

CENTRO DE INVESTIGACION EN ALIMENTACION V DESARROLO, A.C

**Niveles de Flúor en el Agua de Consumo Humano y su
Relación con la Salud Dental del
Estado de Sonora, México.**

por

ANA ISABEL VALENZUELA QUINTANAR

Tesis aprobada por la

DIRECCION DE NUTRICION

Como requisito Parcial para Obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
NUTRICION Y ALIMENTOS**

HERMOSILLO, SONORA

SEPTIEMBRE, 1992

DECLARACION DEL AUTOR

Se permiten citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Se podrá solicitar permiso al Director del Centro o al Jefe de la Dirección de Nutrición del CENTRO DE INVESTIGACION EN ALIMENTACION Y DESARROLLO, A.C. Apartado Postal 1735, Hermosillo, Sonora, 83000 México, para citas ó consultas más amplias o para la reproducción íntegra del documento para fines académicos. En otras circunstancias, se deberá solicitar permiso del autor.

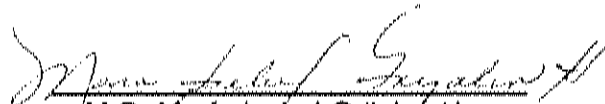
FIRMADO

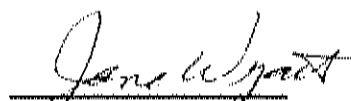
Ana Isabel Valenzuela Quintanar

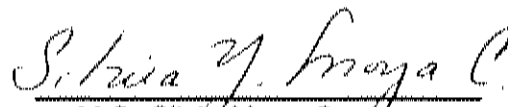
Ana Isabel Valenzuela Quintanar

APROBACION

Los miembros del Comité designados para revisar la tesis de ANA ISABEL VALENZUELA QUINTANAR, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias, con especialidad en Nutrición y Alimentos.


M.C. María Isabel Grijalva Haro
Directora de tesis


Dra. Jane Wyatt


M.C. Silvia Moya Cardarena

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento al CENTRO DE INVESTIGACION EN ALIMENTACION Y DESARROLLO, A.C. a su Director, Investigadores, al Personal en General y Maestros.

A la M. en C. María Isabel Grijalva Haro Directora de Tesis por haber compartido conmigo este trabajo lo cual resultó muy valioso para mí. **Gracias** por mantener su amistad, confianza y apoyo, durante todo este tiempo difícil, pero importante para ambas.

También deseo agradecer de manera especial a la Dra. Jane Wyatt y a la M. en C. Silvia Yolanda Moya Camarena por el tiempo y confianza dedicados a este trabajo.

MI agradecimiento a la Dra. María Isabel Silveira, no únicamente por su asesoría estadística, sino por su amistad y confianza que para mí fue lo más importante.

A la M.C. Mirtha Benítez, M.C. Humberto Astiazarán, T.A. Carlos Etchechury, T.A. Germán Cumpido y Abel Leyva por lo interesante que fué conocer Sonora durante las arduas horas de trabajo. Por el interés mostrado y por sentir como parte suyo este trabajo. **Gracias**

MI agradecimiento al personal de Odontología de SEMESON: Dra. Amelia Hernández, Dr. José Angel Brito, Dr. Marco Antonio Oliver, Dr. Arturo Muro Dávila y al Dr. Roberto Sambada por su valiosa colaboración en la parte epidemiológica de salud dental.

Al personal de Nutrición, con quienes comparto el gusto por la nutrición, el compromiso y la esperanza de mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Al Dr. Elhadí Yahia, por su amistad y confianza. Gracias por compartir su mesa durante las arduas horas de trabajo.

Al personal de apoyo, centro de copiado, cómputo, secretarías, veladores y en especial al Ing. Fernando Juvera porque siempre me motivó a seguir luchando.

De manera especial quiero agradecer a mis amigos de generación de maestría por las experiencias compartidas, las cuales nos han ayudado a crecer y queremos Hasta siempre.

Finalmente quiero agradecer al **Comité de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por su apoyo económico el cual me permitió concluir mis estudios de maestría.

DEDICATORIA

A ti Dios: Por que aún tengo esperanzas de que el hombre donde quiera que esté luche por ser mejor y pueda compartir lo que tiene con los demas y así hacer una vida mejor durante el tiempo que estemos en ella.

A mis padres: Maria del Carmen y Alfredo Valenzuela (Finado) por su amor y apoyo mostrados en todo momento que hemos compartidos juntos. **Gracias por dejarme ser**

A mis hermanos: María Trinidad, Carlos Martín, José Alfredo, Jesus Fernando, Guadalupe, Ramón y Leobardo (Finado) **por que a pesar de todo siempre nos vamos a querer, lo cual nos está permitiendo crecer juntos.**

Con amor a mis sobrinos: Alfredo, Luis Fernando, Marisela, Oscar David, Alejandro, Gilberto, Laura del Carmen, Alan Alberto, Paulina y a los que en un futuro irán llegando. Gracias por los momentos felices que me han hecho sentir. **A Marcela y Marlam** con especial cariño por la amistad y ternura mostrada.

A mi familia en especial a mis tías Guadalupe, Carmela, Alba y María Candelaria a Manuel Avendaño, Marisela y Gilberto Ortiz por su ayuda y cariño invaluable.

Con amor y respeto para mis amigos: Marisela Rivera, Lorenia López Mazón, Graciela Caire, Gustavo González, Mirtha Benítez, Paty Grajeda, Margarita Peralta, Mary Islas, Aída Peña, Juana María Meléndez, Lucía González, Lupita Morales, Javier Ojeda, Guillermo Rodríguez, Carlos Grajeda, Claudia Vázquez, Judith Ramírez y Omar Hernández. **Por formar parte importante de mi vida. Gracias por intentar estar siempre ahí** Creo que nunca los voy a olvidar donde quiera que esté estarán en mí.

A Silvia Moya y Martín Tiznado por lo que juntos compartimos que aún sigue siendo importante y valiosa.

A lo que todo ser humano ansía tener para ser feliz pero que le es muy difícil encontrar o identificar, quizá por la misma complejidad de él mismo o por la falta de sencillas para ver las cosas que nos rodean día con día.

Creo en ti.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
APENDICE	xv
RESUMEN	xvi
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	5
Importancia del Sistema Estomatológico	5
Masticación, Digestión y Nutrición	5
Presentación de Trabajo	6
Relaciones Personales	7
Complejo del " Desdentado "	7
Fluorosis Dental	7
Importancia de la Prevención de Problemas Dentales	8
Situación Económica-Social	8
Caries Dental	9
Microorganismos	10
Dieta	10
Dientes	12
Desarrollo de la Caries Dental	13
Prevención de la Caries Dental	14
Higiene Bucal	14
Carbohidratos	14
Flúor	15
Propiedades Preventivas del Flúor	16
Paradontopatías	17
Prevención de las Enfermedades Paradontarias	18
Importancia del Flúor en Salud Dental	18
Generalidades del Flúor	19
Efectos Ocasionados por el Flúor	19

CONTENIDO (continuación)

	Página
Metabolismo del Flúor	22
Absorción, Distribución y Retención	22
Flúor en Plasma	24
Flúor y Tejidos Calcificados	25
Retención de Flúor en Hueso	25
Remoción de Flúor por Tejido Calcificado	27
Excreción Renal de Flúor	27
Flúor en Saliva y Conductos Salivares	30
Fluoruración del Agua	30
Argumentos para Fluorurar el Agua Potable	32
Implementación del Sistema de Fluoruración de Agua	33
Compuestos Químicos	34
Planta de Tratamiento	35
Uso Comercial e Industrial del Agua Fluorurada	36
Concentración de Flúor en el Agua	36
Fluoruración de la Sal de Mesa	37
Aplicaciones Tópicas	40
Pastas Dentríficas, Enjuagues Bucales y Gomas de Mascar	41
Suplementos de Fluoruros	42
Alimentos y Bebidas Aportadoras de Fluoruros	42
Desfluoruración Parcial en Agua de Consumo Humano	43
Métodos de Desfluoruración de Agua	45
Análisis de Flúor	45
Fundamentos del Método	46
Fuerza Iónica de la Solución	46
pH de la Solución	46
Cationes Interferentes	46
SUJETOS Y METODOS	47
Primera Fase del Estudio	47
Colección de la Muestra	48
Análisis de Flúor	49
Segunda Fase del Estudio	49
Criterios de Selección de Municipios	50
Estudio Epidemiológico Dental	50
Selección de Municipios y Sujetos	51

CONTENIDO (continuación)

	Página
Ingesta de Flúor	51
Selección de Submuestra de Niños	51
Ingestión de Flúor por Aporte de Agua	52
Excreción Urinaria de Flúor	52
Frecuencia y Registro de Alimentos	52
Análisis Estadístico	53
Primera Fase del Estudio	53
Segunda Fase del estudio	53
RESULTADOS Y DISCUSION	55
Primera Fase del Estudio	55
Análisis de Flúor en Agua de Consumo	57
Clasificación del Estado de Sonora	57
Segunda Fase del Estudio	69
Estudio Epidemiológico Dental	69
Dientes Permanentes	73
Dientes Temporales	80
Prevalencia de Caries y Fluorosis Dental	83
Prevalencia de Caries y Fluorosis por Municipio	86
Prevalencia de Fluorosis Dental por Edad	88
Indices Epidemiológicos de Salud Dental	92
Índice de CPO	92
Índice de ceo	94
Índice de Caries	94
Índice de Fluorosis	96
Índice Epidemiológico por Sexo	96
Índice Epidemiológico por Edad	96
Índice Epidemiológico por Municipio	100
Índice Epidemiológico por Edad, Sexo y Municipio	104
Porcentajes de Grados de Fluorosis Global	116
Porcentajes Grados de Fluorosis por Municipio	116
Ingesta y Excreción de Flúor	119
Ingesta de Flúor Vía Agua de Consumo	119
Asociación Entre Flúor en Agua y Flúor en Orina	121
Excreción Urinaria de Flúor	124
Ingestión y Excreción de Flúor por Sexo	125
Ingestió y Excreción de Flúor por Edad	125
Estudio Alimentario	128
Análisis de Regresión Multivariada	128
Análisis de Regresión Logística	130

CONTENIDO (continuación)

	Página
CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES	142
BIBLIOGRAFIA	145
APENDICE	192

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Criterios Utilizados para la Selección de Municipios Eevaluados en el Presentes Estudio	53
2	Municipios del Estado de Sonora con Bajos Niveles de Flúor en Agua de Consumo Humano en Base a la Temperatura Media Máxima Anual	58
3	Municipios del Estado de Sonora con Niveles Adecuados de Flúor en Agua de Consumo Humano en Base a la Temperatura Media Máxima Anual	60
4	Municipios del Estado de Sonora con Niveles Altos de Flúor en Agua de Consumo Humano en Base a la Temperatuea Media Máxima Anual	61
5	Municipios del Estado de Sonora con Suministro de Agua Sectorizada y que Presentaron Diferentes Niveles de Flúor en el Agua de Consumo	62
6	Niveles de Flúor Encontrados en el Agua de Consumo Humano de la Cabecera Municipal de Hermosillo con Temperatura Promedio Máxima Anual de 37 °C	64
7	Colonias del Municipio de Hermosillo con Niveles Bajos de Flúor en el Agua de Consumo Humano	67
8	Colonias del Municipio de Hermosillo con Niveles Adecuados de Flúor en el Agua de Consumo Humano	67
9	Colonias del Municipio de Hermosillo con Niveles Altos de Flúor en el Agua de Consumo Humana en Base a la Temperatura Promedio Máxima Anual 36.4 °C	68
10	Municipios Seleccionados en Base a Niveles de Flúor en el Agua de Consumo	70

LISTA DE CUADROS (Continuación)

Cuadro	Página
11 Escuelas de Educación Primaria Localizadas en los Municipios Seleccionadas en Sonora	71
12 Escolares Examinados por Edad y Sexo en el Estado de Sonora 1990-1991	72
13 Escolares Examinados por Municipio del Estado de Sonora 1990 - 1991	74
14 Promedio de Dientes Temporales y Dientes Permanentes Presentes por Edad y Sexo, de los Escolares Evaluados en los Municipios Seleccionados del Estado de Sonora (Período de 1990-1991)	75
15 Incremento Anual de Dientes Permanentes y Temporales de los Escolares del Estado de Sonora	77
16 Promedio Anual de Dientes Permanentes para el Sexo Masculino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora	78
17 Promedio Anual de Dientes Permanentes para el Sexo Femenino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora	79
18 Promedio Anual de Diente Temporal Presente por Edad y Sexo Femenino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora	81
19 Promedio Anual de Diente Temporal Presente por Edad y Sexo Masculino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora	82
20 Prevalencia de Caries y Fluorosis Dental en Escolares Evaluados en Sonora en el Período 1990-1991	84
21 Prevalencia de Caries y Fluorosis Dental por Municipio en el Estado de Sonora (1990-1991)	87
22 Prevalencia de Fluorosis Dental por Edad en Escolares Evaluados en el Estado de Sonora	89

LISTA DE CUADROS (Continuación)

Cuadro		Página
23	Indices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares	93
24	Indices Epidemiológicos de Caries y Fluorosis Dental por Sexo	97
25	Indices Epidemiológicos de Salud Dental para los Escolares Evaluados en los Municipios Seleccionados del Estado de Sonora	98
26	Indices Epidemiológicos de Salud Dental Evaluados en los Municipios Seleccionados del Estado de Sonora	101
27-43	Comparación Entre los Indices de Salud Dental por Municipio, Edad y Sexo	112
44	Porcentajes de Fluorosis en los Escolares de (6-12 años de Edad) del Estado de Sonora	118
45	Ingesta de Flúor Via Consumo de Agua y Excreción de Flúor en Orina en Escolares del Estado de Sonora	120
46	Ingesta y Excreción de Flúor por Sexo	126
47	Asociación entre la Ingesta y Excreción de Flúor por Edad	127
48	Listado de Alimentos Cariogénicos y con Contenido Alto de Flúor Consumidos por los Escolares del Estado de Sonora	129
49	Efecto de Diferentes Variables Sobre los Indices Epidemiológicos	131
50	Efecto de Diferentes Variables Sobre el Grado de Fluorosis Dental e Índice de Fluorosis en Escolares del Estado de Sonora	133
51	Efecto de Diferentes Variables Sobre la Ingestión y Excreción Urinaria de Flúor	135
52	Efecto de las Variables Flúor en Agua y Agua de Consumo Sobre Ingestión y excreción de Flúor	137

LISTA DE CUADROS (Continuación)

Cuadro		Página
53	Criterios de Salud Pública para el Índice de Fluorosis	156
54	Índice de Fluorosis Según la Secretaría de Salubridad y Asistencia	157

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Clasificación del Estado de Sonora en Base a los Niveles de Flúor Encontrados en el Agua de Consumo	56
2	Indices Epidemiológicos de Caries y Fluorosis Dental por Municipio	91
3	Distribución de Fluorosis Dental de Acuerdo al Índice de Dean	117
4	Relación de la Concentración de Flúor Contra la Excreción de Flúor	122

LISTA DE APENDICE

Apéndice		Página
1	Indicadores de Salud Dental, Formas y Criterios Utilizados Para Registrar los Indices Epidemiológicos de Salud Dental	154
2	Listado de Frecuencia de Alimentos	161
3	Tanques de que Surten a los Diferentes Sectores del Municipio de Hermosillo	163
4	Análisis de Flúor Presentes en Muestras Tomadas de las Tomas de Agua de las Casas en los 70 Municipios de Sonora	164
5	Distribución de Colonias en Hermosillo en Base a los Niveles de Flúor Encontrados en el Agua de Consumo	168
6	Análisis de Varianza y Comporación Múltiple de Tukey para los Indices Epidemiológicos por Edad	171
7	Análisis de Varianza y Comparación Múltiple de Tukey para los Indices Epidemiológicos por Municipio	173

Se determinó la concentración de flúor en el agua de consumo humano de las 70 cabeceras municipales del Estado de Sonora, en dos épocas al año (verano, invierno). El análisis de flúor de las muestras, se hizo mediante el método del potenciómetro de Ion Selectivo (Tusl, 1972).

