

42
2eje.



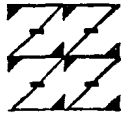
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"
UNIDAD UNIVERSITARIA DE INVESTIGACION
EN CARIOLOGIA

ESTUDIO COMPARATIVO DEL DEPOSITO DE FLUOR
DE LA APLICACION TOPICA DE TRES AGENTES
FLUORURADOS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
JOSE JAIME ORTIZ PEREZ

U N A M
ZARAGOZA



LO HUMANO
ES
NUESTRA REFERENCIA

ASESORES: M.O. DOLORES DE LA CRUZ CARDOSO
M. en C. LOURDES CASTILLO GRANADA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

JUNIO DE 1994



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 está 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.

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN:

UNIDAD UNIVERSITARIA DE INVESTIGACION EN CARIOLOGIA

LABORATORIO DE ESPECTROSCOPIA L-328

F E S ZARAGOZA

U N A M

J U R A D O

PRESIDENTE Q.F.B. FELIPE PEREZ VEGA

VOCAL M.O. DOLORES DE LA CRUZ CARDOSO

SECRETARIO M EN C. LOURDES A. CASTILLO GRANADA

SUPLENTE Q.F.B. GEORGINA RIOS OLIVERA

SUPLENTE BIOL. MARICELA ARTEAGA MEJIA

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES:

M.O. DOLORES DE LA CRUZ CARDOSO

M EN C. LOURDES A. CASTILLO GRANADA

Por el apoyo y confianza brindadas para la realización de este trabajo.

A C.D. IMELDA ALCANTARA BAÑOS

Por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

AURELIO Y TERESA

Por su apoyo moral y económico durante mi carrera, y sobre todo por darme el don más precioso. el don de vivir.

A MIS HERMANOS:

AURELIO, ANTONIO, MARIA, ROCIO Y ESTELA

Por su motivación y apoyo, y por ser mis mejores amigos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
I. FUNDAMENTACION DEL TEMA.....	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
III. OBJETIVOS.....	11
IV. HIPOTESIS.....	12
V. MATERIAL Y EQUIPO.....	13
A. MATERIAL.....	13
B. EQUIPO.....	14
VI. DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	15
A. DIAGRAMA DE FLUJO.....	16
B. TRATAMIENTO PREVIO DEL MATERIAL.....	17
C. TECNICA DE BIOPSIA DE ESMALTE DENTAL.....	17
D. PREPARACION DE MUESTRAS.....	18
E. ANALISIS QUIMICO.....	19
F. CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE BIOPSIA.....	20
VII. RESULTADOS.....	21
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS.....	30
IX. CONCLUSIONES.....	35
X. RECOMENDACIONES.....	36
XI. BIBLIOGRAFIA.....	37
ANEXO	41

INTRODUCCION

El fluoruro de sodio es un principio activo, que ejerce multiples acciones en la prevención de caries dental, por lo que es utilizado en una variedad de presentaciones como: pastas, geles, soluciones y barnices.

Los barnices fluorurados ofrecen ventajas para ser utilizados en programas preventivos de caries dental en salud pública. Entre éstas, puede señalarse que no precisan de aislamiento absoluto; endurecen en contacto con la saliva, permiten el aislamiento de la reacción flúor esmalte por un periodo de hasta 24 horas, lo que favorece la formación de compuestos más estables, confiriendole una mayor eficacia, disminuyendo el tiempo dentista-paciente. (16)

Es por esto que la presente investigación tiene como objetivo medir el potencial preventivo de un barniz fluorurado desarrollado en esta Facultad, en términos de su capacidad para depositar fluoruro en la superficie del esmalte dental humano, valorando su comportamiento frente a medidas tradicionales como el fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa y al flúor fosfato acidulado (APF) al 1.23% en gel.

Esta valoración se hizo a través de la técnica de biopsia de esmalte dental, antes y una semana después de la aplicación tópica de los agentes antes mencionados. El incremento de fluoruro en la superficie del esmalte dental se determinó de manera directa utilizando la técnica potenciométrica con electrodo específico para fluoruro. El

Incremento de la resistencia al ataque ácido, representada por la profundidad de biopsia, se determinó de manera indirecta cuantificando la cantidad de calcio extraído por medio de absorción atómica.

Las determinaciones se hicieron en dientes incisivos centrales permanentes de escolares de 7 a 12 años de edad residentes en el municipio de Ciudad Nezahualcoyotl Estado de México.

Los resultados obtenidos muestran que cada uno de los tres agentes tópicos por separado incrementan el contenido de fluoruro en el esmalte dental. El análisis estadístico de medias pareadas por tratamiento refleja que este incremento es significativo sólo para el flúor fosfato acidulado al 1.23% en gel.

Al hacer la comparación de tratamientos en relación al contenido de fluoruro, el análisis de covarianza mostró que existe diferencia estadísticamente significativa entre el fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa y el barniz fluorurado al 5%.

En cuanto a la resistencia al ataque ácido se encontró estadísticamente que no existe diferencia significativa en el efecto de antes y después de los tratamientos y tampoco existe diferencia al comparar los tres tratamientos.

I. FUNDAMENTACION DEL TEMA

El fluoruro es el más efectivo y extensamente probado de los agentes anticaries actuales. Si bien en el momento actual no se puede determinar el mecanismo de acción preciso y completo, hay suficiente evidencia para indicar que el fluoruro ejerce varios efectos en el metabolismo de la placa dental. Los fluoruros pueden afectar las interacciones calcio-fosfato durante los estadios de mineralización del esmalte (antes que el diente erupcione) y, también, pos eruptivamente por interacciones superficiales con el esmalte, al igual que durante un ataque carioso. (1)(2)(3)(4)(8)

El fluoruro es captado en el esmalte por vía tópica y por vía sistémica. La captación tópica está restringida a la superficie del esmalte, el fluoruro es adquirido preferencialmente por la superficie más porosa del esmalte, e intercambia con los iones hidroxilo para formar una fluorapatita más estable. (1)(2)

El mecanismo de la acción cariostática de los fluoruros, involucra varios efectos en la fase mineral del esmalte. *In vivo*, durante la mineralización, e *in vitro* durante la remineralización, el fluoruro actúa como un catalizador causando la transformación de las fases calcio-fosfato muy solubles, a una hidroxil y fluorapatita menos solubles, más estables. Durante los episodios de desmineralización-remineralización del ataque carioso, el fluoruro favorece la formación de cristales más grandes, más resistentes al ácido, menos reactivos. También llena los

huecos donde faltan los iones hidroxilo y estabiliza la estructura cristalina del esmalte. Además, el fluoruro en la placa, sobre todo durante los ataques ácidos o después de una aplicación tópica en forma de geles, soluciones, dentífricos o barnices, puede alcanzar concentraciones iónicas lo bastante elevadas como para ejercer un efecto cariostático. (1)(3)(8)

