

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

DEGRADACION DEL DODECIL BENZEN SULFONATO DE SODIO POR MEDIO DE RAYOS GAMMA DE ⁶⁰Co



T E S I S
Que Para Obtener el Título de.
Q U I M I C O
P r e s e n t a

MARIA EMILIA BUSTOS RAMIREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

CLAS. Tesis 1978
ABO M. C. ~~70~~ 68
FECHA _____
PROC _____



JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE PROF : JUAN LARTIGUE GORDILLO
VOCAL PROF : GUILLERMINA BURILLO AMEZCUA
SECRETARIO PROF : CIELITA ARCHUNDIA DE LA ROSA
1º SUPLENTE PROF : LUIS CABRERA MOSQUEDA
2º SUPLENTE PROF : GUADALUPE ALBARRAN SANCHEZ

LUGAR DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES

SUSTENTANTE

MARIA EMILIA BUSTOS RAMIREZ

ASESOR DEL TEMA

M.ENC. GUILLERMINA BURILLO AMEZCUA

A MIS PADRES:

JOSE BUSTOS FLORES

Y

MA. GUADALUPE RAMIREZ DE BUSTOS

POR TODO LO QUE ME HAN DADO, DESDE EL HABERME
PERMITIDO GOZAR DE ESTE MUNDO MARAVILLOSO EN QUE -
VIVIMOS, HASTA HABERME PREPARADO PARA TRATAR DE -
AYUDAR A CONSTRUIR UN MUNDO MEJOR.

GRACIAS.

INDICE

I.- INTRODUCCION	1
II: _ OBJETIVOS	4
III.- GENERALIDADES	
1) DETERGENTES	
1.1 DEFINICION	5
1.2 HISTORIA	5
1.3 INTERMEDIARIOS DE LOS DETERGENTES SINTETICOS	8
1.4 INGREDIENTES ACTIVOS SINTETIZADOS	10
1.5 QUÍMICA DE LOS DETERGENTES SINTÉTICOS.	15
1.6 TOXICIDAD DE LOS SURFACTANTES.	22
2) FUENTES DE RADIACIÓN GAMMA	
2.1 TIPO MARK I	24
2.2 TIPO MARK II	24
2.3 TIPO C-188	25
2.4 GAMMACELL 200	25
2.5 GAMMABEAM 650	26

3) INTERACCION DE LA RADIACION EN LA MATERIA	
3.1 MOLÉCULAS EXCITADAS	31
3.2 IONES	32
3.3 RADICALES LIBRES	34
3.4 RADIÓLISIS DEL AGUA	35
3.5 RADIÓLISIS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS	37
3.6 RADIÓLISIS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	39
3.7 SOLUCIONES ACUOSAS DE HIDROCAR- BUROS AROMÁTICOS	41
4) DOSIMETRIA	
4.1 DEFINICIÓN	45
4.2 UNIDADES DE SOSIS	45
4.3 CLASIFICACIÓN DE DOSÍMETROS	47
4.4 CARACTERÍSTICAS DEL DOSÍMETRO QUÍMICO.	51

IV.- EXPERIMENTACION

1) SELECCION DE LA MUESTRA	53
2) DISEÑO DE IRRADIACIÓN	54
3) DETERMINACIONES ANALÍTICAS DEL DETERGENTE EN POLVLO	58
4) IRRADIACIÓN DE SOLUCIONES A - DIFERENTES DOSIS	80
5) IRRADIACION DE SOLUCIONES DEL- DETERGENTE A DIFERENTES DOSIS- Y CONCENTRACIONES.	81

V .-	RESULTADOS	
	1) ANÁLISIS ESPECTROFOTÓMETRICOS	82
	2) ANALISIS ESTADÍSTICO DEL DETERGENTE IRRADIADO EN SÓLIDO	85
	3) TABLAS DE DATOS	87
	4) GRÁFICAS	97
VI.-	DISCUSION	104
VII.-	CONCLUSIONES	108
VIII.-	COSTOS	111
IX.-	BIBLIOGRAFIA	113
X.-	AGRADECIMIENTOS	120

I.- INTRODUCCION

DURANTE LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL, EN ALEMANIA¹ SA-
LIERON AL MERCADO LOS DETERGENTES SINTÉTICOS, LO QUE O-
CACIONÓ EL NACIMIENTO DE NUEVAS INDUSTRIAS Y LA CREA --
CIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS. EL USO Y LA PRODUCCIÓN DE ES-
TE TIPO DE PRODUCTOS SE INCREMENTÓ POCO DESPUÉS DE LA -
SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, DEBIDO A UNA REVOLUCIÓN DE LA -
INDUSTRIA DEL JABÓN QUE SUFRIÓ EL MUNDO EN 1950², INI -
CIÁNDOSE LA CONTAMINACIÓN POR DETERGENTES EN LAS GRAN -
DES MASAS DE AGUAS. YA QUE KLEIN EN 1957³ REPORTÓ QUE -
LAS PLANTAS ACUÁTICAS DEL GÉNERO PATAMOGETON Y RANUNUN-
CULUS NO PUEDEN CRECER EN AGUAS QUE CONTENGAN 2.5PPM DE
ALQUIL BENZEN SULFONATO DE SODIO Y HENDERSONEN EN 1959⁴
DIJO QUE CONCENTRACIONES DE 2PPM DE SURFACTANTE AFECTAN
A LOS PECES MÁS SENSIBLES.

(2) ESTUDIOS POSTERIORES MUESTRAN QUE LOS SURFACTANTES

O COMPUESTOS DE SUPERFICIE ACTIVA CONTAMINAN LAS AGUAS - DE DESECHO PORQUÉ NO TIENEN LA PROPIEDAD DE SER BIODEGRADABLES, ESTO SE DEBE A LAS ESTRUCTURAS QUÍMICAS QUE TIENEN DICHS COMPUESTOS YA QUE ESTAN FORMADOS DE CADENAS - DE HIDROCARBUROS LINEALES Y RAMIFICADOS LOS CUALES NO - PUEDEN SER ATACADOS POR LOS MICROORGANISMOS Y TRAE COMO - CONSECUENCIAS TOXICIDAD EN LA VIDA ACUÁTICA, TRASTORNOS - GENÉTICOS Y TERATOGENÉTICOS.

EFFECTIVAMENTE ESTOS COMPUESTOS PERMANECEN EN SOLU - CIÓN, YA QUE DESPUÉS DE UNA SERIE DE ESTUDIOS Y ANÁLISIS - EN RIOS DONDE DESEMOCAN AGUAS DE DESECHO FUERON ENCON - TRADAS CANTIDADES APRECIABLES DEL PROPILEN BENCEN SULFO - NATO DE SODIO⁵, UNO DE LOS PRIMEROS SURFACTANTES USADOS - DESPUÉS DE LOS ALQUIL NAFTALENOS SULFONADOS, Y EN EL RIO OHIO SE ENCONTRARON CANTIDADES DEL ALQUIL BENCEN SULFONA TO DE SODIO EN UNA CONCENTRACIÓN DE 50 PPM.^{6,7}

DESPUÉS DE ESTUDIAR Y VER QUE ⁽³⁾ LA CONTAMINACIÓN POR - DETERGENTES PUEDE AFECTAR SIGNIFICATIVAMENTE LA ECOLOGÍA ACUÁTICA SE DECIDIÓ HACER ESTE TRABAJO, QUE CONSISTIÓ EN IRRADIAR EL DETERGENTE CON RAYOS GAMMA DE ⁶⁰Co, TANTO EN SÓLIDO COMO EN SOLUCIÓN PARA ESTUDIAR CUALITATIVAMENTE - UNA FORMA DE DEGRADARLO.

LOS TRABAJOS RELACIONADOS CON TEMAS DE ESTE TIPO -

RELATIVAMENTE SON POCOS, YA QUE ES BASTANTE NOVEDOSO. EN RUSIA⁸ IRRADIARON LAS AGUAS DE DESECHO QUE CONTIENEN DIFERENTES CLASES DE SURFACTANTES, UTILIZANDO ELECTRONES - DE 4 A 5 Mev. EN JAPÓN EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE ENERGÍA ATÓMICA SE EXPUSIERON A LA RADIACIÓN IONIZANTE LAS AGUAS QUE CONTENIAN SURFACTANTES DE TIPO NO-IÓNICO, EN PRESENCIA DE N_2O Y H_2O_2 ^{9,10} EN ESTADOS UNIDOS^{11,12} Y EN YUGOSLAVIA¹³ SE HAN IRRADIADO LAS AGUAS QUE CONTIENEN ALQUIL BENZEN SULFONATO DE SODIO, Y OTROS TIPOS DE CONTAMINANTES COMO PESTICIDAS, FENOLES; ENCONTRÁNDOSE - POR ESTE MEDIO UNA FORMA BASTANTE ADECUADA DE DESINFECTACIÓN Y ESTERILIZACIÓN.

ACTUALMENTE SE ESTA TRATANDO DE SINTETIZAR SURFACTANTES BLANDOS, ES DECIR QUE SEAN MÁS DEGRADABLES COMO - LOS DE TIPO NO-IÓNICO PERO COMO EL ALQUIL BENZEN SULFONATO DE SODIO OFRECE GRANDES VENTAJAS SOBRE LOS DEMÁS POR SU PODER DE LIMPIEZA Y SU BAJO COSTO, HACE QUE NO SEA - TAN FÁCIL SU SUSTITUCIÓN, YA QUE TODAVÍA EN 1975 FUÉ USADO EN LAS FORMULACIONES DE DETERGENTES EN UN 68% DE LA - PRODUCCIÓN MUNDIAL, ESTO SIGNIFICA QUE EL PROBLEMA AUMENTE Y LAS CONSECUENCIAS SEAN MAYORES SIENDO NECESARIO ENCONTRAR SOLUCIONES PARA DICHO PROBLEMA.

II.- OBJETIVOS

- 1.- ENCONTRAR LA DOSIS ÓPTIMA DE DEGRADACIÓN DEL INGREDIENTE ACTIVO DE LOS DETERGENTES SINTÉTICOS "DODECIL BENZEN SULFONATO DE SODIO", TANTO EN SÓLIDO COMO EN SOLUCIÓN POR MEDIO DE RAYOS GAMMA DE ^{60}Co .
- 2.- VER EL EFECTO DEL "DODECIL BENZEN SULFONATO DE SODIO" IRRADIADO ATRAVÉS DEL TIEMPO EN CONDICIONES AMBIENTALES.

III.- GENERALIDADES

1) DETERGENTES:

1.1.- DEFINICION:

UN DETERGENTE ES UNA MEZCLA COMPLEJA DE COMPUESTOS QUE NOS SIRVE PARA ELIMINAR LA MATERIA GRASA O SUCIEDAD DE UNA SUPERFICIE Y EVITAR QUE ÉSTA VUELVA A DEPOSITARSE.

1.2.- HISTORIA:

LA PRODUCCIÓN DE LOS DETERGENTES SINTÉTICOS COMIENZA A DESARROLLARSE DURANTE LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL. EN ALEMANIA APARECIÓ EL PRIMER TENSIOACTIVO COMERCIAL: ALQUIL NAFTALENO SULFONADO, EN LAS SIGUIENTES DOS DÉCADAS OTROS TIPOS DE SURFACTANTES APARECIERON E INCLUYERON: SULFATOS DE ALCOHOLES GRASOS, ALCANOS SULFONADOS Y OTROS, SIN EMBARGO ESTOS PRODUCTOS NO TUVIERON GRAN AUGE EN EL MERCADO, Y NO FUE SINO HASTA LA SEGUNDA-

GUERRA MUNDIAL CUANDO SE SINTETIZARON LOS TENSIOACTIVOS-
DE CADENAS DE HIDROCARBUROS GRANDES Y RAMIFICADOS: LOS -
ALQUIL BENCENO DERIVADOS DEL TETRÁMERO DEL PROPILENO Y -
DEL BENCENO CUYO PROCESO ERA FÁCIL Y DE BAJO COSTO. ADE-
MÁS CON EL DESCUBRIMIENTO Y LA INTRODUCCIÓN DEL TRIPOLI-
FOSFATO Y LA CARBOXIMETIL CELULOSA, EN 1947 SE FABRICA -
RON LOS PRIMEROS DETERGENTES, INICIÁNDOSE LA INDUSTRIA -
DE ÉSTOS Y DESPLAZÁNDOSE EN EL MUNDO ENTERO EL USO DE JA
BONES PARA EL LAVADO DE ROPA Y DE LA CASA.

CON EL PASO DE LOS AÑOS ESTÁ INDUSTRIA IBA CRECIEN-
DO CADA DÍA MÁS, YA QUE HABÍA SIDO UN MAGNÍFICO ACIERTO-
LA ELABORACIÓN DE ESTA CLASE DE PRODUCTOS, HASTA 1964 -
CUANDO APARECIERON UNA SERIE DE FACTORES QUE INFLUYERON-
SIGNIFICATIVAMENTE Y AFECTARON A ESTA INDUSTRIA. LOS FAC
TORES MÁS IMPORTANTES FUERON: LOS DE SEGURIDAD, LOS ECO-
LÓGICOS Y LOS ECONÓMICOS.

1.2.1.- FACTORES ECOLÓGICOS:

BIODEGRADABILIDAD.- LA NECE-
SIDAD DE INGREDIENTES ACTIVOS MÁS BIODEGRADABLES CAUSA -
RON EN LA INDUSTRIA EL MAYOR CAMBIO ALREDEDOR, DE 1964-65,
DE LOS COMPUESTOS DE CADENAS RAMIFICADAS ALQUIL BENCEN -
SULFONATO DE SODIO (ABS) A LOS DE CADENA LINEAL ALQUIL -

BENCEN SULFONATO DE SODIO (LAS), EN IGUAL FORMA LOS ALCOHOLES RAMIFICADOS HAN SIDO REEMPLAZADOS POR LOS DE CADENA LINEAL.

FOSFATOS.- EN 1965¹⁴ SE VIÓ QUE EL USO DE FOSFATOS COMO CONSTRUCTORES Y AGENTES SECUESTRANTES EN LOS DETERGENTES CONTRIBUÍAN A LOS LAGOS Y RIOS, LOS CUALES ACELERAN EL PROCESO DE EUTROFICACIÓN¹⁵.

1.2.2.- FACTORES DE SEGURIDAD:

DEBIDO A QUE LOS COMPUESTOS DE SUPERFICIE ACTIVA CAUSAN TOXICIDAD EN LA VIDA ACUÁTICA, LOS DETERGENTES SE HAN SUJETADO A UN ESTRINGO CONTROL ANALÍTICO ANTES DE QUE ESTOS PRODUCTOS SEAN OBTENIDOS POR EL CONSUMIDOR.

1.2.3.- FACTORES ECONÓMICOS:

LOS FACTORES ECONÓMICOS HAN INFLUIDO PARA DECIDIR QUE CLASES DE INGREDIENTES ACTIVOS DEBEN DE ESCOGERSE, YA QUE LA FABRICACIÓN DE ÉSTOS SE OBTIENEN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PETROQUÍMICA CUYO --

1)

COSTO SE HA ELEVADO BASTANTE. ÉSTO HACE QUE LAS N-PARAFINAS SEAN LAS MÁS USADAS, YA QUE SU PROCESO DE OBTENCIÓN ES EL MENOS CARO, AUNQUE A LA VEZ SEAN LAS QUE OCASIONEN UN PROBLEMA MAYOR.

1.3.- INTERMEDIARIOS DE LOS DETERGENTES SINTÉTICOS:

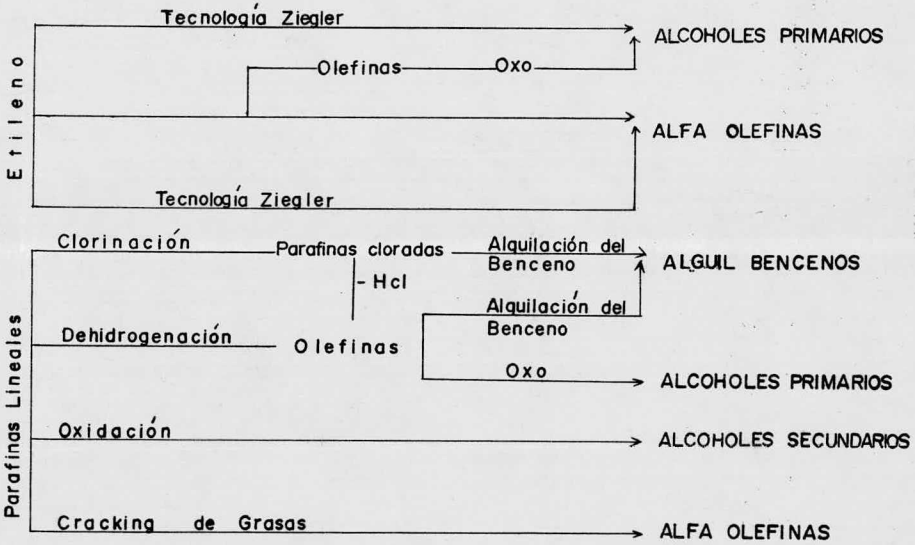
TODOS LOS INGREDIENTES ACTIVOS SON MANUFACTURADOS DE UNA DE ESTAS TRES CLASES DE INTERMEDIARIOS QUÍMICOS, - CON EXCEPCIÓN DE LOS ALCANOS SECUNDARIOS SULFONADOS LOS CUALES SE OBTIENEN DIRECTAMENTE DE PARAFINAS NORMALES.

- 1.- ALCOHOLES LINEALES: PRIMARIOS O SECUNDARIOS
- 2.- ALQUIL BENCENOS LINEALES Y RAMIFICADOS.
- 3.- OLEFINAS LINEALES.

Y A SU VEZ ESTOS TRES INTERMEDIARIOS SON MANUFACTURADOS DE TRES MATERIAS PRIMAS BÁSICAS DE LA PETROQUÍMICA Y SON: ETILENO, PARAFINAS NORMALES Y BENCENO.

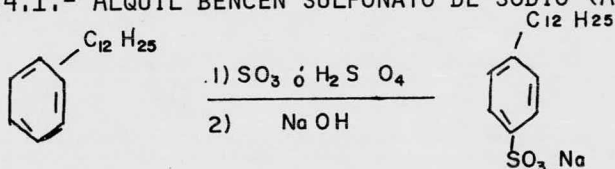
DIAGRAMA No 1

PROCESOS QUE SIGUEN LAS MATERIAS PRIMAS PARA OBTENER LOS INTERMEDIARIOS DE LOS INGREDIENTES ACTIVOS:



1.4.- INGREDIENTES ACTIVOS SINTETIZADOS

1.4.1.- ALQUIL BENZEN SULFONATO DE SODIO (ABS)

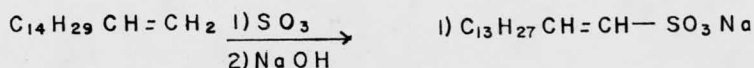


DESDE 1964 EN QUE APARECIÓ EL (ABS) HA SIDO Y SIGUE SIENDO EL INGREDIENTE ACTIVO MÁS USADO, SE SINTETIZA A PARTIR DE HIDROCARBUROS DE ÁTOMOS DE CARBONO DE C₁₀-C₁₄, SEGUIDO DE UNA SULFONACIÓN CON TRIÓXIDO DE AZUFRE O ÁCIDO SUFÚRICO FUMANTE.

EN 1970 EL 90% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL DE DETERGENTE SE FABRICÓ CON ESTE SURFACTANTE.

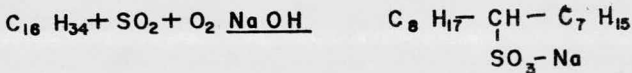
AUNQUE ES ANTICIPADO DECIR QUE EL (ABS) CONTINUARÁ SIENDO EL MÁS USADO, YA QUE PRESENTA UNA SERIE DE INCONVENIENTES COMO ES EL DE NO SER BIODEGRADABLE.

1.4.2.- OLEFINAS SULFONADAS (AOS)



SE OBTIENEN HACIENDO REACCIONAR LAS OLEFINAS DE CADENA LINEAL (C₁₂-C₁₈) CON TRIÓXIDO DE AZUFRE, OFRECE PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS MUY SIMILARES A LAS DEL (ABS) EN EL FUTURO PUEDEN AUMENTAR SUS APLICACIONES Y COMPETIR CON EL (ABS), PERO EXISTE UNA GRAN PROBLEMÁTICA QUE ES LA DIFERENCIA DE PRECIOS, YA QUE ES MUCHO MÁS COSTOSA LA OBTENCIÓN DE ETILENO PARA HACER DERIVADOS OLEFÍNICOS QUE LA OBTENCIÓN DE PARAFINAS.

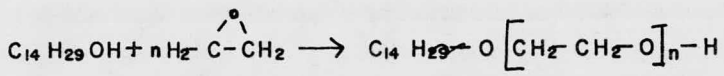
1.4.3.- ALCANOS SECUNDARIOS SULFONADOS (SAS)



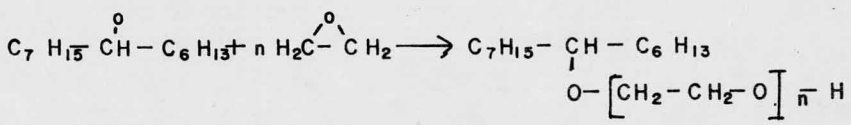
SE OBTIENEN A PARTIR DE PARAFINAS NORMALES (C₁₄-C₁₈) CON DIÓXIDO DE AZUFRE Y OXÍGENO (AIRE), PRESENTA GRAN AFINIDAD CON LAS MOLÉCULAS DE AGUA, ESTO LO HACE SER BASTANTE VISCOSO Y POR LO TANTO SU USO EN PRINCIPALMENTE PARA DETERGENTES LÍQUIDOS.