El Estado de Sonora se clasificó en zonas con niveles bajos, adecuados y altos de flúor, considerando que el agua de consumo debe contener de 0.6 a 0.7 ppm de flúor por ser una zona con climas extremadamente calurosos con temperatura Máxima promedio Anual de 30-38 ° C, llegando incluso a los 45 ° C en los meses de junio a septiembre.

Se encontraron 42 municipios de Sonora con concentraciones bajas de flúor (0.11-0.55 ppm); 8 municipios con concentraciones adecuadas de (0.6 ppm) y 20 municipios con altas concentraciones de flúor (0.7-7.82 ppm), En el caso del municipio de Hermosillo se detectaron los 3 niveles de flúor.

En 7 municipios representativos del Estado de Sonora se llevó a cabo un estudio epidemiológico de caries y fluorosis dental en un total de 1856 niños de ambos sexos en edades de 6 a 12 años.

Únicamente se encontró que el 9.6 % de los niños presentó dientes sanos, sin proceso alguno de caries o fluorosis, el 79 % de los niños evaluados manifestó el problema de caries dental y el 11.5% presentó únicamente fluorosis. El 53.37% presentó fluorosis y caries dental,

Se encontró un índice de fluorosis global de 0.68 ± 0.91 lo cual significa desde el punto de vista de salud pública que deben removerse los excesos de fluoruros del agua de consumo. Siendo el municipio de Puerto Peñasco el que presentó el índice de fluorosis más alto 2.23 ± 1.08 el cual es considerado grado severo.

El índice de diente permanente cariado, obturado, perdido y extracción indicada (CPO) global de la población evaluada fue de 1.76 ± 2.12 , índice de diente temporal cariado, obturado y con extracción indicada (ceo) de 2.12 ± 2.40 y el índice de caries dental expresados como índice de Knutson ($CPO + ceo \geq 1$) fue de 3.88 ± 3.26 .

el municipio de Puerto Peñasco el que presentó el Índice de fluorosis más alto 2.23 ± 1.08 el cual es considerado grado severo.

El Índice de diente permanente cariado, obturado, perdido y extracción Indicada (CPO) global de la población evaluada fue de 1.76 ± 2.12 , Índice de diente temporal cariado, obturado y con extracción Indicada (ceo) de 2.12 ± 2.40 y el índice de caries dental expresados como índice de Knutson (CPO+ ceo ; 1) fue de 3.88 ± 3.26 .

En una submuestra de 174 niños, la Ingestión promedio de flúor vía agua de consumo fue de 2.79 mg/día, variando de 0.53 mg/día para el municipio de Cajeme (Ciudad Obregón) hasta 8.02 mg/día en el municipio de Hermosillo. En los otros municipios estudiados se consumió más de la recomendación establecida para escolares de 4 a 11 años que es de 1 a 1.5 mg/día (ADA, 1989).

Mediante el análisis de correlación se encontró una asociación positiva entre la concentración de flúor en el agua y la fluorosis dental ($R^2=0.35$; $p=0.0001$).

Se obtuvo una asociación entre la Ingestión de flúor proveniente del agua exclusivamente (sin considerar flúor aportado por los alimentos) y la excreción de flúor en orina ($A=0.53$; $p=0.0001$).

El índice de CPO ($R^2=0.99$ y $p=0.0001$) se vio fuertemente afectado por la edad, por municipio ($p=0.0001$) y por el consumo de alimentos cariogénicos ($p=0.0021$). El Índice de ceo ($A=0.87$) únicamente se vio afectado por la edad ($p=0.0006$), la variable municipio afectó al índice de caries dental ($R^2=0.99$; $p=0.0006$), y por el consumo de alimento cariogénicos ($p=0.046$).

El Índice de fluorosis (IF) ($R^2=0.54$) fue afectado por edad ($p=0.0080$), por la variable municipio ($p=0.0001$), Ingesta de flúor vía agua de consumo ($p=0.063$) y por el consumo de alimentos aportadores de flúor ($p=0.017$).

El grado de Fluorosis ($R^2=0.50$, $p=0.0014$) fue afectada por la edad, por la variable municipio ($p=0.0001$) y por el consumo de alimentos aportadores de flúor ($p=0.0136$).

INTRODUCCION

El flúor (F) es un nutrimento indispensable para el mantenimiento de la salud dental. Una ingestión baja de flúor favorece la incidencia de caries dental, (Morgalls, *et al.*, 1975) e ingestiones mayores de 2 ppm F ocasionan fluorosis dental (diente quebradizo y moteado). De ahí que las agencias internacionales de salud recomienden que el agua potable debe contener de 0.7-1 ppm de F, por ser su principal aportador de este nutrimento a nivel mundial (Shaw y Sweeny, 1980). Es importante considerar el clima de cada región para determinar la concentración de flúor adecuado en el agua, ya que pequeñas deficiencias ó excesos de flúor ocasionan efectos indeseables en la salud dental de la población (Galgan y Vermillion, 1957).

En relación con los niveles bajos de flúor está la aparición de la caries dental, la cual está catalogada como un padecimiento bucal, que por su magnitud, es considerada el principal problema de salud pública en México, por su alta prevalencia e incidencia (SSA, 1989, fuente directa del Dr. Filiberto Pérez Duarte).

En la República Mexicana se reporta una prevalencia de caries dental de 95% en niños y 99 % en adultos (Jensen y Hermosillo, 1983), en Sonora se reporta un 84.4% de caries dental en escolares y 95 % en adultos (SSA, 1989, fuente directa del Dr. Filiberto Pérez Duarte). En los estudios hechos de evaluación del estado de nutrición realizados en la zona serrana y en centros urbanos marginados del Estado de Sonora, se reportó una alta incidencia de caries dental en escolares de 83.5% y 66.7% respectivamente, y en mujeres embarazadas y lactantes se reportó

un 80 % (Valencia, *et al.*, 1980; Valencia, *et al.*, 1981). Sin embargo ninguno de estos estudios son epidemiológicos recomendados por OMS, (1977), es decir no se han utilizado los indicadores adecuados para ver la prevalencia de caries a nivel poblacional.

Además de afectar la salud, la caries dental, representa un alto costo social, por ser causa de ausentismo laboral y escolar por lo que la Secretaría de Salud y Asistencia a nivel nacional, ha optado por un programa preventivo que contempla dos objetivos primordiales: El educativo-preventivo en escolares y preescolares y el de fluoruración de sal de mesa, medida de amplia cobertura, económico, de "bajo riesgo" y de aceptación social. Sin lugar a dudas fluorurar el agua es la medida más segura y efectivo de prevención de caries dental, pero México actualmente no cuenta con los suficientes requisitos para la implementación de este programa, por lo que optó por la fluoruración de sal de mesa (Reyes, 1990). Pretendiendo con esta medida la reducción por lo menos del 40% de caries dental.

La fluoruración de sal no puede establecerse de manera generalizada a corto plazo, si no se conoce la situación actual de la ingestión de flúor en la población, en este caso del Estado de Sonora, así como los niveles de flúor en el agua de consumo humano, por ser considerado el principal vector de este nutrimento a nivel mundial. Una vez establecido lo anterior se podrá administrar los niveles adecuados de fluoruros en la sal de consumo en las zonas que requieran de esta importante medida (SSA, 1989).

En un estudio preliminar llevado a cabo por el CIAD (Moya, *et al.*, 1989), en dos localidades del municipio de Hermosillo, se encontraron niveles de flúor en agua de 1.34 y 5.93 ppm F respectivamente, además se detectó una fuerte asociación ($R^2=0.99$; $p=0.0001$) entre la concentración de flúor y la excreción urinaria en los pobladores. Se encontró también una asociación significativa ($R^2=0.99$; $p=0.0001$) entre la incidencia de fluorosis de los pobladores y los

niveles altos de flúor presentes en el agua de consumo. Esta información obtenida es importante de tomarla en cuenta en caso de querer implementar el programa de fluoruración de la sal de consumo, ya que no pueden ser las únicas regiones del Estado que cuenten con niveles altos de flúor, los cuales son considerados tóxicos si estos son consumidos durante largos períodos de tiempo.

Sonora es un estado que cuenta con una extensión territorial de 185,431 km de superficie, considerado el segundo estado mas grande de la República Mexicana. Cuenta con características ecológicas muy especiales, es considerado zona desértica cálida y muy seca, con un mínimo de precipitación pluvial, su orografía y geología es muy variada, desde valles y zonas costeras con suelos salinos hasta áreas montañosas con suelos rocosos y muy mineralizados (Enciclopedia de los Municipios, 1988), donde las principales fuentes de abastecimiento de agua lo constituyen presas y pozos perforados, estas grandes diferencias geológicas sin lugar a dudas afectan la concentración de flúor en el agua de consumo de las diversas áreas de la región. Hasta la fecha no existen estudios detallados de la distribución de flúor en el agua de consumo en las distintas regiones de Sonora.

Además no se cuenta con ningún tipo de regulación por parte de las autoridades de salud en cuanto a los niveles de flúor que debe contener el agua, ni se tienen sistemas de control. A pesar de lo anterior algunas instituciones de salud en el Estado de Sonora tienen programas de aplicaciones tópicas de flúor o enjuagues con sustancias fluoradas, desconociendo la ingestión de éste nutrimento en la población. De aquí la importancia de determinar los niveles de flúor en las fuentes de abastecimientos de agua y su posible relación con la salud dental de la población del Estado de Sonora.

Determinar los niveles de flúor en agua va a permitir a las autoridades pertinentes dar posibles soluciones, teniendo como objetivo el mejoramiento de la salud dental del Estado de Sonora: a) En las regiones con una alta prevalencia de caries dental se pueden llevar a cabo programas educativos-preventivos de salud dental, que se administren enjuagues bucales de flúor, o aplicaciones tópicas de este mineral pero bajo un control muy estricto, finalmente se pueden implementar sistemas de fluoración en el agua de consumo, o en la sal de mesa si esta presenta bajos niveles de flúor. b) Por el contrario en las regiones que reporten altos niveles de flúor se puede llevar a cabo la remoción de los excesos de fluoruros como lo recomienda la OPS (1977).

REVISION BIBLIOGRAFICA

Importancia del Sistema Estomatológico

Es importante, a nivel población o bien en forma individual evitar el deterioro de las condiciones del aparato estomatológico y como parte de éste, la de los dientes, el aparato dentario y las estructuras que lo sostienen (dento-periodontario); Menéndez, 1968.

Masticación, Digestión y Nutrición

En forma natural un individuo debe tener un determinado número de dientes, es decir, un niño debe presentar 20 dientes y un adulto de 28-32 dientes, si este número de dientes disminuye se puede ver afectado el proceso de digestión, debido a que éste se inicia en la boca (Menéndez, 1968).

Los tejidos y el proceso metabólico de la boca son diferentes a los tejidos del cuerpo, durante su desarrollo, crecimiento y mantenimiento. Debido a la localización de este tipo de tejidos y a la función que realiza la cavidad oral, son sujetos a una gran diversidad de factores que pueden dañarlos como pueden ser: Los mecánicos durante el proceso de masticación al ser sometidos a diferentes texturas del alimento que es consumido, los químicos por la ingestión de alimentos con diferente composición y los físicos que se ponen de manifiesto durante el consumo de alimentos con diferentes temperaturas (Luke, 1984; Shaw y Sweeney, 1980). Por otro lado la cavidad oral ofrece condiciones ideales para el crecimiento y desarrollo de una gran variedad de

microorganismos, considerados importantes en el desarrollo de la caries dental (Shaw y Sweeney, 1980).

El tejido blando del diente es susceptible a cualquier anomalía metabólica de origen nutricional, mientras que los tejidos de la cavidad oral (esmalte, dentina y cemento) son mucho más afectados por desórdenes que se dan durante el desarrollo del mismo que después de éste (Shaw y Sweeney, 1980).

La integridad del diente es influenciada en gran parte por el ambiente oral, también se ha visto que la caída del diente en particular, ha sido señalado ser relacionada a anomalías específicas nutricionales que ocurren durante el desarrollo del diente. Otro factor importante que favorece la caída del diente es la presencia de caries dental. Esta enfermedad es capaz de afectar la estructura, forma y pérdida de éstos, lo cual puede ocasionar distintos grados de incapacidad al masticar, tanto por razones físicas (reducción, alteraciones de las superficies masticatorias) y los ocasionados por el dolor, infección (Menéndez, 1968).

En América latina, no se tiene la capacidad de recibir u obtener suficiente cantidad y calidad de nutrientes lo cual puede producir desnutrición en su población, esto puede ser agravado si se no se dispone de una buena cantidad y calidad de dientes, que finalmente son los que llevan el primer paso en la digestión de los alimentos.

Presentación de Trabajo

Es considerado ya como un problema de tipo social y laboral el hecho de que a las personas les hagan falta uno o varios dientes anteriores o por la presencia de caries dental, ya que son rechazados cuando tratan de conseguir empleo sin importar la capacidad que éstos tengan para realizar cualquier trabajo, lo cual afecta la economía familiar (Menéndez, 1968).

Relaciones Personales

Las relaciones interpersonales se pueden ver afectadas por la pérdida de dientes, caries dental, alteración de la estructura, forma del diente y lesiones producidas por esta enfermedad.

La caries dental genera putrefacción en el diente, causando esto halitólisis con la producción de olores desagradables. Por otro lado las cavidades producidas por estas lesiones favorecen la retención de la placa dento-microbiana y restos de alimentos, ocasionando de tal manera el deterioro del diente y en grados más avanzados pueden provocar la presencia de gingivitis (inflamación de las encías) y las enfermedades periodontarias (manifestándose con el movimiento del diente hasta la pérdida del mismo, en edad avanzada), ambas enfermedades contribuyen con la presencia de halitólisis (Menéndez, 1968).

Quizá el único grupo social que no se vea fuertemente afectado por esta situación sea la población rural, pobre y en general marginada, en la cual la pérdida de dientes por caries representa culturalmente un proceso que se acepta como natural, el cual crea "la cultura del desdentado".

El Complejo del Desdentado

La pérdida de dientes o bien el deterioro de uno o más de éstos por lesiones de caries y por la falta de atención médica, dan origen a traumas psíquicos. La falta de ayuda para evitar estos problemas desarrollan un estoicismo, muy propios de sociedades primitivas o grupos marginados, quienes se ven forzados a aceptar la situación descrita (Menéndez, 1968).

Fluorosis Dental

La fluorosis dental es un problema importante relacionado con la salud dental, manifestándose con la presencia de dientes "manchados y quebradizos" ocasionada por

ingestiones altas de flúor durante tiempos prolongados, principalmente en el período de calcificación del diente. Lo que conlleva a fuertes pérdidas de dientes a edad temprana (35 a 40 años), a efectos nutricionales, sociales y estéticos, con consecuencias muy similares a las originadas por la caries dental ya mencionadas anteriormente (Leverett, 1982).

