

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
UNIDAD UNIVERSITARIA DE INVESTIGACION EN CARIOLOGIA



EVALUACION DEL DEPOSITO DE FLUOR DE TRES AGENTES TOPICOS FLUORURADOS EN UNA POBLACION DE NIÑOS MEXICANOS ESTUDIO IN VIVO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
LILIA REMEDIOS GONZALEZ ARANDA

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

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

INDICE

INTRODUCCION	1
I. FUNDAMENTACION DEL TEMA	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
III. OBJETIVOS	8
IV. HIPOTESIS	9
V. MATERIAL Y EQUIPO	10
VI. METODOLOGIA	13
A. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGIA.....	14
B. TECNICA DE BIOPSIA DE ESMALTE DENTAL HUMANO ...	15
C. ANALISIS QUIMICO	17
1. Determinación de Calcio	17
2. Determinación de flúor	18
C. CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE BIOPSIA.....	19
VII. RESULTADOS	20
A. CONSIDERACIONES GENERALES	20
B. RESULTADOS ESTADISTICOS	28
1. Estadística Básica	28
2. Análisis Univariado de Covarianza	31
3. Análisis de Varianza Multivariado	40
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS	42
IX. CONCLUSIONES	50

X. RECOMENDACIONES	51
XI. BIBLIOGRAFIA	52

INTRODUCCION

Este proyecto forma parte de un conjunto de investigaciones, relativas a la prevención de caries que ha impulsado la Unidad Universitaria de Investigación en Cariología UNAM-ISEM.

El presente trabajo tiene el objetivo de medir el potencial preventivo de un barniz fluorurado desarrollado en Cuba, en terminos de su capacidad para depositar flúor en la superficie del esmalte *in vivo*, valorando su comportamiento frente a medidas tradicionales tales como el fluoruro de sodio (NaF) al 2% en solución acuosa y al flúor fosfato acidulado (APF) 1.23% en gel.

Las mediciones se efectuaron a través de la técnica de biopsia de esmalte dental establecida por De la Cruz y cols. (28), antes y después de la aplicación tópica de los agentes mencionados. Se determinó de manera directa el incremento de flúor en la superficie del esmalte y de forma indirecta el incremento de la resistencia de este tejido al ataque ácido.

Las determinaciones se realizaron a nivel del tercio

medio de incisivos centrales de escolares de 8 y 9 años de edad del Mpio. de Cd. Nezahualcoyotl.

En los resultados obtenidos se observó que después de haber aplicado cada uno de los agentes tópicos fluorurados, hubo realmente un incremento de contenido de flúor en la superficie del esmalte, así como también se incrementó la resistencia al ataque ácido (disminución de la profundidad de biopsia).

No obstante, los resultados reflejan que no hay diferencia significativa de profundidad de biopsia entre los tres tratamientos.

De los tres agentes tópicos evaluados que se mencionaron anteriormente el que depositó mayor cantidad de flúor fue el barniz fluorurado.

I. FUNDAMENTACION DEL TEMA

Se puede afirmar que el mecanismo básico del efecto preventivo del flúor tópico aún no está bien definido. Sin embargo, se reconoce que la capacidad preventiva de estos agentes depende entre otros factores, de la habilidad que presentan para depositar flúor en la superficie del esmalte (11, 12, 13, 14, 15).

Generalmente se acepta, que cuando el flúor reacciona con el esmalte se obtiene como resultado la formación de fluoruro de calcio (CaF_2) y fluoroapatita en cantidades diferentes de acuerdo a la concentración de flúor en la solución aplicada.

Concentraciones altas como el caso del fluoruro de sodio (NaF) al 2% , de flúor fosfato acidulado al 1.23% y del barniz fluorurado elaborado en Cuba, cuya concentración está especificada al 5%, predisponen, principalmente, a la formación de fluoruro de calcio (CaF_2) (18, 19); esta substancia tiende a ser eliminada en el termino de las primeras 24 horas posteriores al tratamiento (20, 13, 21). Sin embargo, el CaF_2 remanente

probablemente se transforme en fluoroapatita (Spinelli y cols. 1971; op cit 30) debido a un pH bajo (22, 23).

Estudios recientes (16, 24) sugieren que la inhibición de caries a través de flúor tópico esta relacionada a la disposición de este elemento en lesiones incipientes con una función básicamente remineralizadora vía CaF_2 . Se especula, que esta sal soluble *in vivo*, parece estar protegido por una capa de proteína en la superficie de los dientes, esta fase sólida puede ser de algún significado clínico, debido a que el CaF_2 es relativamente resistente al ácido. Esta sal permanece en boca cuatro meses o más.

Por otra parte, existen investigaciones que fundamentan la transformación del CaF_2 en fluoroapatita teniendo como principios: i) el aislamiento de la reacción F-esmalte del medio oral y ii) el incremento del tiempo de exposición del esmalte al flúor (17, 25). Tal es el caso del barniz que nos ocupa en la presente investigación.

De esta forma la cantidad y, por supuesto, la calidad del flúor depositado después de la aplicación tópica de este elemento, define en gran medida, aunque no

de manera categórica, el potencial preventivo de estos agentes.

En la revisión de la literatura encontramos que se realizó un estudio a nivel cualitativo (1), antes y después de su aplicación en relación al incremento de la resistencia del esmalte al ataque ácido por medio de una técnica de tipo colorimétrico. Sin embargo, no ha sido evaluado en relación a la cantidad de flúor que es capaz de depositar en la superficie del esmalte, que de hecho, representa una medición mas precisa en relación a la técnica colorimétrica antes mencionada.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De esta forma, el problema se plantea en terminos de la carencia de información cuantitativa al respecto del depósito de flúor en la superficie del esmalte después de la aplicación del barniz fluorurado, objeto de estudio de la presente investigación. Los otros agentes fluorurados están debidamente documentados al respecto en la literatura y se incluyen en el presente estudio debido a que representan las medidas tradicionalmente adoptadas en los programas de salud pública no solo de México sino a nivel internacional.

Basados en la información disponible, podría suponerse que la cantidad de flúor que se mantiene en la superficie del esmalte, una semana después de la aplicación tópica del barniz fluorurado, objeto de este estudio, es superior a la que se mantiene después del mismo período, como efecto de la aplicación de NaF al 2% en solución acuosa o bien como resultante de la aplicación de APF al 1.23% en gel. Sin embargo, la reducción en la incidencia de caries es similar a la reportada en la literatura por la

aplicación de las medidas tradicionales incluidas en el presente estudio (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

III. OBJETIVOS

A. Evaluar 3 agentes tópicos fluorurados mediante la cuantificación del depósito de flúor en esmalte dental humano.

B. Evaluar el incremento de la resistencia del esmalte dental humano al ataque ácido por efecto de la aplicación de flúor fosfato acidulado al 1.23% en gel; fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa y de un barniz fluorurado al 5% .

IV. HIPOTESIS

No existe diferencia de efecto de tratamiento en relación al depósito de flúor en esmalte dental humano después de la aplicación tópica, *in vivo*, de fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa, de flúor fosfato acidulado al 1.23% en gel y de fluoruro de sodio al 5% en barniz.