1.4.4.- ALCOHOLES LINEALES ETOXILADOS NO-IONICOS (NI)

PRIMARIO



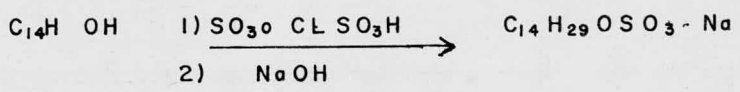
SECUNDARIO



SE OBTIENEN HACIENDO REACCIONAR UN ALCOHOL LINEAL - PRIMARIO O SECUNDARIO CON 7-10 MOLES DE ÓXIDO DE ETILENO. LOS ALCOHOLES MÁS USADOS SON LOS DE CADENA CON C₁₀-C₁₆.

POR SU BAJA ACCIÓN ESPUMANTE SON BASTANTE ÚTILES - PARA EL USO EN LAS LAVADORAS. ADEMÁS TIENEN UNA ALTA TOLERANCIA A LA DUREZA DEL AGUA, POR LO QUE EN LAS FORMULACIONES PARA LOS DETERGENTES SE DISMINUYE LA CANTIDAD DE FOSFATOS.

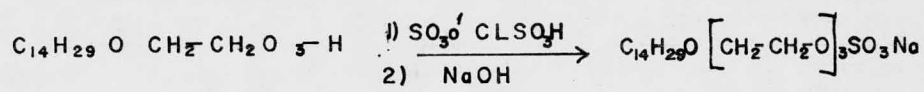
1.4.5.- SULFATOS DE ALCOHOLES LINEALES (AS)



SE OBTIENEN A PARTIR DE UNA SULFONACIÓN DEL ALCOHOL

CON TRIÓXIDO DE AZUFRE O ÁCIDO CLOROSULFÓNICO. SON BAS-
TANTE SENSIBLES A LA DUREZA DEL AGUA, LIMITÁNDOSE SU USO
PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE TOCADOR.

1.4.6.- SULFATOS DE ALCOHOLES ETOXILADOS (AES)



SON PRODUCIDOS POR SULFONACIÓN DE ALCOHOLES LINEA-
LES ETOXILADOS, USUALMENTE SE EMPLEA TRIÓXIDO DE AZUFRE
O ÁCIDO CLOROSULFÓNICO. FUERON DE LOS PRIMEROS TENSIOAC-
TIVOS QUE SE USARON PARA DETERGENTES LÍQUIDOS, SON ME-
NOS SENSIBLES A LA AGUAS DURAS Y SE USAN EN DETERGENTES
CUYA FORMULACIÓN SEA BAJA EN FOSFATOS.

Copio / Alcosta
10

DIAGRAMA 2

PROCESOS QUE SE SIGUEN PARA SINTETIZAR DIVERSAS CLASES DE SURFACTANTES

ALQUIL BENCENOS ————— SO_3, H_2SO_4 OLEUM —————> ABS

ALCOHOLES PRIMARIOS

- OXIDO DE ETILENO —————> NI
- Oxido de Etileno — Etoxilado — $SO_3, CLSO_3H$ —> AES
- $SO_3, CL SO_3 H$ —————> AS

ALCOHOLES SECUNDARIOS

- OXIDO DE ETILENO —————> NI
- Oxido de Etileno — Etoxilado — $SO_3, CLSO_3H$ —> AES

ALFA OLEFINAS ————— SO_3 —————> AOS

PARAFINAS LINEALES ————— $SO_2 + O_2$ —————> SAS

1.5.- QUIMICA DE LOS DETERGENTES SINTETICOS

LAS FORMULACIONES QUE SE HAN PROPUESTO HAN SIDO TANTO PARA DETERGENTES SÓLIDOS COMO LÍQUIDOS^{16,17}

LOS DETERGENTES SINTÉTICOS ESTAN BASICAMENTE FORMADOS POR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

1.5.1.- SURFACTANTES:

LOS SURFACTANTES SON SOLUCIONES ACUOSAS DILUIDAS DE COMPUESTOS DE SUPERFICIE ACTIVA QUE TIENEN COMO FUNCIÓN MOJAR LAS SUPERFICIES FÁCIL Y RÁPIDAMENTE, PENETRAR EN LAS SUPERFICIES, DISPERSAR LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS, EMULSIFICAR LOS ACEITES Y GRASAS Y PRODUCIR ABUNDANTE ESPUMA CUANDO ES SACUDIDO O AGITADO. CON ESTA VERSATILIDAD DE FUNCIONES QUE TIENE EL INGREDIENTE ACTIVO ES LLAMADO DE MUY DIVERSAS MANERAS: AGENTE HUMECTANTE, AGENTE DISPERSANTE O PENETRANTE.

LOS SURFACTANTES PRESENTAN ESTA PROPIEDAD DEBIDO A QUE EN SOLUCIÓN LAS MOLÉCULAS ESTAN TOTALMENTE IONIZADAS, ENTONES LOS IONES MOTIVADOS POR SU ATRACCIÓN ELECTROSTÁTICA VAN A PRESENTAR UNA FUERTE AFINIDAD HACÍA LOS DIPOLOS DEL AGUA PUDIENDO ARRASTRAR CONSIGO A LAS CADENAS DE HIDROCARBUROS.

12

LOS SURFACTANTES SE CLASIFICAN EN: ANIÓNICOS, CATIONICOS, NO-IÓNICOS Y ANFOTÉRICOS, SEGÚN LA CARGA QUE POSEAN EN LA PARTE QUE PRESENTAN ACTIVIDAD DE SUPERFICIE^{19,20} (PORCIÓN HIDROFÓBICA).

1.5.1.1.- SURFACTANTES ANIÓNICOS:

EL GRUPO HIDROFÓBICO DE UN COMPUESTO DE SUPERFICIE ACTIVA ANIÓNICO POR LO GENERAL CONSISTE DE UNA PARAFINA GRANDE SOBRE UN ANILLO AROMÁTICO. LA PORCIÓN HIDROFÍLICA DE LA MOLÉCULA CON MUY POCAS-EXCEPCIONES ES EL GRUPO SULFATO $O-SO_3^-$ O UN GRUPO SULFONATO $-SO_3^-$, LOS CATIONES SON USUALMENTE IONES INORGÁNICOS SIMPLES COMO EL SODIO. HASTA AHORA SON LOS MÁS IMPORTANTES Y SE UTILIZA UN 68% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL PARA LA FABRICACIÓN DE LOS DETERGENTES.

1.5.1.2.- SURFACTANTES CATIONICOS:

CASI SIN EXCEPCIÓN TIENEN COMO GRUPO HIDROFÍLICO A UNA SAL DE AMONIO CUATERNARIA $N^+(R_3)$, EL ION NEGATIVO ES NORMALMENTE UN IÓN CLORURO O UN BROMURO.,

SE EMPLEA CASI EXCLUSIVAMENTE PARA PRODUCTOS DE TOCADOR Y MUY RARAS VECES EN DETERGENTES LÍQUIDOS, SU PRODUCCIÓN ES SOLAMENTE DEL 5%.

1.5.1.3.- SURFACTANTES NO- IÓNICOS:

EL GRUPO HIDROFÓBICO-
ES COMO EN EL CASO DE LOS SURFACTANTES ANIÓNICOS O CATIONICOS, PERO LA PARTE HIDROFÍLICA ES DIFERENTE, GENERAL -
MENTE SON COMPUESTOS DE POLIETILENO O POLIPROPILENO SUS
STITUIDOS.

POR SU BAJA ACCIÓN ESPUMANTE SE EMPLEA EN DETERGENTES PARA LAVADORAS, Y CONSTITUYE EL 29% DE LA PRODUCCIÓN.

1.5.1.4.- SURFACTANTES ANFOTÉRICOS:

COMO SU NOMBRE LO INDICA ACTUAN DEPENDIENDO DEL MEDIO EN QUE SE ENCUENTREN, -
EN MEDIO BÁSICO SON ANIÓNICOS Y EN MEDIO ÁCIDO SON CATIONICOS.

ESTA CLASE ES LA MENOS USADA NO LLEGANDO A UTILIZARSE NI EN UN 1%.

Copia/Acetato

14

TABLA I

CLASIFICACION DE SURFACTANTES POR SU CARGA IONICA

TIPO	TIPO DE COMPUESTO	EJEMPLO ESPECIFICO	FORMULA
A N I O N I C O	Jabones	Estearato sódico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}^+$
	Alcoholes	Lauril Sulfato sódico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}^+$
	Esteres	"	$\text{R}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_3\text{Na}^+$
	Ac. carboxílicos sulfatados	Sales sódicas del Ac. oléico sulfatado	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}(\text{CH}_2)_8\overset{\text{O}}{\text{CONa}}^+ \text{O-SO}_3\text{-Na}^+$
	Olefinas sulfonadas.	"	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}^+$
	Hidrocarburos aromáticos sulfonados	Alquil bencen _o sulfonados	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3 \text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}^+$
	Amidas Sulfonadas	Sulfoacetato de lauril sódico	$\overset{\text{OCH}_3}{\text{RC-N}}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{-Na}^+$

Copia / Anexo 10

15

TIPO	TIPO DE COMPUESTO	EJEMPLO ESPECIFICO	FORMULA
C A T I O N I C O	Sales cuaternarias de amonio	Aminas primarias	$RN^+(CH_3)_3Cl^-$
		Aminas secundarias	$R_2N^+(CH_3)_2Cl^-$
		Aminas Terciarias	$R_3N(CH_3)Cl^-$
	Sales de bencil amonio		$\begin{matrix} + \\ \\ CH_2N(CH_3)_2RCl^- \\ \\ C_6H_5 \end{matrix}$
<hr/>			
N O	Esteres de alcoholes polihidroxílicos.	Monoestereato glicérico	$CH_2OHCHOHCH_2OC(CH_2)_{16}CH_3$
I O	Ac. grasos de alcanol amina	dietanol amina del ac. esteárico.	$CH_3(CH_2)_{15}CH_2CN \begin{matrix} O \\ \\ CH_2CH_2OH \\ \\ CH_2CH_2OH \end{matrix}$
N I C O	Esteres glicolicos de polialquenos	Alquil fenol Polioxietileno	$C(CH_3CH_2O)_6CH_2CH_2OH$ $C_6H_4-R \quad R=C_8-C_{12}$
<hr/>			
A N F O T E R I C O	Betainas		$\begin{matrix} O \\ \\ RCH-C-O^- \\ \\ N^+ (CH_3)_3 \end{matrix}$
	Amino ácidos		$\begin{matrix} O \\ \\ R-CH-C-O^- \\ \\ NH_3^+ \end{matrix}$

ADEMÁS DEL COMPUESTO DE SUPERFICIE ACTIVA UN DETERGENTE CONTIENE ADITIVOS CADA UNO CON UNA FUNCIÓN ESPECÍFICA, ESTOS ADITIVOS CONSTITUYEN LOS CONSTRUCTORES, ABRI LLANTADORES, AGENTES BLANQUEADORES, ESPUMANTES, BACTERI CIDAS, AGENTES SECUESTRANTES, PERFUMES Y COMPUESTOS PARA PREVENIR QUE LAS MANCHAS VUELVAN A DEPOSITARSE.

1.5.2.- CONSTRUCTORES:

SON LOS PROMOTORES DE LA DETERGEN CIA Y PUEDEN SER COMPUESTOS ORGÁNICOS O INORGÁNICOS. LOS CONSTRUCTORES ALCALINOS INORGÁNICOS SON INDISPENSABLES, YA QUE ACTUAN SOBRE LAS SUPERFICIES DURAS Y MANTIENEN EL PH ALTO, SE EMPLEAN $NaOH$, Na_2CO_3 , Na_2SiO_4 , $NaSiO_3$, LOS DOS ÚLTIMOS COMPUESTOS SON MUY EFECTIVOS PARA INHIBIR LA CORROSIÓN DE LOS COMPUESTOS EN FORMA DE SULFATOS Y SULFO NADOS SOBRE LOS METALES USADOS EN LA FABRICACIÓN DE LAS LAVADORAS.

1.5.3.- GERMICIDAS:

EL PARA CLORO META XILENO ES UN GERMICIDA EXTREMADAMENTE POTENTE Y NO DEJA RESIDUO SOBRE LA PIEL DESPUÉS DE ENJUAGARSE.

1.5.4.-AGENTES QUE EVITAN QUE LAS MANCHAS SE VUELVAN A DEPOSITAR:

EN PRIMER LUGAR SE TIENE EL COMPUESTO - CARBOXIMETIL CELULOSA CUYA FUNCIÓN ES QUE UNA VEZ SEPARA DA LA GRASA DE LA SUPERFICIE ÉSTA NO HABRÁ DE DEPOSITARSE NUEVAMENTE. LA SUPERFICIE SEGUIRÁ CUBIERTA POR EL DETERGENTE Y EL ACEITE QUEDA EN SOLUCIÓN COMO EMULSIÓN O - SOLUBILIZADO EN MICELAS.

1.5.5.- AGENTES SECUESTRANTES:

ANTES DE QUE FUERAN PROHIBIDOS POR LA LEY, SE USABAN SALES INORGÁNICAS DE FOSFATO PARA SECUESTRAR LOS IONES DE CALCIO Y MAGNESIO QUE OCA SIONAN LA DUREZA DEL AGUA. ÉSTA CLASE DE PRODUCTOS HA SI DO SUSTITUIDA POR EL ÁCIDO ETILEN DIAMINO TETRACÉTICO,-- LAS SALES DEL ÁCIDO CÍTRICO, Y EL ÁCIDO GLUCÓNICO.

1.5.6.- BLANQUEADORES ÓPTICOS:

SON COLORANTES QUE NORMAL MENTE NO ÁBSORBEN EN LA REGIÓN VISIBLE, PERO CUANDO SON EXPUESTOS A LAS RADIACIONES ULTRA VIOLETA (LUZ SOLAR), - PRESENTAN CIERTA FLUORESCENCIA CREANDO UNA APARIENCIA MU CHO MÁS BLANCA Y BRILLANTE.

1.6.- TOXICIDAD DE LOS SURFACTANTES

LOS SURFACTANTES SON BASTANTE PERSISTENTES, NO SE DESCOMPONEN FACILMENTE POR LA ACCIÓN BACTERIANA* Y ESTO HA OCASIONADO LA CONTAMINACIÓN EN RIOS, LAGOS, ARROYOS Y MARES, EN LOS QUE DESCARGAN EFLUENTES DE ALBAÑAL AFECTANDO SUMINISTROS DE AGUA Y EFLUENTES QUE SIRVEN - COMO APROVISIONAMIENTO A CIERTAS COMUNIDADES.

A RAÍZ DE QUE FUE COMPROBADO QUE LOS SURFACTANTES - SON CONTAMINANTES, SE HAN HECHO SERIES DE EXPERIMENTOS - PARA ESTUDIAR EL EFECTO DE ESTOS COMPUESTOS SOBRE LOS - ORGANISMOS VIVOS.²²

EN INVESTIGACIONES HECHAS CON ALGAS EN AGUAS CON UNA CONCENTRACIÓN DE 10PPM DE DETERGENTE, SE OBSERVÓ QUE ÉSTA ES DAÑINA PARA DICHO VEGETALES. LAS EXPANSIONES - LAMINARES DE ALGUNAS ALGAS EXPUESTAS DURANTE 5 DÍAS A UNA CONCENTRACIÓN DE 1PPM DE DODECIL BENZEN SULFONATO DE SODIO DISMINUYE SU ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA A UN 73% Y - A UNA CONCENTRACIÓN DE 5PPM DE ESTE COMPUESTO SE OBSERVÓ QUE SE INHIBE COMPLETAMENTE LA FOTOSÍNTESIS.

EXPERIMENTOS CON PECES EN AGUAS QUE CONTIENEN DETERGENTES EN DIFERENTES CANTIDADES POR EJEMPLO: EN BAGRES (ICTARULUS NATALIS) SE OBSERVÓ QUE EL ALQUIL BENZEN SULFO

NATO DE SODIO SEA DE CADENAS LINEALES O RAMIFICADOS LESIONA LOS QUIMORECEPTORES GUSTATIVOS, EN UNA CONCENTRACIÓN DE 0.5PPM, EXPUESTOS DURANTE 24 DÍAS EL 50% DE LOS QUIMORECEPTORES GUSTATIVOS SE DESTRUYERON , A 5PPM EN 3 DÍAS SE PRESENTÓ UNA DESINTEGRACIÓN DE LOS MISMOS, Y A UNA CONCENTRACIÓN DE 10PPM EN UN DÍA SE REGISTRARON EN ESAS ESTRUCTURAS CAMBIOS ELECTROFISIOLÓGICOS.²³

CON EL PEZ DORADO (CARASSIUS AURATUS), EN CONCENTRACIONES DE 800 A 900 PPM TODOS LOS PECES MURIERON DESPUÉS DE 230 MINUTOS. SE OBSERVÓ QUE EL SURFACTANTE PRODUJO UN HINCHAZÓN EL EL TEJIDO EPITELIAL DE LAS BRANQUIAS CON UN INCREMENTO EN LAS LAMINILLAS BRANQUIALES Y EN EL OPÉRCULO²⁴.

* La actividad antibacteriana de los surfactantes se debe no solo a fenómenos interfaciales sino a otros factores como la adsorción sobre la superficie celular - que probablemente produce destrucción de las células por aumentar la permeabilidad de la membrana celular lipoidea. Así la muerte de las bacterias se produce a costa de la pérdida de sustancias esenciales para la vida celular.

2) FUENTES DE RADIACION GAMMA

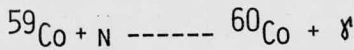
DENTRO DE LA ÚLTIMA DÉCADA LOS RADIOISÓTOPOS ARTIFICIALES EMISORES DE GAMMAS, TUVIERÓN GRAN AUGE TANTO POR SU EFICIENCIA COMO POR SU COSTO; LOS ISÓTOPOS MÁS AMPLIAMENTE USADOS SON EL Co-60 Y EL Cs-137.

LAS FUENTES DE Co-60 PUEDEN SER DE LOS SIGUIENTES TIPOS.²⁵

2.1.- MARK I.-

EL TIPO MARK I ESTÁ CONSTITUIDO POR CUATRO BARRAS DE Co-59 DE 65G CADA UNA, ENCAPSULADAS EN ACERO INOXIDABLE, LAS CUALES SE INTRODUCEN EN UN CILINDRO Y SON BOMBARDEADAS CON NEUTRONES EN UN REACTOR NUCLEAR, FORMÁNDOSE Co-60. DESPUÉS DE LA IRRADIACIÓN SE SACAN LAS BARRAS Y SE MIDE SU ACTIVIDAD, CUYO INTERVALO VARÍA ENTRE 10 Y 125 Ci/g.

LA REACCIÓN QUE SE EFECTUA ES:



2.2.- MARK II.-

PRESENTA DIMENSIONES SEMEJANTES AL TIPO-

MARK I, PERO LA ENCAPSULACIÓN DE ACERO INOXIDABLE ESTÁ -
SOLDADA AL COBALTO, EL CONTENIDO DE COBALTO ES DE 52G Y
EL GROSOR DE ACERO INOXIDABLE ES DE 0.037CM. LA ACTIVI-
DAD DE LA FUENTE VARÍA ENTRE 4000 Y 8000 CI/G.

2.3.- TIPO C-188.-

HA SIDO UTILIZADA ÚLTIMAMENTE. LA FUEN-
TE DE COBALTO SE LOCALIZA EN EL INTERIOR DE UN CILINDRO
DE ACERO INOXIDABLE SIENDO SU ACTIVIDAD DE 100CI/G.