Importancia de la Prevención de Problemas Dentales

Los problemas estomatológicos (relacionados con la salud dental), principalmente los ocasionados por caries y fluorosis dental son fuertes y mayores que la capacidad de la estomatología o la odontología contemporáneo, por lo consiguiente es difícil evitar estos padecimientos.

Dado a la magnitud del problema existente de salud dental se sugiere: 1) minimizar la morbilidad estomatológica, en este caso dentaria, 2) maximizar la productividad de los servicios odontológicos masivos y 3) buscar alguna otra solución si las ya mencionadas anteriormente no solucionan el problema existente (Menéndez, 1986).

Situación Económico-Social

Los países en vías de desarrollo con bajos ingresos económicos en la gran mayoría de su población, junto con el crecimiento demográfico y con una estructura joven, originan un aumento acelerado en la demanda de servicios asistenciales. Entre éstos, los servicios estomatológicos considerados costosos, lo cual contribuye a que la población no tenga acceso a estos servicios médicos, agravándose su salud dental (Gish, 1978).

CARIES DENTAL

Las enfermedades bucales son un problema de salud pública a nivel mundial, siendo la caries dental y las enfermedades paradontarias las de mayor importancia sanitaria, por su magnitud (OPS, 1976).

La caries dental es considerada una enfermedad infecciosa que ataca al diente mediante diversas reacciones químicas complejas, causando lesiones destructivas y progresivas, dándose primeramente una destrucción del esmalte dentario y posteriormente, si no se controla, se afecta todo el diente, provocando de tal manera la desmineralización primeramente del esmalte y luego de la dentina, como etapa preliminar, seguida de la disolución del residuo resblandecido. (Katz, 1975; Morgalis, *et al.*, 1975 y Loveren, 1990).

La caries dental es más frecuente en los países en vías de desarrollo que en los países desarrollados. En 1982 la Organización Mundial de la Salud reportó que el CPO (diente permanente cariado, obturado, perdido o con extracción indicada) en niños de 12 años fue de 4.1, en países en desarrollo y de 3.3 en países desarrollados. Hace 20 años el índice CPO fue 1 en países subdesarrollados y de 10 en países desarrollados. Probablemente los cambios benéficos observados en los países desarrollados se deban a la ingestión adecuada de fluoruros, higiene oral, a la educación y al cuidado dental ya que éstos tienen mayor acceso a éstos beneficios a la cual tienen acceso. (Katz, 1975)

En países no desarrollados la caries dental tiene un alto porcentaje de prevalencia en niños y adultos, como lo es el caso de la Ciudad de México, en donde se reporta que el 95 % de los niños menores de 8 años tienen algún grado de caries y 99 % en adultos, lo cual indica que esta enfermedad se inicia a edad temprana y se incrementa con la edad (Jesen y Hermosillo, 1983).

Hay diversos factores que intervienen en la presencia de caries dental y con diferentes grados de importancia en su efecto.

Microorganismos.

En la boca se tiene una microflora microbiana normal, por tratarse de un ambiente húmedo y caliente, se sabe que en un mililitro de saliva en condiciones normales, existen de 4 a 7 millones de bacterias. En condiciones favorables, una bacteria se multiplica cada 20 minutos en promedio, es decir, puede reproducirse en dos millones en un tiempo de 7 horas (Ruiz, 1986).

La presencia por sí sola de esta microflora no causa enfermedades sino que: Son los desechos, productos del metabolismo de las bacterias los que dañan a los dientes y encías ya que las bacterias tienden a agregarse a lo que se le denomina placa bacteriana, sobre las caras más protegidas de los dientes y con la multiplicación de las bacterias la placa bacteriana se forma continuamente. En la saliva la sustancia mucina, es un compuesto natural y junto con los sacáridos de los alimentos y las bacterias, forman una película que se adhiere a los dientes y forman la placa dento-bacteriana (Ruiz, 1986; Bodwen, 1990).

Dieta.

Los carbohidratos son nutrimentos que juegan un papel importante en la dieta del ser humano, ya que proporcionan al organismo la fuente más importante del potencial energético indispensable para el mantenimiento de las funciones metabólicas de las células y la homeostasis tisular. La dieta del ser humano suele ser muy variada en cuanto al porcentaje de carbohidratos que contiene, por lo que se dificulta precisar la cantidad óptima de los mismos. En las dietas de países desarrollados se ha encontrado que la ingestión de éstos es del 45 al 55% del total (Ruiz, 1986).

También se sabe que los carbohidratos juegan un papel importante en el proceso de la caries dental, ya que en presencia de microorganismos principalmente *Streptococcus mutans*, fermentadores de carbohidratos localizados en la cavidad oral, son considerados los responsables directos de esta enfermedad debido a que al utilizar a los carbohidratos como fuente de energía para su crecimiento y desarrollo, generan como producto de su metabolismo ácido, siendo este último el que lleva a cabo la disolución del esmalte del diente (desmineralización), al entrar en contacto con la cavidad oral, principalmente si se alcanza un pH de 5.5 o menor, aunado esto con un cuidado higiénico bucal deficiente se favorece aun más el mecanismo anteriormente mencionado (Leverett, 1982).

No se conoce el mecanismo exacto de la degradación de carbohidratos que forman ácidos en la cavidad bucal por acción bacteriana. Sin embargo es muy posible que se realice a través de degradación enzimática del azúcar, con producción de ácidos formados como producto de desecho de los microorganismos como es el caso de la producción de ácido láctico, y el ácido butírico. Este hecho plantea la forma de reducir la producción de ácido mediante la interferencia de algunas enzimas, como método de prevención de caries (Leverett, 1982).

Aunque el mecanismo mediante el cual se genera la caries dental es complejo, se conoce que los carbohidratos en la dieta es un factor importante en la iniciación de este problema. Además se ha visto que la cariogenicidad de estos compuestos de la dieta varía con la frecuencia de ingestión, forma física, composición química, vía de administración y presencia de otros componentes de la alimentación (Leverett, 1982).

Es importante considerar que existe una relación entre la cantidad y la frecuencia de ingestión de azúcar, es decir, si se consume una bolsa de caramelos en un período de 20 minutos produce el efecto de caries, producto de un solo caramelo. Sin embargo si estos mismos caramelos son consumidos uno a uno en período diferentes de tiempo generan mas caries, lo cual

se debe a que las bacterias que intervienen en éste proceso se reproducen cada 20 minutos (Ruiz, 1986).

Observaciones realizadas en esquimales de Groenlandia antes de 1920, demuestran lo anteriormente mencionado, ya que originalmente estos grupos de humanos tenían una dieta exclusiva de alimentos de origen animal, y no manifestaban problemas de caries pese a que su higiene bucal era muy deficiente, sin embargo con la introducción de alimentos ricos en azúcares y derivados, estos empezaron a desarrollar caries dental (Ruiz, 1986). Esto da pie a pensar que la caries dental es producto del desarrollo de los países, principalmente durante el siglo 20 ya que se tiene un mayor acceso a los productos ricos en carbohidratos y azúcares refinados. (Leverett, 1982).

Esta tendencia en el incremento del uso de carbohidratos y azúcares refinados se observa actualmente en los países en desarrollo, en los cuales hay mas segmentos de la población que tienen acceso a los compuestos anteriormente mencionados y por consiguiente se tiene un mayor aumento en caries dental. Sin embargo a diferencia de los países desarrollados estos países no cuentan con el acceso de las medidas preventivas para reducir la caries dental, por lo que su problema de salud dental es aún mas fuerte (Leverett, 1982).

Dientes.

El tercer factor importante en el desarrollo de la caries dental son los dientes en realidad es la resistencia o la susceptibilidad de éste al ataque del ácido (Ruiz, 1986).

Fuera del uso del flúor, cualquier otra cosa que se haga para aumentar la resistencia de los dientes es poco, una alimentación balanceada es importante para el desarrollo y crecimiento de la dentición del niño (Ruiz, 1986).

Desarrollo de la Caries Dental

El diente está constituido por: El esmalte el cual está formado por casi el 100% de calcio, considerado tejido duro; la dentina es tejido que se encuentra en la raíz del diente, es calcificado, es duro pero presenta múltiples canalículas microscópicas que comunican al centro del diente donde se encuentra la pulpa (nervio); la pulpa es tejido conectivo intercalado con minúsculos vasos sanguíneos linfáticos, nervios mielinizados y amielinizados y células conectivas diferenciadas que salen del diente a través del orificio de la punta de la raíz.

La caries es localizada en las zonas del diente difíciles de limpiarse adecuadamente (fisuras, caras interproximales y las partes junto a las encías). El proceso de descalcificación se inicia en la superficie del diente y avanza gradualmente a la parte interna, en presencia de ácido se originan los primeros indicios visibles como: aspereza y cambio de color en la superficie del esmalte dándose de esta forma el proceso carioso, con cavidades en el esmalte (Halmiton, 1990; Ruiz, 1982).

Si no es tratada la cavidad del esmalte, la destrucción llega a la dentina extendiéndose con mayor rapidez y puede continuar hasta la pulpa provocando una infección que puede causar la muerte del nervio. Cuando se forma el foco de infección, se inflama la punta de la raíz, dentro del hueso del maxilar, con formación de absceso, la infección sale por el punto de menor resistencia atravesando hueso y encías, formando una fístula. En casos avanzados de caries, se origina la fractura de las paredes del esmalte y la dentina (Halmiton, 1990).

Prevención de la Caries Dental

Teóricamente, el proceso de caries dental puede ser disminuído o eliminado, mediante 3 caminos.

Higiene Bucal.

La remoción regular de la placa dento-bacteriana es una parte importante de la prevención de la caries, ya que se disminuye el número de bacterias o se da la reducción de éstos en su habilidad para realizar el metabolismo fermentable de carbohidratos. Una forma sencilla de verificar la limpieza de los dientes es sentirlos mediante el tacto con la lengua sobre éstos, si se sienten absolutamente lisos, se consideran dientes libres de placa dento-bacteriana (Morton, 1987).

La placa dento-bacteriana continuamente es formada, por lo que después de 5 horas de un cepillado efectivo es posible encontrar de nuevo cierta cantidad de placa. Por lo que es importante cepillar los dientes en los primeros 20 a 30 minutos después de haber ingerido alimentos, para lograr una mayor protección de los mismos, tiempo en el cual se produce el ácido (Morton, 1987).

Carbohidratos.

Es importante tener un control dietario de la ingestión de carbohidratos, después de quedar claramente establecido el papel que éstos juegan en la formación de caries dental. Un paso importante puede ser la reducción en el consumo de azúcar refinada como es el caso de la sucrosa, considerada ampliamente popular tanto para productores y consumidores de productos elaborados a base de este azúcar como lo son los dulces y refrescos principalmente, o bien sustituir la sacarosa por otros edulcorantes no cariogénicos (Leverett, 1982).

Flúor

El tercer camino que permite disminuir el problema de caries dental, es mediante la habilidad que tiene el diente para adquirir resistencia contra el ataque del ácido, principalmente el otorgado por el uso de flúor.

El flúor es un mineral presente en la naturaleza, que cuando se encuentra en concentraciones adecuadas en la dieta de la población tiene la capacidad de reducir la caries dental mediante los siguientes mecanismo de acción:

1). Aumenta la resistencia del esmalte dentario, ya que éste es ligeramente permeable a ciertas sustancias como los fluoruros, fosfatos, y ácidos (Reyes, 1990)

La primera fase mineral del hueso y el esmalte dental es constituido por hidroxiapatita [$\text{Ca}^{10}(\text{PO}_4)^6(\text{OH})^2$] básicamente, sin embargo tiene un gran número de constituyentes en menor escala, tales como flúor, cinc, sodio y estroncio, que son incorporados a la estructura del cristal de la apatita. El flúor es un mineral que presenta una fuerte afinidad por el mineral del hueso y el esmalte del diente, aproximadamente el 99% del flúor corporal total es encontrado en el hueso y en esmalte dental, donde éste es incorporado a la estructura del cristal de apatita por la sustitución del ión hidroxilo, para formar posteriormente fluorapatita que es menos soluble al ataque del ácido. Se considera que ésta sustitución es la que permite el efecto protector del diente contra la caries dental, lo cual genera importantes implicaciones en enfermedades de desmineralización que padecen los seres humanos (Kuang, et al, 1987; Morgalis, et al, 1975 y Harrison, et al, 1987).

Se ha observado que antes de la salida del diente, el flúor se acumula en la matriz del esmalte y cuando el diente sale, este se incorpora en la superficie, donde es absorbido e incrementa su contenido, ejerciendo de ésta manera la protección de los dientes contra la caries (Krause, 1984).

2). Otro mecanismo de acción del flúor es mediante la remineralización del esmalte en lesiones incipientes. Si las condiciones ácidas en la boca (por consumo de azúcares) permanecen por tiempo considerable, el esmalte disuelto se difunde en la placa y entonces pasa a la saliva, produciéndose la pérdida del esmalte (desmineralización). Cuando se favorece la desmineralización, a pH bajos, ocurre la formación de lesiones cariosas. Cuando son favorecidas las ganancias de minerales (mediante el uso de fluoruros), ocurre la maduración o remineralización del diente (Reyes, 1990).

3). El flúor interfiere con el desarrollo de microorganismos, debido a que éste puede inhibir los sistemas enzimáticos de las bacterias productoras de ácidos (Reyes, 1990).

4). El flúor puede mejorar la morfología del diente, mediante el uso constante de fluoruros, ya que se pueden mejorar las áreas susceptibles como fosas y fisuras de los dientes provocadas por la caries, las cuales varían de tamaño y profundidad (Loveren, 1990; Arends y Christoffersen, 1990; Hamilton, 1990; Bodwen, 1990).

Propiedades preventivas del flúor.

Estas pueden aprovecharse mediante diferentes formas:

1). La adición de este nutrimento al agua potable, ya que se sabe que el proceso de fluoruración de agua es eficaz y puede mejorar la salud oral, dando resistencia contra la caries (Becker, 1967).

Los primeros estudios médicos demostraron que la ingestión de cantidades adecuadas de fluoruros no causaban efectos nocivos, sino todo lo contrario (Becker, 1967).

2). Aplicación tópica de flúor en los dientes. Existen varias maneras de aplicar flúor a los dientes: se pueden utilizar soluciones o geles de fluoruro de sodio al 2% para untarse o enjuagarse los dientes de 2 a 10 veces por año. Se pueden realizar enjuagues cada dos semanas con soluciones de fluoruro de sodio al 0.2% o bien utilizar diariamente pastas dentales que contienen flúor. Sin

embargo es importante tener cuidado con estas medidas preventivas principalmente con los niños, ya que pueden tender a ingerir pasta dental por su sabor agradable al paladar de éstos, y con regiones donde existe flúor natural en el agua en concentraciones altas, ya que aportes extras de este nutrimento puede traer efectos tóxicos principalmente durante el período de calcificación del diente (Morgalis, et al; 1975).

Los métodos de prevención secundaria de caries aplican los principios fundamentales de la odontología restauradora a las pequeñas lesiones poco después de su aparición: Eliminación completa de la dentina cariada, extensión del contorno de la cavidad para evitar la reaparición de la caries, diseño adecuado de la cavidad para prevenir fracturas del diente o del material de restauración y formación de un contorno adecuado para restaurar la anatomía normal (Shaw y Sweeney, 1980).