V. MATERIALES Y EQUIPO

A. Técnica de Profilaxis

Legra de dos extremos

Hoz modificada de dos extremos

Espejo bucal

Explorador

Contra angulo de profilaxis

Copas y cepillos para pulir

Seda dental

Pasta de pulimento sin flúor

Motor de baja velocidad FOREDOM

B. Aplicación tópica

NaF al 2% en solución acuosa

APF al 1.23% en gel ORAL B GEL II COOPER LAUZIER

Barniz fluorurado al 5% PROFILAC C

Rollos de algodón

Hisopos de algodón

Hilo de seda dental

C. Biopsias de esmalte

Cronómetro GLADOX

Perforadora IVORY

Frascos de polietileno de 50 ml. con tapa

Micropipetas de 5 μ l BRAND

Pinzas para algodón

Cinta adhesiva impermeable SEDASIVA BDF

Puntas de papel CABMO-DENT

a. Soluciones

Acido clorhídrico 1.4 N en glicerol al 70%

Glicerol al 70 %

Agua desionizada

D. Análisis químico de las muestras

1. Material de vidrio

Pipetas graduadas de 10, 5, y 1 ml 1/10 PYREX

Pipetas graduadas de 1 ml 1/100 PYREX

Pipetas volumétricas de 1, 2, 3, 4, 5, 10, y 25 ml.
PYREX

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

Bureta de 10 ml. PYREX

Vasos de precipitados de 50, 100, 250, 500 y 1000 ml
PYREX

Vasos de precipitados de plástico de 100 y 250 ml
IMSA

Probetas de 25, 100, y 500 ml. PYREX

2. Reactivos

Fluoruro de sodio TECNICA QUIMICA S. A.

Oxido de lantano TECNICA QUIMICA S. A.

Cloruro de sodio TECNICA QUIMICA S. A.

Estándar de calcio MERCK

Hidróxido de sodio J T BAKER

Acido acético J. T. BAKER

Acido perclórico J. T. BAKER

Acido clorhídrico J T. BAKER

Glicerol J. T. BAKER

E. Equipo

Balanza analítica SARTORIUS 2842

Espectrofotómetro de absorción atómica

PYE UNICAMP SP190

Potenciometro BECKMAN Modelo 3500

Electrodo específico para flúor ORION

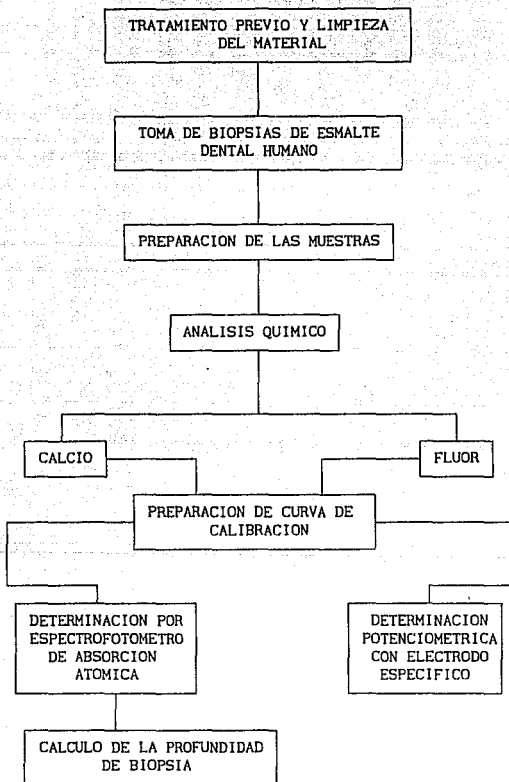
Electrodo de referencia CORNING

VI. METODOLOGIA

La investigación se llevo a cabo en una población de 45 escolares de la faja etaria de 8 a 9 años del Estado de México, que se distribuyeron completamente al azar y de manera proporcional en tres grupos, cada uno de los cuales recibió un tratamiento a base de un agente tópico fluorurado de acuerdo a la técnica de Knutson (26).

Así mismo, se llevaron a cabo las determinaciones cuantitativas de flúor antes y una semana después del tratamiento a partir de biopsias de esmalte obtenidas *in situ*, del incisivo central derecho o izquierdo, y siempre a nivel del tercio medio. La medición inicial se realizó siempre en el lado mesial de la cara vestibular. La medición que se efectuó una semana después se tomó en el lado distal de la misma cara. La técnica de biopsia se ejecutó de acuerdo a la técnica establecida por De la Cruz y cols. 1991.

A. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGIA



B. *TECNICA DE BIOPSIA DE ESMALTE DENTAL HUMANO*

1. *Se limpia la superficie del esmalte con pasta profiláctica para eliminar las sustancias adheridas a ésta; puliendo lentamente con un cepillo y copa de hule.*

2. *Se coloca una cinta aislante de 4 por 8 mm con una perforación previa de 2 mm de diámetro sobre esmalte sano a nivel del tercio medio del ecuador del diente.*

3. *Se aplicaran 5 µl de una solución 1.4 N de HCl en glicerol al 70% sobre el esmalte expuesto a través de la perforación por espacio de 45 segundos (seg).*

4. *Se aspira la solución transcurrido el tiempo preestablecido se deposita en un frasco previamente identificado para cada muestra, el cual contiene 500 µl de agua desionizada.*

5. *La superficie expuesta se seca con una punta de papel y se transfiere al frasco muestra.*

6. Se aplican 5 μ l de glicerol al 70 % sobre la superficie expuesta.

7. La solución mencionada se aspira y deposita en el frasco muestra.

8. La superficie expuesta se seca con una punta de papel y se transfiere al frasco muestra.

9. Cada punta de las micropipetas se lava con 5 μ l de agua desionizada para eliminar el remanente de la solución utilizada, depositandose en el frasco muestra correspondiente.

10. Finalmente y como parte de la preparación de la muestra se adicionan 500 μ l de agua desionizada al frasco obteniendose un volumen total de 1.2 ml; a partir del cual se llevaran a cabo las determinaciones de calcio (Ca) en espectrofotómetro de absorción atómica y de flúor (F) por electrometría

C. ANALISIS QUIMICO

1. Determinación de Ca

a. Preparación de las muestras

Al volumen total de cada frasco muestra se le adicionan 500 μ l de una solución 0.8 N de ácido perclórico y 3.5 ml de una solución buffer (TISAB ph 5.5) obteniendose un volumen total de 5.02 μ l; de éste se toma una parte alícuota de 2ml para la determinación de flúor y el volumen restante para la determinación de calcio. Para la cuantificación de calcio se tiene un volumen de 3.02 ml , al cual se adiciona 1 ml de una solución de lantano al 4% a cada muestra con la finalidad de evitar la probable interferencia de fósforo. Las determinaciones se efectuaran en un espectrofotómetro de absorción atómica Pye Unicam SP-192.

b. Preparación de la curva de calibración

Soluciones patrón y blanco. Realizar las diluciones necesarias para preparar soluciones

de concentración conocida a partir de una solución patrón concentrada (1000 ppm) para obtener soluciones de 0.5 , 0.75 , 1.0 , 2.0 , 3.0 y 4 ppm de Ca. 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 se leen en un espectrofotómetro de absorción atómica para la determinación cuantitativa del elemento.