2.4.- GAMMACELL 200.-

GAMMACELL 200 (ATOMIC ENERGY OF CA-
NADA LTD)²⁶ (FIG 1). LA UNIDAD CONSTA DE UNA FUENTE DE-
Co-60, COLOCADA DENTRO DEL BLINDAJE DE PLOMO (1). LA CA-
VIDAD CILÍNDRICA PARA LA IRRADIACIÓN (2), SE LOCALIZA -
EN EL ÉMBOLO DE ACERO INOXIDABLE (3) QUE BAJA HASTA LA-
POSICIÓN DE LA FUENTE ACCIONADA POR UN MOTOR ELÉCTRICO,
LAS DIMENSIONES DE LA CAVIDAD SON: 8.8 CM DE DIÁMETRO Y
14 CM DE ALTO. EL ÉMBOLO POSEE UN ORIFICIO (4) DE 3.0CM
DE DIÁMETRO, POR MEDIO DEL CUAL ES POSIBLE INTRODUCIR -
CABLES O TUBOS DELGADOS PARA LA IRRADIACIÓN DE LÍQUIDOS
A FLUJO CONTÍNUO O EN DISPOSITIVOS ESPECIALES. PARA ACCIO-
NAR EL ÉMBOLO(4) SE PUEDE PROCEDER AUTOMATICA O MANUAL-
MENTE, DE IGUAL FORMA SE PROCEDE PARA LA MEDICIÓN DEL -

22

TIEMPO DE IRRADIACIÓN, USANDO LOS CONTROLES (6) QUE SE ENCUENTRAN EN EL TABLERO (5):

2.5.- GAMMABEAM 650.-

LA UNIDAD GAMMABEAM 650 (ATOMIC ENERGY OF CANADA LTD) (FIG2), CONSTA DE UNA FUENTE DE ^{60}Co LOCALIZADA EN CONTENEDORES CILÍNDRICOS DE ACERO INOXIDABLE EN EL INTERIOR DE TUBOS HUECOS (1), CUYO FUNCIONAMIENTO DE ASCENSO Y DESCENSO SE REALIZA MEDIANTE UN SISTEMA NEUMÁTICO QUE OPERA DESDE EL BLINDAJE DE PLOMO (2) HASTA LA POSICIÓN DE IRRADIACIÓN (3), EN LA PARTE SUPERIOR. CADA FUENTE PUEDE SUBIRSE UNA A UNA INDEPENDIENTEMENTE DE LAS OTRAS, DE TAL MANERA QUE SE PUEDAN UTILIZAR UNA O LAS DOCE FUENTES.

EL CONJUNTO DE LOS DOCE TUBOS DE EXPOSICIÓN QUE SE ENCUENTRAN EN LA PARTE SUPERIOR POSEEN UN MECANISMO POR MEDIO DEL CUAL PUEDEN VARIAR EL DIÁMETRO DE CONFIGURACIÓN DE 11.4 A 82.4 CM.

EN LA UNIDAD SE DISTINGUEN DOS ÁREAS DE IRRADIACIÓN, UNA CENTRAL EN LA QUE LAS MUESTRAS SON COLOCADAS EN EL CENTRO (4) RODEADAS POR LAS FUENTES, DOS DE LOS TUBOS PUEDEN GIRARSE CON EL FIN DE DEJAR UN ESPACIO DE ACCESO A LAS MUESTRAS QUE SE DESEEN IRRADIAR, LA OTRA ÁREA DE IRRADIACIÓN SE DENOMINA PANORÁMICA, DEBIDO A QUE LAS

MUESTRAS SE COLOCAN EN CUALQUIER POSICIÓN DENTRO DEL -
CUARTO DONDE SE ENCUENTRA LA UNIDAD.

LA ACTIVIDAD DE ESTA FUENTE ERA DE 30,000Ci Y SU RA
ZÓN DE DOSIS DE EXPOSICIÓN CENTRAL ERA DE 9.0MrAD/H (20
DE NOVIEMBRE DE 1971)²⁸. LA RAZÓN DE DOSIS ACTUALMENTE
ES DE 4.15 MrAD/H (1º DE FEBRERO DE 1977)²⁹.

LA UNIDAD GAMMABEAM 650 TIENE CONTROLES PARA BAJAR
AUTOMATICAMENTE LAS FUENTES DESPUÉS DE UN TIEMPO FIJADO
PREVIAMENTE O CUANDO SE QUIERA..

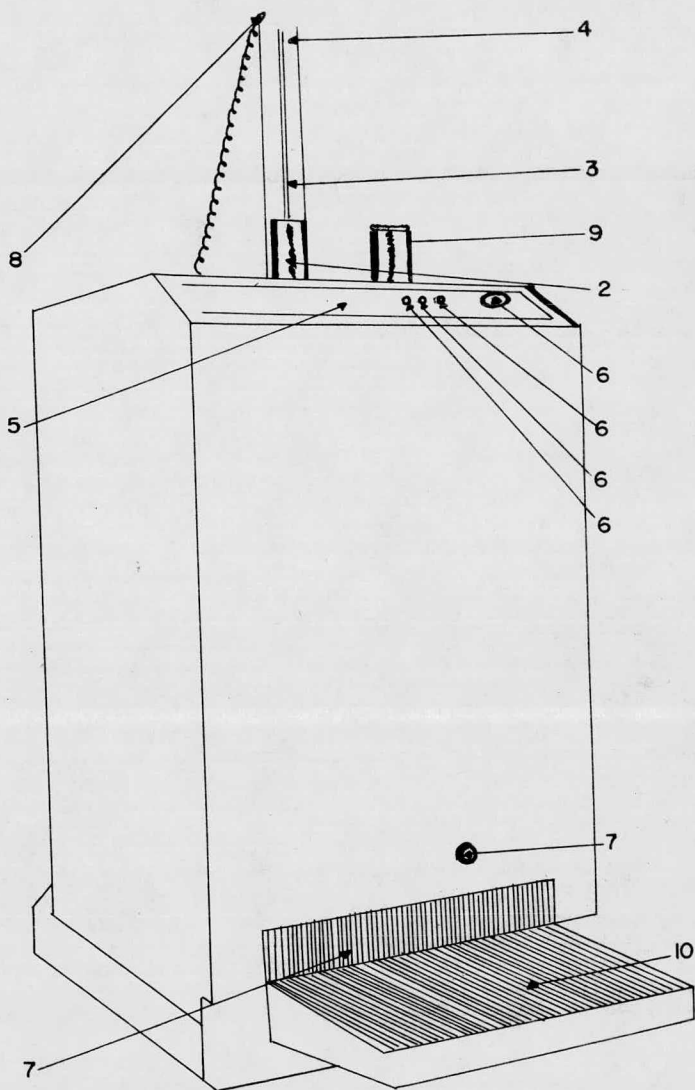


Figura 1.- Fotografía de la unidad Gammacell 200 (Atomic Energy of Canada Ltd) propiedad del Centro de Estudios Nucleares.

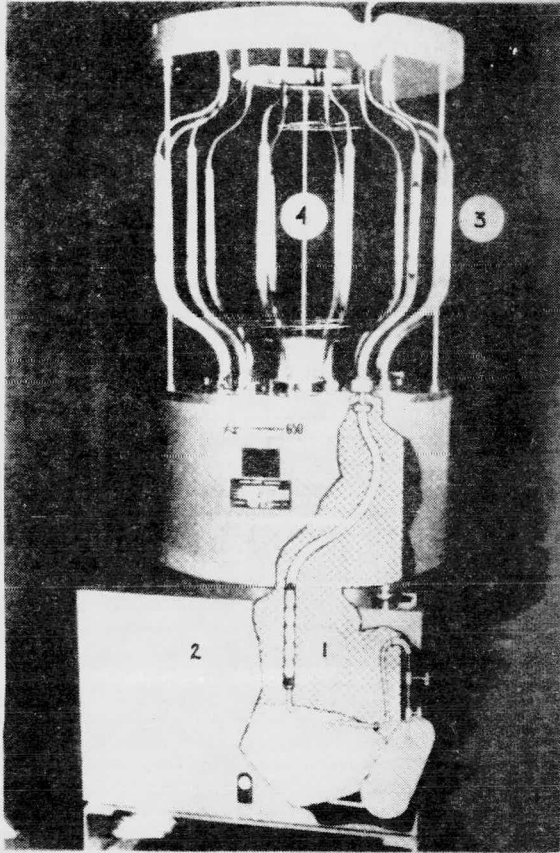


Figura 2.- Fotografía de la unidad Gammabeam 650 (atomic Energy of Canada Ltd), propiedad del centro - de Estudios Nucleares de la UNAM.

3) INTERACCION DE LA RADIACION EN LA MATERIA

LAS PRIMERAS ESPECIES FORMADAS, CUANDO LA RADIACION IONIZANTE ES ABSORBIDA POR LA MATERIA SON LOS IONES Y LAS MOLÉCULAS EXCITADAS³⁰, SU FORMACION ESTÁ RELACIONADA CON LA ABSORCIÓN DE ENERGÍA, Y LA CANTIDAD DEL PRODUCTO ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA DOSIS ABSORBIDA. DESPUÉS DE UN DETERMINADO TIEMPO ESTAS ESPECIES PRIMARIAS REACCIONAN CON EL SUSTRATO PARA PRODUCIR CAMBIOS QUÍMICOS.

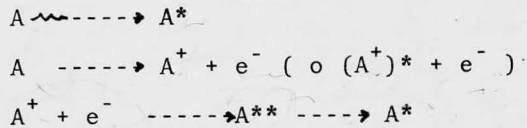
ESTOS CAMBIOS SUPONEN LA ACCIÓN DE RADICALES LIBRES PROCEDENTES DE LA DISOCIACIÓN DE MOLÉCULAS EXCITADAS Y DE REACCIONES DE LOS IONES FORMADOS EN LA TRAYECTORIA DE LA RADIACION IONIZANTE.

LA RADIACION IONIZANTE, LLEVA CONSIGO LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA A UNA MOLÉCULA PARA CAUSAR LA DISOCIACION MOLECULAR O EL PROCESO DE OX-RED.

3.1.- MOLECULAS EXCITADAS

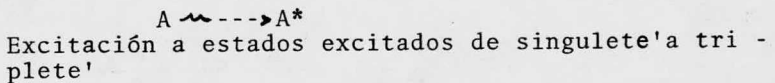
3.1.1.- FORMACIÓN:

LA RADIACIÓN IONIZANTE PUEDE PRODUCIR-
MOLÉCULAS EXCITADAS EN LA MATERIA DIRECTAMENTE O EN FOR-
MA INDIRECTA POR NEUTRALIZACIÓN DE IONES FORMADOS:



LAS MOLÉCULAS ALTAMENTE EXCITADAS (A^{**}) FORMADAS -
POR NEUTRALIZACIÓN, A MENUDO PIERDEN RÁPIDAMENTE PARTE DE
SU ENERGÍA POR COLISIONES CON OTRAS MOLÉCULAS Y LLEGAN A-
ESTADOS MENOS EXCITADOS. (A^*).

3.1.2.-REACCIONES:



'estados en que los spines de los electrones son antipa-
ralelos y paralelos.

$A^* \text{ -----} \rightarrow A$
Conversión radiativa y no radiativa al estado base

$A^* + B \text{ -----} \rightarrow A + B^*$
Transferencia de energía no radiativa

$A^* \text{ -----} \rightarrow R^{\cdot} + S^{\cdot}$
Disociación en radicales libres

$A^* \text{ -----} \rightarrow M + N$
Disociación en productos moleculares

$A^* + B \text{ -----} \rightarrow A^+ + B^- \text{ o } A^- + B^+$
Transferencia de electrón

$A^* + RH \text{ -----} \rightarrow AH^{\cdot} + R^{\cdot}$
Abstracción de hidrógeno

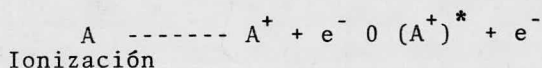
$A^* + B \text{ -----} \rightarrow AB$
Adición

3.2.- IONES

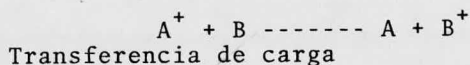
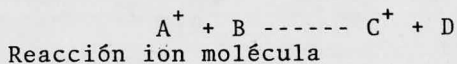
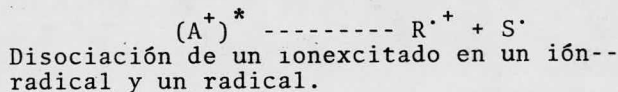
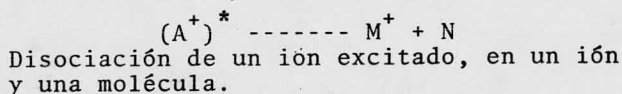
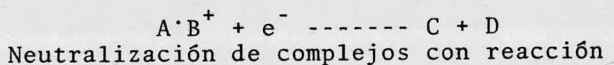
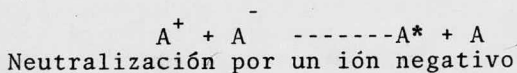
3.2.1.- FORMACIÓN:

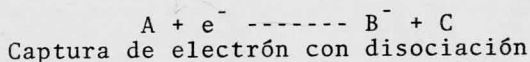
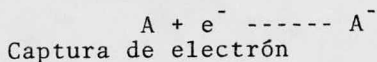
LA IONIZACIÓN ES UNA CONSECUENCIA CARAC

TERÍSTICA DE LA ABSORCIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZANTE EN -
 LA MATERIA. LOS IONES SON PRODUCIDOS POR EL SIGUIENTE --
 PROCESO.



3.2.2.- REACCIONES:

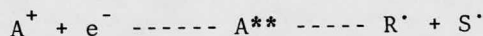




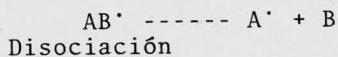
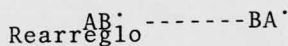
3.3.- RADICALES LIBRES:

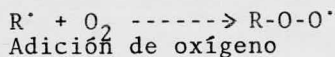
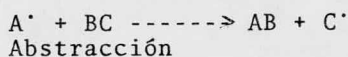
LOS RADICALES LIBRES SON ÁTOMOS O MOLÉCULAS, LOS CUALES TIENEN UNO O MÁS ELECTRONES SIN APAREAR, DISPONIBLES PARA FORMAR ENLACES QUÍMICOS; MUY REACTIVOS, DEBIDO A QUE SU VIDA MEDIA ES MUY PEQUEÑA^{31,32}

EN QUÍMICA DE RADIACIONES SON PRODUCIDOS POR LA DISOCIACIÓN DE MOLÉCULAS EXCITADAS Y POR LAS REACCIONES DE LOS IONES



3.3.1.- REACCIONES:

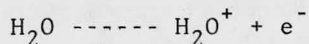




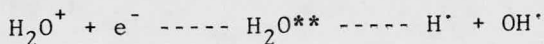
3.4.- RADIOLISIS DEL AGUA.-

EN LA FASE LÍQUIDA, DEBIDO A LA DENSIDAD, LA FORMACIÓN DE IONES Y MOLÉCULAS EXCITADAS VAN A ESTAR MUCHO MÁS UNIDAS, QUE EN FASE VAPOR: LOS PRODUCTOS ENCONTRADOS POR IRRADIACIÓN SON: H^{\cdot} , OH^{\cdot} , $e^{-}aq$ - (ELECTRÓN SOLVATADO), H_2 , H_2O_2 , ESTOS PRODUCTOS SON DEFINIDOS COMO PRODUCTOS PRIMARIOS Y POR DIFERENTES TIPOS- DE REACCIONES DAN LUGAR A PRODUCTOS SECUNDARIOS,³² PERO - POR MEDIO DE ESTOS CUATRO INTERMEDIARIOS SE BUEDEN EXPLI CAR LOS CAMBIOS QUÍMICOS QUE SE REALIZAN EN LOS SISTEMAS ACUOSOS.

UNO DE LOS PROCESOS CARACTERÍSTICOS DE LA RADIÓLI - SIS DEL AGUA EN FASE LÍQUIDA ES LA IONIZACIÓN



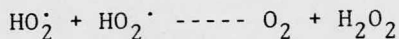
EL PRODUCTO DE NEUTRALIZACIÓN ES UNA MOLÉCULA ALTAMENTE EXCITADA, LA CUAL SE DISOCIARÁ EN UN ÁTOMO DE HIDRÓGENO Y UN RADICAL HIDROXILO:



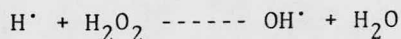
CUANDO EL OXÍGENO SE ENCUENTRA PRESENTE, ÉSTE SE PUEDE COMBINAR CON LOS ÁTOMOS DE HIDRÓGENO DÁNDO EL RADICAL PERHIDROXILO:



EL RADICAL HO_2^\cdot ES UN FUERTE OXIDANTE Y PUEDE REACCIONAR DE LA SIGUIENTE MANERA:



EL ÁTOMO DE HIDRÓGENO PUEDE REACCIONAR CON EL H_2O_2 DANDO LA SIGUIENTE REACCIÓN:

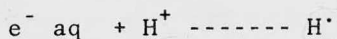


3.4.1.- EFECTO DEL pH:

EL pH ES DE IMPORTANCIA BÁSICA EN LAS SOLUCIONES ACUOSAS QUE SON SOMETIDAS A IRRADIACIÓN -

YA QUE EN MUCHOS CASOS DE ÉL DEPENDE QUE TIPO DE REACCIONES PUEDAN EFECTUARSE, EN ALGUNAS SOLUCIONES EL PH PODRÁ DETERMINAR LA ESTRUCTURA DEL SOLUTO, PERO EN TODAS LAS SOLUCIONES LOS CAMBIOS DEL PH PUEDEN ALTERAR LA NATURALEZA Y REACTIVIDAD DE LOS RADICALES PRIMARIOS.

EN LAS SOLUCIONES ÁCIDAS, LA CONVERSIÓN DE UN ELECTRÓN SOLVATADO A UN ÁTOMO DE HIDRÓGENO.



EN SOLUCIONES ALCALINAS, LA DISOCIACIÓN DE UN RADICAL HIDROXILO.



DISOCIACIÓN DE UN RADICAL PERHIDROXILO EN SOLUCIONES NEUTRAS O ALCALINAS.



EN SOLUCIONES ALCALINAS, LA CONVERSIÓN DE UN ÁTOMO DE HIDRÓGENO A UN ELECTRÓN SOLVATADO.

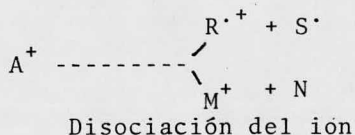
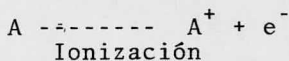
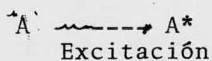


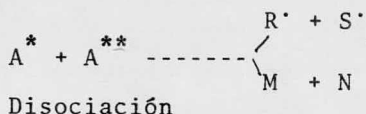
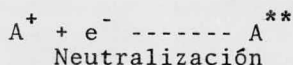
3.5.- RADIOLISIS DE COMPUESTOS ORGANICOS

LOS PRODUCTOS FORMADOS EN LOS SISTEMAS ORGÁNICOS SON BASTANTE COMPLEJOS Y RESULTAN DESPUÉS DE QUE SE HAN EFECTUADO UNA SERIE DE EXPERIMENTOS Y PROPUESTO DIFERENTES CLASES DE MECANISMOS.³³

LA CANTIDAD Y VARIEDAD DE PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA DE LA MOLÉCULA PRINCIPAL, DEL TAMAÑO, COMPLEJIDAD Y ESTABILIDAD DE LA MISMA; ASÍ-COMO TAMBIÉN DEL ESTADO (SÓLIDO, LÍQUIDO O GASEOSO) EN QUE SE REALICE LA IRRADIACIÓN.

EN FORMA GENERAL LOS PROCESOS PRIMARIOS DE LA RADIOLISIS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PUEDE ESQUEMATIZARSE DE LA SIGUIENTE FORMA:





Donde R^* y S^* son los radicales libres y M y N son productos moleculares.

3.6.- RADIOLISIS DE HIDROCARBUROS AROMATICOS:

LOS HIDRO-

CARBURAS AROMÁTICOS Y EN SI TODOS LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS SON MUCHO MÁS ESTABLES A LA RADIACIÓN QUE SUS CORRESPONDIENTES COMPUESTOS ALIFÁTICOS.³⁴

LA ESTABILIDAD SE DEBE A LA PRESENCIA DE ELECTRONES EN ORBITALES QUE DA LA CARACTERÍSTICA DE AROMATICIDAD. LA INFLUENCIA DE LA ESTABILIDAD DE UN ANILLO AROMÁTICO - SE EXTIENDE HACÍA LA CADENA DEL HIDROCARBURO Y A LOS SUSTITUYENTES DE LOS GRUPOS ALQUILO DE LA MOLÉCULA.

POR LA VARIEDAD DE COMPUESTOS QUE SE FORMAN POR EFECTO DE LA RADIACIÓN ÉSTOS PUEDEN SER DIVIDIDOS EN 4 .-

GRUPOS:

- 1) PRODUCTOS DE MENOS NÚMERO DE ÁTOMOS DE CARBONO QUE EL DE LA CADENA INICIAL.
- 2) PRODUCTOS INSATURADOS CON UN NÚMERO N DE ÁTOMOS DE CARBONO.
- 3) PRODUCTOS DE UN NÚMERO MAYOR DE ÁTOMOS DE CARBONO QUE EL DE LA CADENA INICIAL.
- 4) CONDENSACIÓN DE MOLÉCULAS

ESTOS CAMBIOS ESTÁN EN FUNCIÓN DE LA RUPTURA DE LOS ENLACES C-H , C-C Y DE LAS REACCIONES SUBSECUENTES CON - LOS RADICALES FORMADOS.³⁵

LOS COMPUESTOS QUE SE OBTIENEN EN MAYOR O MENOR PROPORCIÓN SON: HIDRÓGENO, METANO, ETANO, PROPANO ETC, COMPUESTOS INSATURADOS, YA QUE LA EVOLUCIÓN DE UNA MOLÉCULA DE HIDRÓGENO DA LUGAR A LA FORMACIÓN DE UNA DOBLE LIGADURA C=C Y CUANDO LA ESTRUCTURA AROMÁTICA SE ROMPE, UNA PARTE DE ESTA MOLÉCULA PUEDE CONDENSARSE CON OTRO ANILLO FORMANDO DÍMEROS Y EN OTRAS OCASIONES HASTA POLÍMEROS.

