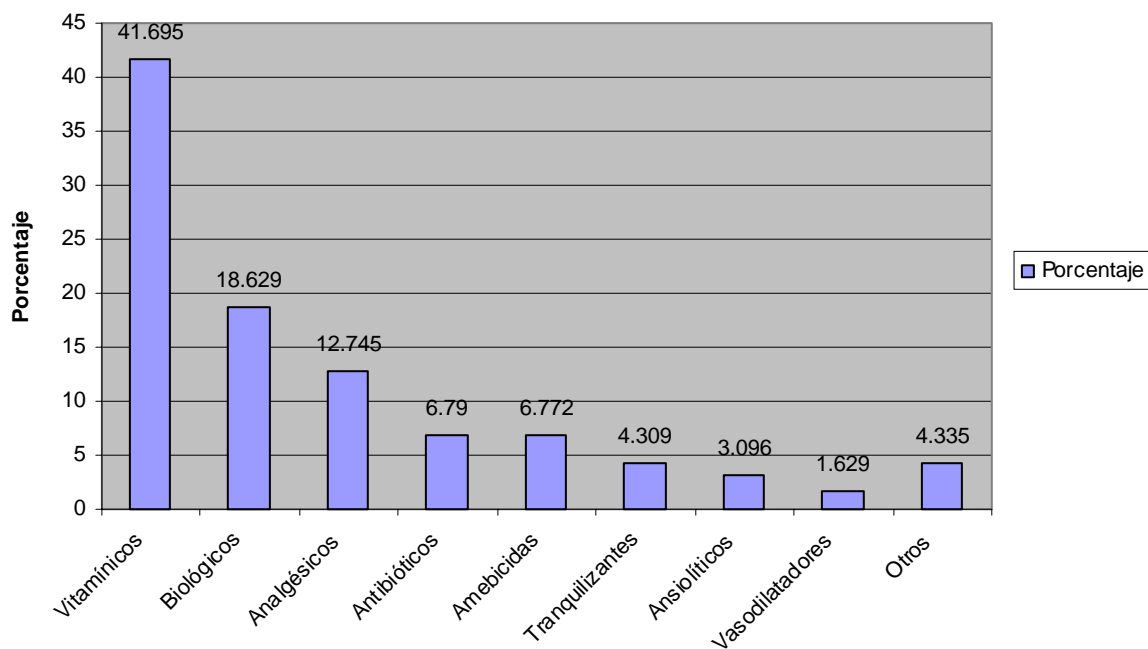
De acuerdo a la relación de medicamentos identificados en las solicitudes para disposición de residuos durante 1995 que realizó el departamento de residuos especiales del DDF, los grupos de medicamentos que se presentan corresponden a los señalados en tabla 2.2.1

Tabla 2.2. Tipo de medicamentos identificados en las solicitudes de disposición total en el DF. Durante 1995.

Medicamento	Cantidad (toneladas)	Porcentaje (%)
1.- Vitamínicos.	53.716	41.695
2.- Biológicos.	24.000	18.629
3.- Analgésico.	16.419	12.745
4.- Antibióticos.	8.747	6.790
5.- Amebicidas.	8.725	6.772
6.- Tranquilizantes	5.552	4.309
7.- Ansiolíticos.	3.988	3.096
8.- Vasodilatadores.	2.098	1.629
9.- Otros.	5.579	4.335
Total	128.824	100

Fuente: Departamento de residuos especiales, GDF. 1995

Figura 2.2 Tipo de medicamentos identificados en las solicitudes de disposición total en el D.F durante 1995. (En función de porcentaje) Fuente: Departamento de residuos especiales, GDF. 1995



2.2.1. Principales fuentes de generación de medicamentos caducos.

En el caso de los medicamentos caducos y los residuos farmacéuticos, las fuentes generadoras se visualizan siguiendo el proceso productivo y la comercialización de las formas medicadas

- a) La síntesis o extracción de los principios activos dentro de la industria farmoquímica, los cuales se convierten en la materia prima sobre la cual trabaja la industria farmacéutica. Los residuos se manejan conforme a lo dispuesto por las autoridades de la SS y el INE.
- b) La elaboración de medicamentos por la industria farmacéutica, dentro de la cual se realiza investigación de nuevas medicinas, producción de formas sólidas como son tabletas, cápsulas, grageas, líquidas como jarabes, inyectables y semisólidos etc. Algunos lotes pueden ser rechazados por control de calidad, y en caso de que no se procesen, tendrán que pasar al almacén de caducos para una posterior disposición autorizada. Debido al proceso de producción tan estricto, son pocos los residuos generados. Por el trabajo de control de calidad se tienen muestras de cada lote elaborado para seguimiento de la actividad óptima del principio activo contenido. Una vez llegado el término de caducidad pasan al almacén de caducos para disposición.
- c) La distribución comercial del medicamento, cuya principal actividad es la de colocar los diferentes productos en farmacias, hospitales, sanatorios y sector salud. También se encarga de recoger los lotes de medicamentos dañados o caducados, regresándolos a la industria de procedencia, quien se encarga de su manejo.
- d) El Sector Salud compra grandes cantidades de medicamentos que forman parte del cuadro básico. Cada institución se encarga de surtir a las clínicas, unidades médicas, y hospitales de lo necesario. Así mismo, cada institución se encarga de manejar los lotes caducados y residuos farmacéuticos generados.
- e) Los hospitales particulares y sanatorios adquieren los medicamentos necesarios para su funcionamiento directamente de los distribuidores comerciales. Los residuos farmacéuticos y medicamentos se mezclan con otro tipo de residuos provenientes de diversa actividades.
- f) Las farmacias se encargan de ofrecer los medicamentos al menudeo al consumidor final. En dado caso de que algún medicamento llegue a caducar dentro de sus instalaciones, podría ser devuelto al distribuidor comercial si se tratan de varias unidades, de lo contrario pasarán a formar parte de los residuos municipales.
- g) Por último se tiene a las casas habitación en donde los consumidores finales guardan los medicamentos recetados al término de la dosis recomendada. Si estos medicamentos no se consumen, lo cual sucede frecuentemente en el medio mexicano, llegan a su fecha de caducidad siendo eliminados junto con la basura doméstica.

De esta manera, se puede ver que la generación de residuos de medicamentos caducos, tiene dos fuentes principales, ambas con manejos diferentes:

- Las fuentes industriales.
- Las fuentes no industriales.

2.2.2. Consecuencia de un mal manejo de los medicamentos caducos.

En general, los medicamentos caducos no representan una amenaza seria para la salud y el ambiente. No obstante una disposición no adecuada de tales, es peligroso si éstos llegan a contaminar los abastecimientos o fuentes de agua que utilizan las comunidades o la vida salvaje. Además si se disponen los medicamentos caducos como basura doméstica, existe el riesgo de que los rellenos sanitarios sean tomados por los pepenadores y los niños, causando por ende alguna intoxicación. (www.drugdonation.org).

Existen algunos medicamentos que al alcanzar su caducidad se convierte en un riesgo de salud pública. Los principales riesgos son:

- a) La contaminación de agua para consumo humano.
- b) La incineración de los medicamentos a bajas temperaturas o en contenedores abiertos que puedan generar gases tóxicos a la atmósfera.
- c) Los antibióticos no biodegradables, antineoplásicos y desinfectantes al desecharse al drenaje inhiben el crecimiento de las bacterias que realizan la biodegradación de aguas residuales.

Robert Fakelmann, Director de la Facultad de Farmacia del Centro Médico de la Universidad de Hackensack en New Jersey. Estados Unidos dice, algunos fármacos son peligrosos si se administran en el organismo caducados por varias razones: ciertos medicamentos incluyendo, la aspirina los antibióticos, tales como la tetraciclina, dociclina, minociclina, son peligrosos si se consumen después del día de caducidad.

Además Jennifer Bair, farmacéutica en el hospital Conmemorativo de Richard Palmetto en Columbia, S.C, menciona que las aspirinas y las tetraciclinas son tóxicas para los riñones después de dos o tres meses que se alcanzó el tiempo de caducidad. (<http://www1.onhealtt.com/conditions/in-depth/item.57004>).

2.3 Tratamientos utilizados en la industria farmacéutica para la transformación de los medicamentos caducos.

Los procesos de tratamiento para los residuos provenientes de la industria farmacéutica y medicamentos caducos van encaminados a reducir el volumen, separar los componentes, y disminuir la toxicidad y recuperar tanto material como sea posible.(Hernández-Barrios, 1995).

Los métodos y tratamiento de disposición recomendados por la Environmental Protection Agency, EPA, de los E.U.A, y la Environmental Protection Authority for Victoria Australia, para los residuos farmacéuticos, considerando sus propiedades tóxicas son: (Batstone 1996).

- Tratamientos físicos y químicos.
- Solidificación.
- Disposición en relleno sanitario.
- Confinamiento controlado.
- Tratamientos térmicos “Incineración”.
- Tratamientos biológicos.

Actualmente no existe una tecnología para estabilizar completamente todo tipo de residuos peligrosos. Se puede considerar la naturaleza física y química de la sustancia a procesar, así como los productos que se puedan generar como el resultado del tratamiento.

Con las diferentes tecnologías se pretenden lograr la modificación de las propiedades físicas y químicas del residuo, disminuir el volumen, inmovilizar los componentes tóxicos o disminuir su toxicidad

La selección de algún tratamiento involucra la naturaleza del residuo, las características que se desean de los productos de tratamiento, la adecuación de las alternativas, consideraciones económicas, financieras y ambientales, requerimientos de energía, operación y mantenimiento, los cuales deben evaluarse en forma global y particular.