Existen medidas preventivas terciarias cuando el ataque de caries se ha mantenido por mucho tiempo provocando lesiones extensas, entre estos se tienen procedimientos de endodoncia para conservar el diente o la construcción de prótesis después de la extracción de un diente el cual puede evitar la migración y la extrusión de los dientes restantes y poder restablecer una masticación eficiente (Shaw y Aweeny, 1980).

Paradontopatías

Las enfermedades dentoparodontarias son de elevada prevalencia, siendo la causa principal de este padecimiento la placa dento-bacteriana. La presencia de bacterias origina irritaciones e inflamación en los sitios donde se acumula la placa bacteriana junto a la encía, si permanecen los microorganismos y los productos de su metabolismo van a causar inflamación y destrucción de los tejidos fijadores de los maxilares (Mosby, 1977).

La enfermedad se inicia con la inflamación gingival y sangrado de la encía, originando después la destrucción en menor o mayor grado del soporte óseo de los dientes, lo cual origina la movilidad y pérdida de los dientes. La relación entre caries dental y enfermedades periodontarias, puede ser directa o indirecta de tal forma que, una determina las condiciones para el surgimiento o agravamiento de la otra. En América Latina esta enfermedad periodontaria, ha producido alta mortalidad dentaria, causando pérdidas de dientes de manera parcial o total en edad avanzada (Mosby, 1977).

Prevención de las Enfermedades Paradontarias

La higiene bucal es la medida mas importante para prevenir las enfermedades paradontarias por lo que hay que remover la placa dento-bacteriana, al menos una vez por día (Mosby, 1977).

Las enfermedades de caries dental y paradontarias son las de mayor prevalencia en el mundo y tienen ciertas características en común: Ambas destruyen los tejidos de la boca, son multicausadas, infecciosas y progresivas. Causan lesiones reversibles en las etapas iniciales e irreversibles en las medias y avanzadas, en su desarrollo es determinante la presencia de la placa dento-bacteriana (González, et al., 1983; González, et al., 1986). Finalmente el progreso natural de ambas enfermedades llega a causar dolor y a colocar en riesgo de infección a los tejidos cercanos y al formarse estos tejidos como "foco de infección", es posible la infección de tejidos y órganos distantes de las áreas donde ocurren (González, et al. 1983; González, et al. 1986).

Importancia del Flúor en Salud Dental

Se conoce poco sobre la importancia del flúor en la salud dental por lo que a continuación se mencionarán algunos aspectos de este nutrimento.

Generalidades del Flúor

El flúor es un elemento químico gaseoso que se puede combinar activamente con otros elementos para formar compuestos de fluoruros. El flúor como tal es prácticamente desconocido en la naturaleza, pero los compuestos que contienen fluoruros se encuentran en todas partes, ocupando de esta manera el 17 ^{avo} lugar en abundancia. Se encuentra en un 0.03 % aproximadamente en la corteza terrestre (Blosca, 1965; Murray, 1986; Myers, 1983). Dada su presencia en la corteza terrestre el fluoruro es componente natural en las fuentes de agua, con concentraciones muy diferentes (Blosca, 1965 y Murray, 1986).

El agua de mar contiene aproximadamente 1.4 mg/L de F, ocupando el duodécimo elemento en orden de concentración, en este medio. Mientras que en el cuerpo humano existen sólo trazas, ocupando el 13 ^{avo} lugar en abundancia (Maier, 1974).

Los minerales de fluoruros más comunes son: el espato de flúor (que contiene fluorita o fluoruro de calcio), criolita (sal doble de sodio y aluminio) y la apatita (complejo compuesto de calcio, fluoruros, carbonatos y sulfatos). Cuando el agua pasa sobre o a través de depósitos de éstos u otros compuestos similares que contienen fluoruros, parte de ellos se disuelven en el agua aportando cierta cantidad (mg/L) de fluoruros y otros iones (Maier, 1974).

Es difícil identificar con certeza el compuesto que constituye la fuente de iones de fluoruro en el agua, debido principalmente a las enormes cantidades y variedades de minerales de fluoruros que están diseminadas debajo y sobre la tierra. Un análisis de agua revela sólo los elementos químicos que contiene una muestra, nunca los compuestos mismos (Maier, 1974).

Efectos Ocasionados por el Flúor

Por casi más de 40 años, se tiene conocimiento que en varios lugares del mundo, ciertos grupos pequeños de personas mostraban una susceptibilidad notablemente inferior a cierto

padecimiento que era muy común en otras partes. Esto fué atribuido al agua de consumo ya que ésta contiene un elemento muy especial y su efecto dependía de la concentración de éste. De ahí se inició la inquietud de agregar este elemento al agua en las concentraciones adecuadas para disminuir el padecimiento detectado llamado caries dental ya que afectaba directamente al diente (Maier, 1974; Becker, 1967).

Por otro lado Eager (1901), observó que ciertos migrantes Italianos que provenían de una región cercana, tenían dientes con unas marcas peculiares, conocida como la enfermedad "denti di chiale" que se producía cuando se consumía agua "cargada de humos volcánicos bajo presión".

En jóvenes Italianos parecía existir una tendencia a tener dientes fuertes y bien formados, no propensos a caries, y que durante su infancia no habían estado sometidos a los efectos de la enfermedad de " chiale " (Blasca, 1965; Hastreinter, 1983 y Katz, *et al.*, 1983).

Esta enfermedad di chiale, en su forma mas leve, es caracterizada por puntos pequeños, opacos y blancuzcos que aparecen en dientes posteriores. Conforme el defecto se hace más severo el moteado se extiende y cambia de color, desde el gris hasta el negro, y en casos muy severos se registran defectos de calcificación grave, dando como resultado el desgaste del esmalte. En algunos de los casos los dientes se deterioran a tal grado, que se desgastan hasta el nivel de las encías y las personas deben obtener dentaduras artificiales completas (Mackay, 1926).

Uno de los primeros intentos de querer explicar el por qué de la enfermedad del diente moteado, después de observar en varios lugares ya sea los efectos negativos y benéficos de este compuesto, es el siguiente. Se partió desde el punto de vista que el esmalte es esencialmente mineral en su composición y el agua está ciertamente involucrada, por tanto su contenido mineral parece ser la causa de dicho problema. Además se sabe que el calcio, fósforo y flúor son los principales constituyentes del esmalte y que los dos primeros no únicamente se encuentran en agua, sino en alimentos (Hannan, 1926).

Se conoce poco sobre el flúor, sin embargo ha sido encontrado en diferentes fuentes de agua potable. Después Churchill (1931), concluyó que las regiones endémicas que tenían aguas con 2 ppm o más de fluoruros, mientras otras regiones que contenían menos de 1 mg/L, no tenían indicios del moteado del diente, y confirma que las fuentes de agua de las regiones no endémicas, contenían menos de 0.72 mg/L de flúor (Churchill, 1931). Posterior a una serie de observaciones y estudios se concluyó que el mineral responsable de la enfermedad "di chiaie" es el flúor presente en el agua de consumo humano, razón por lo que desde ese momento se le llamó fluorosis dental, además se estableció lo siguiente:

- 1). El esmalte moteado puede producirse durante el período de calcificación de los dientes y no más tarde. En otras palabras, después de cierta edad (cerca de los 12 años), no se pueden producir dentaduras moteadas, sin importar cuál fuera el nivel de fluoruros en el agua.
- 2). Una vez desarrolladas estas lesiones, no pueden corregirse ni durante el período de calcificación, ni después, no existe tratamiento médico o dietético que pueda disminuir el problema.
- 3). Parece ser que el flúor es el único agente, que forma parte de la dieta y que tiene influencia sobre la formación del esmalte.
- 4). Una vez terminada la calcificación, la estructura del esmalte permanece inalterada a pesar de los cambios que se efectúen en la dieta (Alder, *et al.*, 1972; Blosca, 1965).

Una vez establecido lo anterior Dean (1936), llevó a cabo un estudio por etapas; en la primera parte diagnosticó sitios con presencia de fluorosis y además estableció la relación existente entre ésta y la concentración de fluoruros en el agua potable. En la segunda parte de su estudio estableció el índice de fluorosis, método numérico con el que se puede medir la severidad de la fluorosis. Mediante éste índice se pudo establecer el nivel de fluoruros presentes en el agua que no contribuía a la fluorosis en forma notable, este nivel fue muy cercano a 1 mg/L (Dean, 1936).

De este estudio se obtuvieron tres cosas importantes:

1). Cuando los niveles de flúor exceden a 1.5 mg/L, no se disminuía significativamente la incidencia de dientes cariados, faltantes y empastados (índice de CPO), pero sí se incrementa significativamente la presencia de la severidad del diente moteado; 2). Se estableció el nivel óptimo de fluoruros a un nivel de 1mg/L, dándose la máxima reducción de caries con prácticamente ningún indicio de fluorosis a este nivel el CPO, se reduce hasta en un 60 % en niños de 12 a 14 años de edad y 3). Cuando los niveles de flúor son menores a 1 mg/L, se registran algunos beneficios pero la reducción de la caries no es importante y disminuye gradualmente conforme se disminuye el nivel de fluoruros (Dean, 1936).

Metabolismo de Flúor

Absorción y Retención de Flúor

Es importante conocer el metabolismo del flúor en el cual se incluye absorción, distribución y excreción ya que esto va a permitir entender de una manera mas detallada el grado de retención de los fluoruros en todo el cuerpo (principalmente en tejidos calcificados como huesos y dientes), lo cual está asociado con los efectos benéficos a ingestiones adecuadas del flúor como es el efecto protector que ejerce sobre los dientes en contra de la caries dental, así como el efecto tóxico, como es el caso de la presencia de fluorosis dental y osteoporosis (Whitford, et al; 1982; Cremer y Buttner, 1970).

La relación que se da entre ingestión y retención de fluoruros, no es fácil de explicar, debido a las diferencias que se dan entre personas y en el mismo individuo en diferentes épocas del año.

La mucosa gastrointestinal es la principal ruta de absorción del flúor, la cual le permite el paso hacia los fluidos y tejidos del cuerpo humano. La absorción del flúor también puede darse

a través de la mucosa bucal, principalmente en presencia de soluciones acidificadas, pero el porcentaje de esta forma de absorción es considerado muy bajo comparada con la absorción gastrointestinal (Whitford et al, 1982).

La absorción de los fluoruros por la ruta gastrointestinal es rápida, especialmente cuando estos iones son solubles en agua y que los iones que pueden combinarse a él, se encuentren en bajas concentraciones como: calcio, magnesio, hierro y aluminio (Cremer y Buttner, 1970). Cuando estas condiciones se dan, el período de tiempo que se requiere para la absorción de los fluoruros es de 30 minutos. Aumentándose de tal manera los niveles de flúor en el plasma en los primeros 5 minutos después de la ingestión de los fluoruros (Whitford y Pashley, 1984; Whitford et al., 1989).

Estudios recientes realizados por Whitford y Pashley, (1984) y Ekstran, et al. (1989), han mostrado que la absorción de los fluoruros a partir del estómago es a mayor escala, debido al ambiente ácido del estómago lo cual permite que el 90% del flúor ingerido pueda estar en forma de ácido fluorhídrico (HF), considerado ácido débil; con un pK de 3.4, este ácido débil se transporta por difusión no iónica de esta molécula.

La mayoría del fluoruro ingerido que no es absorbido por el estómago pasa por intestino, por lo que más del 90% de flúor es absorbido y generalmente el flúor que aparece en heces no ha sido absorbido, siendo casi un 10 % de la ingestiones diaria (Whitford y Pashely, 1984).

Estudios realizados por Nopakun et al. (1990) en ratas de laboratorio, encontraron que el flúor es fácilmente absorbido por el intestino delgado, principalmente por el epitelio. Ellos reportan que el transporte del flúor ocurre predominantemente como el ácido débil en mayor proporción que la forma iónica del flúor. Cuando estudiaron la absorción in vitro del flúor encontraron que la forma predominante de absorción de los fluoruros es la iónica, lo cual refleja la necesidad de realizar estudios más específicos sobre el metabolismo del flúor principalmente en humanos.

Flúor en Plasma.

Los fluoruros en sangre son distribuidos al cuerpo y al mismo tiempo se inicia la excreción parcial, el nivel de flúor en plasma y fluidos orgánicos no es regulado homeostáticamente a niveles fijos, reflejándose de tal manera el nivel de ingestión en el individuo (Taves y Guy, 1979). Los niveles de flúor en plasma, orina y tejidos son afectados por el metabolismo del fluoruro de cada individuo (Whitford *et al.*, 1983; Waterhouse, *et al.*, 1980). En otras palabras puede no estar directamente relacionado con la ingestión de los fluoruros (Whitford y Reynolds, 1979).

Los fluoruros en plasma son difundidos hacia los fluidos extra e intracelulares en la mayoría de los tejidos blandos mediante una distribución dinámica (Whitford y Pashely, 1979). La concentración de flúor en estos fluidos es diferente, los tejidos intracelulares tienen menor contenido de flúor, el cambio es proporcional y simultáneo. Al ingerir flúor se da un incremento temporal, de este en plasma y otros fluidos del cuerpo humano (saliva, conductos salivares, fluido del surco gingival, bilis y orina), durante el día y dependiendo de la ingestión, mientras que los fluidos orgánicos elevan sus niveles de fluoruros y posteriormente caen varias veces.

El pico máximo de absorción de flúor se da entre los 30 y 60 minutos con una rápida caída de éste ya que parte de el flúor ingerido es absorbido, la otra parte presente en plasma se va hacia riñones y tejidos calcificados. Al aumentar los niveles de flúor en plasma se incrementa en los diferentes tejidos blandos (Whitford y Pashley, 1979).

Los niveles en plasma después de una ingestión de flúor retornan a la normalidad después de 3-6 Horas. Es importante mencionar que hay una fuerte asociación entre niveles de flúor en plasma y presentes en orina, a pesar que en éste último son más elevados los niveles, aun así se

puede dar un buen reflejo del nivel de flúor en plasma a través de la concentración encontrada en orina (Whitford y Pashley, 1979).

Las rutas principales de remoción de fluoruros en plasma son: 1) La que forma parte del tejido duro del cuerpo humano ó tejido calcificado y 2) el excretado mediante orina (Largent, 1952).

Flúor y Tejidos Calcificados.

El 99% de flúor retenido es asociado con tejidos calcificados, la forma en que se retiene es como fluorapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) unida a ciertos minerales pero no en forma irreversible. Durante el proceso normal y continuo de la formación del hueso, el flúor puede ser liberado de la superficie de resorción distribuyéndose en otras partes del cuerpo humano o bien puede ser excretado al mismo tiempo que otros iones de flúor son depositados en las áreas de crecimiento óseo.

El contenido de flúor en los huesos puede ser alto por el incremento crónico del flúor ingerido, por tanto éste puede disminuir si se reduce la ingestión de flúor.

Estudios realizados por Largent (1952), sobre la movilización de flúor en el hueso, han demostrado que ésta es lenta debido a que se requiere de un período de tiempo grande para remover excesos de flúor acumulados en huesos. Esto se observó cuando después de consumir suplementos de flúor, se presentó un balance negativo de éste, es decir, se excretó mas flúor del que se consumió (Largent, 1952).