LA VARIEDAD DE PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN NO SOLAMENTE VA A DEPENDER DE LOS ENLACES QUE TIENEN MAYOR FACILIDAD PARA FRAGMENTARSE, SINO TAMBIÉN DEL EFECTO JAULA - QUE CONSISTE EN QUE CUANDO UN ENLACE C-C SE ROMPE, LOS FRAGMENTOS VAN A ESTAR RODEADOS POR MOLÉCULAS QUE VAN A PODER REACCIONAR O COMBINARSE, PUDIÉNDOSE FORMAR OTRAS -

CLASES DE COMPUESTOS; POR LO TANTO LA VARIEDAD DE PRODUCTOS TAMBIÉN VA A DEPENDER DEL TAMAÑO Y FORMA DE LA CADENA DEL HIDROCARBURO AROMÁTICO (LINEAL O RAMIFICADO), YA QUE SE HA VISTO QUE CUANDO SE TIENE UN ALQUIL BENCENO RAMIFICADO LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO DECRECE GRANDE MENTE Y LA CANTIDAD DE ETANO, PROPANO, ISOPROPANO, BUTANO ETC. AUMENTA, MIENTRAS QUE SI SE TIENE UNA CADENA DE ALQUIL BENCENO LINEAL SUCEDE LO CONTRARIO, EL PRODUCTO QUE SE ENCUENTRA EN MAYOR PROPORCIÓN ES LA FORMACIÓN DE MOLÉCULAS DE HIDRÓGENO.^{36,37}

3.7.- SOLUCIONES ACUOSAS DE HIDROCARBUROS AROMATICOS

CUANDO SE HABLA DE LAS RELACIONES GENERALES QUE GOBIERNAN LA RADIÓLISIS DE LOS HIDROCARBUROS AROMÁTICOS EN SOLUCIONES ACUOSAS, ES CONVENIENTE DIVIDIR LAS SOLUCIONES IRRADIADAS EN TRES GRUPOS.

1) SOLUCIONES MUY DILUIDAS: (DE 10^{-6} A 10^{-2}) EN LAS CUALES LA ACCIÓN DIRECTA DE LA RADIACIÓN SOBRE EL SOLUTO ORGÁNICO PUEDE SER DESPRECIABLE, EL COMPORTAMIENTO QUÍMICO DE ESTAS SOLUCIONES PUEDE DESCRIBIRSE EN TÉRMINOS DE LA TEORÍA DE LA RADIÓLISIS DEL AGUA. LAS TRANSFOR

MACIONES QUÍMICAS DEL SOLUTO SE DEBEN A LOS PRODUCTOS PRIMARIOS DE LA RADIÓLISIS DEL AGUA QUE POSTERIORMENTE REACIONAN CON LAS MOLÉCULAS DEL SOLUTO, DANDO PRODUCTOS SECUNDARIOS.

2.- SOLUCIONES DE CONCENTRACIÓN MODERADA: (10^{-2} A 10^{-1} M). EN ESTE CASO, TANTO LOS PRODUCTOS OBTENIDOS DE LA RADIÓLISIS DEL AGUA COMO LOS PRODUCTOS OBTENIDOS DE LA RADIÓLISIS DEL SOLUTO ORGÁNICO VAN A PARTICIPAR EN LAS REACCIONES.

3.- SOLUCIONES CONCENTRADAS: CUANDO EL COMPUESTO ORGÁNICO ESTÁ PRESENTE EN UNA PROPORCIÓN EQUIMOLECULAR, EL ALCANCE DE LA ACCIÓN DIRECTA DE LA RADIACIÓN SOBRE LA SUSTANCIA ORGÁNICA ES COMPLETAMENTE COMPARABLE CON, Y EN ALGUNAS OCASIONES MÁS GRANDE QUE, LA ACCIÓN DE LA RADIACIÓN SOBRE EL AGUA.

ESTA CLASIFICACIÓN NO ES ARBITRARIA, SINO QUE SE HA ESTABLECIDO POR LAS RELACIONES MUTUAS ENTRE LAS REACCIONES RADIOLÍTICAS. SE HA VISTO QUE LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS QUE SE HAN ENCONTRADO, SE DEBEN PRINCIPALMENTE A LAS REACCIONES DE LOS RADICALES OBTENIDOS DE LA RADIÓLISIS DEL AGUA, CON LAS MOLÉCULAS DE HIDROCARBUROS DANDO LOS RADICALES DE ESTOS COMPUESTOS.

ACTUALMENTE SE ESTAN ESTUDIANDO LOS MECANISMOS RADIOLÍTICOS DE SOLUCIONES ACUOSAS DE HIDROCARBUROS AROMÁ-

TICOS SUSTITUIDOS EN POSICIÓN PARA^{38,39} PRINCIPALMENTE-
MAKOROCHIKINI⁴⁰ HA INVESTIGADO ALGUNOS PRODUCTOS OBTENI-
DOS DE LA RADIÓNISIS DEL ÁCIDO PARA TOLUEN SULFÓNICO --
($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$) ESTE COMPUESTO SE TOMÓ COMO MODELO PARA -
EL ESTUDIO DEL DODECIL BENCEN SULFONATO DE SODIO: LA E-
LECCIÓN DE ESTE COMPUESTO SE HIZO CON BASE EN SU MÉTODO
DE PREPARACIÓN Y PURIFICACIÓN QUE NO REPRESENTA PROBLE-
MAS MAYORES Y ADEMÁS QUE SE OBTIENE COMO PRODUCTO ÚNICO,
Y NO COMO EN EL CASO DE LOS ALQUIL BENCEN SULFONADOS DON
DE SE TIENE EL PROBLEMA DE OBTENCIÓN DE MEZCLAS DE ISÓME
ROS, Y ESTO HACE MÁS DIFÍCIL CONOCER LOS PRODUCTOS DE RA
DIÓNISIS.

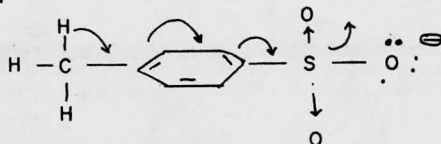
LA CANTIDAD DE PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN ESTARÁ EN-
FUNCIÓN DEL MEDIO EN QUE SE REALICE LA IRRADIACIÓN Y DEL
PH DE LA SOLUCIÓN.

SE HAN PROPUESTO VARIOS MECANISMOS PARA ENCONTRAR -
CUALES SON LOS INTERMEDIARIOS QUE TOMAN PARTE EN LOS PRO
DUCTOS QUE SE OBTIENEN.

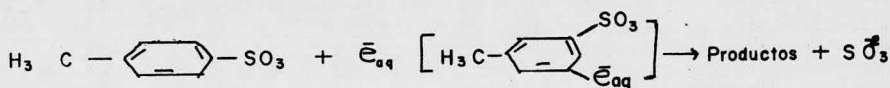
SE HA VISTO QUE LOS INTERMEDIARIOS PUEDEN SER PRO--
DUCTOS PRIMARIOS DE LA RADIÓNISIS DEL AGUA COMO EL ELEC-
TRÓN SOLVATADO, EL RADICAL OH^\cdot O EL H^\cdot .

EL e^-_{aq} PUEDE ACTUAR COMO UN AGENTE NUCLEOFÍLICO -
ESTO SIGNIFICA QUE EL ATAQUE SE HACE SOBRE EL ÁTOMO DE C
QUE TIENE MAYOR DENSIDAD DE CARGA POSITIVA, COMO SE PUE-
DE VER EN LA ESTRUCTURA ELECTRÓNICA DEL ION PARA TOLUEN-

SULFONATO.



É. ATAQUE NUCLEOFÍLICO SE HACE SOBRE EL ÁTOMO DE CARBONO UNIDO AL AZUFRE, LA REACCIÓN PUEDE REPRESENTARSE DE LA SIGUIENTE FORMA:



EL PRODUCTO OBTENIDO ES EL ANIÓN DEL ÁCIDO DEBIL SO_3^{\ominus} EL CUAL POSTERIORMENTE REACCIONA CON OTRO TIPO DE COMPUESTOS OXIDÁNDOLO A SO_4^{\ominus} .

4) DOSIMETRIA

4.1.- DEFINICION:

ES EL ESTUDIO CUNATITATIVO DE LA ENERGIA QUE ABSORBE UN CUERPO PRODUCIDA POR LA RADIACIÓN.

4.2.- UNIDADES DE DOSIS

4.2.1.- ROENTGEN (R)

ES LA UNIDAD DE EXPOSICIÓN, Y SE DEFINE COMO LA CANTIDAD DE RADIACIÓN TAL, QUE LA EMISIÓN-ASOCIADA A 0.001293 GRAMOS DE AIRE PRODUZCA EN ÉL UN NÚMERO DE IONES DE CUALQUIER SIGNO QUE ACARREN UNA UNIDAD ELECTROSTÁTICA DE CARGA.

A LA EXPOSICIÓN POR UNIDAD DE TIEMPO SE LE DA EL NOMBRE DE RAZÓN O INTENSIDAD DE DOSIS, Y SE SUELE EXPRESAR EN R/H, R/MIN O R/SEG.

4.2.2.- RAD

EL RAD ES LA UNIDAD PARA MEDIR LA ENERGIA ABSORBIDA POR UN CUERPO EN UN PUNTO DADO, Y EN GENERAL LA DOSIS ABSORBIDA SE DEFINE COMO:

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta M}$$

DONDE:

ΔE = LA ENERGÍA TRANSMITIDA POR LAS RADIACIONES IONIZANTES A LA MATERIA EN UN ELEMENTO DE VOLUMEN DE MASA ΔM .

LA UNIDAD DE LA RAZÓN DE DOSIS ABSORBIDA ES EL COEFICIENTE DEL RAD POR UNIDAD DE TIEMPO: RAD/H, RAD/MIN, -- RAD/SEG.

4.2.3.- RENDIMIENTO RADIOQUÍMICO (G):

ES EL NÚMERO DE MOLÉCULAS DESCOMPUESTAS O FORMADAS POR CADA 100eV DE ENERGÍA ABSORBIDA DE RADIACIÓN.

EL VALOR G ASÍ DEFINIDO ES INDEPENDIENTE TANTO DE LA DOSIS O DE LA RAZÓN DE DOSIS COMO DE LA NATURALEZA DE LA RADIACIÓN DE TAL MANERA QUE:

$$G = \frac{N}{D} \times 100$$

DONDE:

N = ES EL NÚMERO DE MOLÉCULAS, RADICALES, ETC PRODUCIDOS O TRANSFORMADOS DENTRO DE UN VOLUMEN DADO DEL MEDIO.

D = ES LA ENERGÍA ABSORBIDA POR ESE VOLUMEN DADO.

4.3.- CLASIFICACION DE DOSIMETROS:

CON EL OBJETO DE CONOCER LOS CAMBIOS QUE OCURREN EN LOS SISTEMAS EXPUESTOS A LA RADIACIÓN, SE HAN DESARROLLADO UNA SERIE DE DOSÍMETROS⁴², QUE SE HAN PODIDO CLASIFICAR DE LA SIGUIENTE FORMA:

4.3.1.- DÓSÍMETROS PRIMARIOS

4.3.2.- Dosímetros SECUNDARIOS o Químicos.

DENTRO DE LA PRIMERA CLASIFICACIÓN TENEMOS:

4.3.1.1.- CÁMARA DE IONIZACIÓN.-

PORPORCIONA DIRECTAMENTE LA ENERGÍA DE EXPOSICIÓN EN ROENTGENS (DEFINIDA ANTERIORMENTE)-

4.3.1.2.- CALORÍMETRO.-

EL CALOR GENERADO EN UNA SUSTANCIA IRRADIADA, DÁ DIRECTAMENTE UNA MEDIDA DE LA DOSIS ABSORBIDA DE CUALQUIER TIPO DE RADIACIÓN EN RADS.

DENTRO DE LA SEGUNDA CLASIFICACIÓN SE TIENE

4.3.2.1.- Dosímetro de Fricke.-

ES EL DOSÍMETRO DE MAYOR USO, LA REACCIÓN QUE SE LLEVA AL CABO BAJO LA INFLUENCIA DE LA RADIACIÓN ES LA OXIDACIÓN DEL ION FERROSO EN SOLUCIÓN ÁCIDA, EN PRESENCIA DE OXÍGENO.

EL MÉTODO EMPLEADO PARA MEDIR EL ION FÉRRICO ES POR ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO, COMPARANDO LAS SOLUCIONES-IRRADIADAS CON UNA SOLUCIÓN SIN IRRADIAR A UNA LONGITUD DE ONDA DONDE LOS IONES FÉRRICOS MUESTRAN UN MÁXIMO DE-ABSORCIÓN (304-305NM.).

$$\text{ION FÉRRICO FORMADO (MOLES/L)} = \frac{(\text{D.O.}_i - \text{D.O.}_b)}{d \epsilon}$$

DONDE:

D.O._i = DENSIDAD ÓPTICA DE LA SOLUCIÓN IRRADIADA

D.O._b = DENSIDAD ÓPTICA DE LA SOLUCIÓN SIN IRRADIAR

ϵ = COEFICIENTE DE EXTINCIÓN MOLAR PARA LOS IONES FÉRRICOS A LA LONGITUD DE ONDA DEL MÁXIMO DE ABSORCIÓN.

d = ANCHO DE LA CELDA USADA PARA MEDIR LA DENSIDAD ÓPTICA.

LOS LÍMITES ENTRE LOS CUALES PUEDE TRABAJAR EL DOSÍMETRO ESTAN COMPRENDIDOS ENTRE 4,000 Y 40,000 RADS³⁵, ESTO SE DEBE A QUE DESPUÉS DE 40,000 RADS EL OXÍGENO PRE -

SENTE EN EL SISTEMA SE AGOTA Y A MENOS DE 4,000 RADS NO SE PRODUCE SUFICIENTE OXIDACIÓN. EL RENDIMIENTO DEL DOSÍMETRO NO SE VE AFECTADO POR LA TEMPERATURA DURANTE LA IRRADIACIÓN EN EL INTERVALO DE TEMPERATURAS DE 0 A 65 C.

EL DOSÍMETRO DE SULFATO FERROSO TIENE LA VENTAJA DE QUE PUEDE IRRADIARSE EN UN CONTENEDOR DE CUALQUIER TAMAÑO, PUDIÉNDOSE DUPLICAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA POR IRRADIAR.

4.3.2.2.- Dosímetro de FRIKE MODIFICADO:

SE INTRODUCEN IONES CÚPRICOS CON LO CUAL SE MODIFICA PARA QUE SE PUEDA UTILIZAR EN DOSIS MAYORES.⁴³

AL ADICIONAR AL DOSÍMETRO LA SAL CÚPRICA (SULFATO-CÚPRICO), LOS IONES CÚPRICOS SERÁN REDUCIDOS A CUPROSOS CUANDO REACCIONEN CON LOS ÁTOMOS DE HIDRÓGENO Y LOS RADICALES LIBRES.

4.3.2.3.- Dosímetro de Acrílico Rojo.-

LOS PLÁSTICOS SUFREN DIFERENTES TIPOS DE CAMBIOS POR IRRADIACIÓN Y MUCHOS DE ÉSTOS DEPENDEN ÚNICAMENTE DE LA DOSIS TOTAL.⁴⁴

DEPENDIENDO DE LA CANTIDAD DE RADIACIÓN QUE RECIBAN LOS PLÁSTICOS PUEDEN PROVOCAR CAMBIOS EN SU ESTADO FÍSICO, QUÍMICO EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS (RESISTENCIA A LA TENSIÓN, DUREZA, ELONGACIÓN, ETC.)

LOS CAMBIOS QUÍMICOS INCLUYEN LA FORMACIÓN DE UNADBLE LIGADURA, ENTRECRUZAMIENTO, DEGRADACIÓN OXIDATIVA, POLIMERIZACIÓN, ASI COMO MUCHOS OTROS.

ENTRE LOS CAMBIOS FÍSICOS SE TIENEN: VISCOSIDAD, SOLUBILIDAD, CONDUCTIVIDAD, CRISTALIZACIÓN, ETC.

ALGUNOS DE LOS SISTEMAS USADOS PARA LA DOSIMETRÍA-UTILIZAN LAS VARIANTES EN EL COLOR Y OTROS LOS CAMBIOS-QUÍMICOS.

LOS CAMBIOS EN EL COLOR CAUSADOS POR LA RADIACIÓN-IONIZANTE SE CONSIDERAN QUE SON DEBIDOS AL ELECTRÓN ATRAPADO POR LOS RADICALES LIBRES, Y HAY OCASIONES EN LOS CUALES LA COLORACIÓN ES IRREVERSIBLE.

EN LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN, LOS RADICALES LIBRES FORMADOS POR LA RADIACIÓN ATACAN A LA DOBLE LIGADURA CAUSANDO UN DESDOBLAMIENTO EN LA CADENA PRINCIPAL.

LOS RADICALES LIBRES COMBINADOS CON LA DOBLE LIGADURA FORMAN NUEVOS RADICALES QUE PUEDEN REACTIVAR LAS CADENAS Y REGENERAR LOS RADICALES ORIGINALES.

LAS CONCENTRACIONES DE DICHS RADICALES LIBRES Y LA DOBLE LIGADURA TIENEN UN ENTRECURZAMIENTO EL CUAL SOLO SE OBSERVA A ALTAS DOSIS.

ESTE DOSÍMETRO SE UTILIZA EN EL INTERVALO DE $0,5 \times 10^6$ A 4×10^6 RADS.

4.4.- CARACTERISTICAS DE UN DOSIMETRO QUIMICO:

LAS CARACTERÍSTICAS DESEABLES EN UN DOSÍMETRO SON LAS SIGUIENTES:

1.- QUE SEA PROPORCIONAL A LA DOSIS DE RADIACIÓN EN UN INTERVALO BASTANTE AMPLIO.

2.- QUE SEA INDEPENDIENTE DE LA RAZÓN DE DOSIS.

3.- QUE SEA INDEPENDIENTE DE LA ENERGÍA Y DEL LET DE LA RADIACIÓN.

4.- QUE SEA INDEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA, ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA RADIACIÓN.

5.- QUE SEA REPRODUCIBLE DENTRO DE CIERTO MARGEN DE PRECISIÓN Y ACEPTABILIDAD.

6.- ESTABLE BAJO CONDICIONES NORMALES, TALES COMO LA EXPOSICIÓN A LA LUZ Y AL AIRE, ANTES Y DESPUÉS DE LA

RADIACIÓN.

7.- SIMPLE DE USAR, QUE NO REQUIERA DE INSTRUMENTAL ANALÍTICO COMPLEJO NI DE CONTENEDORES ESPECIALES.

8.- PREPARARSE CON DISOLVENTES Y REACTIVOS ESTÁNDAR

HASTA LA FECHA NO SE HA ENCONTRADO NINGÚN DOSÍMETRO QUE CUMPLA CON TODAS LAS CARACTERÍSTICAS ANTERIORES POR LO QUE EN LA PRÁCTICA SE SELECCIONA AQUÉL QUE REÚNA LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA UNA DETERMINACIÓN EN PARTICULAR.

' LET TRANSFERENCIA LINEAL DE ENERGÍA

IV. EXPERIMENTACION

1.- SELECCION DE LA MUESTRA . -

LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA SE HIZO DE ACUERDO A LOS MÉTODOS PROPUESTOS POR EL ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAS)⁴⁵ DESIGNATION D-1508-63.

EN ESTE TRABAJO LO QUE NOS INTERESABA ESTUDIAR ERA- EL INGREDIENTE ACTIVO DE TIPO ANIÓNICO "DODECIL BEN-CEN - SULFONATO DE SODIO., SE ESCOGIÓ UN DETERGENTE CUYA FORMU-LACIÓN QUÍMICA NO TUVIERA MEZCLA DE TENSOACTIVOS, SINO - SOLAMENTE EL MENCIONADO ANTERIORMENTE, POR LO QUE FUÉ NE-CESARIO ESTUDIAR VARIAS CLASES DE DETERGENTE, DECIDIÉNDO- SE FINALMENTE POR EL DETERGENTE PARA EL LAVADO DE ROPA - DE LA MARCA ROMA.

EL DETERGENTE FUÉ COMPRADO DIRECTAMENTE EN LA FÁBRICA, LOS PAQUETES FUERÓN TOMADOS AL AZAR DE LA PRODUCCIÓN EFECTUADA ESE DÍA., SE ESCOGIERON 3 PAQUETES DE 50Kg CA-DA UNO. DE CADA PAQUETE SE TOMARON 800 GRAMOS, LOS CUA -

LES FUERON DIVIDIDOS EN 4 PORCIONES CADA UNO DE 200 GRAMOS, SIENDO GUARDADOS EN FRASCOS DE VIDRIO DE COLOR AMBAR, TAPADOS LO MÁS HERMETICAMENTE POSIBLE, SELLADOS Y MEMBRETADOS, DE TAL MANERA DE TENER UN TOTAL DE 12 MUESTRAS, PARA TOMAR UNA MUESTRA DE CADA BOLSA Y EFECTUAR LOS ANÁLISIS POR TRIPLICADO, TANTO PARA EL CONTROL COMO PARA CADA MUESTRA IRRADIADA DE 25, 50 Y 100 MRAD.