El criterio para la utilización de fluoruros por vía tópica, es acelerar la velocidad y aumentar la concentración por sobre el nivel natural. Los fluoruros tópicos incrementan este proceso. Como el esmalte inmaduro adquiere fluoruro rápidamente, y como la superficie de esmalte de los dientes recién erupcionados madura rápidamente, se deduce que el mejor momento para aplicar fluoruros tópicos es tan pronto el diente ha erupcionado. (1)(3)(9)

Los objetivos principales de la aplicación tópica, son fijar altas concentraciones de fluoruro en el esmalte, y disponer de más fluoruro en el momento del ataque de la caries.

FLORUROS TOPICOS APLICADOS PROFESIONALMENTE.

Fluoruro de Sodio

La primer solución tópica probada eficazmente por vía tópica, fué el fluoruro de sodio al 2 %, aplicada a los dientes después de una limpieza, secados y aislados, cada cuadrante por vez, con rollos de algodón, durante 3-4 minutos. Este procedimiento, llamado la técnica de *Knutson*, era repetido tres veces a intervalos semanales. El

tratamiento era recomendado a los 3, 7, 10 y 13 años de edad, para coincidir con la erupción de grupos de dientes. Esto produjo una reducción de caries de un 40 %, aunque falta la evaluación a largo plazo de este procedimiento. Una cuestión no resuelta sobre esta técnica, es la caída en eficacia en el intervalo de 3 a 4 años entre cada serie de tratamiento. La introducción de soluciones tópicas con fosfato acidulado ha reducido mucho el empleo del fluoruro de sodio, excepto en enjuagues, dentífricos y algunos geles. (10)

Flúor Fosfato Acidulado

Se reconoció que la mayor captación de fluoruro por el esmalte en comparación con las soluciones de fluoruro de sodio, era debido a su bajo pH. Aún antes de esto, la evaluación de laboratorio indicó que la concentración de fluoruro en el esmalte se incrementadas descendiendo el pH de las soluciones tópicas. Para obviar esto, se desarrolló un preparado basado en la acidificación con ácido fosfórico de la solución de fluoruro de sodio. Una reacción de la hidroxiapatita del esmalte con el fluoruro resulta en la formación de fluorapatita. Sin embargo, soluciones que son ácidas y contienen altas concentraciones de fluoruro, llevan a desmineralización del esmalte y formación de CaF_2 con liberación del fosfato. El fosfato fue introducido en la solución para suprimir la descomposición del esmalte y mover el equilibrio en dirección de la formación de hidroxiapatita y fluorapatita.

La mayor penetración y captación de fluoruro en y por el esmalte, de las soluciones de flúor fosfato a pH 3, está

relacionada probablemente con el hecho que más del 50 % del fluoruro está presente en forma de ácido fluorhídrico (HF) que difunde más rápidamente que las especies cargadas (F⁻). En base a este criterio , es superior a las soluciones de fluoruro de sodio; preparados con amino fluoruro resultan en una captación más elevada de fluoruro. Los preparados comerciales de APF son actualmente los más usados y preferidos para las aplicaciones tópicas. Son químicamente estables, no pigmentan los dientes, y son fácilmente presentadas como solución o gel. El tiempo de tratamiento recomendado es de 4 minutos. Los resultados clínicos más firmes se obtienen cuando son aplicadas a intervalos de 6 meses.

Los preparados tópicos de flúor fosfato acidulado, conocidos como APF, contienen 1,23 % de fluoruro total a un pH de 3,2. (10)

Barniz con Fluoruro

Con todos los fluoruros actualmente en uso, alrededor de dos tercios del fluoruro adquirido después del tratamiento se pierde en pocos días. La rápida pérdida de fluoruro soluble formado sobre los dientes después de la aplicación tópica, puede ser reducida aplicando a los dientes un sellante a prueba de agua. Este procedimiento permite un mayor tiempo de reacción entre fluoruro y esmalte, y ha demostrado aumentar la captación de fluoruro por periodos prolongados.

Recientemente, se han desarrollado varios materiales relativamente sencillos de aplicar y permiten la fijación del

fluoruro durante 12-48 horas. Uno de esos productos es el 'Duraphat', que contiene 50 mg de fluoruro de sodio por mililitro (2,2 % de ion fluoruro), en una solución alcohólica de barnices naturales. Este barniz es aplicado a dientes recién limpiados y secados; endurece al ponerse en contacto con la humedad y permanece sobre la superficie dentaria hasta 12 horas, manteniendo un estrecho contacto entre fluoruro y esmalte.

La captación inicial de fluoruro después de la aplicación de los barnices es elevada, pero también lo es la subsiguiente pérdida de fluoruro superficial. Después de 5 semanas, los 8 a 12 μm de la capa externa del esmalte contenían un nivel promedio de fluoruro de 1,203 ppm, en comparación con las 612 ppm en los controles. En otro estudio, importantes captaciones fueron observadas después de 1 semana, pero prácticamente todo el fluoruro había sido liberado después de los 6 meses. Lo que no ha sido descartado del todo en esos estudios es la posibilidad que restos del barniz que se difundieron en el esmalte superficial puedan explicar el alto nivel inicial. Así, el fluoruro en el barniz puede no estar disponible para reaccionar rápidamente con el esmalte. (10)

Los primeros métodos para la determinación cuantitativa de fluoruro en especímenes biológicos, involucra la destilación y uso de métodos colorimétricos. La interferencia de otros iones introdujo errores en el análisis. La aparición, en los años 60's del electrodo ión específico para fluoruro, mejoró la especificidad, sensibilidad y exactitud

de los análisis de cantidades menores de fluoruro en los tejidos mineralizados, líquidos biológicos y alimentos, hizo posible el cálculo de fluoruro en los dientes *in vivo*. El electrodo iónico específico es muy valioso para determinar fluoruro en soluciones ácidas (pH= 5.5) de muestras de dientes. (11) (12)

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caries dental tiene una alta incidencia en América Latina. En México, se le considera como una de las causas principales de morbilidad bucal, se han realizado estudios en niños de 6 a 14 años de edad en el Distrito Federal, reportándose un 92.5 % de escolares con caries dental, esta proporción se incrementa al aumentar la edad, a los 14 años el padecimiento se ha extendido a un 98% teniendo estas consideraciones, se han impulsado programas a nivel nacional para la prevención de la caries, tales como la fluoruración de la sal, El Programa General de Prevención y Control de Caries Dental y Periodontopatías así como, el Programa Interinstitucional de Estomatología. En estos programas en el rubro específico de Flúor tópico, se ha optado preferentemente por el uso de flúor fosfato acidulado (APF) al 1.23 % en gel y a la solución acuosa de fluoruro de sodio al 2 % .