2. Determinación de flúor

a. Preparación de la muestra

Las lecturas de fluoruro se efectuaran en muestras de dos ml. las cuales se llevaran a un volumen de 5 ml. con agua desionizada, adicionandoles una cantidad equivalente de solución amortiguadora TISAB (PH 5.5).

b. Preparación de la curva de calibración

Soluciones patrón y blanco La determinación de este ion se hace a partir de su forma aniónica (F). Preparar una solución patrón

0.1 M de fluoruro de sodio y a partir de ésta, efectuar las diluciones correspondientes para obtener soluciones de concentración 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , y 10^{-6} N. De cada una de estas soluciones tomar una alícuota de solución amortiguadora de TISAB (ph 5.5) mezclar y proceder a leer potenciométricamente por medio de un electrodo específico para fluoruro.

D. CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

El esmalte extraído en cada biopsia se calcula a partir de la concentración de Ca, asumiendo que su contenido por unidad dental es de 37.4 % (Soremark y Samsahl 1961; op cit. Bruun, 1973 [27]) y dado que la profundidad de las biopsias está relacionado con la cantidad de esmalte extraído es factible su cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$\mu\text{m} = \text{we} / \delta A$$

donde:

we = peso de esmalte extraído

δ = densidad del esmalte

A = área de esmalte expuesto

VII. RESULTADOS

A. CONSIDERACIONES GENERALES

Los resultados obtenidos en la presente investigación antes y después de la aplicación de los agentes tópicos fluorurados se muestran en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente. Las variables manejadas fueron contenido de flúor en el esmalte dental y resistencia al ataque ácido.

En cada una de estas tablas se muestran los valores de sumatoria de los datos ($\sum_{i=1}^n$), la media (\bar{X}) y la desviación estándar (s).

Los valores de la media de las profundidades de biopsia obtenidos antes y después de la aplicación de fluoruro de sodio al 2% en solución acuosa son 3.040088 μm y 2.9681647 μm respectivamente. Para flúor fosfato acidulado en gel al 1.23% son 3.73853 μm y 3.21076 μm y para el barniz fluorurado al 5% son 3.80050 μm y 3.02210 μm en

los resultados obtenidos se observa que existe un incremento de la resistencia del esmalte al ataque ácido ya que disminuyó la profundidad de biopsia después de haber aplicado cada uno de los agentes tópicos mencionados anteriormente.

Al comparar los valores de las medias del contenido de flúor antes y después de la aplicación de los agentes tópicos fluorurados, los resultados revelaron que en cada uno de los tratamientos se logró incrementar la cantidad de fluoruro en el esmalte, de acuerdo con los siguientes datos para el NaF en solución acuosa al 2% el contenido de flúor antes y después de su aplicación son de 449.62387 ppm y 515.90047 ppm respectivamente. Para el APF en gel al 1.23% las medias son 525.93873 ppm y 645.3884 ppm y para el barniz fluorurado son 329.8874 ppm y 461.7884 ppm.

En las gráficas 1, 2, y 3 se pueden apreciar dos aspectos relevantes: uno de ellos es la relación entre ambas variables de respuesta, esto es que a medida que aumenta el contenido de flúor disminuye la profundidad de biopsia y visceversa. Y el segundo, es el incremento del contenido de flúor y de la resistencia al ataque ácido del esmalte después de la aplicación de los agentes tópicos.

TABLA 1

PROFUNDIDAD DE BIOPSIA Y CONTENIDO DE FLUOR
 ANTES Y DESPUES DE LA PLICACION DE
 UN BARNIZ FLUORURADO AL 5%.

UNIDAD EXPERIMENTAL	PROFUNDIDAD BIOPSIA ANTES	PROFUNDIDAD BIOPSIA DESPUES	CONTENIDO DE FLUOR ANTES	CONTENIDO DE FLUOR DESPUES
1	3.33675	2.80409	497.84722	685.57102
2	4.13574	3.33675	382.58225	576.13072
3	4.10018	3.77773	317.62018	418.83859
4	4.10018	3.45528	367.56405	457.92512
5	4.10018	4.10018	425.36130	497.84222
6	3.77773	3.45528	398.93766	504.75167
7	4.74489	4.10018	350.10060	425.36130
8	4.50883	2.93197	356.72299	458.25803
9	2.93197	2.40635	331.50074	519.59012
10	3.98321	3.45759	245.77426	297.76333
11	3.98321	1.88073	370.39175	751.30796
12	2.93197	2.93197	207.66346	336.17629
13	2.93197	2.40635	164.55290	219.10784
14	3.45759	2.40635	241.68322	301.10784
15	3.98321	1.88073	290.00913	468.48430
Σ	57.00761	45.33153	4948.311	6926.826
σ	0.5460016	0.7007665	84.82608	138.6909
\bar{X}	3.8005	3.02210	329.8874	461.78848

FUENTE: DIRECTA, BIOPSIAS TOMADAS DE INCISIVOS CENTRALES DE ESCOLARES DE 8 A 9 AÑOS DEL HPIO. DE CD. NEZAHUALCOYOTL.

TABLA 2

**PROFUNDIDAD DE BIOPSIA Y CONTENIDO DE FLUOR
ANTES Y DESPUES DE LA APLICACION DE
FLUOR FOSFATO ACIDULADO EN GEL AL 1.23%**

UNIDAD EXPERI- MENTAL	PROFUNDIDAD BIOPSIA ANTES	PROFUNDIDAD BIOPSIA DESPUES	CONTENIDO DE FLUOR ANTES	CONTENIDO DE FLUOR DESPUES
1	4.42263	4.10018	429.31388	574.94304
2	4.10018	4.10018	522.60223	751.62344
3	3.45528	2.81038	418.83859	563.00575
4	4.10018	3.45528	340.76522	375.61122
5	4.10018	3.45528	357.76422	446.58037
6	4.10018	4.10018	461.66823	529.93111
7	4.74508	3.13283	394.34851	484.67557
8	5.06753	4.10018	542.58305	613.25961
9	4.10018	3.13283	710.12114	932.03612
10	2.16547	2.16547	735.97778	848.81681
11	2.40635	2.40635	620.57765	684.03891
12	3.45759	3.45759	536.25479	667.70722
13	3.98321	2.40635	730.67542	767.12501
14	2.93197	2.40635	530.52728	651.53504
15	2.93197	2.93197	556.98331	789.93748
Σ	56.07798	48.1614	7889.081	9680.826
σ	0.803243	0.6647711	125.1978	149.84989
\bar{x}	3.73853	3.21076	525.93873	645.3884

FUENTE: DIRECTA, BIOPSIAS TOMADAS DE INCISIVOS CENTRALES DE ESCOLARES DE 8 A 9 AÑOS DEL MPIO. DE CD. NEZAHUALCOYOTL.