Retención de Flúor en Hueso

Existen factores que influyen en los niveles de flúor en hueso debido a que éste este elemento es removido por el plasma y de los fluidos extracelulares casi completamente por el riñón y el esqueleto. En otras palabras los factores que afecten la remoción de flúor a través de riñón van a influir directamente sobre la cantidad que va a ser tomada por los huesos y otros tejidos calcificados. El flujo sanguíneo es el factor mas importante en la disponibilidad de flúor en estos tejidos y va depender del tipo y desarrollo de los huesos (Waterhouse, *et al.*, 1980).

Se ha observado mediante estudios realizados por Waterhouse, *et al.*, (1980) que la hormona paratiroidea aumenta el nivel de flúor en plasma y la hormona calcitocina baja los niveles de flúor en plasma, por tanto cualquier enfermedad que involucre a estas hormonas van a afectar el contenido de flúor en huesos. Estudios realizados por Zipkjin y MacClure, (1950) en animales de laboratorio demostraron que la edad y el estado de desarrollo de el esqueleto son los factores que mayormente afectan la toma de flúor por los tejidos calcificados.

Otros estudios realizados en niños de diferentes grupos de edad, encontraron que el grupo de niños de 4 a 5 años excretaban solo la mitad del flúor que eliminaban los niños de 10 a 12 años (Longwell, 1957).

Westy y Burgi (1971), midieron la concentración de flúor en orina de 18 niños recién nacidos y de sus madres, después del parto encontrándose que la concentración de flúor fue de 0.014 a 0.16 ppm de Flúor y de 0.23 a 1.56 ppm F, respectivamente. Los autores atribuyen la diferencia a que la placenta actúa como una barrera efectiva para el paso del flúor. Sin embargo, posiblemente esta diferencia se deba a la eficiencia que presenta el esqueleto para tomar el flúor del plasma (Whitford, 1986). El impacto de la clarificación extra-renal de flúor sobre la farmacocinética del flúor, recientemente ha sido demostrada por Ekstrand y Whitford (1984), en un estudio de tipo longitudinal realizado con perros en etapa de crecimiento durante un período de 20 meses a los cuales se les inyectó una dosis simple de flúor de 0.5 mg/Kg de peso corporal cada 6 o 12 semanas. Se encontró una relación inversa entre la tasa de clarificación del plasma y la clarificación extra-renal con la edad, es decir que al inicio del estudio se tuvo una clarificación del plasma mas alto que a mayor edad, también la clarificación extra-renal de flúor fue alta al inicio casi 90% y disminuyó hasta 53% a los 20 meses de edad. Con este estudio durante el crecimiento de perros quedó demostrado que la fracción de flúor acumulado en tejidos calcificados está en función de la edad, y es mas fuerte después del nacimiento donde todo el flúor ingerido puede ser tomado por el tejido calcificado y después gradualmente disminuir con la madurez, hasta 50-60%. Estos hallazgos pueden tener importantes implicaciones clínicas con el flúor retenido por el tejido

calcificado durante el período de formación del esmalte en la infancia y en los primeros años de la niñez. Estos datos de clarificación de flúor extra-renal son también importantes cuando las dosis de suplementación de flúor se empiezan a definir (Ekstrand et al, 1990).

Remoción de Flúor por Tejido Calcificado

Siguiendo el estudio de los perros, al inicio se observó que la remoción del flúor en plasma se dio a través del tejido calcificado fue 90%, pero al final de éste sólo se removió el 50 %. El esqueleto de los perros mas jóvenes es más eficiente para remover el flúor del plasma que el esqueleto de los más viejos (Largent, 1952).

Seguramente este comportamiento puede seguirse en el humano, es decir que en los primeros años de vida el tejido calcificado retenga un alto porcentaje de este nutrimento y que disminuya conforme se avanza en edad (Westy y Burgí, 1971).

Excreción Renal de Flúor

Primeramente el flúor pasa por los capilares glomerulares y de ahí hacia los túbulos del riñón, para lo cual se requiere de una determinada velocidad conocida como Tasa de Filtración Glomerular (TFG) y es a través de este mecanismo como se mide la cantidad de flúor removido minuto a minuto hacia los riñones.

$$\text{Tasa de Filtración} = (TFG)([F]_p)$$

donde:

Tasa de Filtración = Flúor filtrado hacia riñones

TFG = Velocidad requerida para que se dé el paso del flúor del plasma hacia los riñones.

[F]_p = Concentración de flúor en plasma.

La relación que se da entre la Tasa de Excreción de Flúor en Orina es de la siguiente forma:

$$\text{Tasa de Excreción} = (V)([F]u)$$

donde:

Tasa de Excreción = Cantidad de flúor excretado por orina

V = Volumen de Orina

[F]u = Concentración de flúor en orina

No todo el flúor que pasa a riñones es excretado por orina debido a que una parte es reabsorbida por los túbulos y regresa a circulación general.

La eficiencia con la que son removidos los fluoruros del cuerpo por riñón queda establecida con la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de Clarificación} = \frac{(V_o)([F]o)}{[F]p}$$

Donde:

Tasa de Clarificación = Eficiencia de remoción de fluoruros por riñones.

V_o = Volumen de orina

[F]_o = Concentración de flúor en orina

[F]_p = Concentración de flúor en plasma

$$\text{TCF} = \frac{\text{Tasa de Excreción}}{\text{Tasa de Filtración}}$$

Donde:

TCF = Porcentaje de flúor excretado o clarificación fraccional

Tasa de Filtración = Cantidad de flúor excretado por orina

Tasa de Excreción = Cantidad de flúor removido a riñones

La tasa de excreción de flúor no da una buena información acerca de los niveles de fluoruros en plasma, tejidos o en algún otro tejido especializado del organismo, tampoco indica la eficiencia con la que los riñones remueven el flúor del organismo, ni toma en cuenta la concentración plasmática. Por otro lado se ve afectado por la tasa de filtración ya que ésta determina cuánto flúor pasa a túbulos, y se reduce la tasa de filtración glomerular a medida que se avanza en edad o en ciertas enfermedades renales, por efecto de sueño, ejercicio moderado o fuerte, períodos de tensión física emocional (Whitford, 1986).

Si se quiere evaluar algún programa de ingestión de fluoruros es importante que, al iniciar con un estudio se tomen muestras de orina antes y después del estudio (Whitford, 1986).

Existe una buena asociación entre fluoruros del agua y orina, por lo tanto el análisis de flúor en orina es un buen indicador del control de ingestión de fluoruros provenientes de diferentes fuentes.

Estudios realizados con niños de 9 a 12 años a los cuales se les determinó el nivel de flúor urinario y la tasa de excreción de flúor urinario antes y después de ingerir dosis de flúor, se les tomó cada 2 horas muestras de orina. Se encontró una alta variabilidad entre los niños y en cada tiempo de medición del contenido de flúor urinario y la tasa de excreción. Sin embargo esta última presentó mayor grado de confiabilidad para la estimación de la ingestión de fluoruros principalmente en muestras pequeñas (Whitford, 1986).

Erickson, (1971) concluyó que es difícil determinar cual es el momento más adecuado para tomar la muestra de orina y obtener una respuesta satisfactoria ya que existen varios factores que afectan a nivel universal, debido a la gran diversidad de dietas, los hábitos de consumo y los horarios de las comidas horas de comidas aún dentro de las regiones de un mismo país. Por lo que sugiere que en cualquier programa de fluoruración en agua y sal, debe hacerse una recolección de orina de 24 horas por un tiempo determinado de tal manera que la excreción diaria de fluoruros sería conocida con precisión y una vez que se examinen las tasas de excreción

durante diferentes horas del día, se podrá determinar los tiempos mas adecuados para posteriormente hacer la recolección individual de la muestra (Whitford, 1986).

Flúor en Saliva y Conductos Salivares

Se ha encontrado que la concentración de fluoruro en la saliva de los conductos salivares de la parótida o glándulas submandibulares, tienen un porcentaje fijo de la concentración de flúor simultánea en plasma (Ekstrand, 1971; Whitford, et al., 1981).

Lo anterior puede evitar el uso de métodos invasivos necesarios para la obtención de plasma a través de sangre para medir la concentración de flúor en plasma. La desventaja de ésta medición es que se requieren técnicas sensibles y precisas, debido a que son encontradas en menor cantidad que en plasma.

La saliva del conducto de las glándulas de la parótida es considerada un buen indicador de flúor en plasma, ya que es constante aún cuando los niveles en plasma varían (Ekstrand, 1977; Whitford y Pashely, 1981). A diferencia de la medición de flúor en orina la saliva de las glándulas de las parótidas puede ser analizada dando una aproximación de los fluoruros circulantes en el cuerpo. La concentración de fluoruros en estos fluidos suben o caen conforme varía el patrón de ingestión de flúor, por lo que se recomienda tomar las muestras de flúor después de varias horas de haber ingerido flúor ya que, se ha observado que existe menos variación en las concentraciones de fluoruros del plasma o de la saliva de los conductos salivares entre los individuos con respecto a los encontrados en orina.

Fluoruración del Agua

En 1939, Cox, et al; establecieron que los fluoruros del agua potable dan al esmalte del diente permanente, resistencia a la caries dental, ésto se observó en ratas experimentales que formaron sus dientes durante la ingestión de fluoruros.

Amstrong *et al.*, (1937), demostró que los dientes cariados tenían menor flúor que los no cariados. Dean *et al.*, (1939), encontró que los niños que consumían agua naturalmente fluorurada tienen menor incidencia de caries dental en comparación con los que habían consumido agua con bajo contenido de fluoruros.

Estas observaciones hicieron surgir la idea de fluorurar el agua de consumo humano de bajos niveles de flúor, iniciando con un sistema de abastecimiento de agua pública para implementar el programa de fluoruración, y evaluando periódicamente las dentaduras de los niños, para detectar si el sistema de fluoruración era el adecuado (Dean *et al.* 1939).

Se ha determinado la relación que existe entre la concentración de fluoruros en el agua y el desarrollo de caries y fluorosis dental en diferentes estudios epidemiológicos realizados en las décadas de los 30, especialmente en el estudio clásico de las 21 ciudades reportadas por Dean (1939), Driscoll *et al.*, (1987), Hastreinter (1983) y Olsson (1979).

Dean (1946), comparó el contenido de fluoruros en el agua de diferentes ciudades con los índices de fluorosis, concluyendo que 1 mg/L de F (1 ppm de F) constituye la cantidad óptima de fluoruro en el agua de consumo. Con lo cual únicamente se encuentran lesiones leves de fluorosis, sin importancia desde el punto de salud pública ni de tipo estético (Leverett, 1986).

Es importante mencionar que la fluorosis dental está catalogada como una enfermedad endémica, la cual está relacionada con algunas áreas geográficas en las cuales se ha dado la dispersión de flúor, (nutrimento responsable del padecimiento antes descrito), a causa de procesos geoquímicos, como la presencia de zonas volcánicas y grandes depósitos de fluorapatita (Georgievskii *et al.*, 1979), siendo su principal vector los abastecimientos de agua, ya que se han encontrado de 10 a 46 mg/L de este elemento en ellos, valor sumamente alto si se considera que la concentración recomendada de flúor en agua para que no se tengan efectos tóxicos, es de 1 ppm de flúor (Luke, 1984).

Dean, (1939) evaluó la dentadura de los niños, siguiendo ciertos criterios de selección: 1) los niños examinados debían haber nacido y ser residentes de la comunidad y 2) consumir agua del abastecimiento público.

Cuando se determinó la eficacia de la fluoruración controlada de agua no únicamente en los Estados Unidos, sino también en otras partes del mundo. Se evaluó la salud dental de los niños constantemente, para detectar la presencia de caries o fluorosis dental. Mediante los índices de CPO, ceo incidencia de caries e índice de fluorosis (Arnold, *et al.*, 1956; Morgalis, *et al* 1975).

La evaluación de estos estudios arrojó lo siguiente: Una reducción de dientes cariados, faltantes y empastados y resultó directamente proporcional a la edad, y a medida que pasa el tiempo se mejoró considerablemente la salud dental, y éstos fueron muy similares a las reportadas a la ciudad control, que contiene de manera natural 1.2 ppm de flúor considerada óptima (Ast, *et al.*, 1956; Hutton, *et al.*, 1956).

El índice de CPO se redujo casi en un 26 % a 10 años de iniciada el programa de fluoruración. Los grupos de mayor edad reportaron un 36 % de reducción de caries, indicando ésto la posibilidad de que los grupos de edad adulta también pudieran haber manifestado algún beneficio (Dean, 1946).

El índice ceo (diente temporal), fue similar a la ciudad control, se piensa que esta mejoría se debe a la incorporación de los fluoruros al esmalte del diente cuando se consume el agua fluorurada. (Arnold, *et al.*, 1956; Ast, *et al.*, 1965 y Hutton, *et al.*, 1956).

Argumentos para Fluorurar el Agua Potable

El principal argumento para fluorurar el agua de consumo humano es la disminución que se da de caries en la población, extendiéndose el beneficio de por vida para un gran número de niños principalmente. Lo anterior es particularmente importante, para los grupos de bajos ingresos económicos que no pueden afrontar los costos que implica tener un adecuado mantenimiento de salud dental, realizado por personal especializado (Morgalis, *et al*, 1975). Es importante que la

ingestión adecuada de fluoruros por los niños se inicie desde el momento en que se empieza a calcificar los dientes temporales, es decir, tres meses antes de su nacimiento hasta completar su calcificación de las coronas a la edad de 1 año y para el caso de los dientes permanentes, la calcificación de la corona comienza después del nacimiento y es completada a los 8 años a excepción del tercer molar (Morgališ, et al; 1975).

Otro argumento importante para aceptar la implementación de la fluoruración de agua, fue el resultado que se obtuvo en los niños evaluados en la Ciudad de Grand Rapids (Estados Unidos) con suministro de agua artificialmente fluorurada a 1 ppm de F. ya que solo se encontró un 5% de niños con grados de fluorosis leve a la edad de 11 años. Este grado de fluorosis es considerado sin importancia desde el punto estético o de salud pública (Arnold, 1957).

La ausencia de fluorosis dental, es un buen indicador del consumo constante de agua con concentraciones adecuadas de flúor entre los niños. Hay diferencia de consumo de agua pero no es tan importante como para producir fluorosis dental durante el período crítico de la formación del esmalte de los dientes (Arnold, 1957).

Estos hallazgos fueron importantes para poder justificar la implementación del sistema de fluoruración del agua en los lugares con bajos niveles de flúor. El agua es considerada un buen vehículo para proporcionar los fluoruros adecuados a la población (Schleinger, *et al.*, 1956).

Implementación del Sistema de Fluoruración de Agua

Después del éxito que tuvo la implementación de fluoruración de agua potable en los primeros 21 lugares de Estados Unidos, una serie de comunidades no únicamente de Estados Unidos sino de otras partes del mundo adoptaron este sistema por viable, económico y de amplia cobertura en sistemas de agua pública (Dean, 1946).

Es importante que al adoptar la fluoruración del agua se conozca las características de la región, clima, otras fuentes de aportadores de flúor (Maier, 1974) Galgan y Vermillion, 1957.

A nivel mundial hay una indiferencia muy marcada en los problemas de salud oral, existe poco recurso humano capacitado para la asistencia de este tipo de problemas, aunado a los altos costo que implica la atención dental, hace que sea atractiva y necesaria la implementación de la fluoruración de agua potable (Maier, 1974).