2) DISEÑO DE IRRADIACION.-

LAS MUESTRAS PARA IRRADIAR EL DETERGENTE EN POLVO FUERON PUESTAS EN FRASCOS DE VIDRIO DE 15 CM X 6 CM, Y LAS MUESTRAS QUE SE IRRADIARON EN SOLUCIÓN FUERÓN COLOCADAS EN FRASCOS MÁS PEQUEÑOS DE 6.4 CM X 4 CM.

LA FUENTE RADIATIVA QUE SE UTILIZÓ ES UN IRRADIADOR DE RAYOS GAMMA DE Co-60, DE NOMBRE COMERCIAL GAMMA-BEAM 650 TIPO IR-317, FABRICADO POR ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED, A UNA RAZÓN DE DOSIS DE 4.15MRAD/HORA.

LA FUENTE SE ENCUENTRA AISLADA EN UN CUARTO PROTEGIDO POR PAREDES GRUESAS DE CONCRETO, Y PUERTAS DE PLOMO, SE MANEJA POR MEDIO DE UNA CONSOLA EXTERIOR, YA QUE ES UN IRRADIADOR PANORÁMICO. (FIG. 3).

EL TIPO DE RADIACIÓN QUE SE USO PARA IRRADIAR TODAS LAS MUESTRAS EN ENTE TRABAJO FUE LA DE IRRADIACIÓN CENTRAL (FIG. 4), ES DECIR LAS MUESTRAS FUERON COLOCADAS EN EL CENTRO, RODEADAS POR TODAS LAS FUENTES Y CERRADAS PARA QUE EL DIÁMETRO DE CONFIGURACIÓN FUERA DE 11.4 CM - QUE ES EL MÍNIMO DIÁMETRO QUE SE MIDE TENIENDO TODAS LAS FUENTES CERRADAS.

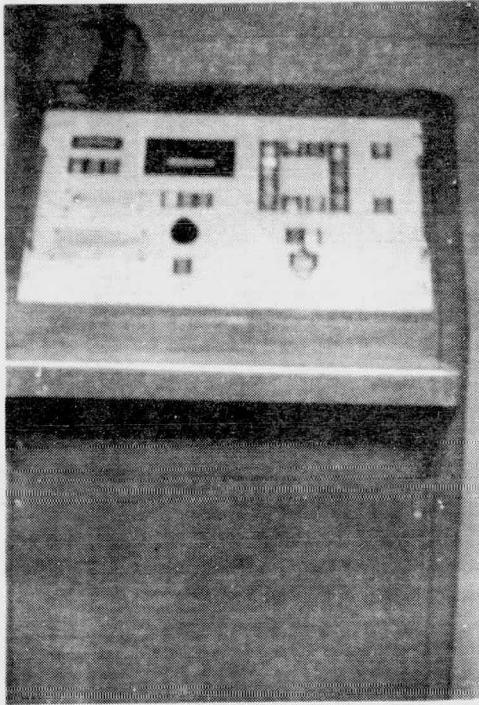


Figura 3. Consola para el manejo del Gammabeam 650

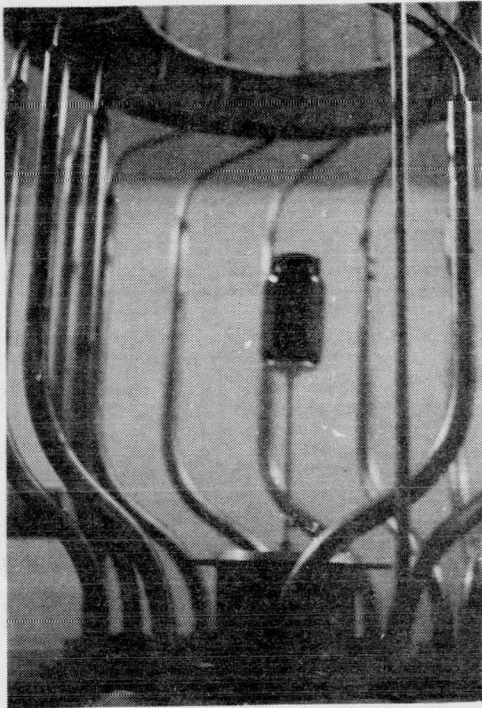


Figura 4.- Tipo de Irradiación utilizada

3.- DETERMINACIONES ANALITICAS

EL TRABAJO QUE SE LLEVÓ A CABO EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DE RADIACIONES CORRESPONDIENTE AL CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES, CONSTÓ DE 3 PARTES.

3.1.- DETERMINACIONES ANALITICAS DEL DETERGENTE EN POLVO

AL DETERGENTE EN POLVO, IRRADIADO A 25, 50, Y 100 - MRAD, Y AL CONTROL SE LES DETERMINÓ:

% DE HUMEDAD	ASTM DESIGNATION: D 1568-63
% DE ACEITES NEUTROS	ASTM DESIGNATION: D 1568-63
% DE CLORUROS	ASTM DESIGNATION: D 1568-63
% DE MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL.	ASTM DESIGNATION: D 460 -65
% DE MATERIA INSOLUBLE EN AGUA	ASTM DESIGNATION: D 460 -65
% DE INGREDIENTE ACTIVO	ASTM DESIGNATION: D 2358-65
CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DEL SURFACTANTE-POR ABSORCIÓN EN EL - INFRARROJO.	ASTM DESIGNATION: D 2357-65

% DEL SURFACTANTE POR
ABSORCIÓN EN ULTRA -
VIOLETA.

ASTM DESIGNATION: D 1768-62

3.1.1.- DETERMINACIÓN DE HUMEDAD:

MÉTODO.- DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO-
DE DESTILACIÓN.

APARATO.- EL APARATO QUE SE UTILIZÓ ES EL QUE SE-
MUESTRA EN LA FIG 5; CONSISTE DE UN MA-
TRAZ DE BOLA DE 250 ML UNIDO A UNA TRAM-
PA DE HUMEDAD Y ÉSTA A UN CONDENSADOR -
DE REFLUJO, ENTRADA 24/40, LA TRAMPA QUE
SE UTILIZÓ FUE DE 25 ML CON DIVISIONES-
DE 0.2 ML. EL SISTEMA SE CALENTÓ POR ME-
DIO DE UN REÓSTATO.

PROCEDIMIENTO.- SE PESARON EXACTAMENTE 30 G DE DETERGEN-
TE, SE COLOCARON EN EL MATRAZ, CUBRIÉN-
DOSE CON FIBRA DE VIDRIO (PREVIAMENTE -
SECADA), Y CON 100 ML DE XILENO. EL SIS-
TEMA ESTUVO A REFLUJO DURANTE 3 HORAS,-
DURANTE ESE TIEMPO SE AGREGABAN PEQUEÑAS

CANTIDADES DE XILENO PARA PURIFICAR EL REFRIGERANTE, EVITANDO QUE EL AGUA SE-CONDENSARA. LA LECTURA SE HIZO CUANDO-EL SITEMA HUBO ALCANZADO LA TEMPERATU-RA AMBIENTE. (20° - 22°C).

CÁLCULO PARA OBTENER EL % DE HUMEDAD:

$$\% \text{ DE HUMEDAD} = \frac{V \times 0,998 \times 100}{W}$$

DONDE:

V = VOLUMEN DEL AGUA EN MILILITROS A 20°C

W = PESO DE LA MUESTRA EN GRAMOS.

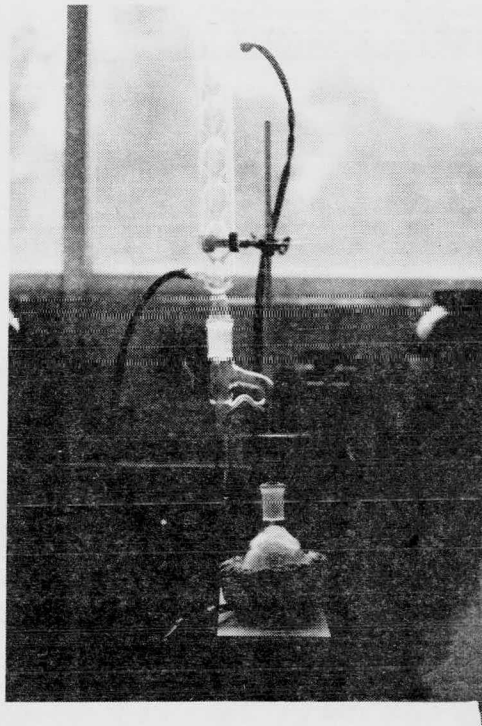


Figura 5.- Aparato para determinar la Humedad

3.2.- DETERMINACION DE ACEITES NEUTROS:

MÉTODO.- COMO SE MUESTRA EN LA FIG 6, SE USAN -
DOS FRASCOS LAVADORES DE 300ML, TAPONES-
DE HULE, PIPETAS DE 5ML Y MATRACES DE -
FONDO REDONDO DE 250 ML.

REACTIVOS.- ALCOHOL ETÍLICO AL 95%
ETER DE PETRÓLEO Q.P.

- PROCEDIMIENTO.- A) SE PESAN 5 GRAMOS DE LA MUESTRA, SE -
TRANSFIEREN AL FRASCO CON 50ML DE AL-
COHOL ETÍLICO Y 50ML DE AGUA.
- B) SE ADICIONAN 50ML DE ETER DE PETRÓLEO-
Y AGITACIÓN VIGOROSA DURANTE 1 MINUTO
SE DEJA REPOSAR HASTA QUE LA EMULSIÓN
SE ROMPE Y QUE LAS DOS CAPAS SE VEN -
PERFECTAMENTE CLARAS.
- C) SE SIFONEA LA CAPA ETEREA DENTRO DE -
UN MATRAZ TARADO DE 250ML.
- D) SE DESTILA EL ETER CONTROLANDO LA TEM-
PERATURA (NO MAYOR DE 60°C)
- D) SE REPITE EL PROCEDIMIENTO DICHO EN -
LOS PÁRRAFOS B-D HASTA TENER UN TOTAL
DE 5 EXTRACCIONES.

- F) SI QUEDA UNA PEQUEÑA CANTIDAD DE ETER-
SE PONE A EVAPORAR SOBRE UN BAÑO MARÍA
PARA ELIMINAR AL MÁXIMO LA CANTIDAD DE
ETER.
- G) GUARDAR EL MATRAZ EN UN DESECADOR Y SE
PESA.

CÁLCULOS:

$$\% \text{ DE ACEITES NEUTROS} = \frac{A}{B} \times 100$$

DONDE:

A = GRAMOS DEL RESIDUO

B = GRAMOS DE LA MUESTRA USADA



Figura 6.- Equipo utilizado para la determinación de aceites neutros (alquil bencenos no sulfonados).

3.1.3.- DETERMINACION DE CLORUROS

APARATOS.- POTENCIÓMETRO, ELECTRÓDO DE REFERENCIA Y ELECTRÓDO DE PLATA (FIG 7).

REACTIVOS.- ACETONA

ALCOHOL ETÍLICO

INDICADOR ANARANJADO DE METILO

ACIDO NÍTRICO (1:1) Y (1:4)

PREPARAR Y ESTANDARIZAR UNA SOLUCIÓN DE AgNO_3 0.2N DE LA SIGUIENTE MANERA: SE PESAN 17 G DE AgNO_3 , Y SE AFORAN A UN VOLUMEN DE 500ML. PARA LA ESTANDARIZACIÓN SE PESAN LO MÁS EXACTO POSIBLE 2 G DE NaCl SECO (SE COLOCA EN LA ESTUFA A 110 C ANTES DE USARLO), SE AFORA A 100 ML CON UN DISOLVENTE QUE TENGA 60% DE AGUA Y 40% DE ALCOHOL, SE PIPETEAN 10ML DE LA SOLUCIÓN DE NaCl , SE AFORAN A 100 ML Y POSTERIORMENTE SE TITULA CON AgNO_3

CÁLCULOS.- PARA ENCONTRAR LA NORMALIDAD DEL AgNO_3

$$N = \frac{A \times 100}{B \times 58.45}$$

DONDE:

A = GRAMOS DE NaCl USADO

B = ML DE AgNO_3 REQUERIDOS PARA LA TITULACIÓN

PROCEDIMIENTO.- A) SE PESAN 10 G DE DETERGENTE, SE DISSUELVEN EN 250 ML DE AGUA CALIENTE, MÁS 2 GOTAS DE INDICADOR Y SE ACIDULA CON HNO_3 (1:4), CALENTANDO SUAVEMENTE Y AGITANDO PARA QUE LA SOLUBILIDAD SEA MÁXIMA DURANTE 2 HORAS POR LO MENOS Y SE AGREGAN 50 ML DE ACETONA.

B) CON ESTA SOLUCIÓN PREPARADA SE INICIA LA TITULACIÓN AGREGANDO AgNO_3 EN PEÑAS CANTIDADES DE 0.5 A 0.1 ML

C) EL PUNTO FINAL SE CONOCE POR UN CAMBIO RÁPIDO EN LA EMF.

CÁLCULOS: % DE CLORUROS COMO NaCl.

$$A = \frac{S \times N \times 5.85}{C}$$

DONDE:

A = % DE CLORUROS PRESENTES COMO NaCl

N = NORMALIDAD DEL AgNO_3

C = GRAMOS DE LA MUESTRA USADA

B = ML DE AgNO_3 GASTADOS EN LA TITULACIÓN

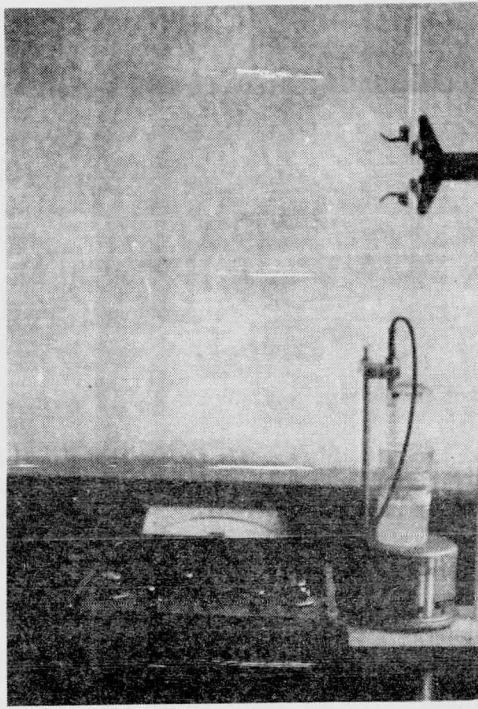


Figura 7.- Equipo utilizado para la determinacion de cloruros.

3.4.- DETERMINACION DE LA MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL

APARATOS.- BAÑO MARÍA, VASO DE PRECIPITADO DE 400ML
MAGNETO Y PARRILLA CON AGITACIÓN MAGNÉTICA. (FIG 6).

REACTIVOS.- ALCOHOL ETÍLICO AL 95%

PROCEDIMIENTO.- SE PESAN 3GRAMOS DE DETERGENTE, SE PASAN AL VASO CON 200ML DE ALCOHOL Y SE PONE A CALENTAR EN BAÑO MARÍA, CON AGITACIÓN - CONSTANTE HASTA QUE LA MUESTRA SE DISUELVE LO MÁS POSIBLE, SE DEJA REPOSAR Y DESPUÉS SE FILTRA ATRAVÉS DE UN GOOCH TARDADO, ESTE SE PONE A SECAR EN LA ESTUFA DURANTE 2 HORAS A UNA TEMPERATURA ENTRE -- 100° - 105°C. SE PASA AL DESECADOR Y PORÚLTIMO SE PESA.

CÁLCULO.- PARA CALCULAR EL % TOTAL DE LA MATERÍA - INSOLUBLE EN ALCOHOL, SE TIENE:

$$T = \frac{M \times 100}{W}$$

DONDE.-

T = % TOTAL DE MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL.

M = GRAMOS DE MATERÍA INSOLUBLE.

W = GRAMOS DE MATERÍA EMPLEADA.

NOTAS:

EL TIEMPO QUE DURÓ LA AGITACIÓN FUÉ DE 3 HORAS, A PARTIR DE ESE MOMENTO YA NO SE EFECTUABA MAYOR DISOLUCIÓN DEL DETERGENTE.

LA MATERÍA INSOLUBLE EN ALCOHOL CONTIENE SALES ALCALINAS INORGÁNICAS COMO : CARBONATOS, BORATOS, SILICATOS, FOSFATOS Y SULFATOS.



Figura 8.- Equipo empleado en la determinación de materia insoluble en alcohol y en agua.

3.5.- DETERMINACION DE MATERIA INSOLUBLE EN AGUA:

EL PROCEDIMIENTO ES EL MISMO AL DESCRITO ANTERIORMENTE PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL, PERO DESPUÉS DE HABER OBTENIDO EL RESIDUO INSOLUBLE ÉSTE SE LAVA CON VARIAS PORCIONES DE AGUA CALIENTE A 60°C. SE SECA Y SE PESA.

CALCULOS:

$$\% \text{ DE MATERIA INSOLUBLE EN AGUA} = \frac{M \times 100}{W}$$

DONDE:

M = GRAMOS DE LA MATERIA INSOLUBLE.

W = GRAMOS DE LA MATERIA EMPLEADA.

3.6.- DETERMINACION DEL INGREDIENTE ACTIVO.-

REACTIVOS.- ALCOHOL ETÍLICO.

FENOFTALEINA.

H₂SO₄ (1:100)

PROCEDIMIENTO.- SE PESAN 5 GRAMOS DE DETERGENTE Y SE COLOCAN EN UN VASO DE PRECIPITADO DE 600ML

CON 300 ML DE ALCOHOL, CUBRIÉNDOSE CON UN VIDRIO DE RELOJ Y CALENTANDO SOBRE UN BAÑO MARÍA DURANTE 2 HORAS CON AGITACIÓN CONTINUA, AL CABO DE ESE TIEMPO SE DEJA REPOSAR LA MATERIA INSOLUBLE, - AGREGANDO A LA SOLUCIÓN PEQUEÑAS CANTIDADES DE NaOH 0.1M, HASTA HACERLA LIGERAMENTE BÁSICA (ESTO SE OBSERVA POR EL INDICADOR O SE TOMA EL PH DE LA SOLUCIÓN.)

DECANTAR LA SOLUCIÓN ALCOHÓLICA ATRAVÉS DE UN FILTRO, CUIDANDO QUE NO PASE NADA DEL RESIDUO.

EVAPORAR AL MÁXIMO EL ALCOHOL QUE HA QUEDADO EN LA PARTE INSOLUBLE, ÉSTA SE DISUELVE CON 5ML DE AGUA CALIENTE Y SE AGREGAN 200ML DE ALCOHOL. DE NUEVO SE FILTRA SE COMBINAN LOS EXTRACTOS Y SE EVAPORA HASTA UN VOLUMEN DE 450ML. SE DEJA ENFRIAR Y SE AFORA A UN VOLUMEN DE 500ML. EN MATRACES TRARADOS, SE TOMAN ALÍCUOTAS DE 100ML, SE EVAPORAN A SEQUEDAD, Y SE COLOCAN EN UNA ESTUFA - POR 2 HORAS A UNA TEMPERATURA DE 105°C

CÁLCULOS:

$$\% \text{ DE MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL} = \frac{W - T}{S} \times 100$$

DONDE:

W= PESO DEL MATRAZ, MAS EL PESO DE LA MATERIA SOLU
BLE EN ALCOHOL.

T= PESO DEL MATRAZ

S= GRAMOS DE LA MATERIA.

ES NECESARIO DETERMINAR LA CANTIDAD DE CLORUROS EN-
LA SOLUCIÓN PREPARADA ANTEIORMENTE, PARA SABER EXACTAMEN
TE LA CANTIDAD DE MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL. PARA ELLO-
UNA ALÍCUOTA SE PREPARA DE LA SIGUIENTE MANERA: SE COLO-
CAN 100 ML DE LA SOLUCIÓN, SE EVAPARA EL VOLUMEN HASTA -
30 ML Y SE DILUYE A 100 ML CON AGUA DESTILADA, SE ACIDU-
LA CON HNO_3 (1:4), Y SE AGREGAN 40 ML DE ACETONA, YA LIS
TA LA ALÍCUOTA SE PROCEDE A HACER LA VOLORACIÓN POTENCIO
MÉTRICA DE LA MISMA MANERA QUE SE HIZO EN LA SECCIÓN --
3.1.3.

CÁLCULOS:

$$\% \text{ DE NaCl} = \frac{B \times N \times 0,05845}{S} \times 100$$

DONDE:

B= ML DE AgNO_3 QUE SE USARON DURANTE LA VALORACIÓN.

N= NORMALIDAD DEL AgNO_3

S= GRAMOS DE LA MUESTRA UTILIZADA.

CALCULOS:

$$\% \text{ DE LA MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL} = A - C$$

DONDE:

A = PORCENTAJE DE LA MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL

C = PORCENTAJE DE NaCl.

3.1.7.- DETERMINACIÓN CUALITATIVA DEL SURFACTANTE POR ABSORCIÓN EN EL INFRARROJO

PROCEDIMIENTO.- EL RESIDUO QUE SE OBTUVO DE LA DETERMINACIÓN QUE SE HIZO EN LA SECCIÓN 3.1.6- SE PURIFICÓ EMPLEANDO LA TÉCNICA DE RE-CRISTALIZACIÓN, UTILIZANDO COMO DISOLVENTE IDEAL UNA MEZCLA DE ACETONA ETER-(1:1).