Debido a que presentan variabilidad en cuanto a su eficacia, se han realizado innumerables investigaciones con el objetivo de encontrar técnicas y agentes alternativos para la aplicación de este compuesto; colutorios, pastas profilácticas y barnices; estos últimos destacan de manera importante, tanto por su eficacia como por su técnica simple de aplicación. (15) (16) (17) (18)

Es por esto que en este estudio se tiene el propósito de medir el potencial preventivo de uno de estos barnices, específicamente el desarrollado en la FES Zaragoza, en

términos de su capacidad para depositar flúor en la superficie del esmalte dental, valorando su comportamiento frente a otros agentes tradicionales como el fluoruro de sodio al 2 % en solución acuosa, y al flúor fosfato acidulado (APF) al 1.23 % en gel.

TABLA I

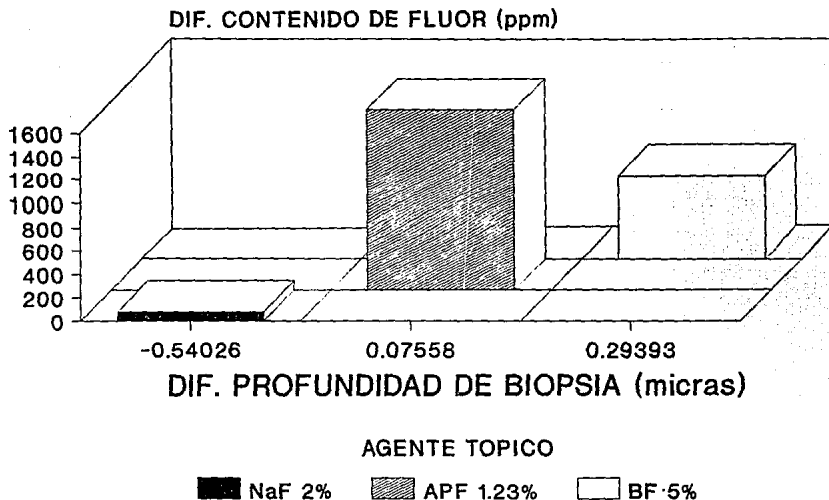
DIFERENCIA DE MEDIAS DEL ANTES Y DESPUES DE LA APLICACION
TOPICA DE TRES AGENTES TOPICOS FLUORURADOS

	NaF 2% Sol. ac.		APF 1.23% Gel		BF 5% Barniz	
	Media	Des. std	Media	Des. std	Media	Des. std
DCF ppm	79.18607	3451.64	1529.88	1226.69	704.8482	2706.36
DPB micras	-0.54026	0.97581	0.07558	0.54075	0.29393	0.96295

DCF= Diferencia del contenido de flúor

DPB= diferencia de la profundidad de biopsia

DIFERENCIA DEL DEPOSITO DE FLUOR Y PROFUNDIDAD DE BIOPSIA DESPUES DE APLICAR TRES AGENTES TOPICOS



GRAFICA 1

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la cantidad de fluoruro existente en el esmalte dental, antes y después de la aplicación tópica de tres agentes fluorurados.

Objetivos Específicos

- a. Cuantificar el incremento de fluoruro depositado en el esmalte dental, posterior a la aplicación tópica, *in vivo*, de; flúor fosfato acidulado al 1.23 %, en gel; fluoruro de sodio al 2 %, en solución acuosa y un barniz fluorurado al 5 %, formulado en la FES Zaragoza.

- b. Evaluar el incremento de la resistencia del esmalte dental, al ataque ácido, después de la aplicación tópica, *in vivo*, de flúor fosfato acidulado al 1.23 %, en gel; fluoruro de sodio al 2 %, en solución acuosa y un barniz fluorurado al 5 %, formulado en la FES Zaragoza.

IV. HIPOTESIS

No existe diferencia en el incremento de flúor depositado en el esmalte dental; después de la aplicación tópica, *in vivo*, de flúor fosfato acidulado el 1.23 %, en gel; fluoruro de sodio al 2 %, en solución acuosa y un barniz fluorurado.

V. MATERIAL Y EQUIPO

A. MATERIAL

1. Instrumental de Vidrio

Matraces volumétricos de 10, 25, 50, 100, 200, 250, 500, y 1000 ml PYREX.

Pipetas volumétricas de 1, 2, 3, 4, 5, y 10 ml PYREX.

Buretas de 10 y 25 ml PYREX.

Probetas de 100 y 500 ml PYREX.

Vasos de precipitado de 50, 100, 250, 500, y 1000 ml PYREX.

Pipetas graduadas de 0.2, 1, 2, 5, y 10 ml PYREX.

Matraz erlenmeyere de 500 ml PYREX.

2. Instrumental Diverso

Vasos de precipitado de plástico de 100 y 250 ml IMSA.

Micropipeta de 5 μ l BRAND.

Puntas para micropipeta BRAND.

Fascos de polietileno de 50, 100, 120, 250, 500, y 1000 ml.

Puntas de papel CABMO-DENT.

Perforadora IVORY.

Vernier SCALA.

Cinta de teflón.

Cepillos profilácticos.

Cinta adhesiva impermeable.

Pinzas para algodón.

Pinzas para bureta.

3. Reactivos

Fluoruro de sodio TECNICA QUIMICA S.A.

Cloruro de sodio TECNICA QUIMICA S.A.

Oxido de lantano TECNICA QUIMICA S.A.

Hidróxido de sodio J.T. BAKER.

Glicerol J.T. BAKER.

Acido acético H.T. BAKER.

Acido perclórico J.T. BAKER.

Acido clorhídrico J.T. BAKER.

Estándar de calcio MERCK.

4. Soluciones

Acido clorhídrico 1 M.

Glicerol al 70 %.

Acido clorhídrico 1.4 N en glicerol al 70 %.

Oxido de lantano 0.4 %.

Buffer de TISAB pH 5.5.