2.3.1. Tratamientos físicos.

Se aplica a residuos líquidos, sólidos, y gaseosos. Los residuos líquidos es más factibles de ser tratados por estos métodos, ya que su función primordiales la de separación y reducción de volumen. Sin embargo hay métodos que disminuyen la toxicidad, agilizan el tratamiento o se consideran adecuados para disponer las sustancias de una manera definitiva y segura.

Estos procesos se clasifican en cuatro grupos de acuerdo a sus bases físicas: separación por gravedad, cambio de fase, disolución, y características de tamaño/absorción/fuerza iónica.

De acuerdo a las características que presentan las formas medicadas, las tecnologías que más se aplican en ellas, son el encapsulamiento, filtración, floculación/sedimentación, coagulación, separación aceite/agua, y el ajuste de temperatura. Su aplicación está en función del volumen del residuo (medicamento o fármaco) que se tenga para disposición.

2.3.2. Tratamiento químico.

Involucra el uso de reacciones químicas para transformar las corrientes de residuos peligrosos en sustancias menos peligrosas o inertes, así como tratamientos físicos para facilitar su tratamiento.

Estos tratamientos tienen mejor eficiencia de estabilización de los residuos peligrosos con bajo contenido de materia orgánica. Con ellos se puede presentar la reducción de volumen, la reducción de toxicidad y separación de contaminantes.

Dentro de estas tecnologías las que tienen mayor aplicación a los residuos farmacéuticos y medicamentos caducos son: neutralización, oxidación, precipitación, reducción, quelación, hidrólisis y ozonización.

2.3.3. Solidificación.

En estas tecnologías se convierte al residuo, de forma líquida o semisólida, en otra forma física que se pueda manejar, almacenar y disponer en forma más seguras y aceptable. El método de solidificación no suele ser un proceso reversible que permita al sólido regresar a su estado líquido original. Una de las consideraciones más importantes para evaluar el método de solidificación, es cuantificar la cantidad de lixiviado que produce la matriz sólida, lo que determina el manejo del residuo peligroso. (Pojasek 1982)

La inmovilización del residuo o inertización es una variante de la encapsulación, que involucra la remoción de materiales de empaquetado, papel, cartón y plástico de los medicamentos. Las tabletas, cápsulas o grageas necesitan ser removidas de su “blister” de empaquetamiento. Los medicamentos se mezclan con tierras y agua, se añade cemento y cal a la mezcla para formar una pasta homogénea. Se requiere que los obreros que realizan las técnicas usen el debido equipo de seguridad, como lo es, ropa protectora y mascarilla con filtro para polvos peligrosos. La pasta se transporta en estado líquido en un carro tanque para un relleno sanitario, ahí se codispone con residuos domésticos, donde se solidifica.

El proceso es relativamente barato y se puede realizar con equipo sencillo. La composición aproximada del encapsulamiento es la siguiente:

- Residuo farmacéutico 65 %.
- Cal 15 %.
- Cemento 15 %.
- Agua 5 % o más dependiendo de la consistencia del líquido.
(www.drugdonation.org).

2.3.4. Disposición en relleno sanitario.

Un relleno sanitario se define como la obra de ingeniería que reúne características específicas para la disposición final segura de residuos sólidos municipales. En este lugar se coloca el residuo previamente tratado. Este método es la forma de disposición más antigua y ampliamente practicada para residuos sólidos. (www.drugdonation.org).

Cuando los rellenos sanitarios se construyen y operan adecuadamente, entonces se convierten en una forma de disposición relativamente segura para disponer residuos sólidos municipales, incluyendo residuos farmacéuticos, su principal característica es la protección de los acuíferos o mantos freáticos.

Los rellenos sanitarios acelerados, son procesos que se basan en la utilización de un sistema de tuberías, compresores o bombas, en este sistema es también factible aprovechar el biogás y recircular las sustancias producidas por la descomposición de basura (lixiviados) el periodo de degradación de este sistema es de más de 10 años. Los estudios que se realizaron en rellenos sanitarios acelerados a escala de laboratorios, hasta el momento han sido positivos pero aun falta por saber si a largo plazo estos residuos podrían causar un peligro para la población.

Con este proceso es posible la eliminación de medicamentos caducos a través de rellenos sanitarios acelerados, a excepción de los neurofármacos, los cuales deben seguir siendo incinerados con el propósito de evitar su comercio ilegal para fines contrarios a la preservación de la salud. (www.reciclar.com.mx/articulos/1/4.htm).

2.3.5. Confinamiento controlado.

El confinamiento controlado es una obra de la ingeniería para la disposición de residuos peligrosos a si como para medicamentos caducos, construida y operada de tal manera que garantice su aislamiento definitivo. (Pojasek 1982).

La localización y selección de sitios para su confinamiento deberán buscar formas geológicas estables, considerando el diseño y construcción de celdas de confinamiento, obras complementarias y celdas de tratamiento. Una vez depositados los residuos, el generador y la empresa de servicios de manejo controlada para la disposición final deberá presentar a la autoridad reportes de cantidad, volumen, naturaleza de los residuos, fecha de disposición, ubicación dentro del confinamiento y sistema de disposición final. Los lixiviados y gases deberán colectarse y tratarse para evitar la contaminación al ambiente y deterioro de los ecosistemas.

2.3.6. Tratamientos térmicos “Incineración”

Uno de los medios más efectivos para reducir el peligro potencial de muchos residuos, pudiendo convertirlos a una forma útil de energía. Consiste básicamente en una oxidación controlada a alta temperatura de los compuestos orgánicos para producir CO₂ y agua. También se producen sustancias orgánicas como ácidos, sales y compuestos metálicos que se derivan del mismo residuo. (Batstone, 1996).

La función de éstas técnicas de tratamiento es la disminución del volumen y la reducción de toxicidad, aumentando las eficiencias de combustión cuando se emplean para sustancias peligrosas de bajo contenido de humedad.

La industria farmacéutica de los Estados Unidos y gran cantidad de países Europeos emplean como tratamiento convencional la incineración de sus residuos y medicamentos caducos. Las tecnologías que más se utilizan son la incineración con inyección de líquidos, la incineración con horno rotatorio y el del hogar múltiple.

En México este tipo de tratamientos tienen poca aplicación, aun cuando los únicos incineradores de residuos sólidos industriales que tienen autorización para operar corresponden a empresas farmacéuticas.

2.3.7. Tratamientos biológicos.

Pueden ser un tratamiento de sustancias peligrosas de aguas residuales provenientes de la industria farmacéutica a bajo costo. Los procesos biológicos se utilizan para tratar los residuos que contengan una carga orgánica alta, pudiendo ser metales orgánicos con o sin metales pasados y materiales de origen biológico, siempre y cuando no sean tóxicos para microorganismos que sean responsables de la degradación. También pueden emplearse una vez que los residuos farmacéuticos han sido inactivados mediante procesos físicos o químicos y han sido acondicionados para sujetarse a una transformación biológica (Batstone, 1996).

Dentro de estas tecnologías se tienen: lodos activados, lagunas de aireación, digestión anaerobia, filtros anaerobios, filtros de escurrimiento, lagunas de estabilización biodiscos rotatorios, siembra biológica, composta y métodos enzimáticos.

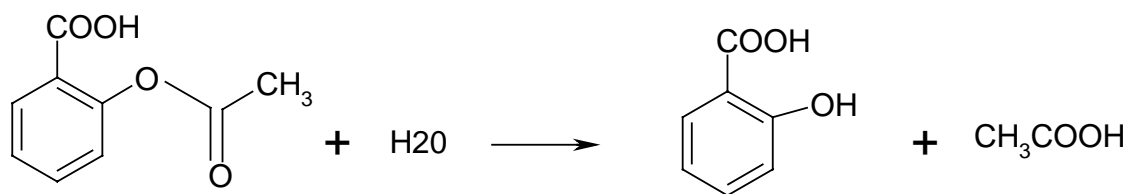
CAPÍTULO III Metodologías para la formación de los compuestos.

- a) Formación de ácido salicílico.
- b) Formación de salicilato de sodio.
- c) Formación de salicilato de metilo.
- d) Formación de ácido pícrico.

3.1 Metodología para la obtención de ácido salicílico, generado a partir de la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

- 1.- Pesar 10 tabletas de ácido acetil salicílico caducas una por una, para sacar el peso promedio de las tabletas.
- 2.- Las tabletas se colocan en un mortero y se trituran hasta formar un polvo fino, una vez trituradas se colocan en un vaso de precipitado de 2 litros con un volumen de agua destilada aproximadamente de 1.5 litros, el vaso se coloca en una parrilla, se calienta con agitación constante para favorecer la solubilidad del ácido acetil salicílico.
- 3.- El vaso se retira de la parrilla cuando se forme una solución homogénea transparente.
- 4.- Esta solución se evapora en el rotavapor hasta sequedad total, quedando un residuo que es el ácido salicílico.
- 5.- El disolvente obtenido se neutraliza con una solución de hidróxido de sodio NaOH 0.5 N, después se tira al drenaje.

Reacción de hidrólisis del ácido acetil salicílico.



Ácido acetil salicílico.
"Tabletas caducas"

Agua.

Ácido Salicílico.

Ácido Acético.

Pruebas de identificación del ácido salicílico.

3.1.1 Pruebas de identificación de salicilatos. (Método General de Análisis) MGA 0511 según Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos) FEUM.

3.1.2 Pruebas de solubilidad del ácido salicílico según los criterios de FEUM.

3.1.3 Determinación de punto de fusión del ácido salicílico.

3.1.4 Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación de ácido salicílico.