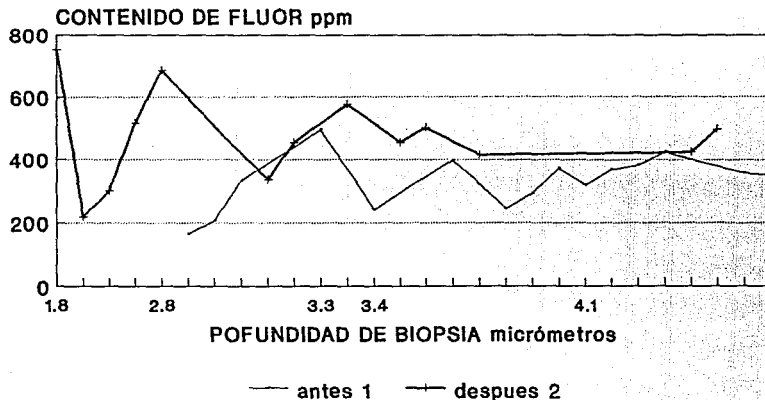
TABLA 3

**PROFUNDIDAD DE BIOPSIA Y CONTENIDO DE FLUOR
ANTES Y DESPUES DE LA APLICACION DE
FLUORURO DE SODIO EN SOLUCION ACUOSA AL 2%.**

UNIDAD EXPERIMENTAL	PROFUNDIDAD BIOPSIA ANTES	PROFUNDIDAD BIOPSIA DESPUES	CONTENIDO DE FLUOR ANTES	CONTENIDO DE FLUOR DESPUES
1	3.86941	3.86941	434.67384	446.58037
2	3.33675	2.00510	385.89790	468.85794
3	3.77773	2.81038	457.92512	591.09118
4	4.42263	4.42263	468.85794	529.93111
5	4.43263	4.27853	425.36130	504.75167
6	3.77773	3.45528	385.89991	446.58037
7	4.42263	3.77773	353.45244	505.05758
8	4.27853	3.45528	327.81043	425.36130
9	3.13283	2.16547	492.24683	644.24216
10	2.48793	2.48793	845.56976	887.75089
11	2.81038	2.81038	494.56731	508.49432
12	2.81038	2.48793	343.85195	361.61506
13	2.16547	2.16547	291.40455	364.22626
14	3.13283	2.81038	537.31566	608.71217
15	2.16547	1.52057	429.52184	445.25649
Σ	51.01333	44.52247	6744.358	7738.507
σ	0.780465	0.8415196	126.46173	126.84015
X	3.40088	2.9681647	449.62387	515.90047

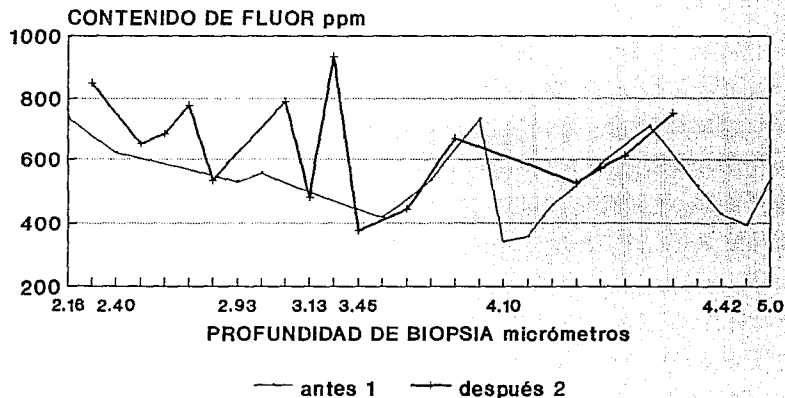
FUENTE: DIRECTA, BIOPSIAS TOMADAS DE ICISIUDS CENTRALES DE ESCOLARES DE 8 A 9 AÑOS DEL MPIO. DE CD. NEZAHUALCOYOTL.

BARNIZ FLUORURADO AL 5% PROFUNDIDAD DE BIOPSIA Y CONTENIDO DE F- ANTES Y DESPUES DE SU APLICACION.



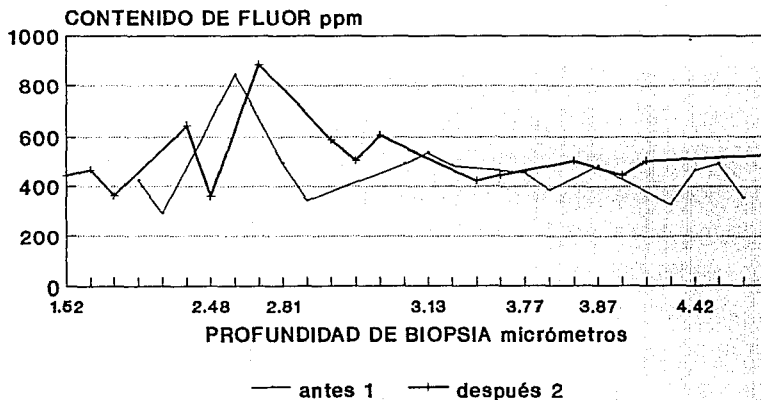
FUENTE DIRECTA DE INCISIVOS CENTRALES DE
ESCOLARES DE 8 A 9 AÑOS DEL MPIO. DE CD.
NEZAHUALCOYOTL.

APF EN GEL AL 1.23% PROFUNDIDAD DE BIOPSIA Y CONTENIDO DE F ANTES Y DESPUES DE SU APLICACION



FUENTE DIRECTA DE INCISIVOS CENTRALES DE
ESCOLARES DE 8 A 9 AÑOS DEL MPIO. DE CD.
NEZAHUALCOYOTL.

NaF EN SOLUCION ACUOSA AL 2% PROFUNDIDAD DE BIOPSIA Y CONTENIDO DE F ANTES Y DESPUES DE SU APLICACION.



FUENTE DIRECTA DE INCISIVOS CENTRALES DE
ESCOLARES DE 8 A 9 AÑOS DEL MPIO. DE CD.
NEZAHUALCOYOTL.

B. RESULTADOS DE ANALISIS ESTADISTICO

1. Estadística básica

Para establecer si existe efecto de tratamiento sobre el esmalte dental humano después de la aplicación de los agentes tópicos fluorurados citados anteriormente en relación a la profundidad de biopsia y al contenido de flúor (variables de respuesta) se realizó un análisis estadístico de comparación de medias pareadas con enfoque univariado, tomando en consideración el estado inicial del diente al respecto de las variables citadas.

En las Tablas 4 y 5 se muestran los resultados del análisis de la media de diferencias (diferencias producidas al restar los resultados obtenidos antes de la aplicación del agente tópico fluorurado menos los resultados obtenidos después de la aplicación), y de la desviación estándar de las profundidades de biopsias y del contenido de flúor respectivamente. En base a esto se realizó una prueba de comparación de medias, contrastando las siguientes hipótesis:

$H_0: A-D = 0$ No hay efecto de tratamiento sobre la variable de respuesta (profundidad de biopsia o contenido de flúor).

$H_a: A-D \neq 0$ Si hay efecto de tratamiento sobre la variable de respuesta (profundidad de biopsia o contenido de flúor).

Con el criterio de rechazar H_0 si $|t_0| > t_{\alpha/2, n-1}$

A un nivel de significancia (α) de 0.05 se tiene que el valor de $t_{0.025, 14}$ es igual a 2.145. En las Tablas 4 y 5 se observan los valores de t_0 para ambas variables de respuesta (profundidad de biopsia y contenido de flúor) y para cada uno de los agentes tópicos aplicados.

En todos los casos t_0 calculada es mayor que $t_{\alpha/2, n-1}$, por ende H_0 se rechaza, es decir la diferencia de medias no es cero, lo cual implica que los resultados obtenidos de profundidad de biopsia y contenido de flúor antes y una semana después del tratamiento son diferentes.