Solución patrón de calcio 1000 ppm.

solución patrón de flúor 0.1 M.

B. EQUIPO

Balanza analítica SARTORIUS 284.

Cronómetro CASSIO

Espectrofotómetro de absorción atómica PYE UNICAM SP-192.

Motor de baja velocidad FOREDOM.

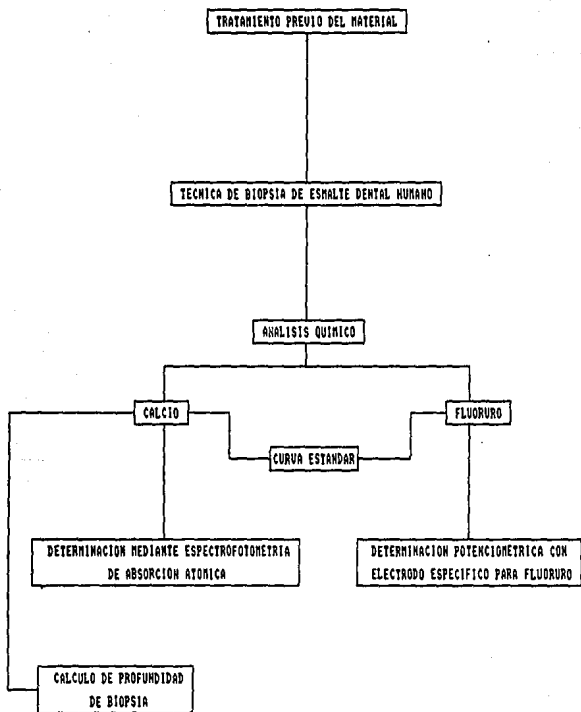
Potenciómetro CORNING MODELO 255.

Electrodo combinado para flúor ORION M96-09.

VI. DESARROLLO EXPERIMENTAL

El estudio se realizó en una población de 42 escolares (14 escolares por tratamiento), de la faja etaria de 7 a 12 años, residentes en Ciudad Nezahualcoyotl. que presenten los dos dientes anteriores permanentes, a uno de los cuales se les tomó una biopsia de esmalte antes de la aplicación del tratamiento correspondiente, y otra sobre el diente restante una semana después del tratamiento.

A. DIAGRAMA DE FLUJO



B. TRATAMIENTO PREVIO DEL MATERIAL

1. Lavado del Material

- a. Lavar con agua y jabón.
- b. Enjuagar con agua deionizada.
- c. Sumergir durante 24 horas en ácido clorhídrico 1 M.
- d. Enjuagar con agua deionizada.
- e. Secar completamente.

2. Preparación de la Cinta Aislante

- a. Cortar rectángulos de 6 por 8 mm.
- b. Hacer a cada rectángulo una perforación central de 3 mm de diámetro.

3. Preparación de las Pinzas

- a. Lavar con agua y jabón.
- b. Enjuagar con agua deionizada.
- c. Esterilizar a 250 grados centígrados durante 2 horas.
- d. Aislar las puntas con la cinta de teflón.

C. TECNICA DE BIOPSIA DE ESMALTE DENTAL

1. Limpiar la superficie del esmalte con pasta profiláctica para eliminar las sustancias adheridas a ésta; puliendo lentamente con un cepillo y copa de hule.
2. Aislar el diente con rollos de algodón y secar con aire comprimido.
3. Colocar una cinta aislante de 6 por 8 mm con una

perforación central de 3 mm de diámetro sobre esmalte sano a nivel del tercio medio del ecuador del diente.

4. aplicar 5 μ l de una solución 1.4 N de ácido clorhídrico en glicerol al 70 % sobre el esmalte expuesto a través de la perforación por espacio de 45 seg.
5. Aspirar la solución, transcurrido el tiempo establecido y transferirla a un frasco previamente identificado.
6. Secar la superficie expuesta con una punta de papel y transferirla al frasco muestra.
7. Aplicar 5 μ l de glicerol al 70 % sobre la superficie expuesta.
8. Aspirar la solución mencionada y depositarla en el frasco muestra.
9. Secar la superficie expuesta con una punta de papel y transferirla al frasco muestra.
10. Lavar cada punta de las micropipetas con 5 μ l de agua deionizada para eliminar el remenente de la solución utilizada, depositándose en el frasco muestra.
11. Retirar la cinta adhesiva y lavar la zona expuesta del diente con agua.
12. Secar y aplicar el agente fluorurado correspondiente.

D. PREPARACION DE LAS MUESTRAS

1. Adicionar 2 ml de agua deionizada al frasco muestra, obteniendo un total de 2.02ml.
2. Tomar el total de muestra, adicionarle 2 ml de una solución buffer de tisab (pH 5.5).

E. ANALISIS QUIMICO

1. Determinación de Fluoruro.

a. Preparación de la curva de calibración.

Preparar soluciones cuya concentración sea 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , y 10^{-6} M, a partir de una solución patrón 1 M de fluoruro de sodio. De éstas soluciones tomar alícuotas de 50 ml y adicionar una cantidad equivalente de solución amortiguadora TISAB (pH 5.5), mezclar y leer potenciométricamente por medio de un electrodo ion selectivo para fluoruro.

2. Determinación de Calcio.

a. Preparación de la curva de calibración.

Preparar soluciones de 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 ppm de calcio a partir de una solución concentrada de 1000 ppm. Elaborando en forma paralela un blanco, que contenga al igual que las soluciones de calcio 10 % de lantano en una concentración de 0.4 %.

Estas soluciones son leídas en un espectrofotómetro de absorción atómica con flama.

b. Preparación de muestras.

Determinar el calcio a partir de las muestras con las que se determinó fluoruro, después de adicionar 1 ml de solución de lantano 0.4 %.

F. CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE LA BIOPSIA

El esmalte extraído en cada biopsia se calcula a partir de la concentración de Ca, asumiendo que su contenido por unidad dental es 37.4 % y dado que la profundidad de las biopsias está relacionado con la cantidad de esmalte extraído, es factible su cálculo mediante la siguiente formula:

$$\mu m = W_e / \delta A$$

donde:

W_e = peso de esmalte extraído.

δ = densidad del esmalte.

A = área de esmalte expuesto.

VII. RESULTADOS

GENERALIDADES

La Tabla I, muestra los resultados obtenidos en la presente investigación. En está se hace resaltar los valores medios y las desviaciones estandar de las diferencias de las variables manejadas; contenido de fluoruro y resistencia al ataque ácido, representada por la profundidad de biopsia. después de la aplicación de los agentes tópicos fluorurados estudiados.