3.1.5 Cálculo del porcentaje de ácido salicílico obtenido a partir de la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

3.1.1 Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.

Las soluciones de salicilatos, ligeramente diluidas con (Solución de Referencia) SR de cloruro férrico, producen un color violeta.

Al agregar ácido a las soluciones ligeramente concentradas de salicilatos se produce un precipitado blanco cristalino de ácido salicílico.

Procedimiento.

Pesar 100 mg de ácido salicílico obtenido de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas y diluirlo en 10 mL de agua destilada. “solución de salicilatos diluida”

De esta solución tomar 1 mL y colocarlo en un tubo de ensayo, y agregar unas gotas de SR de cloruro férrico, la prueba se tomará como positiva si la solución presenta una coloración violeta.

Pesar 500 mg de ácido salicílico obtenido de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, y diluirlo en 10 mL de agua destilada caliente con agitación, esto es para favorecer la solubilidad del ácido salicílico. “solución de salicilatos ligeramente concentrada”

De esta solución tomar unos 3 mL y colocarlo en un tubo de ensayo, agregar unas gotas de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico concentrado, la solución producirá un precipitado blanco cristalino de ácido salicílico.

3.1.2 Pruebas de solubilidad de ácido salicílico según FEUM.

Siempre que se menciona la solubilidad, debe entenderse que se tomará a la temperatura de 25°C y esta propiedad se expresa con los siguientes términos.

Tabla 3.1: Solubilidad según FEUM.

Términos	Partes de disolvente en volumen requeridas para 1 parte de soluto
Muy soluble	Menos de una parte
Fácilmente soluble	De 1 A 10 partes
Soluble	De 11 a 30 partes
Poco soluble	De 31 a 100 partes
Ligeramente soluble	De 101 a 1000 partes
Muy ligeramente soluble	De 1001 a 10000 partes
Casi insoluble	Más de 10000 partes.

Utilizando los siguientes disolventes: Agua, etanol, éter, cloroformo.

3.1.3. Determinación de punto de fusión de ácido salicílico MGA 0511.

Punto de fusión de ácido salicílico 158-161°C.

El punto de fusión del “ácido salicílico” se determinará en un aparato Fisher-Johns.

3.1.4. Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación del ácido salicílico.

a) Colocar en un vial una punta de espátula de ácido salicílico, el cual se solubilizará con metanol, tappar el vial y colocarlo en un baño de agua caliente para favorecer la solubilidad, esta solución servirá como sustancia de referencia.

b) Colocar en otro vial una punta de espátula de la muestra problema y disolverla en metanol, tappar el vial y colocarlo en un baño de agua caliente para favorecer la solubilidad esta solución se comparará con la muestra de referencia.

c) En una placa de gel de sílice de 2x4 cm, marcar una línea horizontal de un centímetro a partir del inicio de la placa, donde se pondrán los puntos de aplicación tanto de la solución de referencia, como de la muestra, identificando cada una de ellas.

d) Preparar una fase móvil para eluir la placa que se preparó, y dejar eluir las muestras hasta medio centímetro del final de la placa. (Sistema de fase móvil, ácido acético glacial-benceno-éter-metanol. 1:6:3:1)

e) Determinar el Rf y comparar los recorridos tanto de la muestra de elusión de la referencia como el recorrido de elusión de la muestra. “ambos recorridos deberán de ser iguales”

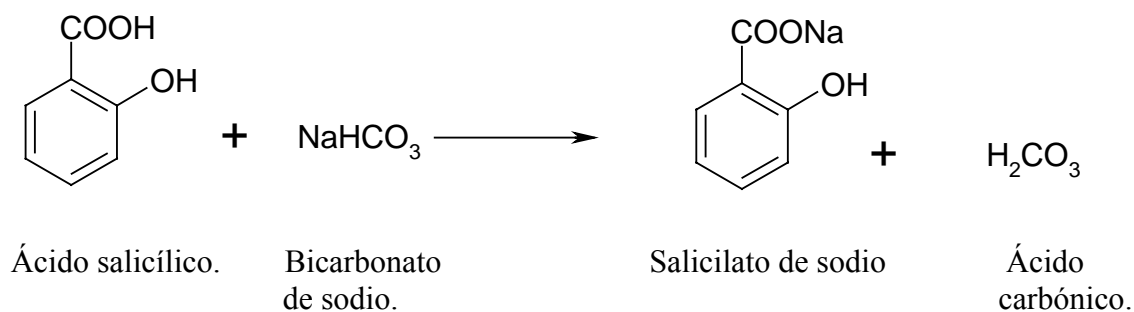
3.1.5. Cálculo del porcentaje de ácido salicílico obtenido a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

El porcentaje de ácido salicílico se obtiene de la hidrólisis de las tabletas caducas que contienen ácido acetil salicílico con 500 mg c/u. (De un total de 10 tabletas).

3.2 Metodología para la formación de salicilato de sodio.

- 1.- Pesar 5 g de ácido salicílico obtenido de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas
- 2.- Colocar el ácido salicílico en un vaso de precipitado de un litro con la misma cantidad de agua destilada, la cual debe estar caliente y en agitación constante para favorecer la solubilidad del ácido salicílico, hasta formar una solución homogénea.
- 3.- Pesar de 3-4 g de bicarbonato de sodio NaHCO_3 y solubilizar en 50 mL de agua destilada.
- 4.- Agregar la solución de bicarbonato de sodio al vaso de precipitado que contiene el ácido salicílico disuelto en agua, dejando ambas soluciones en agitación unos 10 minutos para favorecer la formación de salicilato de sodio
- 5.- Esta solución se evapora en el rotavapor hasta sequedad total, quedando un residuo que es el salicilato de sodio.
- 6.- El disolvente obtenido se neutraliza con una solución de NaOH 0.5 N, después se tira al drenaje.

Reacción de formación de salicilato de sodio.



Pruebas de identificación de Salicilato de sodio.

3.2.1 Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.

3.2.2 Pruebas de solubilidad del salicilato de sodio según los criterios de FEUM.

3.2.3 Cromatografía en capa delgada, para calcular el R_f para la identificación de salicilato de sodio

3.2.4 Cálculo del porcentaje de salicilato de sodio obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

3.2.1 Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.

Las soluciones de salicilatos, ligeramente diluidas con SR de cloruro férrico, producen un color violeta.

Al agregar ácido a las soluciones ligeramente concentradas de salicilatos se produce un precipitado blanco cristalino.

Procedimiento.

Pesar 100 mg de salicilato de sodio obtenido del ácido salicílico, y diluirlo en 10 mL de agua destilada. “solución de salicilatos diluida”

De esta solución tomar 1 mL y colocarlo en un tubo de ensayo, y agregar unas gotas de SR de referencia de cloruro férrico, la prueba se tomará como positiva si la solución presenta una coloración violeta.

Pesar 500 mg de salicilato de sodio obtenido del ácido salicílico, y diluirlo en 10 mL de agua destilada caliente con agitación, esto es para favorecer la solubilidad del salicilato de sodio.” Solución de salicilatos ligeramente concentrada”

De esta solución tomar unos 3 mL y colocarlo en un tubo de ensayo, agregar unas gotas de ácido clorhídrico, o ácido sulfúrico concentrado, la solución producirá un precipitado blanco cristalino de ácido salicílico.

3.2.2 Pruebas de solubilidad de salicilato de sodio según los criterios de FEUM.

Siempre que se menciona la solubilidad, debe entenderse que se tomará a la temperatura de 25°C y esta propiedad se expresa en los términos que se encuentran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 solubilidades según FEUM.

Utilizando los siguientes disolventes: Agua, metanol, glicerol, cloroformo.

3.2.3 Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación del salicilato de sodio.

- a) Colocar en un vial una punta de espátula de salicilato de sodio grado reactivo, el cual se solubilizará con metanol, tapar el vial y colocarlo en un baño de agua caliente para favorecer la solubilidad, esta solución nos servirá como sustancia de referencia.
- b) Colocar en otro vial una punta de espátula de la muestra problema y disolverla en metanol, tapar el vial y colocarlo en un baño de agua caliente para favorecer la solubilidad esta solución se comparará con la muestra de referencia.
- c) En una placa de gel de sílice de 2x4 cm, marcar una línea horizontal de un centímetro a partir del inicio de la placa, donde se pondrán los puntos de aplicación tanto de la solución de referencia, como de la muestra, identificando cada una de ellas.
- d) Preparar una fase móvil para que eluya la placa que se preparó, y dejar eluir las muestras casi medio centímetro del final de la placa. (Sistema de fase móvil Diclorometano, acetona, etanol, hexano. 5:1:1:2).
- e) Determinar el Rf y comparar los recorridos tanto de la muestra de elusión de la referencia como el recorrido de elusión de la muestra. “ambos recorridos deberán de ser iguales”

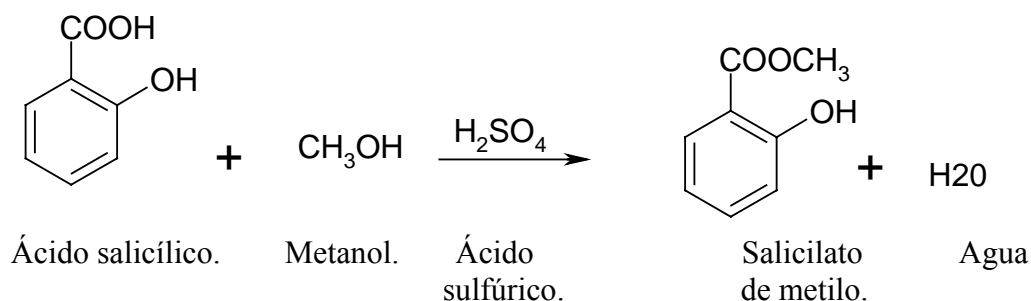
3.2.4 Cálculo del porcentaje de salicilato de sodio obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

El porcentaje de salicilato de sodio se obtiene a partir de la cantidad de ácido salicílico utilizado, el fue recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caduca

3.3 Metodología para la formación de Salicilato de metilo.

- 1.- Colocar en un matraz 3.5 g de ácido salicílico obtenido de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, en un matraz de fondo plano de 250 mL y agregar 20 mL de metanol, para disolver el ácido salicílico y después agregar gota a gota 3.8 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- 2.- Una vez que la mezcla esta homogénea se calienta a reflujo durante 1 hora.
- 3.- Pasado el tiempo se deja enfriar el matraz a temperatura ambiente.
- 4.- Se pasa el contenido del matraz a un embudo de separación que contiene 120 mL de agua y se extrae con 3 porciones de 30 mL de diclorometano.
- 5.- La fase diclorometánica se lava con 60 mL de una solución de bicarbonato de sodio NaHCO_3 al 5 %, después se filtra la solución.
- 6.- Esta solución se seca con carbonato de sodio anhidro, el diclorometano se evapora en el rotavapor, quedando un residuo que es el salicilato de metilo.