TABLA 4

ANALISIS DE COMPARACION DE MEDIAS
 PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

AGENTE APLICADO	N OBS	MEDIA DE DIFERENCIAS	DESVIACION ESTANDAR	t_0
BF	15	0.7784053	0.6619317	4.5509658
APF	15	0.5277720	0.5610741	3.6431055
NaF	15	0.4327240	0.4373877	3.8287357

BF= Barniz fluorurado al 5%

APF= Flúor fosfato acidulado en gel al 1.23%

NaF= Fluoruro de sodio en solución acuosa al 2%

Tabla 5

ANALISIS DE COMPARACION DE MEDIAS
 CONTENIDO DE FLUOR

AGENTE APLICADO	N OBS	MEDIA DE DIFERENCIAS	DESVIACION ESTANDAR	T_0
BF	15	-131.379	85.6798886	5.9387468
APF	15	-119.450	65.9135050	7.0186931
NaF	15	-70.943	47.4471288	5.7909277

BF= Barniz fluorurado al 5%

APF= Flúor fosfato acidulado en gel al 1.23%

NaF= Fluoruro de sodio en solución acuosa al 2%

2. Análisis Univariado de Covarianza

Debido a los resultados obtenidos en el análisis de comparación de medias con enfoque univariado se realizó un análisis de covarianza univariado, para comparar de manera conjunta los tres tratamientos para cada una de las variables en cuestión: profundidad de biopsia y contenido de flúor. Este análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS).

a. 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 se realizó el análisis de covarianza univariado.

Se probó la hipótesis nula (H_0) de que los coeficientes del modelo: $Y = \tau + \gamma + \epsilon_j$ son cero, donde

τ = Tratamiento

γ = Variable concomitante

ϵ_j = Error residual

Los resultados se pueden observar en la Tabla 6, en este caso como $Pr>F=0.001$ (menor inclusive que 0.01) se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se asume que si hay respuesta del tratamiento al respecto de la variable analizada y que el modelo de respuesta del experimento es adecuado al corregir el efecto de covariable.

Tabla 6
ANALISIS DE COVARIANZA
PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA DE CUADRADOS	VALOR F	Pr>F
Modelo	3	938305.210	312768.4036	66.81	0.0001
Error	41	191951.250	4681.7378		
Total Corregido	44	1130259.431			

El análisis de covarianza permite observar que al integrar los valores de profundidad de biopsia obtenidos antes de los tratamientos, como variable concomitante, el modelo mejora notablemente (en un contexto totalmente análogo a la hipótesis que se comprueba anteriormente), ya que $Pr>F$ disminuye de 0.3838 a 0.0001 como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7
ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE	GL	ERROR TIPO III	MEDIA DE CUADRADOS	VALOR F	Pr>F
T	2	0.5595658	0.2797829	0.98	0.3838
PFA	1	12.9150362	12.9150362	45.25	0.0001

PFA= Profundidad de biopsia antes de los tratamientos

T= Tratamiento

Posteriormente se realizó una prueba de comparación múltiple de medias para corroborar el análisis realizado en el punto anterior. Encontrando los siguientes resultados: $Pr>|T|$ siempre es menor que 0.05 para los tres tratamientos.

Como se observa en la Tabla 8, lo que nos lleva a establecer que si hay diferencia en cada uno de los tratamientos al comparar las respuestas de antes y después de aplicar el agente tópico fluorurado al respecto de la profundidad de biopsia.

Tabla 8
COMPARACION DE MEDIAS MULTIPLES
PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

T	PBD MEDIA	ERR STD MEDIA	$Pr > T $ Ho: MEDIA=0
BF	3.14232796	0.1383165	0.0001
APF	2.90751555	0.1389897	0.0001
NaF	3.15118315	0.140599	0.0001

BF= Barniz Fluorurado
APF= Flúor Fosfato Acidulado en gel
NaF= Fluoruro de sodio en solución acuosa

Para establecer si alguno de los tratamientos dá mejores resultados que otro, se hizo una comparación de todos los posibles tratamientos encontrando los siguientes resultados:

Como se observa en la Tabla 9, $Pr > |T|$ en todos los casos es siempre mayor que 0.005 por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula de que la media(i) es igual a la media(j) y por lo tanto no hay diferencia significativa entre los tres tratamientos, lo cual nos revela que cualquiera de los tres tratamientos incrementa la resistencia del esmalte al ataque ácido, sin embargo ninguno de ellos resulto más eficaz que cualquiera de los

otros dos es decir, tienen efecto semejante en cuanto a profundidad de biopsia.

Tabla 9
COMPARACION DE TRATAMIENTOS
PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

PARA T	Ho: MEDIA (1) = MEDIA (j) / Pr > T		
i/j	1	2	3
1		1.20293 0.2359	-0.04458 0.9647
2	-1.20293 0.2359		-1.21814 0.2301
3	0.044582 0.9647	1.208135 0.2301	

1= Flúor fosfato acidulado en gel
2= Barniz fluorurado
3= Fluoruro de sodio en solución acuosa

b. Contenido de Flúor

De manera análoga a la variable profundidad de biopsia se analizó el contenido de flúor probando la siguiente hipótesis nula:

los coeficientes del modelo: $Y = \tau + \gamma + \epsilon_j$ son cero,

donde:

τ = Tratamiento

γ = Variable concomitante

ϵ_j = Error residual

En este caso como se observa en la Tabla 10, $Pr>F$ es igual a 0.0001 (menor que 0.05 y 0.01 inclusive) se rechaza H_0 y por lo tanto se asume que si hay respuesta del tratamiento al respecto de la variable analizada y que el modelo de respuesta del experimento es adecuado al corregir el efecto de covariable.

Tabla 10
ANALISIS UNIVARIADO DE COVARIANZA
CONTENIDO DE FLUOR

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADO	MEDIA DE CUADRADOS	VALOR F	$Pr>F$
Modelo	3	938305.210	312768.403	66.81	0.0001
Error	41	191951.250	4681.737		
Total Corregido	41	1130256.461			

El análisis muestra que al integrar los valores

de contenido de flúor antes de los tratamientos, como variable concomitante, el modelo mejora, ya que $Pr>F$ disminuye de 0.036 a 0.0001 como se observa en la Tabla 11

Tabla 11

ANALISIS DE VARIANZA

CONTENIDO DE FLUOR

FUENTE	GL	ERROR TIPO III	MEDIA DE CUADRADOS	VALOR F	$Pr> F$
T	2	33607.71	16803.859	3.59	0.0366
CF	1	670042.2	670042.21	143.1	0.0001

Se realizó la prueba de comparación múltiple de medias para corroborar el análisis estadístico inicial observándose los siguientes resultados el valor de $Pr>T$ siempre es menor que 0.05 y menor que 0.01 inclusive. Obsérvese la Tabla 12 que establece que si hay diferencia en la respuesta al comparar los datos de contenido de flúor antes y después de aplicar el tratamiento.

Tabla 12

COMPARACION DE MEDIAS MULTIPLES

CONTENIDO DE FLUOR

T	CF MEDIA	ERR STD MEDIA	H ₀ : MEDIA=0
BF	572.627500	19.969113	0.0001
APF	546.229262	19.514561	0.0001
NaF	503.699364	17.696215	0.0001

BF= Barniz fluorurado al 5%

APF= Flúor Fosfato Acidulado al 1.23%

NaF= Fluoruro de sodio en solución acuosa al 2%

Para establecer si algún tratamiento deposita mayor cantidad de flúor que cualquiera de los otros dos, se hizo una comparación de todos los posibles tratamientos, encontrando los siguientes resultados.