Desde el punto de vista científico, la fluoruración es la medida de sanidad pública de menos controversia, que permite la reducción de la caries dental con seguridad y eficacia. Además es respaldada por organismos profesionales y científicos, departamentos estatales de sanidad y organizaciones particulares (Maier, 1974).

En Estados Unidos y en otras partes del mundo, este procedimiento es adoptado en los lugares donde hay niveles bajos de flúor y una población infantil de importancia e incluso está establecido como una ley la fluoruración como un proceso normal del tratamiento si ésta es necesaria (Maier, 1974).

En México, También quedó establecido por la SSA, 1987, la prevención y control de enfermedades bucodentales en la atención primaria de la salud, como lo son el caso de (fluorosis y caries dental), para el primer caso se recomienda la remoción de fluoruros en excesos del agua y para caries dental debe llevarse a cabo la administración de flúor ya sea en agua, sal o de alguna otra forma de prevención, como el controlar la placa dentobacteriana, cepillado y eliminación de hábitos nocivos (SSA, 1987).

Existen objeciones técnicas en contra del sistema de fluoruración de agua de las fuentes de abastecimiento de la población, como las mencionadas a continuación (Maier, 1974).

Compuestos Químicos

A pesar de los resultados obtenidos mediante la fluoruración controlada en el mejoramiento de la salud dental, los oponentes creen que los fluoruros añadidos de forma artificial en el agua, no tienen las mismas características y funciones que los encontrados naturalmente. La manera intensa de reaccionar del flúor con otros elementos es otra crítica que se hace al programa, pero

como el flúor elemental no es utilizado, sino más bien los compuestos de flúor que reaccionan menos fuerte. Los oponentes cuestionan la pureza de los fluoruros ya que señalan que son muy bajos, cuando en realidad cuentan con un 99% de pureza (Maier, 1974).

Atribuyen que el programa de fluoruración es inútil, porque únicamente los niños (0 a 16 años de edad) salen beneficiados, pero no hay que olvidar que si el problema no es contrareestado desde el inicio a edad avanzada el problema ya es severo y difícil de evitarlo (Maier, 1974).

El flúor es catalogado como una sustancia tóxica, esto es válido pero a concentraciones sumamente altas; había que consumir alrededor de 2,500 litros de agua con 1 ppm F de una sola vez, para considerarlo como una dosis letal.

Por otro lado si se tienen ingestiones diarias de 20 a 80 ppm (Krause, 1984) por varios años, dan origen a sintomatologías crónicas, tales como el diente quebradizo, con cambios en la coloración del esmalte dentario como es el caso del diente moteado (manchado) (Jelliffe, 1966). Además puede provocar osteoporosis e inhibición de varias enzimas que contienen magnesio involucradas en el metabolismo de fosfato y el ciclo del ácido cítrico. De tal manera que es de suma importancia tener un control muy estricto sobre los diferentes aportadores de flúor (alimentos, dentríficos, suplementos y aplicaciones tópicas), principalmente en los lugares donde se tienen programas de fluoruración de agua y sal, así mismo en las regiones que cuentan con agua naturalmente fluorurada ya sea con concentraciones adecuadas o altas. Ya que de lo contrario pueden generar el problema de fluorosis dental y en última instancia agravarlo (Bilbeissi, et al. 1988; Burt, et al. 1986; Manji, et al. 1986; Szpunar y Burt, 1988).

Planta de Tratamiento

Se piensa que los fluoruros no son dosificados de una forma adecuada y constante a las comunidades. Sin embargo en la gran mayoría de los lugares donde se ha implementado el programa de fluoruración de agua se ha observado lo contrario (Maier, 1974).

Es importante considerar las causas de las posibles variaciones en el suministro de agua potable: 1) niveles de fluoruros en el sistema de distribución menores que los establecidos; 2) El peligro hacia los operadores, y 3) Finalmente los oponentes sostienen que los fluoruros son corrosivos, sin embargo los abastecimientos públicos de agua químicamente no sufren cambios a niveles de 1 a 1.25 ppm de F (Maier, 1974).

Uso Comercial e Industrial del agua Fluorurada

El agua fluorurada no afecta a procesos industriales, pero es importante tener cuidado cuando es utilizada en la elaboración de alimentos destinados a bebés (Maier, 1974).

Concentración de Flúor en el Agua

El agua considerada no potable en su gran mayoría contiene fluoruros, como es el caso de las aguas superficiales, como ríos, lagos, estanques, canales, arroyos y cisternas los cuales cuentan con aproximadamente 0.3 ppm de F. Los niveles de flúor en este tipo de sistema van a depender de las fuentes que los provean, así como del caudal que presenten estos sistemas de agua (Maier, 1974).

Las aguas subterráneas como: manantiales, pozos, galerías filtrantes, son las que contienen mayor concentración de fluoruros. Los fluoruros mas comunes son el espato flúor, fosforita o criolita, cuando el agua pasa a través de éstos depósitos de minerales, estos son disueltos en pequeñas cantidades, por lo que el agua adquiere cierta concentración de fluoruros en forma natural. Los depósitos de fluoruros se pueden encontrar a grandes distancias de donde aparece el agua que los ha disuelto, el espato flúor, mineral que contiene fluorita o fluoruro de calcio, se encuentra generalmente en venas subterráneas, por lo que se piensa que las aguas termales que contienen fluoruros son depositadas hacia el interior y al ser enfriadas pasan al estado sólido y además son consideradas la principal fuente de fluoruros presentes en el agua (Maier, 1974).

Los depósitos de fosforita son grandes, aislados, de origen marino y poco solubles, hay pocos pozos con este tipo de depósito de fluoruros (Maier, 1974).

La concentración adecuada de fluoruros que debe contener el agua potable es de 1 ppm dicha concentración no presenta efectos adversos a la salud dental. Resultados de estudios epidemiológicos sugieren que esta cantidad de flúor en el agua constituye un método práctico y eficiente para inhibir la caries dental en gran parte de la población, el continuo consumo de esta agua durante el período de la formación del diente va a ocasionar hasta un 10 % de fluorosis pero del tipo leve, que no provoca ningún problema de salud público ni de tipo estético. (Dean, 1943; Bilbeissi, et al. 1988; Burt, et al. 1986; Manji, et al. 1986; Szpunar y Burt 1988).

Es importante controlar el nivel de flúor en el agua, considerando para ésto, el clima de cada región. En regiones con temperaturas mayores a los 20 ° C con un contenido de 0.7 ppm de F en su agua de consumo, puede presentar su población ingestiones de flúor similares a las encontradas en regiones con clima frío y con un contenido de 1 ppm F en su agua de consumo (Arnold, 1943).

Por lo que el objetivo del programa de fluoruración de agua es asegurar una ingestión mas constante de fluoruros anualmente por lo que en verano se disminuye el nivel de flúor en el sistema y en invierno se aumenta (Maier, 1974).

Fluoruración de la Sal de Mesa

Fluorurar el agua es sin lugar a dudas el método más seguro y efectivo para prevenir la caries dental; debido al ajuste de las concentraciones del ión fluoruro en agua pública a una concentración constante de 1 ppm. Sin embargo en comunidades con clima muy caliente, el nivel de flúor debe ser menor porque se incrementa el consumo de agua. De ahí que la fluoruración del agua no puede ser aplicada en todos los países y principalmente en países en vías de desarrollo

debido al uso de tecnología compleja, al personal calificado y en regiones rurales donde no existe suministro de agua pública, como sucede en muchas partes de Latinoamérica (OPS, 1986).

La Organización Mundial de la Salud (1986) recomienda llevar a cabo programas de fluoruración de sal de mesa, como prevención masiva de caries dental, por ser un medio económico, efectivo y seguro que lleva el beneficio cariostático del ión flúor a la población en general. Se conoce la alta prevalencia de caries dental que afecta al 95% de la población mundial considerada de bajos recursos económicos, lo que impide un mantenimiento adecuado de salud dental aunado esto con poco recurso humano odontológico dedicado al servicio público. Además la población está fuertemente afectada por la dieta, debido a su alto consumo de alimentos cariogénicos y a la falta de higiene bucal, por lo que el programa de fluoruración de sal pudiera tener un efecto benéfico contra este problema (Whitford, 1986).

Es importante que antes de implementar el programa de salud pública sobre fluoruración de sal se consideren ciertas condiciones:

- 1). Que realmente exista la necesidad de un programa de prevención de caries dental.
- 2). Establecer las concentraciones de fluoruros en el agua de consumo, alimentos, atmósfera y el uso de dentríficos o enjuagatorios con soluciones fluoruradas. Lo anterior va a permitir conocer qué cantidad de flúor es la adecuada para ser añadida a la sal, a fin de tener el máximo efecto cariostático y que no se favorezca la fluorosis dental.
- 3). Medir la concentración de los fluoruros en algún fluido orgánico, puede ser la orina, en la cual se van a determinar las tasas de excreción de flúor.
- 4). Conocer la ingestión promedio diaria de sal por persona, en niños y adultos de ambos sexos para determinar la concentración efectiva y segura de flúor en la sal.

Es necesario realizar monitoreos en los sistemas de producción de sal así como la determinación de flúor en los fluidos o tejidos orgánicos a ciertos intervalos de tiempo (Whitford, 1986).

La fluoruración de la sal de mesa puede establecerse en países donde las condiciones ambientales lo permitan y como factor principal a considerar es que el agua de consumo humano contenga menos de 0.4 ppm F. Se recomienda conocer la concentración de flúor en agua, no haya programas de fluoruración de el agua, estar enterados de si se están realizando programas de amplia cobertura para suplir fluoruros sistemáticos a las personas como aplicaciones tópicas de flúor, que se detecte una alta prevalencia de caries y si no existen programas preventivos y curativos de salud bucal (OPS, 1986). En países como Suiza y Hungría se han implementado programas de fluoruración de sal de mesa, como medida alternativa a la fluoruración de agua, desafortunadamente no existen datos concretos que demuestren realmente el efecto preventivo de este programa, así como evaluar las dosis apropiadas que se adicionen a la sal (250 ppm F/Kg sal). Lo anterior es en parte a la gran variabilidad individual en la ingestión de sal y dado que la necesidad del flúor en los primeros años de vida, la ingestión de sal es menor por lo que se recomienda plantear una reevaluación de estos programas (Hargreaves, 1990).

En lo que respecta a los países Latinoamericanos, los programas de fluoruración de agua o bien de sal han sido suspendidos a pesar de los buenos resultados que éstos originaron en la salud dental de la población, principalmente en los niños. Sin embargo, después de la Primera Reunión de Expertos sobre la Fluoruración de la Sal de Consumo Humano (OPS, 1986), realizado en Antigua Guatemala, se quedaron asentadas las bases para que se reincorporen estos sistemas, principalmente el de fluoruración de sal por ser considerado el método más viable para este tipo de población. Entre estos países se tiene a Colombia, Costa Rica, Jamaica, Perú y México.

Sin embargo, para que estos programas tengan verdadero impacto en el mejoramiento de la salud de estas regiones es de suma importancia tomar en cuenta: la situación política, el sistema educativo, el nivel socio-económico y que se tenga un buen sistema de vigilancia tanto en el sector salud así como a las empresas dedicadas a la fortificación de la sal con fluoruros.

Se ha demostrado que la ingestión de fluoruros a un nivel óptimo, reduce la caries dental. Hay personas que a pesar de estar convencidos del éxito que tienen los sistemas de fluoruración

de agua y de sal piensan que deben utilizarse otras formas de administrar fluoruros, principalmente en las regiones donde los sistemas de fluoruración de agua no son posibles de llevarlos a cabo por tratarse de un área rural donde es difícil de contar con suministro de agua de una fuente central. Sin embargo el inconveniente de esta medida es su alto costo para este tipo de personas con bajos recursos económicos (Maier, 1974).

Aplicaciones Tópicas

Este método consiste en poner en contacto al esmalte del diente en presencia de fluoruros tanto de niños como en adultos. El efecto de este método es menor que el ocasionado mediante la ingestión de fluoruros a través de el agua fluorurada ya sea artificialmente o en forma natural a 1 ppm F, debido a que la absorción de estos fluoruros se da más rápidamente en el intestino delgado, siendo posteriormente removido hacia los tejidos calcificados como huesos y esmalte dental, favoreciéndose de tal manera una reducción hasta del 65% de caries dental, lo cual no sucede con la aplicación tópica de los fluoruros sobre el esmalte, ya que su absorción es más lenta alcanzando solo un 40 % de reducción de caries dental. Además esta técnica requiere ser llevada a cabo por dentistas especializados a intervalos de aproximadamente una semana en cuatro períodos de edad 3, 7, 10 y 13 años (Maier, 1975; Morgolis y Moreno, 1990; Mellberg, 1990 y Ripa, 1990).

Una desventaja considerada de suma importancia es que las aplicaciones tópicas de flúor son muy costosas, y no se tiene la suficiente cantidad de profesionales especializados para el servicio masivo, por lo que muy posiblemente fracasaría como una medida de salud pública así como, por el tiempo y esfuerzo que esto implica hasta finalizar con el tratamiento. Es necesario tener un control muy estricto con esto, principalmente cuando se esté trabajando con niños ya que podrían ingerir los fluoruros, provocando efectos tóxicos en su salud (Maier, 1974; Margolis y Moreno, 1990; Mellberg, 1990; Ripa, 1990).

Dado los problemas que actualmente se están dando en el incremento de fluorosis dental por el uso indiscriminado de productos terapéuticos a base de fluoruros, principalmente en áreas con suministro de agua fluorurada, se recomienda a la profesión dental y manufacturera de productos tópicos de flúor que informen a los consumidores, pediatras y farmacéuticos de los métodos de uso que puedan minimizar la ingestión de estos productos, principalmente en las áreas antes mencionadas.

Pastas Dentríficas, Enjuagues Bucales y Gomas de Mascar

La acción de estos medios es muy similar a las aplicaciones tópicas, pero son autoadministrables. Las pastas dentales (aproximadamente el 80% del total de dentríficos contienen fluoruros con un contenido de 10000 ppm de F), han contribuido en la reducción de caries dental en países industrializados, ya que la pasta dental es usada en todos los grupos de edad. En Gran Bretaña se tienen reportes de que por lo menos la mitad de los niños inician el lavado de sus dientes 12 meses y a la edad de 8 años las tres cuartas partes de la población se lavan los dientes. Sin embargo la magnitud de la ingestión de los dentríficos entre los niños no se conoce. Por lo que es importante controlar su uso debido a la posibilidad de un consumo excesivo, de parte de los niños residentes de regiones que cuentan con un suministro de agua con concentraciones adecuadas y altas de fluoruros ya que pueden generar el problema de fluorosis dental o en su defecto agravarla (Maier, 1974; Hong, et al. 1985; Zero, et al. 1988; Ten Cate, et al. 1986).

Cuando se inicia con el uso de dentríficos a edad temprana se asegura una alta concentración de fluoruro intraoral al erupcionar el diente en la boca. En este estadio el diente es más susceptible al ataque carioso y el efecto terapéutico del fluoruro puede interferir con el metabolismo, transmisión e implantación de los organismos cariogénicos.

Los enjuagues bucales y las gomas de mascar que contienen fluoruros no han resultado ser eficaces. Por tanto estos medios tampoco tendrían un impacto a nivel salud pública, debido

a que se requiere de un gran esfuerzo personal (Maler, 1974; Hong, *et al.*, 1985; Zero, *et al.*, 1988; Ten Cate *et al.*, 1986).