UNA VEZ QUE SE TUVO LA SUSTANCIA PURA - ÉSTA FUE COLOCADA EN FRASCOS PEQUEÑOS - DE COLOR AMBAR DE 3 CM X 0.5 CM PARA - MANDAR SACAR LOS ESPECTROS.

LOS ESPECTROS FUERON OBTENIDOS EN UN ESPECTROFOTÓMETRO DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS SUPERIORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.

3.1.8.- DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL SURFACTANTE POR ABSORCIÓN EN EL ULTRAVIOLETA

APARATO.- SE USÓ EL ESPECTROFOTÓMETRO UNICAM (FIG 9) EL CUAL PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS: LOS LÍMITES DE LONGITUD SON DE 186 A 1,000 NM, TIENE DOS LÁMPARAS, UNA CON FILAMENTO DE TUNGSTENO Y OTRA CON FILAMENTO DE DEUTERIO, LA SELECCIÓN DE LA LÁMPARA SE HACE AUTOMATICAMENTE AL SELECCIONAR LA LONGITUD DE ONDA.

EN ESTE TRABAJO SE USÓ LA LÁMPARA DE DEUTERIO, YA QUE LAS LECTURAS SE EFECTUARON A 23 Y 270 NM DONDE EL ALQUIL BENZEN SULFONATO DE SODIO PRESENTA LOS MÁXIMOS DE ABSORCIÓN.

PROCEDIMIENTO.- SE PESÓ EXACTAMENTE UN GRAMO DE MUESTRA SE DISOLVIÓ Y SE AFORÓ EN UN MATRAZ DE 500 ML. SE PIPETEÓ UNA ALÍCUOTA DE 5 ML Y SE VOLVIÓ AFORAR CON AGUA A UN VOLUMEN DE 250ML.

PARA TODAS LAS DETERMINACIONES EN EL -

ESPECTROFOTÓMETRO SE USARÓN DOS CELDAS-
DE CUARZO DE 1CM DE LONGITUD LAS CUALES
FUERON CALIBRADAS PREVIAMENTE.

CÁLCULOS:

MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL (ALQUIL BENCEN SUL
FONATO DE SODIO)

$$\% = 100 - (M_i + A + B + C)$$

DONDE:

M_i = % DE MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL

A = % DE HUMEDAD

B = % DE NaCl

C = % DE ACEITES NEUTROS

$$\text{VALOR DE ABSORPTIVIDAD} = \frac{A_{223} - A_{270} \times 100}{M_a \times b \times c}$$

DONDE:

A = ABSORBANCIA OBSERVADA

M_a = PORCENTAJE DE MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL

b = LONGITUD DE LA CELDA EN CM.

c = CONCENTRACIÓN DE LA DILUCIÓN FINAL EN
GRAMOS /1,000 ML

PORCENTAJE DE DODECIL BENCEN SULFONATO DE SODIO

$$\% = \frac{(A_{223} - A_{270}) \times 25}{W \times a} \times 100$$

DONDE:

A = ABSORBANCIA OBSERVADA A 223 Y 270 NM

W = GRAMOS DE LA MUESTRA USADA

a = VALOR DE LA ABSORTIVIDAD PARA EL DODECIL BENCEN
SULFONATO DE SODIO.

EN ESTA PARTE ADEMÁS DE DETERMINAR EL % DEL SURFAC
TANTE PARA CADA MUESTRA IRRADIADA Y PARA EL CONTROL, --
TAMBIÉN SE VIÓ EL EFECTO DE LA DEGRADACIÓN DEL INGRE --
DIENTE ACTIVO ATRAVÉS DEL TIEMPO, YA QUE LAS MUESTRAS -
SE DEJARON EN CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE 28 DÍAS,-
LEYÉNDOSE CADA SEMANA.

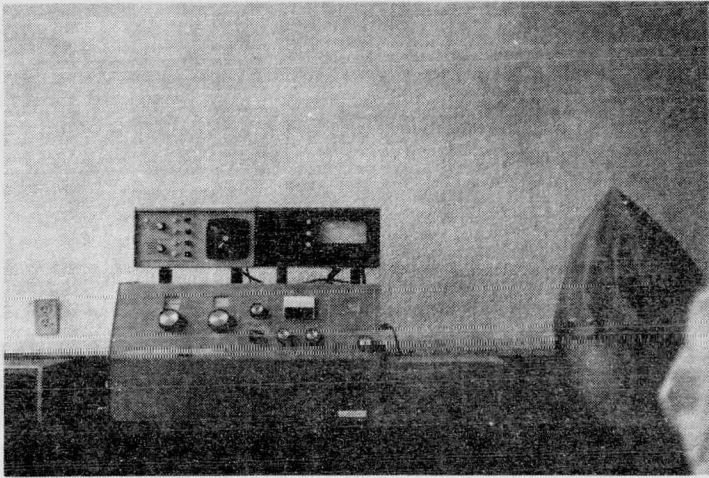


Figura 9.- Espectrofotómetro UNICAM



2º PARTE DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

3.2.- IRRADIACION DE SOLUCIONES A DIFERENTES DOSIS

LAS SOLUCIONES SE PREPARARON DE ACUERDO AL MÉTODO DEL ASTM D 1768-62, A UNA CONCENTRACIÓN DE 0.04G/L DE DETERGENTE, QUE CORRESPONDE A TENER 6.6PPM (MG/L) DE INGREDIENTE ACTIVO

LAS DOSIS A LAS CUALES SE IRRADIARON LAS SOLUCIONES FUERON: 10, 25, 50 Y 100 MRAD, ÉSTO SE HIZO CON EL PROPÓSITO DE ENCONTRAR LA DOSIS MÍNIMA, PERO A LA VEZ ÓPTIMA PARA LA DEGRADACIÓN DEL INGREDIENTE ACTIVO.

TAMBIÉN SE ESTUDIÓ EL EFECTO DE LA DEGRADACIÓN DEL INGREDIENTE ACTIVO ATRAVÉS DEL TIEMPO, ESTE TIPO DE TRABAJO SE HIZO UN POCO MÁS AMPLIO, YA QUE EL ESTUDIO DURÓ 40 DÍAS, LEYÉNDOSE LAS SOLUCIONES CADA 10 DÍAS.

3o PARTE DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

3.3.- IRRADIACION DE SOLUCIONES DEL DETERGENTE A DIFERENTES DOSIS Y CONCENTRACIONES

ESTE TRABAJO SE HIZO CON EL FIN DE ACERCARNOS MÁS A LA REALIDAD, YA QUE COMO SE DIJO ANTERIORMENTE LAS AGUAS DE LOS RIOS, LAGOS, ETC, SE ENCUENTRAN CONTAMINADAS CON ESTE TIPO DE SURFACTANTE EN CONCENTRACIONES VARIABLES, PUDIENDO EXISTIR DESDE 5PPM HASTA 50 PPM.

LAS SOLUCIONES SE PREPARARON EN CONCENTRACIONES DE 5, 25, 50, Y 100 PPM DE INGREDIENTE ACTIVO, Y CADA SOLUCIÓN FUÉ IRRADIADA A 4.15, 8.30, 12.45 Y 16.60 MRAD, CADA SOLUCIÓN SE PREPARÓ POR TRIPLICADO, Y PARA PODERSE LEER EN EL INTERVALO ÚTIL DEL ESPECTROFOTÓMETRO, SE TUVIERON QUE HACER DILUCIONES, EXCEPTO PARA LA SOLUCIÓN CUYA CONCENTRACIÓN ERA DE 5 PPM.

V.- RESULTADOS

1) ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICOS

1.1.- INTERPRETACION DEL ESPECTRO POR ABSORCION EN EL INFRARROJO

EN EL ESPECTRO 1 SE DISTINGUEN LAS SIGUIENTES BANDAS DE ABSORCIÓN.

FRECUENCIA
(cm^{-1})

2900	DEBIDA A LA VIBRACIÓN LONGITUDINAL DEL C-H POR LOS GRUPOS METILOS Y METILENOS
2000-1650	BANDAS DE COMBINACIÓN C-H
1600-1480	4 BANDAS DEL ESQUELETO AROMÁTICO DEBIDAS A LA VIBRACIÓN C=C
1230-1170	BANDA ANCHA CARACTERÍSTICA DEL GRUPO -SULFONATO.

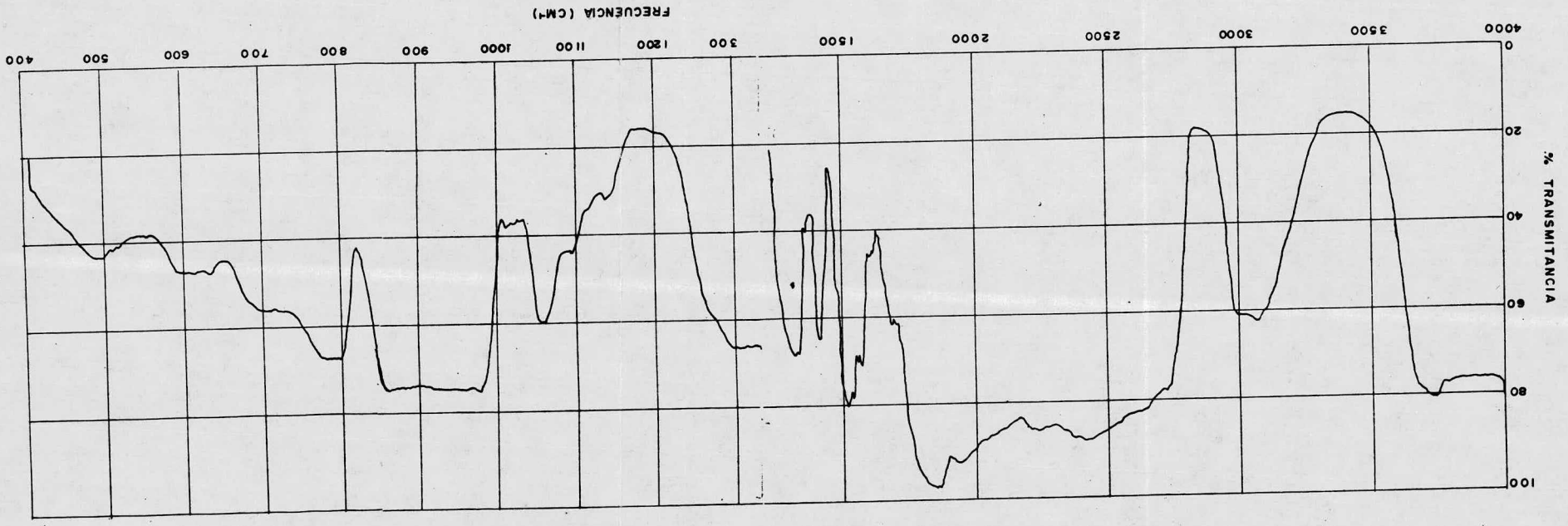
- 1040-1010 BANDAS DE INTENSIDAD MEDIA PERO MUY CARACTERÍSTICAS DEL DODECIL BENCEN SULFONATO DE SODIO.
- 830 DEBIDA A LA VIBRACIÓN DE 2 HIDRÓGENOS - ADYACENTES.; EL GRUPO AROMÁTICO ESTÁ - SUSTITUIDO EN PARA.
- 660 BANDAS FINAS, DEBIDAS A LA VIBRACIÓN C-H FUERA DEL PLANO

POR TODAS ESTAS BANDAS DE ABSORCIÓN SE CONCLUYE QUE EN EL DETERGENTE QUE SE ESCOGIÓ PARA ANALIZARLO SE TIENE EL INGREDIENTE ACTIVO: "DODECIL BENCEN SULFONATO DE SODIO".

NOTA: ESTE ESPECTRO FUE COMPARADO CON EL ESPECTRO STANDARD DEL DODECIL BENCEN SULFONATO DE SODIO⁴⁶.

Espectro 1

MUESTRA DODECIL BENZENO SULFATO
DE SODIO CONTROL



2) ANALISIS ESTADISTICO DEL DETERGENTE IRRADIADO EN SOLIDO

DEBIDO A QUE LOS CAMBIO ENCONTRADOS EN LAS MUES --
TRAS DE DETERGENTE IRRADIADO EN SÓLIDO FUERON PEQUEÑOS,
SE HIZO NECESARIO HACER UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO, YA QUE
NO SE PODÍA SEGURAR SI EFECTIVAMENTE HABÍA HABIDO ALGÚN
CAMBIO EN LOS COMPONENTES DEL DETERGENTE POR EFECTO DE
LA IRRADIACIÓN.

DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS QUE SE OBTUVIERON DE -
ESTE ESTUDIO, Y LOS PARÁMETROS QUE SE TENÍAN QUE ENCON-
TRAR, SE TUVÓ QUE TULIZAR LA "T" DE STUDENT COMO CRITE-
RIO DE PRUEBA⁴⁷.

LOS PARÁMETROS OBTENDIOS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL
FUERON:

$N =$ NÚMERO DE PRUEBAS $= 3$ (CADA ANÁLISIS SE HIZO
POR TRIPLICADO.

$\bar{X} =$ VALOR MEDIO

DONDE:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{I=1}^N X_I}{N}$$

S = DESVIACIÓN ESTÁNDAR

DONDE:

$$S^2 = \sum_{I=1}^N \frac{(X_N - \bar{X})^2}{N - 1}$$

CON ESTOS TRES PARÁMETROS OBTENIDOS SE PUEDE CORRER EL PROGRAMA EN LA COMPUTADORA, PARA OBTENER LOS DEMÁS PARÁMETROS DEL CRITERIO DE PRUEBA UTILIZADO, Y FUERON:

ν = GRADOS DE LIBERTAD

T = VALOR DEL CRITERIO DE PRUEBA

P = NIVEL DE PROBABILIDAD $\alpha \leq 5\%$ PARA ACEPTAR LA HIPÓTESIS, ES DECIR $\leq 5\%$ HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN LA PRUEBA $>$ DE 5% NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TABLA II

ANALISIS DEL DETERGENTE IRRADIADO EN SOLIDO

VALORES EXPRESADOS EN POR CIENTO

	TESTIGO	25MRAD	50MRAD	100MRAD
HUMEDAD	6.32	6.32	6.87	7.20
MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL	67.54	67.30	66.15	65.85
ACEITES NEUTROS	2.30	2.62	3.09	4.36
MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL	27.19	26.94	26.09	25.08
MATERIA INSOLUBLE EN AGUA	5.07	6.42	6.55	5.83
CLOURUOS	7.12	7.12	7.12	7.12

TABLA II.A

DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS ESTADISTICO REALIZADO EN
 LOS ELEMENTOS DEL DETERGENTE IRRADIADO EN
 SOLIDO

HUMEDAD	\bar{x}	S	n	σ	T	P	
TESTIGO	6.32%	0.1000	3	-	-	-	
25 MRAD	6.32%	0.1000	3	4	-	-	
50 MRAD	6.87%	0.1905	3	4	3.61	< 0.05	SI HAY DIF.SIG.
100 MRAD	7.20%	0.1900	3	4	5.78	< 0.01	SI HAY DIF.SIG.

TABLA II.B

(CONTINUACIÓN)

MATERIA INSOLUBLE EN ALCOHOL

	\bar{x}	S	n	\bar{u}	T	P	
TESTIGO	67.54%	0.7579	3	-	-	-	
25MrAD	67.30%	0.1884	3	4	0.43	> 0.6	NO HAY DIF.SIG.
50MrAD	66.15%	0.4895	3	4	2.18	> 0.05	NO HAY DIF.SIG.
100MrAD	65.84%	0.0173	3	4	3.17	< 0.05	SI HAY DIF.SIG.

TABLA II.c.

(CONTINUACION)

ACEITES NEUTROS

	\bar{X}	S	N	μ	T	P	
TESTIGO	2.30%	0.0500	3	-	-	-	
25MRAD	2.62%	0.1007	3	4	4.03	< 0.02	SI HAY DIF. SIG.
50MRAD	3.09%	0.308	3	4	19.00	< 0.001	SI HAY DIF. SIG.
100MRAD	4.36%	0.1466	3	4	18.30	< 0.001	SI HAY DIF. SIG.

TABLA II.D.

(CONTINUACIÓN)

MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL

	\bar{x}	S	N	D	T	P	
TESTIGO	27.19%	0.3138	3	4	-	-	
25MRAD	26.94%	0.1126	3	4	1.06	> 0.30	NO HAY DIF.SIG.
50MRAD	26.09%	0.1311	3	4	4.60	< 0.02	SI HAY DIF.SIG.
100MRAD	25.08%	0.1950	3	4	8.10	< 0.01	SI HAY DIF.SIG.

TABLA II.E.

(CONTINUACION)

MATERIA INSOLUBLE EN AGUA

	\bar{X}	S	N	\cup	T	P	
TESTIGO	5.07%	0.2523	3	4	-	-	
25MrAD	6.42%	0.0244	3	4	7.53	< 0.01	SI HAY DIF.SIG.
50MrAD	6.55%	0.2644	3	4	5.70	< 0.01	SI HAY DIF.SIG.
100MrAD	5.58%	0.2312	3	4	2.10	> 0.10	NO HAY DIF.SIG.

TABLA III

ANALISIS ESTADISTICO DEL DETERGENTE IRRADIADO EN SOLIDO
 % DE INGREDIENTE ACTIVO ENCONTRADO EN CADA
 DOSIS

	\bar{X}	S	N	D	T	P	
TESTIGO	16.24%	0.4285	3	-	-	-	
25MRAD	16.18%	0.3707	3	4	0.15	> 0.80	NO HAY DIF.SIG.
50MRAD	15.47%	0.5046	3	4	1.60	> 0.10	NO HAY DIF.SIG.
100MRAD	13.45%	0.0648	3	4	8.9	< 0.01	SI HAY DIF.SIG.

TABLA IV

DETERGENTE IRRADIADO EN SOLIDO

INGREDIENTE ACTIVO ENCONTRADO EN CADA DOSIS
 ATRAVES DEL TIEMPO

VALORES EXPRESADOS EN POR CIENTO

DIAS	TESTIGO		25 MRAD		50 MRAD		100 MRAD	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
0	16.24	0.42	16.18	0.37	15.47	0.50	13.49	0.06
7	15.99	0.77	15.61	0.58	15.64	0.35	14.78	0.59
14	15.64	0.39	16.32	0.61	15.57	0.34	14.80	0.75
21	16.04	0.24	15.99	0.47	15.15	0.46	15.01	0.43
28	15.14	0.91	15.92	0.30	14.48	0.72	12.38	0.72

TABLA V

DETERGENTE IRRADIADO EN SOLUCION
CONCENTRACION 6.6 PPM

INGREDIENTE ACTIVO ENCONTRADO EN CADA DOSIS ATRAVES DEL TIEMPO

VALORES EXPRESADOS EN POR CIENTO

DIAS	TESTIGO		10 MRAD		25 MRAD		50 MRAD		100 MRAD	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
0	16.03	1.13	1.98	0.01	3.77	0.04	3.45	0.44	9.20	0.19
10	17.20	0.47	1.97	0.02	3.02	0.35	3.57	0.25	7.60	0.83
20	15.51	0.37	1.50	0.08	3.08	0.58	3.56	0.61	7.46	0.69
30	16.07	0.23	0.68	0.45	2.11	0.15	2.90	0.57	7.18	0.79
40	16.95	0.58	1.30	0.26	1.84	0.27	2.62	0.61	5.34	0.27