Como se muestra en la Tabla 13, $F_r > t$ no se puede rechazar en la mayoría de los casos, excepto al comparar los tratamientos 2 y 3, lo cual indica que existe diferencia significativa entre el barniz fluorurado y el fluoruro de sodio en solución acuosa, es decir que el barniz fluorurado al 5% deposita mayor cantidad de flúor al esmalte dental que el fluoruro de sodio en solución

acuosa al 2% , sin embargo a un nivel de significancia de 0.1, también existe diferencia significativa entre el flúor fosfato acidulado y el fluoruro de sodio en solución acuosa al 2 %, de lo anterior se establece que el depósito de flúor realizado por los tres tratamientos se incrementa de la siguiente forma: fluoruro de sodio en solución acuosa < flúor fosfato acidulado < barniz fluorurado.

Tabla 13
COMPARACION DE TRATAMIENTOS
CONTENIDO DE FLUOR

PARA T Ho: MEDIA(i)=MEDIA(j)			
i/j	1	2	3
1		0.3927	0.1098
2	0.3927		0.0146
3	0.1098	0.0146	

1= Flúor Fosfato Acidulado 1.23%

2= Barniz Fluorurado 5%

3= Fluoruro de sodio en solución acuosa 2%

3. Análisis de Varianza Multivariado

Posteriormente se realizó un análisis de varianza multivariado, con el paquete estadístico SAS, de la diferencia de respuestas entre antes y después del tratamiento para cada variable y establecer si existía interacción entre ellas observándose los siguientes resultados (Tablas 14 y 15):

Tabla 14
MATRIZ SS CP

	PB	CF
PB	13.209720538	-479.2772556
CF	-479.2772556	202559.20699

Tabla 15
COEFICIENTES DE CORRELACION PARCIAL
DE LA MATRIZ SS CP / Prob r

	PB	CF
PB	1.000000 0.0	-0.292887 0.0566
CF	-0.292887 0.0566	1.000000 0.0

Al analizar los coeficientes de correlación parcial que se obtienen a partir de la matriz de suma de cuadrados y productos cruzados se encuentra una posible interacción en la respuesta de las variables profundidad de biopsia y contenido de flúor, de tipo negativo lo que quiere decir que al aumentar el contenido de flúor disminuye la profundidad de biopsia. Esto se cumple a un nivel de significancia de 0.1. A un nivel de 0.05 quedaría en el límite y sólo sería aceptable a valores mayores de 0.057.

Tabla 16

Criterio de MANOVA y Aproximaciones de F de

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0$$

CRITERIO ESTADISTICO	VALOR	F	GL NUM	GL DEN	Pr>F
Wilks' Lambda	0.819603	2.1439	4	82	0.0827

De la Tabla anterior (Tabla 16) se deduce que puede haber diferencia, entre los tres tratamientos o bien en un par de ellos, analizando de manera conjunta las dos variables (profundidad de biopsia y contenido de flúor) a un nivel de significancia de 0.01.

VIII. DISCUSION

La discusión de este trabajo se divide en tres aspectos a saber : diseño experimental, análisis estadístico y efectos de tratamiento.

1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental resultó ser adecuado para el presente estudio. el ajuste biológico es uno de los puntos importantes ya que no es un estudio que se atenga a diferencias entre grupos, es decir, es el mismo individuo el que se toma como referencia, al tener covariables que representan el estado inicial de la unidad experimental antes del tratamiento, lo cual nos conduce a un análisis más certero.

Una de las ventajas que se obtienen con este tipo de diseño, es que garantiza una mayor exactitud en terminos de la interpretación de resultados.

En relación a las variables permite dimensionarias

antes y después de la aplicación de los tratamientos lo cual da mayor claridad y confiabilidad a los resultados.

2. ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico realizado, permitió hacer una comparación significativa de los resultados obtenidos en la presente investigación. A través de una serie de análisis, consecutivos, se consiguió determinar el efecto de tratamiento después de la aplicación de los agentes.

Así mismo se determinó la influencia de las variables concomitantes, en este caso representadas por la profundidad de biopsia y contenido de flúor antes de la aplicación de los mismos.

De esta manera se consiguió una gran exactitud en los resultados ya que como se sabe, la variabilidad biológica entre los individuos al respecto del contenido de flúor en el esmalte de sus dientes es muy alta. Si no se hubiesen tomado en consideración las variables concomitantes los resultados no podrían ser confiables.

Con este análisis estadístico también fue posible examinar la relación entre una combinación de dos variables. Al mismo tiempo se incluyeron las variables concomitantes, lo cual permitió el ensayo simultáneo de variables y covariables con lo que se logró establecer la interrelación entre ellas.

De esta forma a través del análisis se pudo establecer una interpretación satisfactoria de los resultados.

3. EFECTOS DE TRATAMIENTO

La hipótesis planteada en el presente trabajo establece que no existe diferencia de efecto de tratamiento en relación al depósito de flúor en esmalte dental humano después de la aplicación tópica, *in vivo*, de ninguno de los agentes tópicos fluorurados supracitados.

Sin embargo, a través de la investigación, esta hipótesis se rechaza, ya que se establecieron diferencias de efecto de tratamiento respecto al depósito de flúor después de la aplicación del barniz fluorurado que resultó

ser mayor que la de los otros dos agentes a un nivel de significancia del 0.05 .

Por otra parte los resultados también revelaron que existe un incremento de la resistencia del esmalte al ataque ácido y que ambas variables: profundidad de biopsia y contenido de flúor presentan una correlación negativa de lo cual se deduce, que a medida que aumenta una disminuye la otra y viceversa. Lo anterior esta de acuerdo con lo establecido en la literatura (29, 34, 40).

3.1 PROFUNDIDAD DE BIOPSIA

Al analizar los resultados de las Tablas 1, 2 y 3 se establece que hubo incremento de la resistencia del esmalte al ataque ácido, posterior a la aplicación de cada uno de los tratamientos, es decir se registró una reducción en la profundidad de biopsia.

Sin embargo, de la comparación de los tres agentes, al respecto de la variable citada, resultó que ninguno es más eficaz que cualquiera de los otros, por lo que puede afirmarse que tienen efecto semejante.

Lo anterior se debe posiblemente a que la cantidad de fluoruro estable depositado al esmalte por los agentes tópicos fluorurados, fue semejante.

Hay muchos factores que determinan la cantidad de fluoruro incorporado al interior del esmalte a partir de aplicaciones tópicas. Entre otros, podría citarse la concentración de fluoruro, el tiempo de contacto, y el vehículo.

En este estudio, todos estos factores fueron evaluados de manera indirecta y podría afirmarse que no tuvieron un papel determinante en la formación de compuestos estables ya que la resistencia al ataque ácido se incrementó de manera uniforme en el esmalte de los tres diferentes grupos de niños participantes en la investigación tanto después de la aplicación de fluoruro de sodio en solución acuosa al 2%, como después de la aplicación del barniz fluorurado al 5% o del flúor fosfato acidulado al 1.23% en gel.

Los iones de flúor incorporados a la estructura apatítica determinan la formación de cristales de fluorapatita los cuales son más perfectos, más estables y

más resistentes a la disolución ácida (40). En este caso los tres tratamientos formaron cantidades semejantes de este tipo de cristales.

3.2 CONTENIDO DE FLUOR

Inicialmente se encontró que existe una diferencia en relación al depósito de flúor por cada uno de los tratamientos, estableciendo que el fluoruro de sodio en solución acuosa al 2% depositaba menor cantidad que el barniz fluorurado al 5%. Resultados semejantes se encontraron en otros estudios (30,31,32,35).