Reacción de formación de salicilato de metilo.



Pruebas de identificación de Salicilato de metilo.

- 3.3.1 Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.
- 3.3.2 Pruebas de solubilidad del salicilato de sodio según criterios de FEUM.
- 3.3.3 Determinación de punto de fusión de salicilato de metilo.
- 3.3.4 Cromatografía en capa delgada, para calcular el R_f e identificación de salicilato de metilo.
- 3.3.5 Cálculo del porcentaje de salicilato de metilo obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

3.3.1 Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.

Las soluciones de salicilatos, ligeramente diluidas con SR de cloruro férrico, producen un color violeta.

Al agregar ácido a las soluciones ligeramente concentradas de salicilatos se produce un precipitado blanco cristalino.

Procedimiento.

Pesar 100 mg salicílico de metilo obtenido, y diluirlo en 10 mL de agua destilada.
“solución de salicilatos diluida”

De esta solución tomar 1 mL y colocarlo en un tubo de ensayo, y agregar unas gotas de SR de referencia de cloruro férrico, la prueba se tomara como positiva si la solución presenta una coloración violeta.

Pesar 500 mg de salicilato de metilo obtenido de y diluirlo en 10 mL de agua destilada caliente con agitación, esto es para favorecer la solubilidad del salicilato de metilo
“solución concentrada”

De esta solución tomar unos 3 mL y colocarlo en un tubo de ensayo, agregar unas gotas de ácido clorhídrico o ácido sulfúrico concentrado, la solución producirá un precipitado blanco cristalino de ácido salicílico.

3.3.2 Pruebas de solubilidad de salicilato de metilo según los criterios de FEUM.

Siempre que se menciona la solubilidad, debe entenderse que se tomara a la temperatura de 25°C y esta propiedad se expresa con los términos mencionados en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Solubilidades según FEUM.

Utilizando los siguientes disolventes: Agua, metanol, éter, cloroformo.

3.3.3 Determinación de punto de fusión del salicilato de metilo.

Punto de fusión de salicilato de metilo 220-224°C.

El punto de fusión del salicilato de metilo se determinará en un aparato Fisher-Johns.

3.3.4 Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación del salicilato de metilo

- a) Colocar en un vial una punta de espátula de salicilato de metilo grado reactivo y disolverlo en metanol, esta solución nos servirá como sustancia de referencia.
- b) Colocar en otro vial una punta de espátula de nuestra muestra problema y disolverla en metanol, tapar el vial y colocarlo en un baño de agua caliente para favorecer la solubilidad esta solución se comparará con la muestra de referencia.
- c) En una placa de gel de sílice de 2x4 cm, marcar una línea horizontal de un centímetro a partir del inicio de la placa, donde se pondrán los puntos de aplicación tanto de la solución de referencia, como de la muestra, identificando cada una de ellas.
- d) Preparar una fase móvil para eluir la placa que se preparo y dejar eluir las muestras casi medio centímetro del final de la placa. (Sistema de fase móvil es. Diclorometano, acetona, etanol, hexano. 5:1:1:2)
- e) Determinar el Rf y comparar los recorridos tanto de la muestra de elusión de la referencia como el recorrido de elusión de la muestra. “ambos recorridos deberán de ser iguales”

3.3.5 Cálculo del porcentaje de salicilato de metilo obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

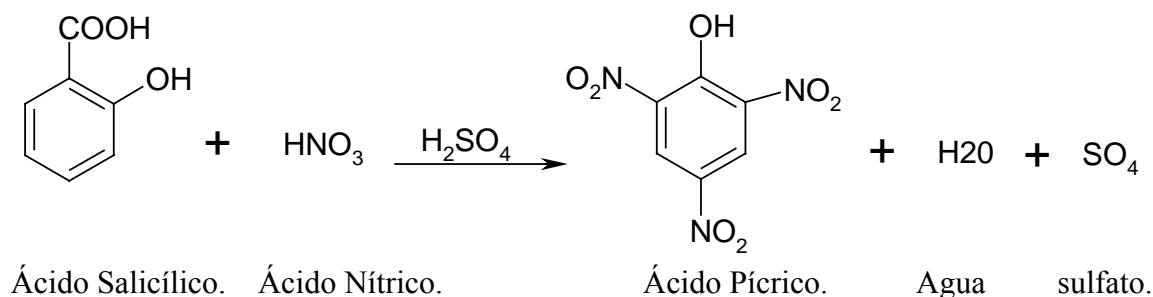
El porcentaje de salicilato de metilo se obtiene a partir de la cantidad de ácido salicílico utilizado, el fue recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caduca

3.4 Metodología para la formación de ácido pícrico.

- 1.- Pesar 1.0 g de ácido salicílico obtenido de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, y disolverlo en 15 mL de ácido sulfúrico concentrado. (Ray Q.B.1972).
- 2.- En un tubo de ensayo colocar 20 mL de ácido nítrico concentrado y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado, homogenizar la solución agitando el tubo.
- 3.-Agregar gota a gota el ácido salicílico diluido, en el tubo de ensayo el cual contiene la mezcla de ácidos, y homogenizar la solución resultante.
- 4.- El tubo de ensayo se coloca en un baño de agua caliente (80-100°C) durante unos 5 a 8 minutos.
- 5.- Una vez transcurrido el tiempo en el baño, el contenido del tubo se coloca en un vaso de precipitado que contenga unos 350 mL de agua destilada fría, y se deja cristalizar, para ayudar a la cristalización introducir el vaso en un recipiente de hielo unos minutos.
- 6.- Los cristales precipitados se recogen por filtración en un embudo Buchner, y los cristales se lavan con un poco de agua, después se dejan secar los cristales, para hacer las pruebas de identificación del ácido Pítrico.

NOTA: todo este procedimiento se hace en la campana.

Reacción de formación de ácido pícrico



Pruebas de identificación para el ácido pícrico.

- 3.4.1 Pruebas de solubilidad de ácido pícrico según los criterios de FEUM.
- 3.4.2 Determinación de punto de fusión del ácido pícrico.
- 3.4.3 Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación de ácido pícrico.
- 3.4.4 Cálculo del porcentaje de ácido pícrico obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

3.4.1 Pruebas de solubilidad de ácido pícrico según criterios de FEUM.

Siempre que se menciona la solubilidad, debe entenderse que se tomara a la temperatura de 25°C y esta propiedad se expresa con los términos mencionados en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Solubilidades según FEUM.

Utilizando los siguientes disolventes: Agua, metanol, éter, benceno.

3.4.2 Determinación de punto de fusión del ácido pícrico.

Punto de fusión de ácido Pícrico 121-123°C

El punto de fusión del ácido Pícrico se determinará en un aparato Fisher-Johns.

3.4.3 Cromatografía en capa delgada, para calcular el R_f e identificación del ácido pícrico.

a) Colocar en un vial una punta de espátula de ácido pícrico grado reactivo y disolverlo en metanol, tapar el vial y colocarlo en un baño de agua caliente para favorecer la solubilidad esta solución servirá como sustancia de referencia.

b) Colocar en otro vial una punta de espátula de nuestra muestra problema y disolverla en metanol, tapar el vial y colocarlo en un baño de agua caliente para favorecer la solubilidad esta solución se comparara con la muestra de referencia.

c) En una placa de gel de sílice de 2x4 cm, marcar una línea horizontal de un centímetro a partir del inicio de la placa, donde se pondrán los puntos de aplicación tanto de la solución de referencia, como de la muestra, identificando cada una de ellas.

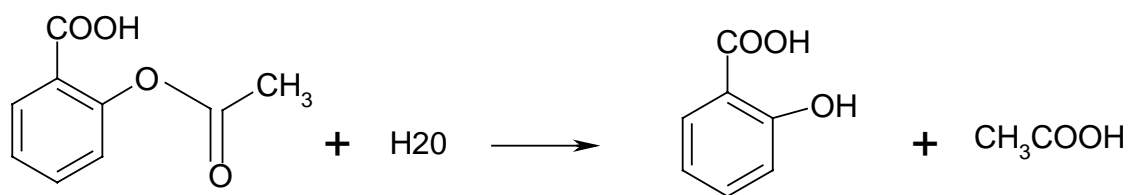
d) Preparar una fase móvil para que eluya la placa que se preparó, y dejar que eluir las muestras casi medio centímetro del final de la placa. (Sistema de fase móvil es, Éter de petróleo-Acetona 5:3)

e) Determinar el R_f y comparar los recorridos tanto de la muestra de elusión de la referencia como el recorrido de elusión de la muestra. “ambos recorridos deberán de ser iguales.