TABLA VI

DETERGENTE IRRADIADO EN SOLUCION

INGREDIENTE ACTIVO ENCONTRADO EN CADA CONCENTRACION
PARA CADA DOSIS

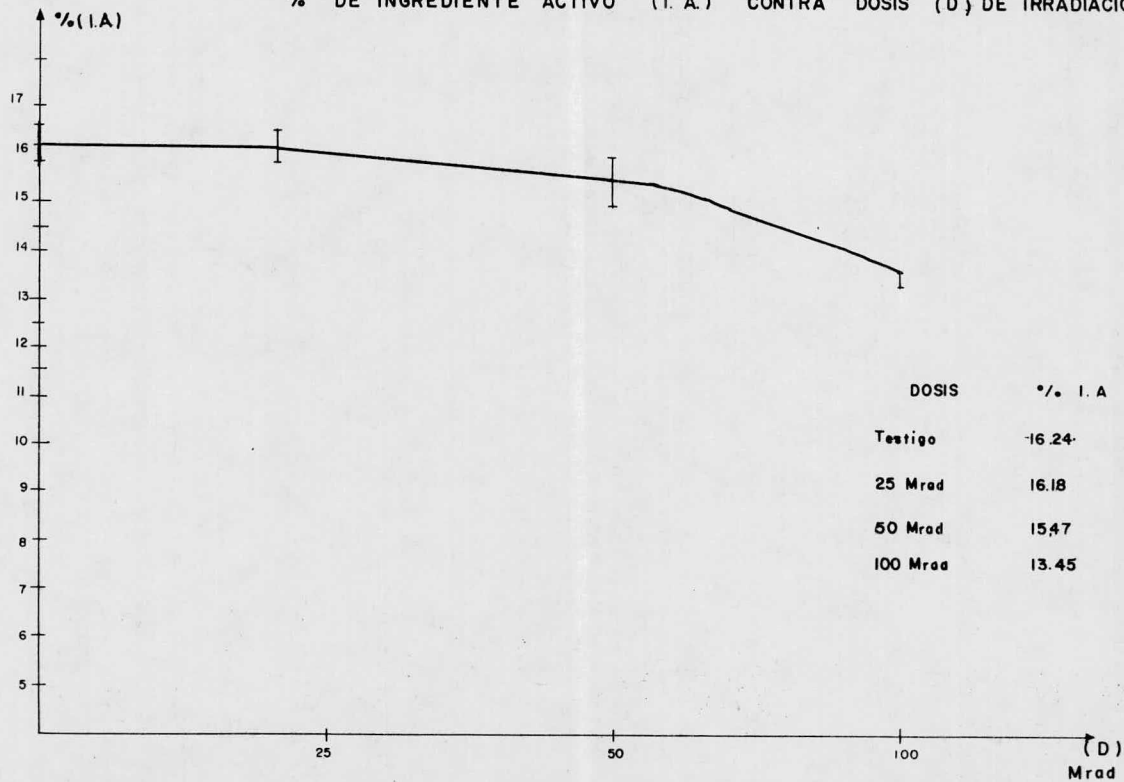
VALORES EXPRESADOS EN POR CIENTO

DOSIS	100 PPM		50 PPM		25 PPM		5 PPM	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
0 MRAD	16.04	0.17	16.96	0.25	18.75	0.25	16.47	0.45
4.15 MRAD	5.47	0.26	4.80	0.24	7.06	0.73	1.98	0.76
8.30 MRAD	4.24	0.88	4.14	0.46	5.64	0.35	1.16	0.61
12.45 MRAD	3.59	0.19	2.87	0.28	3.14	0.24	-	-
16.60 MRAD	3.05	0.47	2.09	0.37	2.66	0.28	-	-

GRAFICA No 1

DETERGENTE IRRADIADO EN SOLIDO

% DE INGREDIENTE ACTIVO (I. A.) CONTRA DOSIS (D) DE IRRADIACION

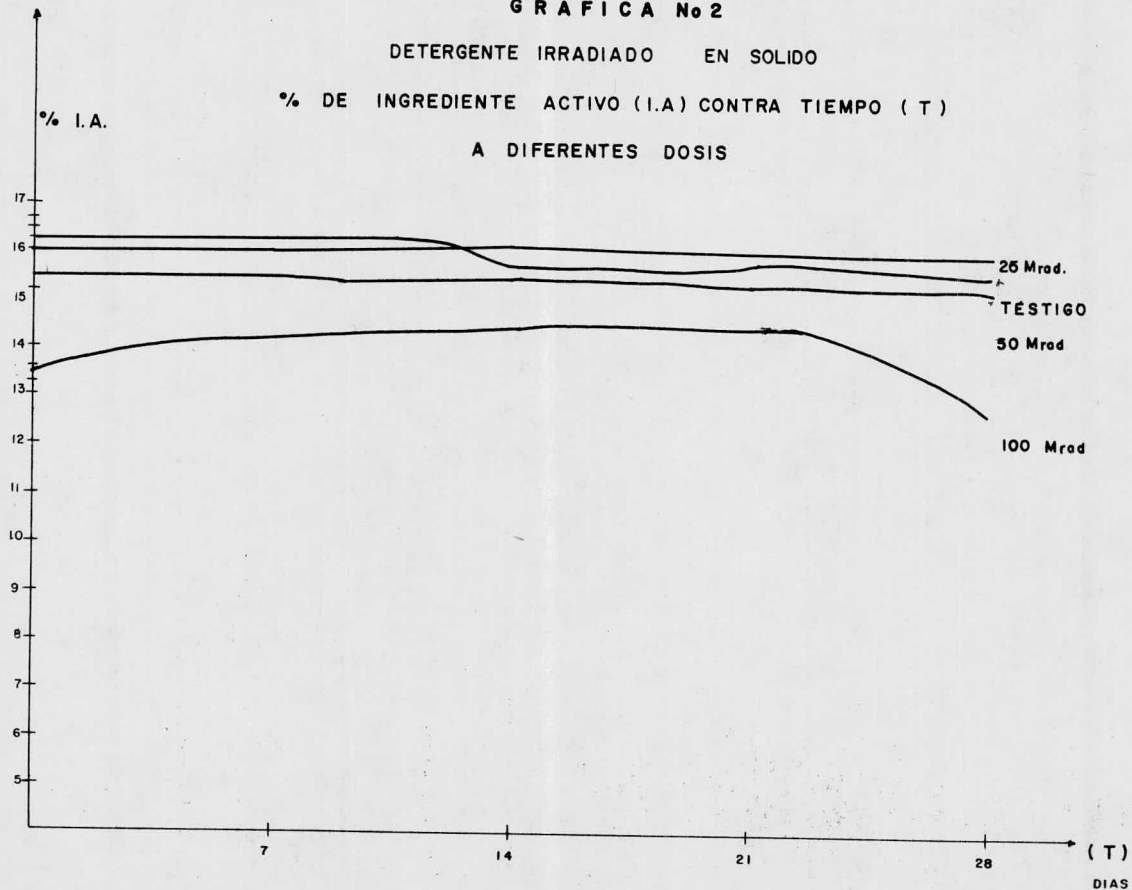


GRAFICA No 2

DETERGENTE IRRADIADO EN SOLIDO

% DE INGREDIENTE ACTIVO (I.A) CONTRA TIEMPO (T)

A DIFERENTES DOSIS



Foto

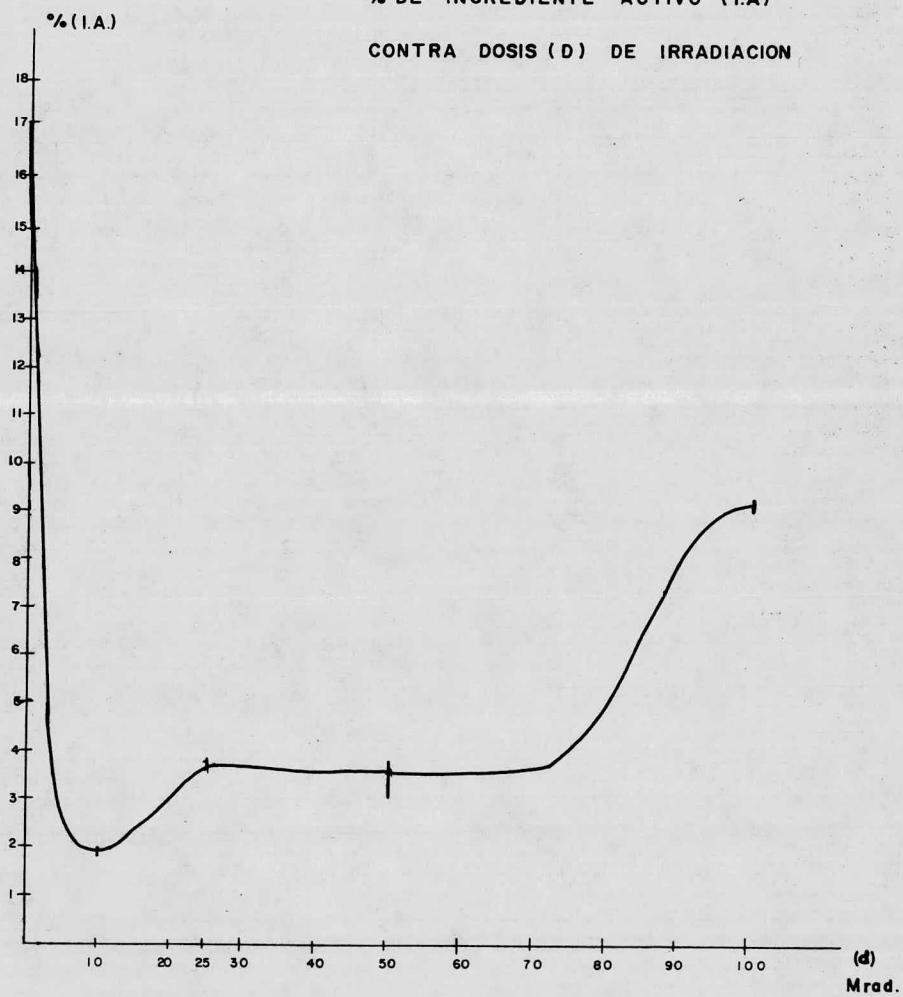
GRAFICA No 3

DETERGENTE IRRADIADO EN SOLUCION

CONCENTRACION 6.6 ppm.

% DE INGREDIENTE ACTIVO (I.A.)

CONTRA DOSIS (D) DE IRRADIACION

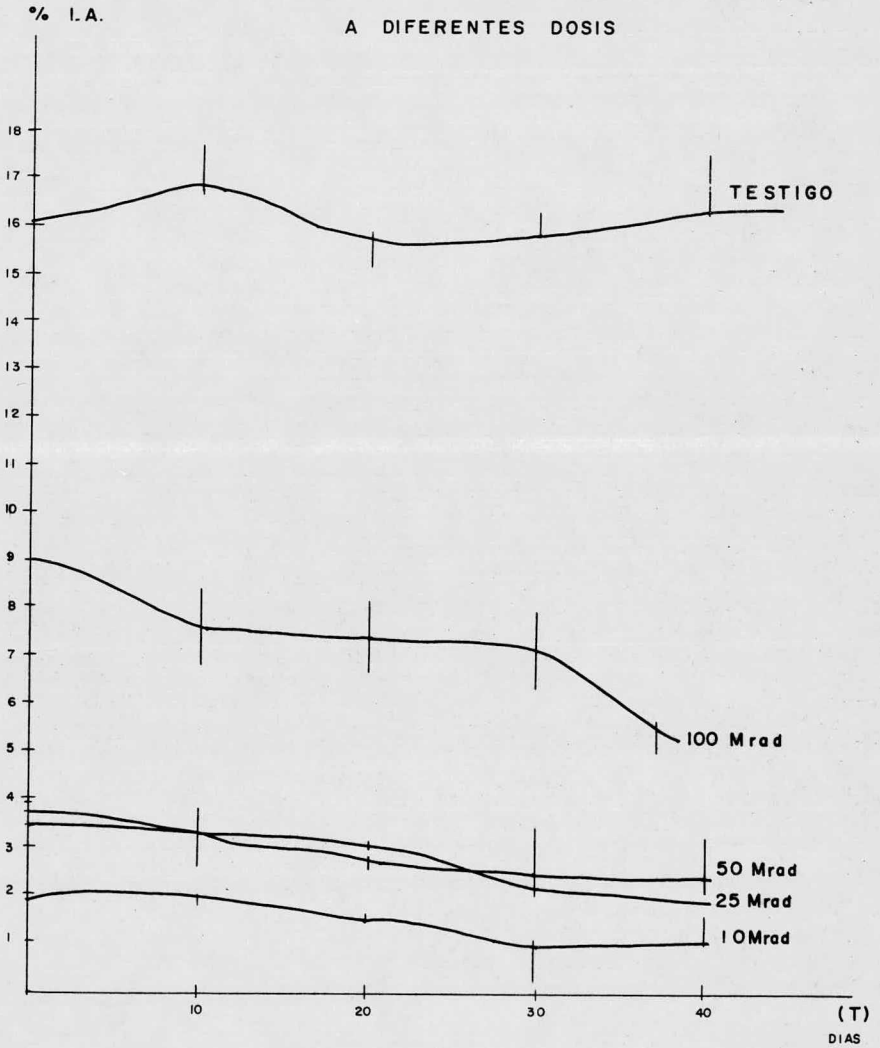


GRAFICA No 4

DETERGENTE IRRADIADO EN SOLUCION (6.6 ppm)

%DE INGREDIENTE ACTIVO (I.A) CONTRA TIEMPO (T)

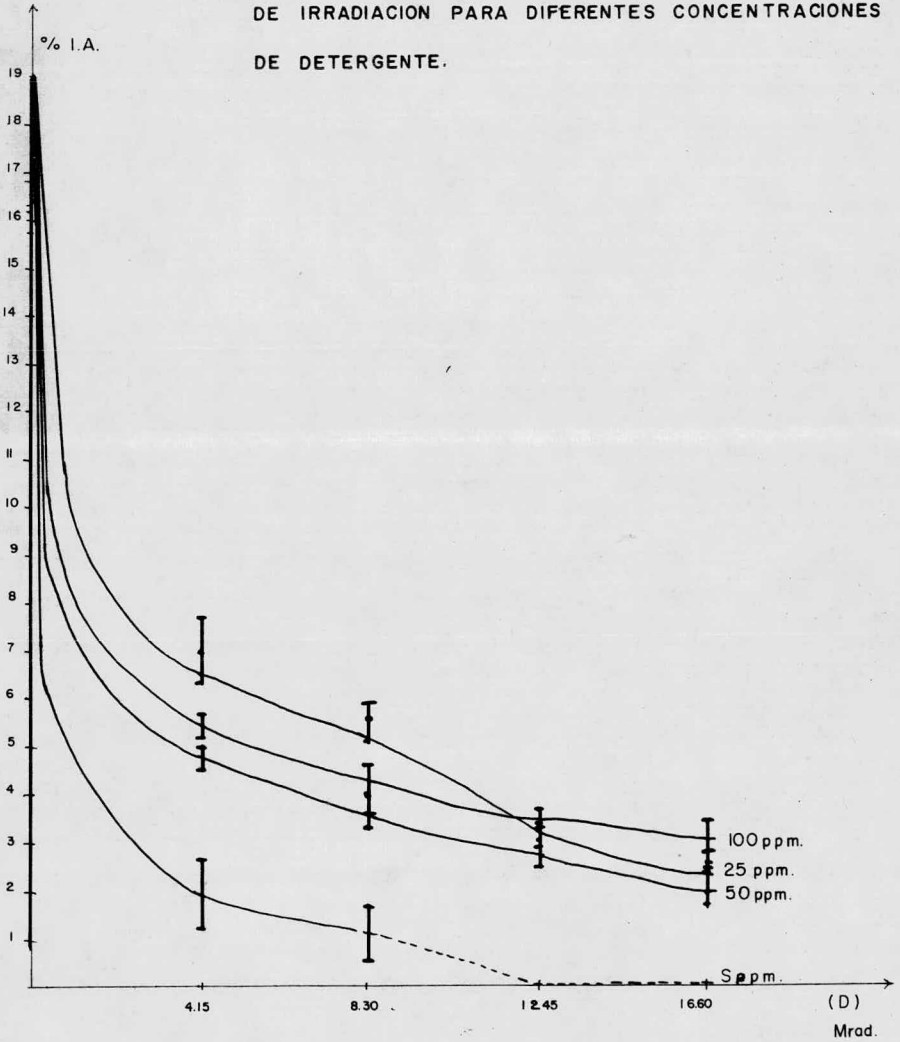
A DIFERENTES DOSIS



GRAFICA 5

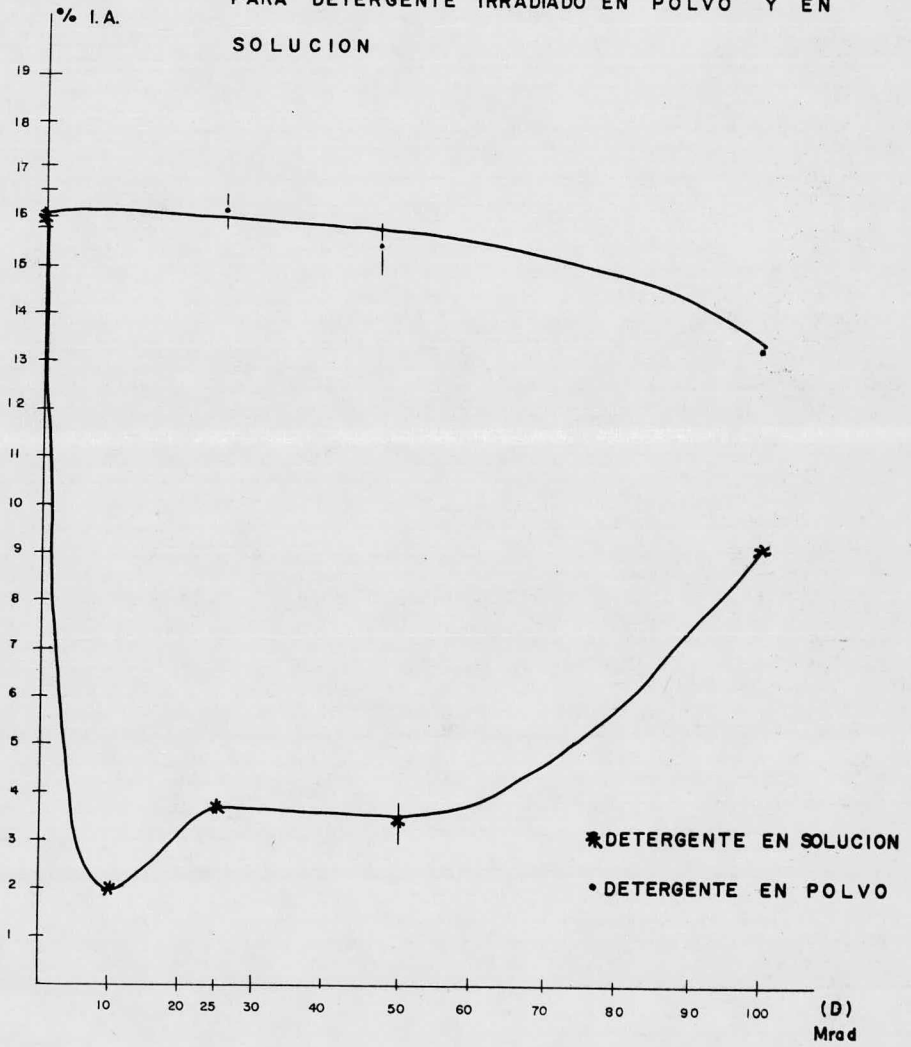
DETERGENTE IRRADIADO EN SOLUCION

% DE INGREDIENTE ACTIVO (I.A.) CONTRA DOSIS (D)
DE IRRADIACION PARA DIFERENTES CONCENTRACIONES
DE DETERGENTE.



GRAFICA No 6

% DE INGREDIENTE ACTIVO (I.A) CONTRA DOSIS (D)
PARA DETERGENTE IRRADIADO EN POLVO Y EN
SOLUCION



VI.- DISCUSION

LA IRRADIACIÓN DEL DETERGENTE EN SÓLIDO, PRODUJO - CAMBIOS COMO SE PUEDE VER EN LA TABLA II, LOS COMPONENTES QUE PRESENTARON UNA MAYOR DIFERENCIA SIGNIFICATIVA SON EL AUMENTO DE LOS ACEITES NEUTROS (TABLA II.C.), LA DISMINUCIÓN DE LA MATERIA SOLUBLE EN ALCOHOL (TABLA II.D) Y EL AUMENTO DE LA HUMEDAD (TABLA II.A.)

LO ANTERIOR SE PUEDE INTERPRETAR COMO QUE LA MOLÉCULA DEL DODECIL BENZEN SULFONATO DE SODIO SUFRE UNA DESULFONACIÓN, YA QUE LOS ACEITES NEUTROS NOS DAN UNA MEDIDA DE LAS N-BENCIL PARAFINAS NO SULFONADAS. TAMBIÉN SE OBSERVÓ AUMENTO EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD AL AUMENTAR LA DOSIS DE RADIACIÓN LO CUAL PARECE INDICAR QUE LA RADIACIÓN FAVORECE LA ABSORCIÓN DE HUMEDAD, ESTE AUMENTO APROXIMADAMENTE DEL 1% PARA DOSIS DE 100 MRAD PUEDE EXPLICAR LA DISMINUCIÓN DEL INGREDIENTE ACTIVO OBSERVADO DIRECTAMENTE POR ABSORCIÓN EN EL ULTRAVIOLETA E INDIRECTAMENTE POR LA DISMINUCIÓN DE LA MATERIA SOLUBLE EN ALCO

HOL.

EN LA GRÁFICA 1 SE PUEDE OBSERVAR QUE LA CANTIDAD DE INGREDIENTE ACTIVO PERMANECE CONSTANTE DESPUÉS DE HABERSE IRRADIADO EL DETERGENTE A DOSIS COMPRENDIDAS ENTRE 25 Y 50 MRAD. HACIENDO EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO CORRESPONDIENTE (PAG 85) SE ENCUENTRA QUE SOLAMENTE HAY DIFERENCIA - SIGNIFICATIVA A LA DOSIS MAYOR USADA, QUE FUE DE 100MRAD (TABLA III).

EN LA GRÁFICA 2 SE PUEDE VER QUE EL INGREDIENTE ACTIVO PERMANECE CONSTANTE HASTA 28 DÍAS DESPUÉS DE LA IRRADIACIÓN TANTO PARA EL TESTIGO COMO PARA LAS MUESTRAS TRATADAS A 25 Y 50 MRAD, CON EXCEPCIÓN DE LA MUESTRA IRRADIADA A 100 MRAD EN LA QUE SE OBSERVÓ UNA LIGERA DISMINUCIÓN, APROXIMADAMENTE DEL 1% DEL INGREDIENTE ACTIVO A LOS 28 DÍAS POSTERIORES A LA IRRADIACIÓN. ESTE EFECTO POSIBLEMENTE PUEDA DEBERSE A LA INFLUENCIA DEL SOLVENTE AGUA, EN ALGUNOS ENLACES DE LA MOLÉCULA DEL DODECIL BENZEN SULFONATO DE SODIO, DAÑADO POR LA RADIACIÓN GAMMA.