Cabe aclarar que en este sentido se hace referencia a la cantidad total de flúor depositado en la superficie del esmalte, el cual incluye compuestos estables de fluoruro tales como la fluoroapatita (37, 40), y compuestos relativamente inestables como el fluoruro de calcio (16). Las proporciones de los productos de la reacción flúor-esmalte se ven influidos por diversos factores (29)

En este caso, parece que fue determinante la concentración del principio activo en el agente ya que se

tiene asentado en la literatura que altas concentraciones de fluoruro reaccionando topicamente con el esmalte producen mayores cantidades de fluoruro de calcio (16,42), el cual, aparentemente en esta investigación fue el que estableció la diferencia entre los tres agentes.

Se considera que fue así debido a que el fluoruro de calcio no confiere mayor resistencia al ataque ácido, como lo demuestran los resultados relativos a la profundidad de biopsia discutidos con anterioridad.

Sin embargo, si aumenta la biodisponibilidad de este elemento en la superficie del esmalte, lo cual queda demostrado en el presente estudio al comparar los resultados del contenido de flúor en la superficie adamantina provenientes de la aplicación de la solución acuosa de fluoruro de sodio al 2% y la del barniz fluorurado al 5%

Al integrar las variables: profundidad de biopsia y contenido de flúor y analizarlos de manera conjunta se establece que puede haber diferencia entre los tres tratamientos o bien en un par de ellos a un nivel de

significancia del 0.1

Hay una estrecha correlación entre ambas variables, sin embargo no es una correlación categórica, ya que la profundidad de biopsia de manera indirecta denota la resistencia al ataque ácido y ésta sólo se consigue por el depósito de compuestos estables en la superficie del esmalte, es decir, no solo depende de la parte cuantitativa del mencionado depósito sino que está correlacionado también a la parte cualitativa de los mismos.

IX. CONCLUSIONES

La aplicación tópica al esmalte de barniz fluorurado al 5%, flúor fosfato acidulado en gel al 1.23% y de fluoruro de sodio en solución acuosa al 2% tienen un efecto positivo en los dientes, ya que incrementan de manera significativa el contenido de flúor en la superficie del esmalte y la resistencia al ataque ácido del mismo.

En relación a la resistencia al ataque ácido del esmalte, todos los tratamientos tuvieron efecto semejante.

El barniz fluorurado al 5% depositó mayor cantidad de flúor total al esmalte que la solución acuosa de fluoruro de sodio al 2% .

Al integrar ambas variables: profundidad de biopsia y contenido se observó una estrecha correlación entre ellas, sin embargo esta correlación no fue categórica.

X. RECOMENDACIONES

1. Ampliar el área para la toma de la biopsia y de esta manera incrementar el tamaño de la muestra.

2. Utilizar el menor volumen posible en las determinaciones de fluoruro para disminuir la dilución al máximo y así poder concentrar la muestra.

3. Utilizar un electrodo específico para fluoruro con electrodo de referencia integrado.

4. Realizar un estudio en el cual se evalúe únicamente el fluoruro estable. Considerando que los compuestos inestables se pierden en un periodo aproximado de 4 meses.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Rodríguez M, Gallego R, Elias L, Alburne D, Laguardia D. Estudio comparativo de la resistencia del esmalte a la disolución ácida mediante diversos tratamientos con fluoruros. Rev. Cub Estomatol 1988;25(3):22-27.
2. Rodríguez M, Wasersztejn M. Estudio comparativo de la prevalencia de caries dental en niños de 5, 6 y 7 años, tratados con laca flúor. Rev. Cub. Estomatol 1980;17:3-10.
3. Galagan, D, Knutson, J. The effect of topically applied fluoride on dental caries experiece. V. Report of findings with two, four and six aplications of sodium fluoride and lead fluoride, Public. Hlth Rep (wash) 1947; 62: 1477-83.
4. Torrel P & Ericsson, Y.. Two year clinical test with diferrent methods of local caries preventive fluorine applications in Swedish school Acta Odont. Scand 1965;23: 287-322.

5. Mülher J. Present status of topical fluoride therapy, J. Dent for Child 1959; 26: 173-85.
6. Cons N. Albany topical fluoride study. J. Am. Dent. Ass., 1970;80: 777-81.
7. Szwedja J. Fluorides in community programs: Results after four years of study of various agents topically applied by two technics, J. Publ. Hlth Dent 1971;31: 166-76.
8. Englander H, et al.. Residual anticaries effect of repeated topical applications by mouthpieces, J. Am. Dent, Ass., 1969;78: 783-87.
9. Horowitz H, Doyle J. The effect on dental caries of topically applied acidulated phosphate- fluoride, result after 3 years. J Am Dent Ass 1971;82: 359-65.
10. Bryan E, Williams J. The cariostatic effective of a phosphate fluoride gel administered annually to school children, final result. J Publ. Hlth Dent 1970;30: 13-66.

11. Jenkins, N. G., Fisiologia y bioquímica bucal. Limusa., México, 1983. 96: 502-04, 516.
12. Grön P., Chemistry of topical fluorides. Caries Res 1977;11 (Suppl. 1): 172-204.
13. Brudevold F. et al., The chemistry of caries inhibitions problems and challenges in topical treatments. J Dent Res 1967;46: 37-45. 1967.
14. Brudevold F., Naujoks R. Caries preventive fluoride treatment of the 9 individual. Caries Res 1978; 12 (Suppl. 1): 52-64.
15. Raisanen J. Alterations by Mg and F of the fermentative dissolution of F-Varnished enamel by a streptococcal layer measured by a microhardness tester and a proton probe microanalysis. Caries Res 1984;18: 111-19.
16. Grobler S. et al., Uptake and retention of fluoride in sound dental enamel in vivo after a single application of neutral 2% fluoride. In: Röllä, Gunnar et al. Tooth surface interactions and preventive dentistry. London, Lrl Press, 1981. 17-25.

17. Koch, G. & Petersson L. G.. Fluoride content enamel surface treated with a varnish containing sodium fluoride. Odont. Revy 1972; 23: 437-46.
18. Mc. Cann G, Bullock A.. Reactions of fluoride ion with powdered enamel and dentin. J Dent Res 1955; 34(1): 59-67.
19. Cooley, E. W. Reactios of tin (LL) and fluoride ions with etched enamel. J Dent Res. 1961; 40(6): 1199-1210.
20. Rinderer R, et al. Loss of fluoride from dental enamel after topical fluoridation. Helv Odont Acta 1965;9: 148-50.
21. Richardson, B.. Fixation of topically applied fluoride in enamel. J Dent Res 1967; 46: 87-91.
22. Ramsey, C. A. et al.. The uptake of F by hidroxiapatite at varying pH. Caries Res 1973;7: 231-44.

23. Larsen, J. et al.. Calcium fluoride formation on enamel and its influence on uptake of fluoride in the apatitic lattice. Scand. J Res 1977;85: 327-33.
24. Caslavská, V. et al.. Determination of the calcium fluoride formed from in vitro exposure of human enamel to fluoride solutions. Archs Oral Biol 1975;20: 333-39.
25. Grön, P. & Caslavská V.. fluoride deposition in enamel from application of sodium, potassium or ammonium fluoride. Caries Res. 1981;15: 459-67.
26. Knutson, J. W.. Sodium fluoride solutions: Technic for application to teeth. J Am Dent Ass 1948;36: 37-9.
27. Bruun C. Uptake and retention of fluoride by intact enamel in vivo after application of neutral sodium fluoride. Scand J Dent Res 1973;81:92-100.
28. De la Cruz C, Juárez S, Castillo G, Pérez V, López G. Desarrollo de una técnica de biopsia de esmalte dental humano. 1991. en prensa.