3.4.4 Cálculo del porcentaje de ácido Pícrico obtenido a partir de ácido salicílico generado por la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

El porcentaje de ácido pícrico se obtiene a partir de la cantidad de ácido salicílico utilizado, que fue recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

3.5 Diagrama de reacciones para la obtención de los compuestos.

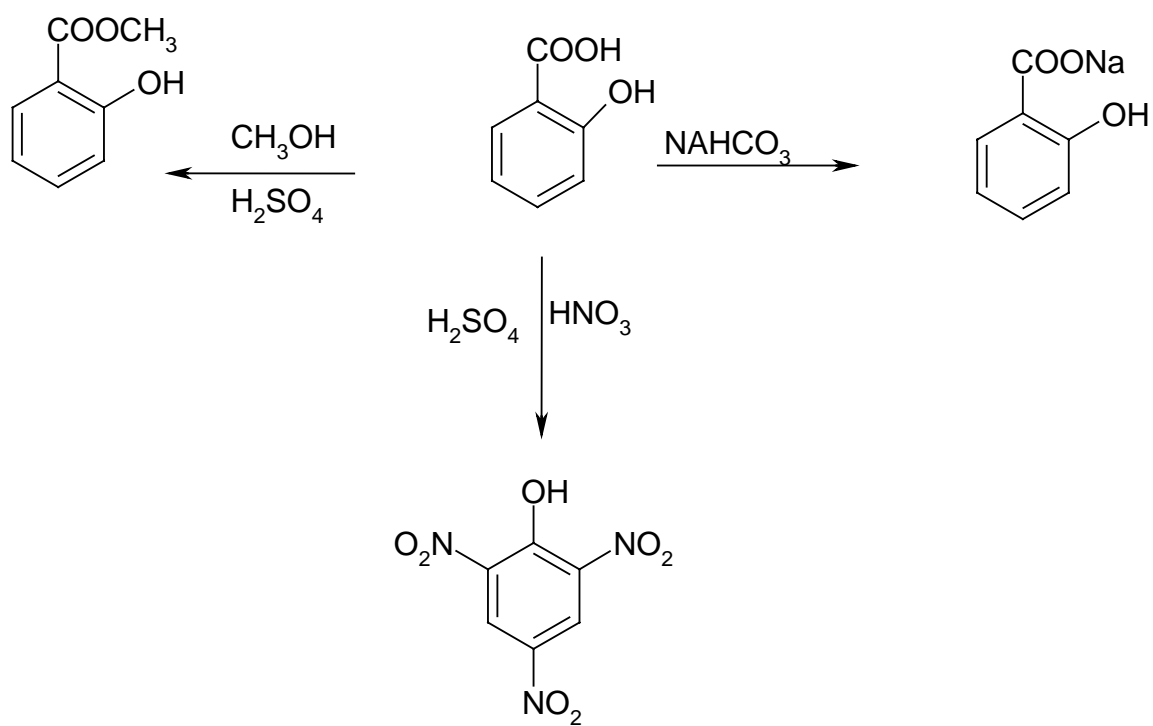


Ácido salicílico
Tabletas caducas

Agua

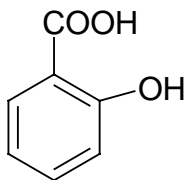
Ácido salicílico

Ácido
acético



3.6 Características físicas y químicas de los compuestos obtenidos.

Ácido salicílico.



Preparación: Principalmente por el procedimiento de Kolbe-Schimidt, en el cual se hace reaccionar con CO₂ con fenolato de sodio bajo presión a alrededor de 130°C para formar salicilato e sodio, seguido de un tratamiento con ácidos minerales. (Rémington 2000)

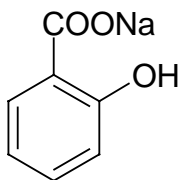
Descripción: Cristales blancos y finos en forma de aguja o polvo cristalino esponjoso; el ácido salicílico sintético es blanco e inodoro; sabor dulzón y luego acre; estable en el aire; funde entre 158 y 161°C.

Uso: Uso externo en la piel, donde ejerce una acción levemente antiséptica y una considerable acción queratolítica. Esta última propiedad lo convierte en un agente beneficioso para el tratamiento local de ciertas formas de dermatitis ecemetoide. Este además se utiliza para el tratamiento de tinea pedis (pie de atleta) y la tinea capitis (tiña del cuero cabelludo), ya que los hongos viven y prosperan en el estrato córneo. La queratólisis elimina las capas córneas infectadas y ayuda a la penetración de las drogas antifúngicas. También se le combina con óxido de cinc, azufre o azufre y alquitrán de hulla. Se lo incorpora en mezclas utilizadas para el tratamiento de acne, caspa, seborrea y picadura de insectos y duchas vaginales. En altas concentraciones es cáustico y puede usarse para eliminar durezas, callos, verrugas y otros sobrecrecimientos.

Toxicidad: La aplicación de la droga en la piel puede causar dermatitis. Se comunico la aparición de toxicidad sistémica como la consecuencia de la aplicación sobre grandes áreas de la piel. No se usa internamente como analgésico debido a su efecto irritante local sobre el tracto gastrointestinal.

Formas farmacéuticas en que se utiliza: Crema, gel, loción, ungüento, parches, champú, jabón, loción tópica.

Salicilato de sodio.



Preparación: Se mezcla suficiente ácido salicílico con suficiente agua destilada, luego se le agrega bicarbonato de sodio, para neutralizar el ácido salicílico. La solución resultante se filtra, la solución filtrada se evapora a bajas temperaturas hasta desecarlo por completo (Rémington 2000).

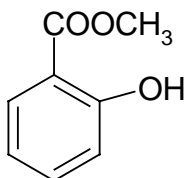
Descripción: Polvo o escamas, amorfos o microcristalinos; incoloro o con un muy leve tinte rosado; inodoro o con un leve olor característico y sabor dulce salino.

Uso: es usado en el tratamiento, alivio y reducción de la fiebre, también útil para en tratamiento sintomático de la gota y la fiebre reumatoide aguda.

Toxicidad: Esta sal sódica tiende a producir irritación gástrica debido a la liberación del ácido salicílico por acción del jugo gástrico.

Formas farmacéuticas en que se utiliza: Es utilizada en la elaboración de comprimidos e inyectables.

Salicilato de metilo.



Preparación: Este se genera a partir de una reacción de esterificación de Fisher, entre ácido salicílico y metanol en presencia de ácido sulfúrico y destilación (Rémington 2000).

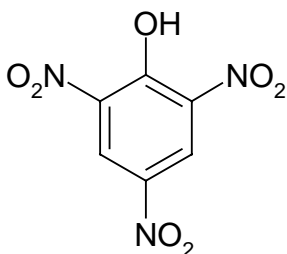
Descripción: Cristales blancos poco amarillentos, con olor y sabor característico de la pirola, punto de fusión 220-224°C.

Usos: Es utilizado como analgésico local, antiinflamatorio, como contra irritante se aplica en la piel en forma de linimento, ungüento o crema, se debe tener cuidado, ya que el salicilato se adsorbe a través de la piel.

Toxicidad: Por que tiene un sabor similar a golosinas de pirola, a menudo lo ingieren los niños y ha causado muchas muertes, mantenerlo fuera del alcance de los niños.

Formas farmacéuticas en que se utiliza: Soluciones bucales, ungüentos y cremas.

Ácido pícrico.



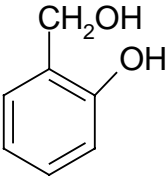
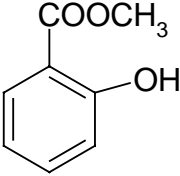
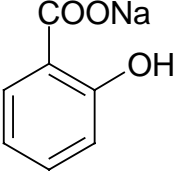
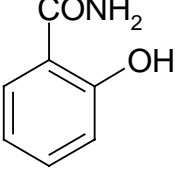
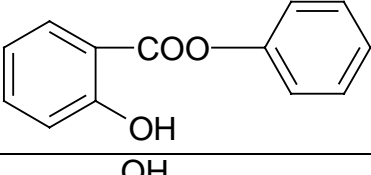
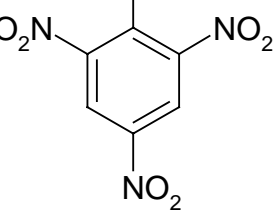
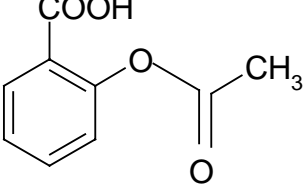
Preparación: Por reacción de ácido salicílico y ácido nítrico en presencia de ácido sulfúrico (Index Merck.2001).

Descripción: Forma de agujas larga o cristales amarillentos, es explosivo, punto de fusión de 121-123°C.

Usos: Es usado en laboratorios como reactivo químico, para la determinación de la creatinina, también es utilizado para la elaboración de explosivos y como intermediario en la fabricación de algunas tinturas.

Toxicidad: es un compuesto que forma productos tóxicos cuando se descompone, también es irritante a la piel, es muy explosivo.