En primer lugar tenemos al Fluoruro de Sodio al 2% en solución acuosa el cual presenta una diferencia de contenido de fluoruro (DCF) de 79.18607 ppm con una desviación estandar de 3451.64000 ppm y una diferencia de profundidad de biopsia (DPB) de $-0.54026 \mu\text{m}$ con una desviación estandar de 0.97581 μm . En seguida tenemos al Flúor Fosfato Acidulado al 1.23% en gel que presenta para la DCF 1529.88000 ppm con una desviación de 1226.69000 ppm y para la DPB 0.07558 μm y una desviación de 0.54075 μm . Por último tenemos al Barniz Fluorurado al 5% presenta para la DCF 704.84826 ppm con una desviación de 2706.36000 ppm y para la DPB 0.29393 μm con una desviación de 0.96295 μm .

Para hacer más representativa la relación entre la profundidad de biopsia y el contenido de fluoruro, a partir de la tabla anterior se realizó la gráfica respectiva. (Gráfica 1). En la cual se puede observar con mayor claridad la diferencia en el depósito de fluoruro de cada tratamiento destacando el Flúor Fosfato Acidulado sobre los otros dos

tratamientos seguido por el Barniz Fluorurado, terminando con el Fluoruro de sodio en solución acuosa que como se observa es el tratamiento que menos fluoruro deposita en el esmalte dental.

Para hacer una interpretación más objetiva de los resultados antes presentados se hace necesario aplicar un análisis estadístico.

ANALISIS ESTADISTICO

Este análisis se realizó con el fin de establecer si existe una diferencia significativa en el depósito de fluoruro de antes y después de la aplicación de cada tratamiento y además para establecer si existe diferencia de este efecto entre los diferentes tratamientos.

Debido al diseño experimental, en el cual el grupo problema se toma como su propio grupo control, se inicia con un análisis de medias pareadas en el cual contrastamos las siguientes hipótesis:

Ho: $A-D=0$. No existe efecto de tratamiento de antes y después sobre la variable de respuesta, (contenido de fluoruro o profundidad de biopsia).

Ha: $A-D \neq 0$. Si existe efecto de tratamiento de antes y después sobre la variable de respuesta, (contenido de fluoruro o profundidad de biopsia).

Con el criterio de rechazar Ho si $|t_0| > t_{\alpha/2, n-1}$

Donde a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ $t_{0.025, 13} = 2.1604$.

TABLA II
COMPARACION DE MEDIAS
CONTENIDO DE FLUORURO

TRATAMIENTO	OBS	MEDIA DE DIFERENCIAS	DESVIACION ESTANDAR	t_0
NaF	14	79.1860729	3451.64	0.08583
APF	14	1529.8800	1226.69	4.66640
BF	14	273.968210	2706.36	0.37870

NaF= FLUORURO DE SODIO EN SOLUCION ACUOSA AL 2X
APF= FLUOR FOSFATO ACIDULADO EN GEL AL 1.23X
BF= BARNIZ FLUORURADO AL 5X

TABLA III
COMPARACION DE MEDIAS
PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

TRATAMIENTO	OBS	MEDIA DE DIFERENCIAS	DESVIACION ESTANDAR	t_0
NaF	14	-0.5402664	0.9758123	-2.07159
APF	14	0.0755814	0.5407534	0.52297
BF	14	0.2939393	0.9629543	1.14213

NaF= FLUORURO DE SODIO EN SOLUCION ACUOSA AL 2X
APF= FLUOR FOSFATO ACIDULADO EN GEL AL 1.23X
BF= BARNIZ FLUORURADO AL 5X

En la Tabla II se observan los valores de t_0 para la variable Contenido de Fluoruro, en la cual encontramos que para los tratamientos con NaF y BF, se acepta la hipótesis nula H_0 , mientras que para el tratamiento APF esta hipótesis es rechazada.

Lo anterior nos hace concluir que para los tratamientos con NaF y BF no existe diferencia estadísticamente significativa al respecto de la variable antes citada en el efecto de antes y después. Mientras que para el tratamiento con APF, concluimos que sí existe diferencia estadísticamente significativa al respecto.

La tabla III nos muestra los valores de t_0 para la variable Profundidad de Biopsia, donde encontramos que para todos los casos la hipótesis nula H_0 es aceptada. Por lo que concluimos que, no existe diferencia estadísticamente significativa en el efecto de antes y después para esta variable.

El paso a seguir es el análisis de covarianza, esto para determinar si existe diferencia significativa entre los tres tratamientos tanto para la variable contenido de fluoruro como para la variable profundidad de biopsia. Con la finalidad de comprobar si la diferencia entre medias de grupos es significativa después de haber ajustado los datos iniciales de la variable de respuesta y para eliminar los efectos de la covariable. Este análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico Statistical Analysis System.

Para este análisis se probó la hipótesis nula, para ambas variables, de que la media de (i) es igual a la media de (j).

$$H_0: \text{Media (i)} = \text{Media (j)}$$

TABLA IV
COMPARACION DE TRATAMIENTOS
CONTENIDO DE FLUORURO

PARA T $H_0: \text{MEDIA (i)} = \text{MEDIA (j)} / Pr > T $			
i/j	1	2	3
1		0.0106	0.4520
2	0.0106		0.0008
3	0.4520	0.008	

1= FLUOR FOSFATO ACIDULADO EN GEL AL 1.23X

2= BARNIZ FLUORURADO AL 5X

3= FLUORURO DE SODIO AN SOLUCION ACUOSA AL 2X

TABLA V
COMPARACION DE TRATAMIENTOS
PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

PARA H_0 : MEDIA DE (I) = MEDIA DE (J) $Pr > T $			
I/J	1	2	3
1		0.4296	0.6017
2	0.4296		0.8147
3	0.6017	0.8147	

1= FLUOR FOSFATO ACIDULADO EN GEL AL 1.23X

2= BARNIZ FLUORURADO AL 5X

3= FLUORURO DE SODIO EN SOLUCION ACUOSA AL 2X

Con el criterio de rechazar H_0 si $Pr > |T|$ es menor que 0.005. Tenemos en la Tabla IV que para la variable Contenido de Fluoruro la hipótesis nula se acepta para casi todos los casos excepto en el que se comparan los tratamientos 2 y 3, por lo que podemos concluir que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre el Barniz Fluorurado y la Solución Acuosa de NaF a 2%.