Suplementos de fluoruros

Por lo general se han usado como suplemento de flúor tabletas de dos formas: 1) como pastilla y 2) disuelta en agua de consumo. Ambas formas contienen 1 mg de fluoruro y son consumidas diariamente, no hay muchos estudios que demuestren su eficacia y son de alto costo. También se requiere de un gran esfuerzo por parte de las personas para que su consumo sea diario (Maler, 1974; Glenn, *et al.*, 1982; Primosch, *et al.*, 1986).

Alimentos y Bebidas Aportadoras de Fluoruros

Existe ya una evidencia claramente demostrada del efecto que ejerce el flúor en la reducción de la prevalencia de caries dental, principalmente en comunidades con suministro de agua fluorurada. Sin embargo, últimamente se ha detectado este mismo efecto en comunidades no fluoruradas, lo cual muy seguramente se deba al incremento del contenido de flúor en los alimentos y bebidas, principalmente los elaborados con agua fluorurada (Leveret, 1986; Szpunar y Burt, 1987).

Estudios realizados en los Estados Unidos en alimentos aportadores de flúor han reportado que la dieta media, contiene alrededor de 0.3 mg/L de fluoruros y por lo general es muy constante.

Estudios realizados por Adair *et al.* (1991) en comidas de escolares provenientes de comunidades fluoruradas y comunidades no fluoruradas se reportó que el contenido de flúor en alimentos de las áreas fluoruradas fué mas alto que el esperado y esto es debido a que fueron elaborados con agua fluorurada.

Ekstrand, (1989) reportó un incremento en la prevalencia de fluorosis dental en infantes, residentes tanto de comunidades fluoruradas como no fluoruradas que son alimentados a base de

fórmulas o alimentos para bebé preparadas con agua fluorurada 50-200 veces mas alto el nivel de flúor que el ingerido a través de leche materna, o bien que reciben suplementos de fluoruros.

En cuanto a los niveles de flúor encontrados en leche materna de madres residentes tanto de comunidades fluoruradas como no fluoruradas no reportan grandes diferencias debido a que se cree que hay una limitada transferencia de flúor por el plasma hacia la leche materna (Ekstrand, 1981).

En años recientes, estudios epidemiológicos han indicado que la prevalencia de fluorosis dental ha incrementado tanto en comunidades fluoradas óptimamente ya sea de forma natural o bien artificialmente como en las de bajo contenido de flúor en su suministro de agua, lo cual se debe a lo antes mencionado (Leverett, 1986; Szpunar y Burt, 1987).

Dado a lo anterior es importante que se realicen estudios epidemiológicos para que se determine el estado de salud actual de la población tanto para caries como para fluorosis (Leverett, 1982; Adair et al. 1991).

Es importante que se lleve a cabo una reevaluación en la concentración óptima de flúor que debe tener el agua de consumo humano y los suplementos a base de flúor para infantes en comunidades con agua fluorurada ya que al inicio de ésta no se contaba con un amplio acceso en el uso de tópicos, dentríficos y suplementos a base de fluoruros (Leverett, 1982). Es necesario detectar el incremento de flúor en los alimentos así como su biodisponibilidad y reevaluar el contenido de flúor en las fórmulas para infantes (Leverett, 1982).

Desfluoración Parcial en Agua de Consumo Humano

La fluorosis es un problema grave de salud pública en algunas partes del mundo, donde su primer signo es el diente moteado o quebradizo (Myers, 1983). La fluorosis severa desfigurante causa incremento en los índices de caries y de gingivitis junto con el desagradable aspecto estético (Olsson, 1979). Ha sido demostrado que el agua que contiene cantidades mayores de 1.5 ppm

de F es la causa principal de la presencia de fluorosis dental en niños cuando estos son sometidos a estas concentraciones de flúor durante la formación de su dentición, una vez terminado este período ya no es posible disminuir el daño producido (Blosca, 1965; Hastreinter, 1983 y Murray, 1986).

La relación entre la ingestión de fluoruro y fluorosis dental está bien establecida en la dentición permanente, pero no así en la dentición primaria (Lijlma y Katayama, 1985; Moller, 1982).

Cuando las concentraciones de fluoruros en agua oscilan entre las 8 y 20 ppm, y es consumida por un largo período de tiempo se encuentran afecciones en el aparato esquelético en forma de exostosis; si el flúor sobrepasa las 20 ppm se presentan casos de fluorosis baldante, deformidades esqueléticas dolorosas y reducción de la motilidad articular, principalmente de la espina cervical, altas concentraciones de flúor repercuten en la funciones renales, tiroideas, neurológicas y auditivas (Alder, *et al.*, 1972; Olsson, 1979).

La fluorosis dental lejos de desaparecer como un problema de salud pública tiende a aumentar en su frecuencia a nivel mundial y además es un problema dental que ha sido ignorado por la participación odontológica. La única manera completamente efectiva para prevenir la fluorosis en comunidades afectadas, es cambiando los suministros de agua de consumo a suministros con concentraciones ideales, sin embargo, esto no es posible en la mayoría de los casos por lo que hay que buscar medidas alternas (Reyes, 1990).

Ya desde 1931, se conocían las causas que daban origen a la fluorosis dental, razón por lo que se elaboraron ciertas metodologías para eliminar los excesos de fluoruros del agua de los abastecimientos públicos. Para 1974 aun no se tenía casi ningún progreso en la reducción de la incidencia de fluorosis, mediante estos métodos. Quizá la falta de aceptación de estas medidas se deba al alto costo que implica la implementación de las tecnologías utilizadas. Sin embargo la experiencia que se ha tenido con respecto a estos sistemas no sostienen lo antes señalado como la causa principal de la falta de interés al implementar estas metodologías (Maler, 1974).

Métodos de Desfluoración de Agua

Son tres los métodos de desfluoruración de agua con los que actualmente se cuenta:

- 1). El uso de filtros de alúmina activada que se diseñó para eliminar fluoruros en agua con una concentración de 8mg/L de agua a 1 ppm de flúor. El empaque se puede regenerar después de haber pasado a través de ella, alrededor de 1895 m³ de agua. La regeneración se hace mediante una solución débil cáustica.
- 2). El método de desfluoruración de agua a base de magnesio hasta hoy en la actualidad no es de gran uso, quizá esto se deba al alto costo inicial que implica el instalar este tipo de metodología, aunque una vez montado el método es más económico que cualquier otro método.
- 3). El método del carbón animal o hueso Incinerado es el propuesto por la Oficina Panamericana Sanitaria (OPS/OMS 1977), considerado ser una buena alternativa para países en vías de desarrollo, por ser un método económico y simple, ya que se utiliza "la desfluoración parcial de agua de consumo humano por medio de técnicas de absorción y adsorción", para lo cual se requieren de filtros de hueso animal. Es un método que puede ser utilizado en comunidades semiurbanas y rurales que presentan problemas de fluorosis, además no existen contraindicaciones para su uso.

Análisis de Flúor

Hay gran diversidad de procedimientos para el análisis de fluoruros tales como: técnicas colorimétricas, espectrofotométricas, electrométricas, cromatografía de iones y mediante la activación de neutrones (Whitford, 1986).

Sin embargo, en los últimos tiempos se ha desarrollado la técnica del electrodo específico, convirtiéndose en el instrumento mas popular para estos análisis. Debido principalmente a que el costo inicial es muy bajo, el mantenimiento es sencillo y económico; la preparación de las muestras no es complicada; los tiempos de respuesta son rápidos (menos de 1 minuto), la sensibilidad del electrodo es buena e incluso mejor que otros equipos y finalmente la precisión y exactitud son

excelentes. Este método puede medir flúor en fluidos tales como: plasma, saliva, orina, agua, bebidas y alimentos (Whitford, 1986).

Fundamento del Método

Fuerza Iónica de la Solución. El electrodo de flúor no mide realmente la concentración de fluoruros en la solución sino mas bien mide la actividad del ión. Esta actividad es percibida por el electrodo y disminuye a medida que aumenta la fuerza iónica de la solución, por lo que es necesario que la fuerza iónica de las muestras y patrones sean ajustados al mismo valor (Crosby, et al. 1968; Frant y Ross, 1968; Tusi, 19972).

pH de la Solución. Este puede causar errores analíticos si es demasiado alto o demasiado bajo, ya que el electrodo puede confundir a los hidroxilos por los iones fluoruros, por lo tanto se recomienda que el medio sea ácido para que se eliminen estos iones interferentes pH = 5.0 a 5.5 (Crosby, et al. 1968; Frant, y Rosss, 1968; Tusi, 1972).

Cationes Interferentes. Ciertos cationes divalentes o trivalentes forman fuertes enlaces (calcio, magnesio, hierro y aluminio) con los iones fluoruros, no siendo detectados por el electrodo los iones fluoruros, por lo que se requiere de una solución quelante para que atrape los iones interferentes y deje libre a los fluoruros. La solución de TISAB (amortiguador de ajuste total de la fuerza iónica y pH, siendo agregada esta solución de volumen a volumen (Crosby et al. 1968; Frant, y Ross, 1968; Tusi, 1972).

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo en dos fases: La primera fase se realizó con el fin de conocer los niveles de flúor presentes en el agua de consumo humano del Estado de Sonora. La segunda fase fue para determinar la relación que existe entre el flúor presente en el agua de consumo y la salud dental de la población del Estado de Sonora.

Primera Fase del Estudio

Con el fin de conocer la situación existente en cuanto a los niveles de flúor presentes en el agua de consumo humano se realizó un muestreo de los diferentes tipos y formas de distribución de las principales fuentes de abastecimiento de agua de consumo humano, en la cabecera municipal de los 70 municipios localizados en el Estado de Sonora.

Para llevar a cabo esta etapa se obtuvo información de las oficinas de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado Sonora (COAPAES), la cual dio autorización para realizar el muestreo de agua de consumo humano. Esta etapa del estudio se hizo con el fin de clasificar al Estado de Sonora en base a los niveles de flúor encontrados, en zonas con bajas, adecuadas y altas concentraciones de flúor de acuerdo a las recomendaciones establecidas para ello.

Colección de la Muestra

Esta etapa de muestreo se hizo en dos épocas del año: verano e invierno. Las muestras de agua se tomaron directamente de las distintas fuentes de abastecimiento de agua de consumo humano tales como: norias, pozos perforados, manantiales, galerías filtrantes, cisternas y cualquier otro tipo de fuente de abastecimiento que se disponía en cada localidad. Se recopiló información técnica acerca del sistema de agua utilizado en las diferentes poblaciones del Estado, con el encargado directo de la COAPAES. Se preguntó sobre la eficiencia de abastecimiento de agua para cualquier época del año, así como la situación geográfica del lugar ya que influye en la concentración de flúor en el agua.

Las muestras de agua se colectaron en recipientes de polietileno con capacidad de 2 litros, lavados previamente con ácido nítrico y agua desionizada para evitar contaminación. Una vez colectadas las muestras se les agregó 5 ml de ácido nítrico concentrado para su conservación. Las muestras se trasladaron a los laboratorios del CIAD, AC. y se almacenaron a 0°C, para posteriormente realizar el análisis de flúor.

Se mostrearon 250 pozos por época del año y por duplicado, haciendo un total de 1000 muestras. El muestreo fue de manera aleatoria tomando en cuenta únicamente el tipo de manto acuífero al cual pertenece cada pozo.

Con el fin de detectar si los niveles de flúor se veían afectados en su concentración desde la salida del agua de los pozos a través de su transporte por las tuberías hasta llegar a las casas, se colectaron aproximadamente 650 muestras de agua considerando las dos épocas del año, estas muestras de agua fueron obtenidas directamente de las tomas domiciliarias en cada uno de los municipios muestreados.

El muestreo se hizo de manera aleatoria considerándose lo siguiente: Si el agua se suministra de manera sectorizada, es decir, que algunos pozos surtan de agua a determinados

sectores de la población; o bien si los pozos se mezclan y suministran de esta manera el mismo tipo de agua a toda la población. En los lugares donde se encontró que el suministro de agua es de manera sectorizada, se tomaron muestras de los diferentes sectores del municipio, como fue el caso de Hermosillo, donde se mostrearon alrededor de 38 colonias representativas de cada sector de suministro de agua, tomándose aleatoriamente una colonia por cada sector. En los municipios con suministro de agua mezclada se mostrearon diferentes puntos de éstos.

Análisis de Flúor

La determinación de flúor se llevó a cabo en un analizador de iones (Corning modelo 155), utilizando el método potenciométrico de Ión Selectivo de Flúor (Frant, y Ross, 1968; Crosby, *et al.*, 1968). Este método tiene como principio básico detectar los iones de flúor presentes en el agua, mediante cambios de voltaje eléctrico, cuando se ponen en contacto los electrodos de flúor con los iones de flúor presentes en la muestra. Para ello se utiliza una solución de TISAB II (Orion), que es un buffer fuerte secuestrante de iones Aluminio, Plata, y Hierro, para eliminar interferencias con el ión flúor. Dada la sensibilidad del equipo, tiene que calibrarse continuamente ya que éste se ve afectado por la temperatura ambiente, humedad relativa y cambios de voltaje.

Segunda Fase del Estudio

Esta segunda fase del estudio se planteó para determinar el posible efecto que presenta la concentración de flúor contenido en el agua sobre la salud dental de la población del Estado de Sonora, para lo cual se midieron los siguientes parámetros:

a). **Índice CPO-D** (diente cariado, perdido, obturado en dientes permanentes).

Índice ceo-d (diente temporal cariado, perdido, obturado).

Índice de caries (expresado como índice de Knutson modificado).

Índice de fluorosis (Dean, 1942; OMS, 1977) (Apéndice 1).

b). Excreción de flúor en orina (Tusl, 1972)

c). Ingestión de agua en 24 horas

d). Frecuencia y registro de alimentos

Para llevar a cabo esta etapa, se hizo previamente la clasificación del Estado de Sonora. En base a los niveles de flúor encontrados, y así poder seleccionar los municipios representativos.

Criterios de Selección de Municipios

En un estudio de campo es difícil abarcar el total de la población debido a que resulta sumamente costoso y muy tardado, además si se considera que el estado de Sonora cuenta con 70 municipios con bastante extensión territorial se llevó a cabo una selección de un determinado número de municipios representativos para obtener información válida, suficiente y confiable para el presente estudio. En el Cuadro 1 se presentan los criterios utilizados para la selección de los municipios.

Estudio Epidemiológico Dental

Este estudio se llevó a cabo para conocer la prevalencia de caries y fluorosis dental en la población escolar de Sonora.

Selección de Municipio y Sujetos

Se escogió al azar una escuela por municipio y en Hermosillo se seleccionaron 3, debido al amplio rango en la concentración de fluoruro encontrado en el agua de consumo. En total se trabajó con 9 escuelas y con 1856 niños de ambos sexos en edades de 6-12 años por considerarse el grupo de mayor riesgo a los efectos de flúor.

En esta etapa del estudio se contó con la colaboración de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) y de Servicios Médicos de Sonora (SEMESON), los cuales aportaron recursos humanos capacitados para hacer el diagnóstico epidemiológico bucal utilizando los parámetros recomendados (OMS, 1977; Dean , 1942), en los que se utilizó como unidad al diente. Participaron 5 médicos Cirujanos Dentistas, los cuales recibieron un curso de adiestramiento y calibración (10 % de error).

La exploración se hizo a la luz natural del día, instrumentos de espejos bucales planos y exploradores. Se codificó la información en formas y cuestionarios ya establecidos (Apéndice 1).