3.7 Compuestos que se pueden generar a partir de ácido salicílico.

Compuesto	Nombre químico	Acción farmacológica	Estructura
Alcohol salicílico	2-hidroxi-bencil alcohol	-Anestésico local	
* Salicilato de metilo	Ácido 2-hidroxibenzoico, metil-éster	-Antiinflamatorio -Analgésico	
* Salicilato de sodio	Salicilato monosódico	-Analgésico. -antipirético	
Salicilamida	2-hidroxi-benzamida	-Analgésico. -antipirético	
Salol	Fenil salicilato	-Antiinflamatorio	
* Ácido pícrico	Trinitrofenol	-No tiene acción farmacológica. -Utilizando como reactivo químico	
Ácido acetil salicílico	Ácido 2-acetoxibenzoico	-Analgésico. -Antipirético. -Antiinflamatorio	

* Compuestos generados

CAPÍTULO IV. Resultados obtenidos en el laboratorio.

4.1 Pruebas de identificación de ácido salicílico.

“Obtenido a partir del ácido salicílico generado por hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico (A.A.S) caducas”

Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.

Identificación de salicilatos para soluciones ligeramente diluidas en presencia de SR de cloruro férrico.

Compuesto	Coloración	Prueba
Ácido salicílico “referencia”	Violeta	+
Ácido salicílico “obtenido a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas”	Violeta	+

Identificación de salicilatos para soluciones ligeramente concentradas en presencia de ácido Clorhídrico o sulfúrico concentrado.

Compuesto	Formación de precipitado blanco	Prueba
Ácido salicílico “referencia”	SI	+
Ácido salicílico “obtenido a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas”	SI	+

Pruebas de solubilidad de ácido salicílico según los criterios de FEUM.

NOTA 1. Las pruebas de solubilidad se le realizaron al ácido salicílico que se obtuvo de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

NOTA 2: Las solubilidades de los compuestos fueron tomadas de (The Index Merck)

Las pruebas de solubilidad se realizaron a 25°C como marca la FEUM.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Ácido salicílico.

Masa (g)	Disolvente	Volumen de disolvente teórico (mL)	Volumen de disolvente exp. (mL)	Término
1	Agua	550	550	Ligeramente soluble.
1	Etanol	4	4	Fácilmente soluble
1	Cloroformo	55	55	Poco soluble
1	Éter	3	3	Fácilmente soluble

Determinación de punto de fusión del ácido salicílico obtenido a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Compuesto	Punto de fusión teórico. °C	Punto de fusión exp. °C
Ácido salicílico	158-161	159

Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación del ácido salicílico.

Calculo de Rf (Relación al frente) para la muestra del ácido salicílico obtenido a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Compuesto	Rf teórico	Rf experimental
Ácido salicílico	0.90	0.90



Ref-Muestra

Cálculo de porcentaje de ácido salicílico obtenido a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

A partir de 10 tabletas de A.A.S caducas con 500 mg c/u se tiene:	Cantidad de ácido salicílico obtenido (mg) a partir de las tabletas de A.A.S, caducas	Porcentaje obtenido % de ácido salicílico.
5000 mg de A.A.S	3293 mg de ácido salicílico	65.9

4.2 Pruebas de identificación de salicilato de sodio.

“Obtenido del ácido salicílico recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas”

Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.

Identificación de salicilatos para soluciones ligeramente diluidas en presencia de SR de cloruro férrico.

Compuesto	Coloración	Prueba
Salicilato de sodio “Referencia”	Violeta	+
Salicilato de sodio “obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de las tabletas de A.A.S caducas”	Violeta	+

Identificación de salicilatos para soluciones ligeramente concentradas en presencia de ácido Clorhídrico o sulfúrico concentrado.

Compuesto	Formación de precipitado blanco	Prueba
Salicilato de sodio “Referencia”	SI	+
Salicilato de sodio “obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de las tabletas de A.A.S caducas”	SI	+

Pruebas de solubilidad de ácido salicílico según los criterios de FEUM.

NOTA 1: Las pruebas de solubilidad se realizaron al Salicilato de sodio obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

NOTA 2: Las solubilidades de los compuestos fueron tomadas de (The Index Merck) Las pruebas de solubilidad se realizaron a 25°C como marca la FEUM.

Salicilato de sodio.

Masa (g)	Disolvente	Volumen de disolvente teórico (mL)	Volumen de disolvente exp. (mL)	Término
1	Agua	1	1	Fácilmente soluble
1	Metanol	9.2	9.2	Soluble
1	Glicerol	4	4	Soluble
1	Cloroformo	450	450	Ligeramente soluble

Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación del salicilato de sodio.

Calculo de Rf (Relación al frente) para la muestra de Salicilato de sodio obtenido a partir del ácido salicílico recuperado por hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Compuesto	Rf teórico	Rf experimental
Salicilato de sodio	0.80	0.80



Ref-Muestra

Cálculo del porcentaje de salicilato de sodio obtenido a partir del ácido salicílico recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas”

Cantidad de compuesto utilizado (g)	Cantidad de compuesto generado (g)	Porcentaje (%) obtenido de salicilato de sodio.
5.0 g de ácido salicílico “obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de las tabletas de A.A.S caducas”	3.6812 g de salicilato de sodio.	73.6.

4.3 Pruebas de identificación de salicilato de metilo.

“Obtenido del ácido salicílico recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Prueba de identificación de salicilatos MGA 0511 según FEUM.

Identificación de salicilatos para soluciones ligeramente diluidas en presencia de SR de cloruro férrico.

Compuesto	Coloración	Prueba
Salicilato de metilo “Referencia”	Violeta	+
Salicilato de metilo “obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de las tabletas de A.A.S caducas”	Violeta	+

Identificación de salicilatos para soluciones ligeramente concentradas en presencia de ácido Clorhídrico o sulfúrico concentrado.

Compuesto	Formación de precipitado blanco	Prueba
Salicilato de metilo “Referencia”	SI	+
Salicilato de metilo “obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de las tabletas de A.A.S caducas”	SI	+

Pruebas de solubilidad del salicilato de metilo según los criterios de FEUM.

NOTA 1: Las pruebas de solubilidad se realizaron al Salicilato de metilo obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

NOTA 2: Las solubilidades de los compuestos fueron tomadas de (The Index Merck) Las pruebas de solubilidad se realizaron a 25°C como marca la FEUM.

Salicilato de metilo.

Masa (g)	Disolvente	Volumen de disolvente teórico (mL)	Volumen de disolvente exp. (mL)	Término
1	Agua	1500	1500	Muy ligeramente soluble
1	Éter	12	12	Soluble
1	Metanol	11	11	Soluble
1	Cloroformo	15	15	Soluble

Determinación del punto de fusión del salicilato de metilo obtenido a partir del ácido salicílico recuperado por hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas

Compuesto	Punto de fusión teórico °C	Punto de fusión exp. °C
Salicilato de metilo	220-224	221

Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificaron del salicilato de metilo.

Calculo de Rf (Relación al frente) para la muestra de Salicilato de metilo obtenido a partir del ácido salicílico recuperado por hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Compuesto	Rf teórico	Rf experimental
Salicilato de metilo	0.84	0.84



Muestra

Cálculo del porcentaje de salicilato de metilo obtenido a partir del ácido salicílico recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Cantidad de compuesto utilizado (g)	Cantidad de compuesto generado (g)	Porcentaje % obtenido de salicilato de metilo.
3.5 g de ácido salicílico “obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de las tabletas de A.A.S caducas”	3.4470 g de salicilato de metilo	98.5

4.4 Pruebas de identificación de ácido pícrico.

“Obtenido a partir del ácido salicílico recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Pruebas de solubilidad de ácido pícrico según los criterios de FEUM.

NOTA 1: Las pruebas de solubilidad se realizaron al ácido pícrico obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

NOTA 2: Las solubilidades de los compuestos fueron tomadas de (The Index Merck)
Las pruebas de solubilidad se realizaron a 25°C como marca la FEUM.

Ácido pícrico.

Masa (g)	Disolvente	Volumen de disolvente teórico (mL)	Volumen de disolvente exp. (mL)	Término
1	Agua	78	78	Poco soluble
1	Metanol	12	12	Soluble
1	Éter	65	65	Poco soluble
1	Benceno	10	10	Fácilmente soluble

Determinación del punto de fusión del ácido pícrico obtenido a partir del ácido salicílico recuperado por la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Compuesto	Punto de fusión teórico. °C	Punto de fusión exp. °C
Ácido pícrico	121-124	122

Cromatografía en capa delgada, para calcular el Rf e identificación del ácido pícrico.

Calculo de Rf (Relación al frente) para la muestra de ácido pícrico obtenido a partir del ácido salicílico recuperado por hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Compuesto	Rf teórico	Rf experimental
Ácido pícrico	0.34	0.34



Ref-Muestra

Cálculo del porcentaje de ácido pícrico obtenido a partir del ácido salicílico recuperado a partir de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Cantidad de compuesto utilizado (g)	Cantidad de compuesto generado (g)	Porcentaje % obtenido de ácido pícrico.
1.0 g de ácido salicílico “obtenido a partir del ácido salicílico recuperado de las tabletas de A.A.S caducas”	0.8910 g de ácido pícrico	89.1

4.5 Tabla de resultados de los compuestos obtenidos

Compuesto	Prueba de identificación de salicilatos	Pruebas de solubilidad	Punto de Fusión °C	Valor de Rf	% (P/P) de compuesto obtenido
Ácido salicílico	+	+	159	0.90	69.5
Salicilato de sodio	+	+	No se determino	0.80	73.6
Salicilato de metilo	+	+	221	0.84	98.5
Ácido pícrico	No se determino	+	122	0.34	89.1

Nota: cada una de las pruebas se realizo por triplicado

Características de los equipos utilizados.

Rotavapor.

Marca: Buchi.

Modelo: R110.

País de origen: Alemania

Fisher-Johns.