La Tabla V, nos muestra que en todos los casos el valor para $Pr > |T|$ es mayor que 0.005, por lo que se acepta la hipótesis nula y por lo tanto se concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tres tratamientos en cuanto a la variable Profundidad de Biopsia, es decir que los tres tratamiento tienen un efecto semejante en cuanto a incrementar la resistencia al ataque ácido del esmalte dental humano.

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

La discusión de los resultados de esta investigación se hará en dos secciones, la primera se referirá a las tablas y gráfica resultantes así como del diseño experimental utilizado para el estudio (Generalidades) y la segunda estará enfocada al análisis estadístico aplicado.

GENERALIDADES

Debido a que este es un estudio que no depende de diferencias entre grupos, ya que la unidad experimental es la propia unidad de referencia, proporciona la covariable que representa el estado inicial del individuo experimental antes de aplicar los tratamientos en estudio, y permite una interpretación más correcta de los resultados obtenidos.

Las diferencias en el depósito de fluoruro de los diferentes tratamientos, presentados en la Gráfica 1, nos muestran una aparente diferencia entre los tres agentes tópicos estudiados, esta diferencia es la resultante de las características que debe reunir el agente tópico para que logre depositar el fluoruro sobre el esmalte dental, estas características están encaminadas principalmente a mantener el mayor tiempo de contacto del principio activo (fluoruro) con el esmalte dental (30), en este aspecto, es vital mencionar que el tiempo de contacto inicial de los agentes aplicados es de cuatro minutos para todos los casos. Lo anterior nos haría pensar que la solución acuosa lleva la desventaja frente a los otros agentes, ya que precisamente

por ser una solución acuosa, mantiene un tiempo de contacto menor en relación a los otros, puede ser removido incluso por la saliva no permitiendo depositar fluoruro en el esmalte dental, además es muy posible que no logre estar los cuatro minutos iniciales en contacto con el esmalte por el escurrimiento de la solución. El Flúor Fosfato Acidulado, puede mantener un tiempo de contacto más largo que la solución acuosa, esto por su presentación de gel que no es tan fácilmente removido del esmalte, alargando el tiempo de contacto inicial y deposite una mayor cantidad de fluoruro. El agente que lleva la ventaja en este aspecto, es el Barniz Fluorurado ya que por sus componenetes resinosos, al entrar en contacto con el esmalte y la saliva, estas resinas se endurecen formando una cubierta relativamente insoluble la cual no permite que el agente sea removido del esmalte dental y el tiempo de contacto es mayor que el de los agentes anteriormente mencionados y debe ,por lo tanto, depositar una cantidad mayor de fluoruro en el esmalte dental.

Lo anterior, hace suponer que el barniz fluorurado debe ser el agente que mayor cantidad de fluoruro deposite en el esmalte, pero como se observa en la Gráfica 1, es el gel el que deposita mayor cantidad de fluoruro. Esto se debe posiblemente a que el barniz fluorurado presenta un problema de sedimentación del principio activo, el cual fue revelado por un estudio de estabilidad acelerada del barniz realizado paralelamente a esta investigación, lo que impide su distribución homogénea entre los componentes del barniz y esto haya provocado que la cantidad de principio activo no

fuera la más adecuada al momento de aplicar el agente, a pesar de tener un tiempo de contacto más prolongado que los otros agentes no haya podido depositar la cantidad de fluoruro satisfactoriamente. Sin embargo, estudios anteriores (16), nos muestran que el barniz deposita alrededor de 2000 ppm de fluoruro sobre el esmalte dental, es importante mencionar que en el estudio al que nos referimos, el barniz no se confrontó con otros agentes tópicos. Otro estudio realizado con un barniz de fabricación cubana el cual se confrontó con los mismos agentes que en el presente estudio, nos reporta un depósito de fluoruro de alrededor de 131 ppm. (30).

La hipótesis planteada para este trabajo establece que: No existe diferencia en el incremento de fluoruro depositado en el esmalte dental; después de la aplicación tópica, *in vivo*, de flúor fosfato acidulado al 1.23% en gel; fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa y un barniz fluorurado. Sin embargo, esta hipótesis es rechazada ya que se logró establecer que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre el barniz fluorurado y la solución acuosa. Obteniéndose resultados similares al de un estudio realizado anteriormente. (30)

En cuanto a la profundidad de biopsia, como se observa en el análisis estadístico de medias pareadas, no existe una diferencia estadísticamente significativa en el efecto de antes y después, siendo que en estudios anteriores sí se observa diferencia significativa sobre este efecto (16) (29). Mientras que el análisis de covarianza revela que no existe

diferencia estadísticamente significativa en el hecho de disminuir la de profundidad de biopsia al comparar los tres tratamientos. Resultado similar al obtenido en el estudio realizado con un barniz cubano (29). Esta variable está determinada por la reacción del fluoruro con los componentes del esmalte, es decir que puede depositarse como fluoruro de calcio o como fluoroapatita, las cuales son moléculas con características muy similares, que les permite la protección del esmalte dental, pero que la primera se pierde con mayor facilidad puesto que no tiene la característica de reformarse como la fluoroapatita que le confiere al esmalte dental una cierta resistencia al ataque ácido, ya que está formada por cristales más perfectos, más estables y más resistentes a la disolución ácida, la formación de esta fluoroapatita es promovida por el tiempo de contacto del agente tópico con el esmalte. (31)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Este análisis nos permitió establecer si en realidad existe una diferencia significativa en el efecto de tratamiento después de aplicar los agentes tópicos estudiado, también nos ayudó a establecer si existe una diferencia significativa en el efecto de tratamiento entre los tres agentes tópicos aplicados. Esto se logró gracias a la aplicación de una serie de análisis consecutivos.

Además hace que los resultados sean más confiables puesto que dentro de esta serie de análisis se incluyen al contenido de flúor y profundidad de biopsia de antes de cada

tratamiento como variables concomitantes, lo que nos permite eliminar la variabilidad biológica de los sujetos sometidos al estudio.

Gracias a ésto se logro establecer una interpretación más correcta de los resultados, puesto que estos a simple vista no permitian hacer una interpretación de los mismos.