29. Mellberg, J. R.; Enamel fluoride and its Anti-carries Effects. J. of Preventive Dentistry. 1977:4:8-16.
30. Retief, D. H. et al.; Enamel fluoride Uptake, Distribution and Retention from Topical Fluoride Agents. Caries Res. 1983:17:44-51.
31. Dijkman, A. et al.; In vivo Investigation on the fluoride content in and on Human Enamel after Topical Applications. Caries Res. 1983:17: 392-402.
32. Göran, K. et al.. Effect of fluoride varnish (Duraphat^R) treatment every six months compared with weekly mouthrinses with 0.2% per cent NaF solution on dental caries. Swed Dent J. 1979:3:39-44.
33. Seppä, L.; Effects of a sodium fluoride solution and a varnish with different fluoride concentrations on enamel remineralization in vitro. Scand J Dent Res. 1988 ; 96: 304-309.
34. Scholtanus, J. D. et al .; Influence of fluoridating varnishes on Dentine in vitro. Caries Res. 1986:20:65-70.

35. Brunn, C, et al.. Three-year caries increments after fluoride rinses or topical applications with a fluoride varnish. Community Dent Oral Epidemiol. 1985; 13: 229-303.

36. Seppä, L. et al .; Caries preventive effect of fluoride varnish applications performed two or four times a year. Scand J Dent Res. 1990; 98: 102-105.

37. Clark, D. C.; A review on fluoride varnishes: an alternative topical fluoride treatment. Community Dent. Oral Epidemiol. 1982: 10: 117-123.

38. Brudevold, F.; The Chemistry of Caries Inhibition Problems and Challenges in Topical Treatments. J Dent. Res. 1967;46:37-45.

39. Leske, G. S.; Posttreatment Benefits from participation in a School-based Fluoride Mouthrinsing Demonstration Program. Clinical Preventive Dentistry. 1984 6:16-21.

40. Rodríguez Miró, M. J. et al.; La Resistencia del Esmalte a la Disolución Acida: Su Relación con la

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Actividad Cariogénica. Rev. Cubana Estomatol. 1989;

26(1-2):57-69.

41. Rodríguez Miró, J. M. y Wasersztejn, M.; Estudio comparativo de la prevalencia de caries dental en niños de 5, 6 y 7 años, tratados con laca de flúor.

Rev. Cub. Est. 1980:17: 3-10.

42. McCann, H. G. J. Biol. Chem. 1953: 201: 247-259.

ANEXO

Análisis de Varianza Multivariado

MANOVA

Manova es un modelo para comparar g vectores de medias:

$$X_{1j} = \mu + \tau_1 + e_{1j}; \quad \begin{array}{l} j = 1, 2, \dots, n_1 \\ i = 1, 2, \dots, g \end{array} \quad \text{y} \quad \dots (1)$$

Donde μ es el parámetro que representa la gran media y τ_1 representa el efecto del i -ésimo tratamiento con:

$$\sum_{i=1}^g n_i \tau_i = 0$$

De acuerdo al modelo (1), cada componente del vector de observaciones X_{1j} están correlacionados, pero la matriz de covarianza Σ es la misma para todas las poblaciones a comparar

Siguiendo el modelo (1) el vector de observaciones se puede descomponer, en:

$$X_{1j} = \bar{X} + (\bar{X}_1 - \bar{X}) + (X_{1j} - \bar{X}_1) \quad \dots (2)$$

Donde: X_{1j} = Observación

\bar{X} = Gran media

$(\bar{X}_1 - \bar{X})$ = Efecto de tratamiento

$(X_{1j} - \bar{X}_1)$ = Residual o Error

La descomposición en (2) se puede representar en forma analoga al caso univariado, de manera que:

$(X_{1j} - \bar{X})(X_{1j} - \bar{X})'$ se puede escribir como:

$$\begin{aligned} & (X_{1j} - \bar{X})(X_{1j} - \bar{X})' = \\ & [(X_{1j} - \bar{X}_1) + (\bar{X}_1 - \bar{X})][(X_{1j} - \bar{X}_1) + (\bar{X}_1 - \bar{X})]' \\ & = (X_{1j} - \bar{X}_1)(X_{1j} - \bar{X}_1)' + (X_{1j} - \bar{X}_1)(\bar{X}_1 - \bar{X})' \\ & + (\bar{X}_1 - \bar{X})(X_{1j} - \bar{X}_1)' + (\bar{X}_1 - \bar{X})(\bar{X}_1 - \bar{X})' \end{aligned}$$

Con esto y recordando del caso univariado, que:

$\sum_{j=1}^{n_1} (X_{1j} - \bar{X}_1) = 0$ y que $\sum_{i=1}^g n_i (\bar{X}_i - \bar{X}) = 0$ se llega a la expresión:

$$\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X})(X_{ij} - \bar{X})' =$$

$$\sum_{i=1}^g n_i (\bar{X}_i - \bar{X})(\bar{X}_i - \bar{X})' +$$

$$e \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{ij} - \bar{X}_i)'$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{1j} - \bar{X})(X_{1j} - \bar{X})' = \text{Suma total de cuadrados y productos cruzados.}$$

$$\sum_{i=1}^g n_i (\bar{X}_i - \bar{X})(\bar{X}_i - \bar{X})' = \text{Suma de cuadrados y productos cruzados de tratamientos (entre)}$$

$$\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{1j} - \bar{X}_i)(X_{1j} - \bar{X}_i)' = \text{Suma de cuadrados y productos cruzados de residuales (dentro).}$$

La matriz de suma de cuadrados y productos cruzados se puede expresar como :

$$W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{1j} - \bar{X}_i)(X_{1j} - \bar{X}_i)'$$

$$= (n_1 - 1) S_1 + (n_2 - 1) S_2 + \dots + (n_g - 1) S_g$$

Donde S es la matriz de varianzas y covarianzas para la i -ésima muestra.

Analogamente al caso univariado, la hipótesis a probar es que no hay efecto de tratamiento

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0$$

La cual se prueba considerando el tamaño relativo de la suma de cuadrados y productos cruzados de tratamientos y residuales, lo que se puede resumir en la tabla ANVA.

ANVA

FUENTE DE VARIACION F. V.	MATRIZ DE SUMA DE CUADRADOS Y PRODUCTOS CRUZADOS (SCP)	GRADOS DE LIBERTAD g.l.
Tratamiento	$B = \sum_{i=1}^g n_i (\bar{X}_i - \bar{X})(\bar{X}_i - \bar{X})'$	$g-1$
Residual (Error)	$W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{ij} - \bar{X}_i)'$	$\sum_{i=1}^g n_i - g$
Total Corregido	$B+W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{ij} - \bar{X}_i)'$	$\sum_{i=1}^g n_i - 1$

Para probar $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0$, se puede aplicar el criterio de rechazar H_0 si el cociente de varianza generalizado:

$$\lambda^* = \frac{|W|}{|B+W|} = \frac{\left| \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{ij} - \bar{X}_i)' \right|}{\left| \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{ij} - \bar{X}_i)' \right|}$$

es muy pequeño. Este criterio se conoce como la prueba wilk's lambda.