Marca: Metlting point.

Modelo: KS 4014.

País de origen: U.S.A

Cámara con lámpara ultravioleta.

Marca: Cole-Palmer.

Modelo: UV GL-25.

País de origen: Francia.

4.6 Realización de una encuesta sobre los medicamentos caducos.

La encuesta fue realizada a 100 personas, todas ellas mayores de edad en una población heterogénea de la ciudadanía.

Las preguntas realizadas en esta encuesta, fueron realizadas tomando en cuenta que no hay una gran información acerca de que hacer con los medicamentos caducos, así como su posible confinamiento.

¿Usted sabe lo que es un medicamento caduco?

- a) SI.
- b) NO.

¿Usted que hace con los medicamentos caducos?

- a) Los tiro a la basura.
- b) Los regreso al lugar donde los compre “farmacia”
- c) Los sigo utilizando.

¿Qué efecto cree usted que tenga un medicamento caduco?

- a) Un efecto toxico.
- b) Disminuya el efecto farmacológico sobre el organismo.
- c) No tenga ningún efecto farmacológico sobre el organismo.

¿Usted cree que exista en la ciudad de México un lugar en donde se puedan confinar “almacenar” los medicamentos caducos?

- a) SI.
- b) NO.

¿Usted cree que si tira los medicamentos caducos a la basura causa un daño al medio ambiente?

- a) SI.
- b) NO.

4.7 Resultados de la encuesta realizada.

¿Usted sabe lo que es un medicamento caduco?

- a) SI..... 94%
- b) NO.....6%

¿Usted que hace con los medicamentos caducos?

- a) Los tiro a la basura.....87 %
- b) Los regreso al lugar donde los compre “farmacia”.....0%
- c) Los sigo utilizando.....13%

¿Qué efecto cree usted que tenga un medicamento caduco?

- a) Un efecto tóxico..... 69%
- b) Disminuya el efecto farmacológico sobre el organismo.....14 %
- c) No tenga ningún efecto farmacológico sobre el organismo....17%

¿Usted cree que exista en la ciudad de México un lugar en donde se puedan confinar “almacenar” los medicamentos caducos?

- a) SI..... 7%
- b) NO.....93%

¿Usted cree que si tira los medicamentos caducos a la basura causa un daño al medio ambiente?

- a) SI.....11%
- b) NO.....89%

Capítulo V. Análisis de resultados.

5.1 Análisis de resultados del laboratorio

Ácido salicílico.

1) Por lo que se refiere a las pruebas realizadas al ácido salicílico obtenido de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas se puede decir:

2) Las pruebas de identificación de salicilatos tanto para soluciones ligeramente diluidas como para las soluciones ligeramente concentradas, en ambos casos fueron positivas en cuanto a los parámetros que marca farmacopea (coloración violeta para las soluciones ligeramente diluidas y precipitación en el caso de las soluciones ligeramente concentradas).

3) En lo que se refiere a las pruebas de solubilidad del ácido salicílico, la solubilidad de este compuesto en diferentes disolventes (agua, etanol, cloroformo, éter) es idéntica a los valores reportados en la bibliografía.

4) Por lo que respecta al punto de fusión del ácido salicílico obtenido de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, éste entra en los rangos de punto de fusión que marca la bibliografía (158-161°C).

5) En cuanto a los valores de Rf obtenidos tanto de la referencia como los de la muestra son idénticos, lo cual se pone de manifiesto en las placas realizadas y con los valores de Rf reportados en la bibliografía (0.90).

5) El porcentaje de ácido salicílico que se genera de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas es alto, 69.5 % P/P.

6) Analizando los resultados obtenidos se confirma que de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas se genera ácido salicílico, lo cual pone de manifiesto que se obtiene este compuesto por las pruebas de identificación que se le realizaron, además de dicha hidrólisis se obtienen cantidades de más del 80 % de ácido salicílico, el cual se puede utilizar para la generación de otros compuestos que tengan diferente actividad farmacológica.

Salicilato de sodio.

1) Por lo que se refiere a las pruebas realizadas al salicilato de sodio obtenido a partir de ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas se puede decir que:

2) Las pruebas de identificación de salicilatos tanto para soluciones ligeramente diluidas como para las soluciones ligeramente concentradas, en ambos casos fueron positivas en cuanto a los parámetros que marca farmacopea (coloración violeta para las soluciones ligeramente diluidas y precipitación en el caso de las soluciones ligeramente concentradas).

3) Por lo que se refiere a las pruebas de solubilidad del salicilato de sodio, la solubilidad de este compuesto en diferentes disolventes (agua, metanol, glicerol, cloroformo) es idéntica a los valores reportados en la bibliografía.

4) En cuanto a los valores de Rf obtenidos tanto de la referencia como los de la muestra son idénticos, lo cual se pone de manifiesto en la placa realizada y con los valores de Rf reportados en la bibliografía (0.80).

5) El porcentaje de salicilato de sodio que se genera a partir del ácido salicílico que se recuperó de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, es alto de 73.6 % P/P.

5) Al analizar los resultados obtenidos del salicilato de sodio obtenido a partir de ácido salicílico recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, se confirma que efectivamente el compuesto obtenido es salicilato de sodio, ya que esto se comprueba debido a que todas las pruebas que se le realizaron y fueron confirmatorias para su identificación, además de que a partir de ácido salicílico se tienen grandes rendimientos de salicilato de sodio (de más del 80 %), el cual puede ser utilizado para la preparación de algunas formas farmacéuticas, ya que este compuesto tiene funciones de analgésico y antipirético.

Salicilato de metilo.

1) Por lo que se refiere a las pruebas realizadas al salicilato de metilo obtenido a partir de ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas se puede comentar que:

2) Las pruebas de identificación de salicilatos tanto para soluciones ligeramente diluidas como para las soluciones ligeramente concentradas en ambos casos fueron positivas en cuanto a los parámetros que marca farmacopea (coloración violeta para las soluciones ligeramente diluidas y precipitación en el caso de las soluciones ligeramente concentradas).

3) En lo que se refiere a las pruebas de solubilidad del salicilato de metilo, la solubilidad de este compuesto en diferentes disolventes (agua, éter, metanol, cloroformo) es idéntica a los valores reportados en la bibliografía.

4) En lo que respecta al punto de fusión del salicilato de metilo obtenido a partir de ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, este entra en los rangos de punto de fusión que marca la bibliografía (220-224 °C).

5) En cuanto al valor de Rf obtenido en la muestra es idéntico al reportado en la bibliografía cual se pone de manifiesto en la placa realizada, para la elaboración de esta placa no se utilizó referencia, ya que no se contaba con la misma (0.84).

6) El porcentaje de salicilato de metilo que se genera a partir de la esterificación del ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas es alto 98.5 % P/P.

7) Al analizar los resultados obtenidos del salicilato de metilo obtenido a partir de la esterificación de ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, se confirma que efectivamente el compuesto obtenido es salicilato de metilo, ya que esto se comprueba por que todas las pruebas que se le realizaron y fueron confirmatorias para su identificación, además de que a partir de ácido salicílico se pueden tener grandes rendimientos de salicilato de metilo, el cual puede ser utilizado para la preparación de algunas formas farmacéuticas, ya que este compuesto tiene funciones de analgésico y antiinflamatorio.

Ácido pícrico.

1) Por lo que se refiere a las pruebas realizadas al ácido pícrico obtenido a partir de ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas se puede comentar lo siguiente:

2) En lo que se refiere a las pruebas de solubilidad del ácido pícrico, la solubilidad de este compuesto en diferentes disolventes (agua, metanol, éter, benceno) es idéntica a los valores reportados en la bibliografía.

3) Por lo que respecta al punto de fusión del ácido pícrico obtenido a partir de ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, éste entra en los rangos de punto de fusión que marca la bibliografía (121-124°C).

4) En cuanto a los valores de Rf obtenidos tanto de la referencia como de la muestra son idénticos, lo cual se comprueba en la placa realizada y con los valores de Rf. reportados en la bibliografía (0.34).

5) El porcentaje de ácido pícrico que se genera a partir del ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas es alto del 89.1 % P/P.

6) Al analizar los resultados obtenidos del ácido pícrico obtenido a partir de ácido salicílico, recuperado de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas, se confirma que efectivamente el compuesto obtenido es ácido pícrico, ya que esto se evidencia en todas las pruebas que se le realizaron y fueron confirmatorias para su identificación, además de que a partir de ácido salicílico se pueden tener grandes rendimientos de ácido pícrico.

5.2 Análisis de resultados de la encuesta.

La encuesta fue realizada a una población heterogénea de 100 personas mayores de 18 años. Dando los siguientes resultados:

La gran mayoría de la población, casi en su totalidad si sabe lo que es un medicamento caduco.

La población casi en su totalidad, tira los medicamentos caducos a la basura, aunque una pequeña parte de la población los sigue consumiendo aun conociendo la fecha de caducidad.

Además de que una gran parte de la población sabe que el uso de un medicamento caduco puede causar un efecto tóxico en el organismo, pero hay algunos que piensan que un medicamento caduco disminuye el efecto farmacológico del padecimiento, también hay quien piensa que un medicamento caduco no tiene ningún efecto farmacológico.

La mayoría de la población encuestada no sabe si pueda existir un lugar en el D.F donde se puedan llevar los medicamentos caducos, para que se le de un tratamiento de inactivación o algún tipo de tratamiento químico.

También la mayoría de la gente encuestada cree que si tira los medicamentos caducos a la basura, no causa ningún tipo de contaminación al medio ambiente, aunque son pocos que creen que si existe el daño.