AL SER IRRADIADA UNA SOLUCIÓN DE DETERGENTE CON UNA CONCENTRACIÓN DE 6.6 PPM (SOLUCIÓN DILUIDA, PAG 41), SE OBSERVÓ UNA DISMINUCIÓN SIGNIFICATIVA DEL INGREDIENTE -

ACTIVO A UNA DOSIS DE 10 MRAD, YA QUE COMO PUEDE VERSE EN LA GRÁFICA 3 EL % DE INGREDIENTE ACTIVO DISMINUYÓ DE 16.03% HASTA 1.98%. EN CAMBIO A DOSIS MAYORES ENTRE 25 Y 50 MRAD SE PRESENTÓ UN AUMENTO DEL INGREDIENTE ACTIVO Y A 100 MRAD SE INCREMENTÓ UNA CANTIDAD MAYOR QUE LAS ANTERIORES, TAL VEZ DEBIDO A UNA RECOMBINACIÓN DE RADICALES O A UN ENTRECURZAMIENTO DE CADENAS QUE SE INICIA DESDE LOS 25 MRAD.

POR LO QUE RESPECTA A LOS EFECTOS POSTERIORES A LA IRRADIACIÓN DEL DETERGENTE EN SOLUCIÓN ACUOSA DILUIDA, EN LA GRÁFICA 4 SE MUESTRA QUE EL CONTENIDO DEL INGREDIENTE ACTIVO PERMANECIÓ CONSTANTE TANTO EN LOS TESTIGOS COMO EN LAS MUESTRAS IRRADIADAS A 25 Y 50 MRAD EN LA -- QUE SE OBSERVÓ UNA DISMINUCIÓN PAULATINA DEL INGREDIENTE ACTIVO QUE A LOS 40 DÍAS DESPUÉS DE LA IRRADIACIÓN -- HABÍA DISMINUIDO EN UN 4%.

EN LA GRÁFICA 5 DONDE SE TRAZÓ EL % DE INGREDIENTE ACTIVO DE SOLUCIONES DE DETERGENTE CON CONCENTRACIÓN ENTRE 5 Y 100 PPM CONTRA LA DOSIS DE IRRADIACIÓN, SE VE -- QUE A 4 MRAD SE ENCONTRÓ UNA DEGRADACIÓN A CUALQUIER -- CONCENTRACIÓN, YA QUE DISMINUYÓ MAS DEL 50% DEL INGREDIENTE ACTIVO, LA DEGRADACIÓN FUE AUN MAYOR, YA QUE PARA 5 PPM A UNA DOSIS DE 4.15 MRAD LA DEGRADACIÓN OBTEN--

NIDA FUE DE 1.98% CON RELACIÓN A LA INICIAL DE 16.03%

PARECE SER ADEMÁS QUE LA CANTIDAD REMANENTE DEL-
INGREDIENTE ACTIVO DESPUÉS DE LA IRRADIACIÓN ES INDE-
PENDIENTE DE LA CONCENTRACIÓN A EXCEPCIÓN DE 5 PPM, EN
LA QUE A DOSIS MAYORES QUE 12 MRAD LA CANTIDAD REMANEN
TE DE INGREDIENTE ACTIVO PUEDE HABER SIDO DE 0.5 PPM,-
POR ANALOGÍA CON LAS OTRAS CURVAS DE ESTA GRÁFICA, VALOR
QUE NO PUDO COMPROBARSE EXPERIMENTALMENTE POR ESTAR FUE
RA DEL LÍMITE DE SENSIBILIDAD DEL MÉTODO USADO.

EN LA GRÁFICA 6 SE PONE DE MANIFIESTO LA GRAN DIFE
RENCIA EN LA DEGRADACIÓN, CUANDO SE TRATA DE DETERGENTE
EN POLVO O EN SOLUCIÓN, DEBIDO BÁSICAMENTE A LA RADIÓLI
SIS DEL AGUA Y A LA INTERACCIÓN DE LOS RADICALES LIBRES
FORMADOS.

VII.- CONCLUSIONES

DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y PRESENTADOS DE ESTA TESIS SE PUEDE DECIR QUE LA IRRADIACIÓN DE DETERGENTES SÓLIDOS NO ES CONVENIENTE, DEBIDO A QUE SE NECESITAN DO SIS DEMASIADO ALTAS PARA DEGRADAR LA MOLÉCULA EN UNA PRO PORCIÓN PEQUEÑA APROXIMADAMENTE 3%. ESTO SE DEBE A QUE EN ESTADO SÓLIDO LAS MOLÉCULAS PRESENTAN MENOR MOVILIDAD QUE EN ESTADO LÍQUIDO Y QUE EN ESTE CASO ESPECIAL, LA CANTIDAD DE HUMEDAD NO ES CONSIDERABLE.

EN CAMBIO CUANDO EL DETERGENTE ESTA EN SOLUCIÓN Y SE EXPONE A LA RADIACIÓN IONIZANTE, LA DEGRADACIÓN QUE SUFRE EL DODECIL BENZEN SULFONATO DE SODIO ES BASTANTE SIGNIFICATIVA, LO QUE INDICA QUE LA RADIÓLISIS DEL AGUA JUEGA UN PAPEL MUY IMPORTANTE PARA LA DEGRADACIÓN DE ESTE COMPUESTO. ESTUDIOS RECIENTES HAN INDICADO QUE LOS PRODUCTOS PRIMARIOS OBTENIDOS DE LA RADIÓLISIS DEL AGUA SON LOS RESPONSABLES DE LAS REACCIONES QUE SUFREN LOS ALQUIL BENZEN SULFONATOS. LA DESULFONACIÓN ES UNA DE LAS PRIMERAS REACCIONES QUE SUCEDEN, Y EN EL MECANISMO INTER

VIENEN LOS RADICALES OH^{\cdot} Y HO_2^{\cdot} , ^{40,48}, CUANDO EL OXÍGENO SE ENCUENTRA PRESENTE, SI NO EXISTE, LAS REACCIONES SE PUEDEN DESENCADENAR POR MEDIO DEL e^{-aq} , OTRA CLASE DE PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN POR LA DEGRADACIÓN DEL DODECIL BENZEN SULFONATO ES LA FORMACIÓN DE H_2 , HIDROCARBUROS DE PESO MOLECULAR MÁS PEQUEÑO DEBIDOS A LA RUPTURA DE LOS ENLACES C - C Y C-H (CAP. 3.6). A DOSIS MAYORES DE IRRADIACIÓN COMO 50 Y 100 MRAD SE PUEDE OBTENER RECOMBINACIÓN DE RADICALES, ENTRECruzAMIENTO DE CADENAS LLEGANDO A LA POLIMERIZACIÓN, ESTO PUEDE EXPLICAR EL VALOR MÁXIMO ENCONTRADO EN LA GRÁFICA 3 A 100 MRAD.

LA DOSIS ÓPTIMA ENCONTRADA EN ESTE TRABAJO PARA OBTENER UNA DEGRADACIÓN CONSIDERABLE ES DE 4 MRAD A UNA INTENSIDAD DE DOSIS DE 4.15 MRAD/H.

EXTRAPOLANDO ESTOS RESULTADOS A LA POSIBLE IRRADIACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS CON DETERGENTES, SE PODRÍA CONSIDERAR COMO UNA POSIBLE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE ESTA CLASE DE CONTAMINACIÓN, AUNQUE ESTO NO SE PUEDE CONCLUIR DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE TRABAJO, YA QUE SURGIRÍA LA INCOGNITA DE QUE LA DEGRADACIÓN QUE SUFREN LOS ALQUIL BENZEN SULFONATOS DE SODIO EN EXPERIMENTOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO PODRÍA NO SER TAN FACTIBLE QUE SUCEDIERA EN LAS AGUAS CONTAMINADAS, PERO CIERTOS

TRABAJOS REALIZADOS ÚLTIMAMENTE^{40,49,50} SEÑALAN QUE EL -
MECANISMOS DE REACCIÓN DE ESTOS COMPUESTOS DE SUPERFICIE
ACTIVA PARA DEGRADARSE, ES EL MISMO QUE SE PRESENTA, CON
MUY POCAS DIFERENCIAS EN LOS COMPUESTOS DE SUPERFICIE AC
TIVA QUE SE ENCUENTRAN EN LAS AGUS CONTAMINADAS.

SE RECOMIENDA POR TANDO PROSEGUIR CON LAS INVESTIGA
CIONES YA QUE ESTE PROBLEMA REQUIERE ESTUDIOS DE ÍNDOLE-
TÉCNICA Y ECONÓMICA, PARA PODERSE CONSIDERAR PRÁCTICO Y-
DECIDIR SI CONVIENE O NO DESCONTAMINAR LAS AGUAS DE DESE
CHO POR MEDIO DE LA RADIACIÓN IONIZANTE.

VIII.- COSTOS

PARA UNA FUENTE DE 30,000 Ci COMO LA UTILIZADA EN EL PRESENTE ESTUDIO, LA HORA DE IRRADIACIÓN EQUIVALE A \$200.00(DOSCIENTOS PESOS M.N. 00 / 100) PERO AL AUMENTAR LA ACTIVIDAD DE LA FUENTE Y EL VOLUMEN IRRADIADO, DISMINUYE EL COSTO Y VICEVERSA.

LA MAYOR INVERSIÓN ESTÁ EN LA FUENTE, POR EJEMPLO: PARA UNA FUENTE DE ^{60}Co DE 50,000 Ci EL COSTO ES EL SIGUIENTE:

MATERIAL RADIOACTIVO	46,215.00 DLLS
EQUIPO DEL GAMMABEAM	39,600.00 DLLS
INSTALACIÓN	3,500.00 DLLS
EMBARQUE	3,300.00 DLLS
LICENCIA PARA TRABAJAR	7,000.00 DLLS
TOTAL	94,615.00 DLLS

APARTE, EL COSTO DEL EDIFICIO QUE CONSISTE EN UN -

CUARTO DE CONCRETO, RECUBIERTO CON PAREDES DE PLOMO Y EL MANTENIMIENTO QUE RELATIVAMENTE NO ES CARO YA QUE SOLAMENTE SE REQUIERE DE UN TÉCNICO PARA EL MANEJO.

LOS DATOS ANTERIORES FUERON OBTENIDOS DE LA ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED (SEP DE 1977).

IX.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- KERFOAT, C. AND FLAMMER, H.R. HYDROCARBON PROCESSING
SYNTHETIC DETERGENTS BASICS 74-78 (1975).
- 2.- BARZOLO, J. APUNTES DE LA CONFERENCIA SOBRE DETER -
GENTES. S.M.A.-S.S.A. MÉXICO,D.F. (1972).
- 3.- KLEIN, L.
ASPECTOS OF RIVER POLLUTION
ACADEMIC PRESS INC.
NEW YORK (1975)
- 4.- HENDERSON, C.V. AND PICKENNIG,H. THE TOXICITY OF SYN
THETIC DETERGENTS ANS SOAPS TO FISH SEWAGE. INDUSTRI
AL WASTE 3 31 295 -306 (1959).
- 5.- THE ENCYCLOPEDEY OF CHEMISTRY
PAGS 314-316
SECOND EDITION
CLARK HAWLEY
NEW YORK (1966)

- 6.- SALLE, M.E. AND FAIRING, J:D. DETERMINATION OF TRACE AMOUNTS OF ALKYL BENZENE SULFONATES IN WATER. - J.AM. CHE. SOC. 28 12 1822-26 (1956).
- 7.- JOHN,D. AND FRANK, R. SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF ALKYL BENZENE SULFONATE DETERGENTS IN SURFACE WATER AND SEWAGE. J.AM. CHE. SOC. 28 12 -- 1827-33 (1956).
- 8.- DZHAGATSPANYAN, R.V. AND GERHENOVICH,A.I. PURIFICATION OF WASTE WATERS, CONTAINING SURFACTANTS BY THEIR IRRADIATION. OTKRYTIYA IZOBRET.PROM.OBRA TOVARIYE ZNAKI U:R.S.S. 387,580,15 APPL 28 JUL.1978.
- 9.- SAKUMOTO, A., NIYATA,T. AND WASHINO,M. (JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE). TREATMENT OF WATER CONTAINING WATER SOLUBLE SURFACTANT, JAPAN KOKAI - 76,56,568 APPL 12, NOV, 1974.
- 10.- SAKUMUTO,A.- MIYATA, T., AND WASHINO,M (JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE). RADIATION TREATMENT OF NO IONIC SURFACTANT CONTAINING WASTE WATER JAPAN KOKAI 76,56,467 APPL 12, NOV 1974.
- 11.- ROHRER,D.M., EFFECTS OF GAMMA RADIATION FROM COBALT 60 ON DILUTE AQUEOUS SOLUTIONS OF LINEAR ALKYL SULFONATE SURFACTANTS AND OTHER ORGANIC POLLUTANTS. - REPORT 1975 AED-CONF-75-061-016.

- 12.- VENDERN BERG, A.J., HALLIS, H.D. AND MUSSELMAN, H.D.
GAMMA IRRADIATION OF SEWAGE TREATMENT. REPORT 1975
AED-CONF_75-061011.
- 13.- NEVADOVIE, M., MICIC, O. AND GRAL, O., WASTE WATER TREAT
MENT BY USE OF IONIZATION RADIATION. HE. IND. 28 5
212-20 (1974).
- 14.- SEGALES, A.H. AND WILLIAM, D. SYNTHETIC DETERGENTS-
1975, HYDROCARBONS PROCESSING 71-74 (1975).
- 15.- DERR, P.F. PHOSPHATES USE IN DETERGENTS, HYDROCARBON
PROCESSING 85-87 (1975).
- 16.- TRESABLE, G.A. CONTAMINACION DEL AGUA POR DETERGEN
TES Y PRODUCTOS QUÍMICOS Y SU ABATIMIENTO. S.M.A.-
S.S.A. MÉXICO, D.F.
- 17.- LEWIS, F.H: SYNTHETIC DETERGENTS CHEMISTRY, HYDROCAR
BON PROCESSING 79-82 (1973).
- 18.- LEIST, G.G. SYNTHETIC DETERGENTS LIQUIDS, HYDROCAR
BON PROCESSING, 83-85 (1975).
- 19.- TORAL, MA. T.
FISICOQUÍMICA DE SUPERFICIES Y SISTEMAS DISPERSOS
EDICIONES URMO.
1973 (ESPAÑA).

- 20.- RICHMOND, R.C., ROHM AND HASS, SYNTHETIC DETERGENTS SPECIALTIES, HYDROCARBON PROCESSING, 83-89 (1975).
- 21.- RICHMOND, R.C. AND DAVIS, R.C. WASHER-DETERGENTS-TEXTILE, INTERACTIONS HYDROCARBON PROCESSING, 90-92 -- (1972).
- 22.- CAIRS, J.JR., SHEIRIR, A., THE EFFECTS OF ALKYL BENZENE SULFONATE ON AQUATIC ORGANISMS, INDUSTRIAL WATER AND WASTES 22-28 (1964).
- 23.- MEMORIA, REUNIÓN NACIONAL SOBRE PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN -- POR DETERGENTES EN SERES VIVOS. RODRIGO MONTAMÉ TOMO I, MÉXICO, 1973.
- 24.- MURGUIA, V.E., EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SOBRE PLANTAS Y ANIMALES. PRIMER SEMINARIO SOBRE EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. EDICIONES DEL INSTITUTO MEXICANO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES 81-92, MÉXICO, (1972).
- 25.- SPINKS, J.W AND WOODS, R.S.
AN INTRODUCTION TO RADIATION CHEMISTRY
JOHN WILEY & SONS, INC
NEW YORK (1964)

- 26.- INSTRUCTIVO DEL GAMMACELL 200
ATOMIC ENERGY OF CANADA LTD
- 27.- INSTRUCTIVO DEL GAMMABEAM 650
ATOMIC ENERGY OF CANADA LTD
- 28.- OCAMPO RUIZ MA. DEL C.
TESIS PROFESIONAL
DESINFESTACIÓN DEL MAÍZ POR IRRADIACIÓN
FACULTAD DE QUÍMICA
U.N.A.M. (1976)
- 29.- DÍAZ HERNÁNDEZ R.
TESIS PROFESIONAL
COMPARACIÓN ENTRE DOSÍMETROS
FACULTAD DE QUÍMICA
U.N.A.M. (1976)
- 30.- BURTON, M.J. RADIATION CHEMISTRY, PHYS. COLLID. CHEM.
52 564-567 (1948).
- 31.- WILLIAM, A.P.
FREE RADICALS
NEW YORK (1964).
- 32.- AMBAR, M. AND MEYESTEIN, D.
RADIATION CHEMISTRY OF AQUEOUS SYSTEMS
NEW YORK (1964).

- 33.- VERESCHCHINSKII, L.V. AND PIKAEV, A.K.
INTRODUCTION TO RADIATION CHEMISTRY
SECOND EDITION
JERUSALEN (1964).
- 34.- TORBERT, M.B. AND LEMMON, P.M., RADIATION DECOMPOSITION OF PURE ORGANIC COMPOUNDS, 53-65 (1955).
- 35.- A CHARLESBY
ATOMIC RADIATION AND POLYMER
PERGAMON PRESS
GREAT BRITAIN (1960).
- 36.- HENTZ, R. AND BURTON, M. STUDIES IN PHOTOCHEMISTRY AND RADIATION CHEMISTRY OF TOLUENE, MESITYLENE AND ETHYLBENZENE 73 532-35 (1951) J. Am. Chem. Soc.
- 37.- SWORSKI, T., HENTZ, R. AND BURTON, M.M. STUDIES IN PHOTOCHEMISTRY AND RADIATION CHEMISTRY OF I-PROPYLBENZENE AND T-BUTYLBENZENE J. Am. Chem. Soc. 73 1998-2001 (1951).
- 38.- HUGHES, G. AND MAKADA, H.A. TRANS. FARADAY SOC. 64 3274 (1968).
- 39.- BIL, GRALL AND DORFMAN, L.M. J. Am. Chem. Soc. 91 2199 (1969).

- 40.- MAKAROCHKINE, L.M. AND PETROVA, T.B. ROLE OF SHORT LIVED WATER RADIOLYSIS PRODUCTS IN THE DESULFURATION OF ALKYL BENZENE SULFONATES. KHIM. VYS. ENERGY 10 1 42-8 (1976).
- 41.- CHARLES ARTANDI, MEASURING LARGE RADIATION DOSIS 10 58-76 (1959).
- 42.- F.H. ATTIX
RADIATION DOSIMETRY
VOL. I:
5TH. ED.
ACADEMIC PRESS
NEW YORK (1968)
- 43.- J: JEFFERSON
MASSIVE RADIATION TECHNIQUES
M. WILLY
NEW YORK (1964).
- 44.- WILSON, J.E.
RADIATION CHEMISTRY OF MONOMERS, POLYMERS AND PLASTICS.
MARCEL DEKKER, INC.
NEW YORK (1974).
- 45.- A.S.T.M. STANDAR METHODOS FOR SAMPLING AND CHEMICAL ANALYSIS OF ALKYL BENZENE SULFONATOS (1974).

- 46.- COLECCIÓN DE ESPECTROS SADTLER
SADTLER RESEARCH LABORATORIE
MIDGET EDITION
PHILADELPHIA (1958).
- 47.- MILLER, I. AND FREND, J.
PROBABILITY AND STATISTICS FOR ENGINEERS
PRENTICE- HALL, INC.
(1965).
- 48.- ROHRER, D.M., EFFECTS OF GAMMA RADIATION FROM ^{60}Co -
ON DILUTE AQUEOUS SOLUTIONS OF LINEAR ALKYL SULFONA-
TE SURFACTANTS AND OTHER ORGANIC POLLUTANTS, RADIA -
TION FOR A CLEAN ENVIRONMENT, PROCEEDINGS OF A SYMPO
SIUM. MUNICH, 17-21 MARCH (1975).
- 49.- COMTON, D.M., ET AL., APPLICATION OF IONIZING RADIA-
TION TO THE TREATMENT OV WATERS AND SEWAGE SLUDGE, -
GULF GENERAL ATOMIC, INC. (1969).
- 50.- FLEISCHMAN, M. PRICE, R.H., GAMMA IRRADIATION OF DILU
TE AQUEOUS ALKYL BENZENE SULFONATE SOLUTIONS, ENVIRON.
SCI. TECHNOL. 1 7 573 (1969).

X.- AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO AL CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES DE LA U.N.A.M., EL HABERME PERMITIDO REALIZAR ESTE TRABAJO.

DE UNA MANERA MUY ESPECIAL A LA M. EN C. GUILLERMINA BURILLO POR EL ASESORAMIENTO QUE ME BRINDÓ DURANTE EL DESARROLLO DEL MISMO, ASÍ COMO TAMBIÉN AL DR.- HUGO CASTAÑEDA POR SU AYUDA EN EL MANEJO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS EXPERIMENTALES.