A partir de un análisis de medias pareadas se estableció; refiriendonos a la variable contenido de fluoruro que para los agentes NaF 2% en solución acuosa y Barniz Fluorurado no existe diferencia estadísticamente significativa en el efecto de tratamiento de antes y después, mientras que para el APF en gel, si existió diferencia estadísticamente significativa para este efecto. Respecto a la profundidad de biopsia, en todos los casos no existió diferencia estadísticamente significativa sobre el efecto de tratamiento de antes y después. Resultados que no concuerdan con estudios similares realizados anteriormente. (16) (30)

Por último a través de un análisis de covarianza; se logró establecer que para la primer variable mencionada, que si existe diferencia estadísticamente significativa entre el barniz fluorurado y la solución acuosa. Para la profundidad de biopsia, se estableció que no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. Un estudio realizado con un barniz cubano, reporta resultados similares. (30)

IX. CONCLUSIONES

Se establece que los tres agentes tópicos fluorurados estudiados cumplen su cometido de incrementar el contenido de fluoruro en el esmalte dental después de su aplicación.

Los agentes tópicos estudiados tienen un efecto similar en cuanto a incrementar la resistencia al ataque ácido.

Se establece que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre el barniz fluorurado y la solución acuosa.

X. RECOMENDACIONES

Implementar un estudio de validación para la técnica de toma de biopsia.

Eliminar el uso de puntas de papel para secar el área de toma de biopsia, para evitar la obstrucción de los capilares del equipo de absorción atómica.

Se recomienda una reformulación del barniz fluorurado, para solucionar el problema de sedimentación del principio activo.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Aasenden, R.; Brudevold, F. The response of intact and experimentally altered human enamel to topical fluoride. *Archs oral Biol.* 1968; 13: 543.
2. Brudevold, F.; McCann, H. G. The chemistry of caries inhibition problems and challenges in topical treatments. *J. dent. Res.* 1967; 46: 37.
3. Cartwright, H. V.; Lindahl, R. L. Clinical findings on the effectiveness of stannous fluoride and acid phosphate fluoride as caries-reducing agents in children. *J. dent. Child.* 1968; 35: 36.
4. Ekstrand, J.; Lindgren, L. Pharmacokinetics of fluoride gels in children. *Caries Res.* 1981; 15: 208.
5. Legutina, N. J. Clinical evaluation of home fluoride containing varnish. *Quintessence int.* 1978; 9: 63.
6. Wei, S. H. Y.; Connors, C. W. Fluoride uptake and retention in vivo following topical fluoride applications. *J. dent. Res.* 1983; 62: 830.
7. Alvesalo, I.; Reisine S. Effects of fluoride and regular dental care on personal dental expenditures of young adults in Finland. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1982; 10: 15-22.
8. Bruun C.; Billie J. Three-year caries increments after fluoride rinses or topical applications with a fluoride varnish. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1985; 13: 299-303.
9. Holm. A.K. Effect of a fluoride varnish (Durapat^R) in preschool children. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1979; 7: 241-245.

10. Gordon N. Caries Dental. Aspectos Basicos y Clinicos. Editorial El manual Moderno. México. 1985. pp 12-13, 227-231.
11. Flaschka H. A. Química Analítica Cuantitativa. vol 1. Editorial C.E.C.S.A. México. 1985. pp 503-516.
12. Fischer R. B. Analisis Químico Cuantitativo. Editorial Interamericana. México. 1981. pp 403-436.
13. Ayres G. H. Analisis Químico Cuantitativo. Editorial Harla. México. 1970. pp 501-510.
14. Skoog D. A. Fundamentos de Química Analítica. 5a Edición. Editorial Reverté. México. 1988. pp 769-782.
15. Morales G. M. T. Optimización del Proceso de Fabricación y Estudios de Estabilidad para la Formulación de un Barniz Dental con Flúor. Tesis de Licenciatura para la Carrera de Q.F.B. FES Zaragoza. UNAM. 1992.
16. Amado E. A. Determinación de Flúor *in vivo* en Esmalte Dental Humano Posterior a la Aplicación de un Barniz con Fluoruro de Sodio al 5 %. Tesis de Licenciatura para la Carreara de Q.F.B. FES Zaragoza. UNAM. 1993.
17. Juarez S. N. A. Desarrollo de una Técnica de Biopsia por Ataque Acido y Determinación de Flúor, Magnesio, Plomo y Zinc Cómo Elementos Trazas en Esmalte Dental Humano. Tesis de Licenciatura para la Carrera de Q.F.B. ENEP Zaragoza UNAM. 1990.
18. Arreola R. M. M., Torres G. E. G. Cuantificación de Flúor, Magnesio, Zinc y Plomo *in vivo* En Esmalte Dental Humano de Dientes Permanentes, Mediante una Técnica de Biopsia por Ataque acido. Tesis de Licenciatura para la Carrera de Q.F.B. FES Zaragoza UNAM. 1992.

19. SSA. Morbilidad Bucal en Escolares del Distrito Federal. Talleres Graficos de la Nación. México 1980. pp 13-15.
20. Clark, D. C. A review on fluoride varnishes: an alternative topical fluoride treatment. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1982; 10: 117-23.
21. Kolemäinen, L. Evaluation of a fluoride-containing varnish in children with low caries incidence. *Scand. J. Dent. Res.* 1981; 89: 228-34.
22. Ripa L. W. Professionally (operator) applied topical fluoride therapy; a critique. *Int. Dent. J.* 1981; 31:105-20.
23. Fejerskov O. Rational use of fluorides in caries prevention, a concept based on possible cariostatic mechanisms. *Acta Odontol. Scand.* 1981; 39: 241-49.
24. Horowitz, H. S. A review of systemic and topical fluorides for the prevention of dental caries. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1973; 1: 104-14.
25. Koch, G. Caries-preventive effect of a fluoride-containing varnish (Durapat^R) after 1 year's study. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1975; 3: 262-66.
26. Koch, G. Effect of sodium fluoride in dentifrice and mouthwash on incidence of dental caries in school-children. *Odontol. Revy.* 1967; 18: suppl. 12.
27. Patterson, L. G. *In vivo* fluorine uptake in human enamel following treatment with a varnish containing sodium fluoride. *Odontol. Revy.* 1975; 26: 255-66.
28. Stamm, J. W. Fluoride uptake from topical sodium fluoride varnish measured by *in vivo* enamel biopsy. *Can. Dent. Assoc. J.* 1974; 40: 501-505.

29. De la Cruz C., Juarez S., Castillo G., Pérez V. Desarrollo de una técnica de biopsia de esmalte dental humano. *Revista ADM.* 1992; 69: (1): 48-51.
30. Gonzalez Aranda L. R. Evaluación del Deposito de Flúor de Tres Agentes Tópicos Fluorurados en una Población de Niños Mexicanos, Estudio *in vivo*. Tesis de Licenciatura para la Carrera de Q.F.B. FES Zaragoza UNAM 1993.
31. Björg, T. Fluoride Uptake by Enamel Surfaces, Root Surfaces and Cavity Walls Following Application of a Fluoride Varnish *in vitro*. *Caries Res.* 1984 14: 315-323.