Analizando los resultados de la encuesta se puede decir que:

Más del 90 % de la población encuestada sabe qué es un medicamento caduco, pero muy poca gente sabe la magnitud de los problemas que generan estos.

Cuando la gente tira un medicamento caduco a la basura, genera una gran cantidad de problemas (problemas de tipo de contaminación al medio ambiente, toxicidad en seres vivos, venta clandestina de los medicamentos caducos, entre otros).

Los problemas de contaminación al medio ambiente ocasionados por los medicamentos caducos que no son biodegradados por los microorganismos van desde: Contaminación a los mantos freáticos, contaminación atmosférica (cuando estos se incineran generan sustancias nocivas las cuales se mezclan con el aire que se respira).

Por otra parte, cuando la gente consume medicamentos caducos, se producen problemas de intoxicación muy severos, incluso pueden generar la muerte para quien los utiliza. Si la población consume los medicamentos caducos se puede generar un problema de salud publica por intoxicación.

Como la mayoría de la gente no sabe si exista un lugar donde se puedan llevar los medicamentos caducos y éste en la realidad no existe, el presente trabajo de investigación pretende hacer conciencia a las autoridades correspondientes para que tomen las medidas necesarias y mitiguen el riesgo a la población y el impacto al medio ambiente.

CAPÍTULO VI. Conclusiones.

Conclusiones.

Se desarrollaron procedimientos químicos para la formación de compuestos con actividad farmacológica diferente partiendo de tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Se seleccionó de un universo de medicamentos caducos recolectados en los hogares, tabletas de ácido acetil salicílico sin importar la marca ni la cantidad de principio activo.

Se recopiló información en medios impresos y electrónicos sobre la formación de productos generados por el ácido salicílico encontrándose que hay mucha información al respecto.

Se generaron diversos productos con actividad farmacológica diferente partiendo del ácido salicílico obtenido de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas. Estos compuestos resultaron fácilmente sintetizados

No se generan residuos peligrosos ó tóxicos alguno para el medio ambiente considerando los procedimientos químicos utilizados, debido a que se neutralizaron los residuos obtenidos en cada uno de los tratamientos químicos.

Los procesos químicos seleccionado son rápidos, sencillos y económicos ya que se realizaron en pocas horas de trabajo en el laboratorio y son fáciles de reproducir.

Los costos económicos para la elaboración de los compuestos generados, son relativamente bajos si tomamos en consideración que los reactivos utilizados son baratos, además de que se esta utilizando ácido salicílico (para la formación de los compuestos) obtenido de la hidrólisis de las tabletas de ácido acetil salicílico caducas.

Las opiniones de la población en general sobre el consumo y disposición de los medicamentos caducos, no son muy claras ya que no desconocen el tema y no ven las consecuencias que conllevan al uso de medicamentos caducos y sus repercusiones biológicas que resultan de su consumo.

Recomendaciones.

Se recomendaría a la S.S.A la creación de un sitio de acopio de medicamentos caducos, el cual pueda ser localizado fácilmente para que la población en general pueda llevar sus medicamentos caducos para su posterior tratamiento.

Las recomendaciones del que exista un sitio de acopio para los medicamentos caducos, es porque así se evitarían problemas de contaminación al medio ambiente y toxicidad a la población en general, todo esto ocasionado cuando la gente tira los medicamentos caducos a la basura.

Derivado de este estudio se sugiere que se informe a la población en general sobre la disposición segura de los medicamentos caducos, a través de los diferentes medios de comunicación.

Se recomienda continuar investigando sobre las diversas formas de tratamiento para todo tipo de medicamentos caducos, ya que el tratamiento térmico que actualmente se realiza no es un proceso ambientalmente amigable por la generación subproductos tóxicos a la salud y al medio ambiente.

Referencias

Batstone, S, W. (1996). The Safe Disposal of Hazardous Wastes. The Special Need and Problems of Developing Countries; The World Bank, Washington, D.C. pp. varias.

Clarke, E, G. (1974); Isolation and identification of drugs. Ed. E.G.C, Londres Inglaterra. pp. varias.

Connors, A, K. (1981); Curso de análisis farmacéutico. Editorial Reverté, S.A. pp. varias.

Cortinas, N, C., Vega, G, S, (1993). Residuos peligrosos en México y en el Mundo; Serie de monografías No. 3, SEDESOL. pp. varias,

Cunningham, William. P, Zaino, B. (1999). Environmental Science a global concerní, quinta edición Mc.Graw-Hill, pp. 582-583.

Departamento de Residuos Especiales, Dirección Técnica de Servicios Urbanos del D.D.F actualmente G.D.F (1994-1995).

Diccionario de Especialidades Farmacéuticas, 43ª edición, (2000), Ediciones PLM, México, pp. varias.

Fernicola, N. y Jaugue, P. (1990); Nociones básicas de toxicología, 4ª edición OPS, OMS, pp. varias.

Goodman and Gilman. (2006); Las bases farmacológicas de la terapéutica; 11ª edición, Vol., I y II, Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. pp. varias.

Hernández, C. P. (1995); Tratamiento y disposición de medicamentos caducos y residuos de la industria farmacéutica. Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado, UNAM, tesis de maestría. pp. varias.

Index Merck. (2001); Encyclopedia of Chemical, Drugs, and Biologicals. 30ª edición. Ed. Staff. pp. varias

Katzung, B, G. (2005); Farmacología Básica y Clínica; 4ª edición, Editorial Manual Moderno, S.A. de C.V, México. pp. varias,

Kirk-Othmer. (1984); Enciclopedia of chemical technology. Vol. 20. Ed. John Wiley and Sons. pp 503-516.

Korolkovas, A.C. (1979); Compendio esencial de la química farmacéutica; Ed. Reverté, S.A. pp. varias.

Lachman, L, Liberman, H, Kanig, J. (1986). The theory and practice of industrial pharmacy, 3ª edición, editorial Lea and Febiger, Filadelfia, USA. pp. varias.

Edgar Leader. (1957); Chromatography a Review of Principles and Applications. 2ª edición. Ed. E.P.C. pp. varias.

Ley General de Salud (Diario Oficial de la Federación del 7 de Febrero de 1984 y modificaciones hasta el 7 de Mayo de 1997). México.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.- Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Diario Oficial de la Federación (México, D.F.: 22 de Octubre de 1993).

Norma Oficial Mexicana NOM-053-ECOL-1993.- Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (México, D.F.: 22 de Octubre de 1993).

Norma Oficial Mexicana NOM-073-SSA-2003.- Estabilidad de los medicamentos. Diario Oficial de la Federación. (México, D.F.:8 de Marzo de 2003).

Nudelman, S. (1981); Estabilidad de medicamentos; pp. varias. Ed. El Ateneo. pp. varias.

Pojasek, B.R. (1982); Solidification as an Ultimate Disposal Option for Hazardous Waster; Energy Resource Co. Ann Arbor Science Publishers, Inc; Vol. 1, 2, 3 Cambridge, Massachussets.

Ray Q.B.(1994); Curso de Química Organica Experimental. 2ª edición. Editorial Alambra. pp. varias.

Rémington, (2000); Farmacia, tomo I y II 21ª edición, Editorial Panamericana, Argentina, pp.varias.

S.S.A; Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2000); 7ª edición, tomo I y II México. pp. varias.

Direcciones electrónicas consultadas.

Jabsa, Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable (en línea). Texinfo ed 3.1 (Buenos Aires Argentina) Wind One, Marzo de 1999 (citado 22 de Noviembre de 2005). Disponible en Geocites. <http://www.cai.org.ar/medioambiente/glosario.htm>.

Untitled, Guía básica de gestión de residuos (en línea) Adobe Acrobat ed 2.1 (Andalucía España) Gestma, Abril del 2003 (citado 18 de Noviembre del 2005). Disponible en html http://www.cma.junta-andalucia.es/residuos/conceptos_pel.html.

Acute, Drugs of the Toxicology (en línea) Adobe Acrobat ed 3.2 (Carolina U.S.A) Shockwave, 11 of April 2003 (citado 21 Noviembre 2005) Disponible en <http://www.drugdonation.org>.

Oneinfinity, Drug of Administration, (en línea) Pintsize ed 2.1 (Nevada U.S.A) Oneinfinity ed 3.1 HIV, 23 of September 2003 (citado 18 de octubre del 2005) Disponible en <http://ww1.onhealtt.com/conditions/in-depth/item.57004>

Govtema, Reciclaje y tratamiento de residuos generados por las industria (en línea) Adobe Acrobat ed 2.1 (México) 10 de enero de 2001 (citado 12 de octubre de 2005) Disponible en <http://www.reciclar.com.mx/articulos/1/4.htm>.

Govtema, Disposición de medicamentos caducos por la Secretaria de Salud (en línea) Adobe Acrobat 2.1 (Mexico D.F) 10 Abril de 1995 (citado 21 de Octubre de 2005). Disponible <http://www.ssa.gob.mx>.

Contat FDA, Drug Administration (en línea) Search FDA ed 3.2 (U.S.A) 15 January of 2004 (citado 21 de Noviembre de 2005). Disponible <http://www.fda.gov.mx>.

F.A, Composición química de formas farmacéuticas (en línea) Texinfo (Mexico D.F). Distribuidores, Enero del 2004. (citado 11 de Enero 2006). Disponible en html <http://www.farmaciasahumada.cl/stores/fasa/htm>.

Laboratorios Avanzados de Química Orgánica, Síntesis de salicilato de metilo (en línea) Laqoinv (Málaga España) 15 de junio de 2000 (citado 12 de Octubre de 2005). Disponible <http://www.uma.es/investigadores/grupos/nanotec/esqoguion0405.pdf>.