A N E X O

ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA

GÉNERALIDADES.

Los métodos espectroscópicos de análisis se basan en la medida de la radiación electromagnética emitida o absorbida por la materia. Los métodos de *emisión* utilizan la radiación emitida cuando un analito es excitado por energía térmica, eléctrica, o energía radiante. Los métodos de *absorción*, por el contrario, están basados en la disminución de la potencia (o atenuación) de la radiación electromagnética como consecuencia de la absorción que se produce en su interacción con el analito. Los métodos espectroscópicos se consideran como uno de los mejores y más utilizadas técnicas instrumentales a disposición del científico, para la obtención de información tanto cuantitativa como cualitativa.

Los métodos espectroscópicos se clasifican según la región del espectro electromagnético que está implicada; siendo las más importantes las regiones de rayos X, ultravioleta, visible, infrarrojo, microondas y radiofrecuencia.

En el análisis por Absorción Atómica, el elemento a cuantificar debe ser introducido a la celda de la muestra como átomos libres y neutros, a través de la celda pasa el haz de radiación que va a ser absorbida por la muestra. Este proceso se logra llevando una solución de la muestra como fina niebla a una llama apropiada, la cual desempeña la función de una celda conteniendo los átomos del elemento a cuantificar.

El átomo de cualquier elemento está formado por un núcleo rodeado por electrones en un número determinado por su número atómico, estos electrones se encuentran distribuidos en los orbitales atómicos de acuerdo a la configuración electrónica ($1s^2, 2s^2, 2p^6, \text{etc.}$), la energía más baja corresponde a la configuración electrónica más estable, en la cual los electrones están en el orbital que les corresponde y se conoce como *estado basal*, cuando el átomo absorbe energía un electrón de algún orbital puede ser promovido a un orbital más alejado del núcleo y pasar al *estado excitado*, este estado es de alta energía, es inestable y el electrón retorna espontáneamente a su orbital original o *estado basal* emitiendo energía, se hace notar que la energía absorbida involucra la Espectroscopía de Absorción y el paso de decaimiento o retorno al estado basal involucra la Espectroscopía de Emisión. ver Figura 1.

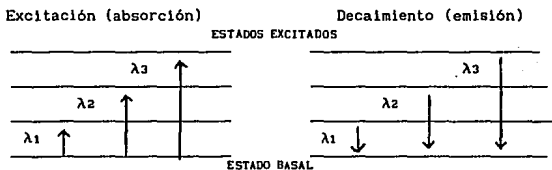


Figura 1.

El espectro de absorción y de emisión de un elemento como átomo neutro consta de una serie de líneas finas bien definidas por su longitud de onda y su energía, estas líneas

proviene de las diferentes transiciones de electrones.

La longitud de onda de la energía absorbida o emitida es directamente proporcional a la transición electrónica que se efectúa, como cada elemento posee un número de electrones único y en una distribución electrónica también única. El espectro de absorción o de emisión también es único para cada elemento, estas longitudes de onda en Absorción Atómica se conocen como "Lineas de Resonancia".

El proceso de excitación (absorción de energía) y de decaimiento al estado basal (emisión de energía) origina las tres técnicas de la Espectroscopia atómica:

Absorción Atómica

Emisión Atómica

Fluorescencia Atómica

en los tres casos es necesario llevar al elemento a cuantificar a su estado atómico, en este estado es posible medir los cambios en la energía absorbida o emitida y aplicar ese valor a métodos analíticos.

Un requerimiento importante para que el proceso de absorción atómica sea efectivo y resulte de utilidad es que la mayoría de los átomos presentes en la muestra se encuentren en el estado basal, como átomos neutros y libres, y que la cantidad de átomos excitados o ionizados por la flama sea despreciable.

El análisis cuantitativo por Absorción Atómica se basa en el conocimiento de la cantidad de energía absorbida y su relación directa con la concentración del elemento a cuantificar. Se hace notar que esta energía absorbida tiene

asociada una longitud de onda o línea de resonancia típica para cada elemento.

La radiación que proviene de la fuente con una intensidad I_0 , es dirigida hacia la flama (celda) que contiene átomos en estado basal, la radiación que emerge I , se ve disminuida en función de la concentración de átomos presentes en la flama. esta radiación I pasa a través del monocromador y finalmente llega al detector en donde es medida. Figura 2

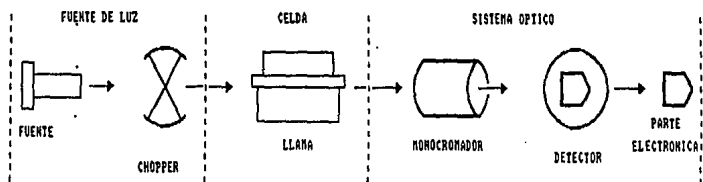


Figura 2.

En el análisis cuantitativo se determina la variación $I_0 - I$, empleando los siguientes terminos para definirla y cuantificarle:

Transmitancia: Se define como la razon de la intensidad final respecto a la inicial $T = I / I_0$ es un indicio de la fracción de radiación que pasa a través de la flama y llega al detector.

Porcentaje de transmisión: Se define como $\%T = 100(I/I_0)$

la transmitancia se da en terminos de %.

Porcentaje de absorción: Define el % de la intensidad de la radiación inicial que es absorbida en la flama. $\%A=100-\%T$.

Absorbancia: Es el termino mas conveniente para caracterizar la absorción de la radiación en Absorción Atómica, guarda relación lineal con la concentración.

$$A = \log (I_0/I)$$

$$A = (a)(b)(c)$$

Donde:

a = Coeficiente de absorción, es una constante para un mismo elemento.

b = Longitud de la celda.

c = Concentración de las especies absorbentes (átomos del elemento a cuantificar).

de una manera simple nos relaciona directamente la Absorbancia medida en el instrumento con la concentración de las especies absorbentes para una serie de condiciones constantes en la manipulación de las muestras y en el equipo.

La aplicación practica de esta relación consiste en determinar la absorbancia de una serie de soluciones patrón de concentración conocida (curva de calibración), construir una gráfica que nos relacione estas dos variables y en esta gráfica interpolar el valor de absorbancia de una muestra de concentración desconocida para obtener su valor. (14)