Ingesta de Flúor

Selección de Submuestra de Niños

De los niños que participaron en el estudio epidemiológico dental se tomó una submuestra de 174 niños, con los siguientes requisitos: a) Lugar de nacimiento en el municipio seleccionado; b) residencia de toda su vida en el lugar de nacimiento o por lo menos que tuvieran una residencia en el lugar de origen mínima de 6 años y c) Ingesta de agua preferentemente de la llave y que viva lo mas cercanamente posible de la escuela primaria a la que asiste y que fue

seleccionada. Con estos requisitos anteriormente señalados, se trabajó por lo menos con 4 niños (2 por sexo) en un rango de edad de (6 a 12 años), en cada una de las escuelas seleccionadas.

Ingestión de Flúor por Aporte de Agua

Por ser considerada el agua el principal vector de consumo de flúor y para estimar el aporte de este nutrimento proveniente de la ingestión de agua, se llevó a cabo un registro de la misma mediante la medición del consumo de agua del niño en un período de 24 horas, previas a la toma de muestra de orina. Para llevar a cabo lo anterior se utilizaron recipientes de polietileno con una capacidad de 1.823 litros.

Con el fin de tener un control estricto sobre el consumo del agua, se dieron instrucciones al niño, mamá y maestros, de que únicamente el niño debía tomar agua de ese galón, así como anotar cuantas veces volvió a llenar el galón. Esto se hizo para evitar pérdidas de información acerca de la ingestión de flúor proveniente de agua.

Excreción Urinaria de Flúor

Para establecer los niveles de fluoruria (excreción urinaria de flúor), en los niños seleccionados, se les tomó una muestra de orina casual (primera muestra de orina de la mañana). A la cual se le hizo la determinación del contenido de flúor siguiendo el método del potenciómetro de ión selectivo de flúor (Tust, 1972).

Frecuencia y Registro de Alimentos

Se incluyó un cuestionario de frecuencia de alimentos para detectar aquellos alimentos que sean aportadores fuertes de carbohidratos, que pudieran favorecer el proceso de caries dental, así como también se incluyen alimentos y bebidas que sean aportadores de flúor

(Apéndice 2). Estos listados de frecuencia de alimentos y registro de alimentos fueron tomados de una entrevista realizada directamente con las mamás de los niños participantes.

Análisis Estadístico

Para llevar a cabo el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1988).

Primera fase del Estudio

Se hizo un muestreo de las diferentes fuentes de agua de consumo humano de las 70 cabeceras municipales del estado de Sonora. El muestreo fue aleatorio, considerando únicamente el tipo de manto acuífero del pozo, si se contaba con un sistema de suministro de agua mezclado o bien sectorizada. Se obtuvo el promedio \pm Desviación estandar y se realizó un análisis de varianza para detectar posibles diferencias entre los niveles de flúor de los dos muestreos; se utilizó la prueba de Tukey para detectar diferencias significativas.

Segunda Fase del Estudio

Se utilizó un análisis de varianza y prueba de Tukey para detectar diferencias entre los índices epidemiológicos (CPO, ceo, Índice de caries e Índice de fluorosis) con respecto a las variables: edad, sexo, municipio, ingestión y excreción urinaria de flúor.

Con el fin de establecer las variables que afectan a la salud dental; se utilizó el análisis de regresión múltiple y regresión múltiple logística de paso a paso en reversa (SAS, 1988).

**Cuadro 1. Criterios Utilizados Para la Selección de Municipios Evaluados
en el Presente Estudio.**

CRITERIOS DE SELECCION

- Fuentes de Abastecimientos de Agua de Consumo Humano (Mezclado a bién Sectorizados)
 - Concentraciones de Flúor (ppm)
 - Poblaciones > 10,000 Habitantes
 - Distancia del Municipio
 - Regionalización del Municipio ¹
-
-

Según Ballesteros, (1986)

RESULTADOS Y DISCUSION

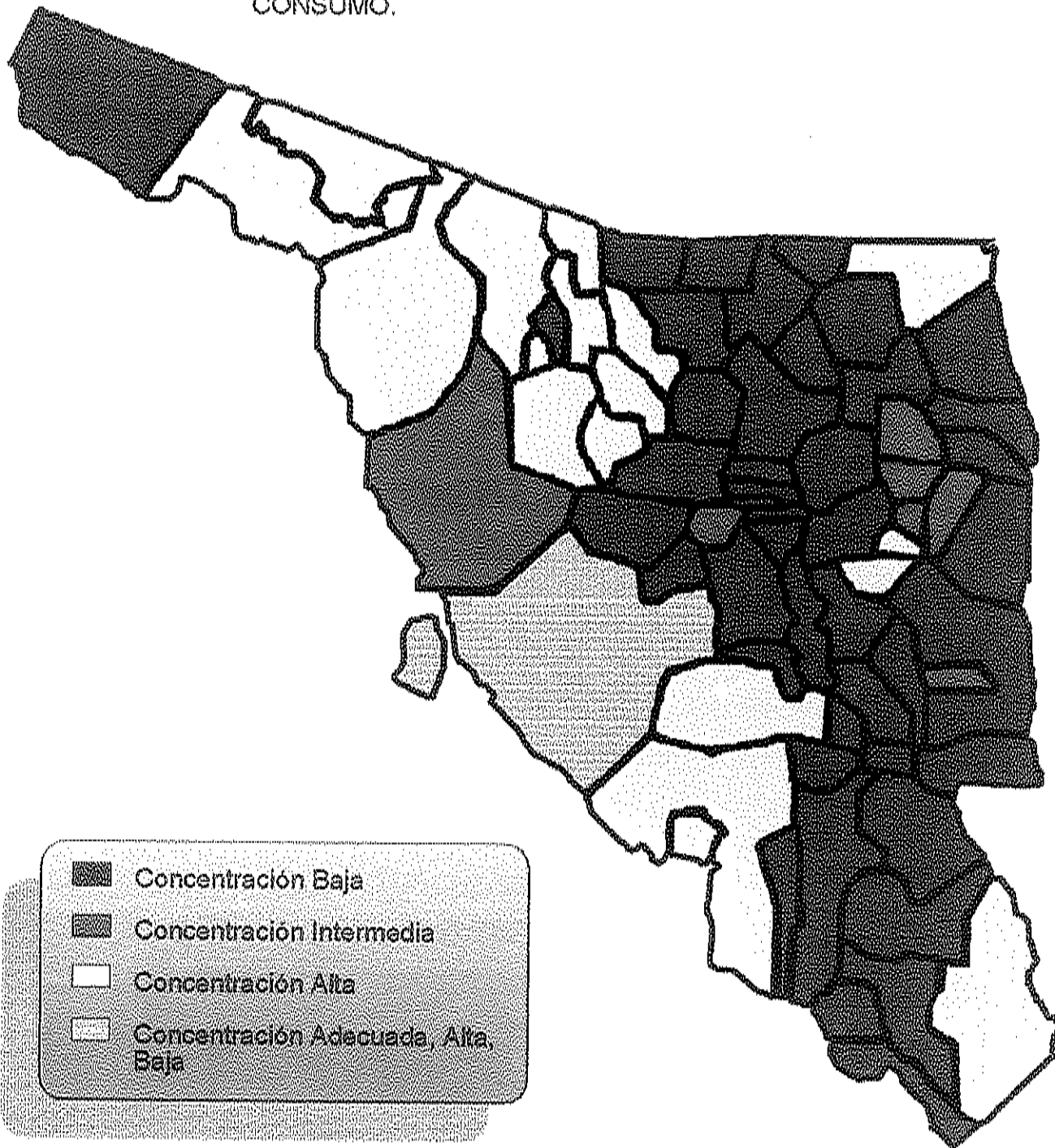
Primera Fase del Estudio

El Estado de Sonora (Figura 1), se clasificó en zonas con bajos, intermedios y altos niveles de fluoruros en base a la concentración encontrada en el agua de consumo. Esto se hizo considerando la temperatura promedio máxima anual sugerida por Galgan y Vermillion (1957), para establecer la concentración óptima de fluoruro en el agua de consumo dependiendo del clima y temperatura.

Hargraves, (1990) reporta que en zonas tropicales y subtropicales la concentración de fluoruros en agua debe restringirse de 0.5 a 0.7 ppm F debido a que la ingestión diaria del fluido se incrementa en esos climas. Dado que el Estado de Sonora presenta clima seco y cálido en la mayor parte del año y que cuenta con temperatura promedio máxima anual de 30 a 39 ° C (SARH, 1991) se consideró que la concentración óptima debe de ser de 0.6 a 0.7 ppm de Flúor.

Se encontró que 42 municipios presentaron concentraciones bajas de fluoruro de 0.1 a 0.55 ppm, estos municipios se localizan principalmente en la región serrana y región sur del estado de Sonora; 8 municipios tuvieron concentraciones intermedias 0.6 ppm F y 20 municipios presentaron concentraciones altas de flúor (0.7 a 7.82 ppm F) en diversas áreas geográficas. Los municipios con niveles más elevados de flúor fueron: Puerto Peñasco, Plutarco Elías Calles, Trincheras, Divisaderos, Tepache y Hermosillo Sector Norte.

FIGURA 1. CLASIFICACION DEL ESTADO DE SONORA EN BASE A LOS NIVELES DE FLUOR ENCONTRADOS EN EL AGUA DE CONSUMO.



NOTA. EL MUESTREO REPRESENTATIVO DE CADA MUNICIPIO, CORRESPONDE SOLAMENTE A LA CABECERA MUNICIPAL.

Considerando la población del estado de Sonora (INEGI, 1990) estos resultados sugieren que el 64 % de la población del estado cuenta con niveles adecuados o altos de flúor en el agua y sólo el 36 % recibe concentraciones bajas de flúor en el agua, esta población se encuentra principalmente circunscrita a 8 municipios (Cajeme, Navojoa, Huatabampo, Etchojoa, Bácum, Nacoziari, Nogales, Cananea y San Luis Río Colorado) y el resto de los municipios se encuentra en la zona Serrana del estado.

Análisis de Flúor en el Agua de Consumo

Es importante conocer los niveles de flúor presentes en el agua de consumo humano cuando se quiere llevar a cabo algún programa de fluoruración de agua o de sal de mesa para reducir la prevalencia de caries dental de la población.

El muestreo de verano se realizó de Agosto a Noviembre de 1989, mientras que el muestreo de invierno correspondió al período de Enero a Marzo de 1990, analizándose de tal manera un total de 1000 muestras de agua.

Clasificación del Estado de Sonora.

En el Cuadro 2, se muestran los municipios con concentraciones bajas de flúor que van desde 0.11 ppm de flúor hasta 0.55 ppm, además estos municipios cuentan con un suministro de agua mezclado. En el Cuadro 3, se muestran los municipios con concentraciones adecuadas de flúor en el agua de 0.59 ppm hasta 0.65 ppm Flúor. En el Cuadro 4, se presentan los municipios que tuvieron concentraciones mayores de 0.7 ppm de F. Los municipios que tienen un sistema de distribución de agua sectorizado se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 2. Municipios del Estado de Sonora con Bajos Niveles de Flúor en Agua de Consumo Humano ¹ en base a la Temperatura Media Máxima Anual.

Municipio	Temperatura ² Promedio Máxima Anual (°C)	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Aconchi	35.0	0.43±0.02	0.53±0.04
Arispe	-	0.25±0.08	0.29±0.04
Arivechi	-	0.28±0.00	0.27±0.03
Atil	-	0.40±0.00	0.49±0.13
Bacanora	-	0.27±0.00	0.24±0.02
Bacerac	-	0.24±0.00	0.44±0.05
Bacum	-	0.24±0.01	0.32±0.00
Bacoachi	31.0	0.55±0.01	0.61±0.00
Banámichi	35.0	0.44±0.00	0.49±0.08
Baviácora	35.0	0.35±0.00	0.43±0.00
Bavispe	-	0.13±0.00	0.13±0.00
Cananea	-	0.34±0.07	0.36±0.35
Carbó	37.0	0.30±0.04	0.34±0.04
Cucurpe	35.0	0.33±0.01	0.47±0.00
Cumpas	-	0.39±0.01	0.39±0.06
Etchojoa	35.0	0.39±0.00	0.40±0.02
Fronteras	-	0.41±0.06	0.48±0.00
Huachineras	-	0.42±0.01	0.30±0.02
Huatabampo	35.0	0.21±0.09	0.40±0.02
Huepac	-	0.44±0.05	0.46±0.07
Imuris	34.0	0.50±0.04	0.65±0.11
Mazatán	37.0	0.22±0.06	0.23±0.00

¹ Fuentes de Abastecimiento de Agua con Suministro Mezclado

² Reportada (SARH, 1987-1991)

Municipios del Estado de Sonora con Bajos Niveles de Flúor en Agua de "Consumo Humano" ¹ a la Temperatura Media Anual.

Municipio	Temperatura ² Promedio Máxima Anual (°C)	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Moctezuma	-	0.35±0.00	0.48±0.04
Nacori Chico	-	0.20±0.02	0.22±0.01
Nacoziari	-	0.28±0.22	0.31±0.02
Navojoa	36.0	0.31±0.06	0.31±0.06
Nogales	-	0.50±0.06	0.58±0.13
Onavas	38.0	0.34±0.01	0.29±0.01
Opodepe	-	0.43±0.07	0.37±0.05
Quiriego	-	0.39±0.00	0.40±0.02
Sahuaripa	37.0	0.26±0.02	0.21±0.01
San Javier	-	0.51±0.05	0.61±0.04
San Luis Río Colorado	-	0.33±0.04	0.32±0.04
San Miguel de Horcacitas	38.0	0.52±0.01	0.47±0.00
San Pedro de la Cueva	-	0.39±0.01	0.32±0.01
Santa Cruz	-	0.46±0.00	0.55±0.05
Soyopa	38.0	0.41±0.03	0.41±0.04
Suaquí Grande	38.0	0.25±0.02	0.28±0.02
Tesopaco	37.0	0.38±0.02	0.34±0.03
Ures	35.0	0.42±0.01	0.44±0.05
Villa Pesqueira	35.0	0.46±0.02	0.35±0.02
Yécora	-	0.11±0.00	0.12±0.03

¹ Fuentes de Abastecimiento de Agua con Suministro Mezclado² Reportada por (SARH, 1987-1991)

Cuadro 3. Municipios del Estado de Sonora con Adecuados Niveles de Flúor en Agua de Consumo Humano¹ en base a la Temperatura Media Máxima Anual.

Municipio	Temperatura ² Promedio Máxima Anual (°C)	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Bacadehuachi	35.0	0.65±0.22	0.95±0.08
Granados	-	0.68±0.02	0.75±0.06
Huásabas	-	0.59±0.00	0.65±0.09
Pitiquito	37.0	0.65±0.17	0.67±0.01
Rayón	-	0.60±0.02	0.55±0.08
San Felipe	-	0.61±0.02	0.67±0.05

¹ Fuentes de Abastecimiento de Agua con Suministro Mezclado

² Reportada (SARH, 1987-1991)

Cuadro 4. Municipios del Estado de Sonora con Niveles Altos de Flúor en Agua de Consumo Humano ¹ en base a la Temperatura Media Máxima Anual.

Municipio	Temperatura ² Promedio Máxima Anual (°C)	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Alamos	38.0	0.90±0.35	0.53±0.04
Altar	-	0.87±0.23	0.88±0.40
Caborca	-	0.79±0.13	0.75±0.17
La Colorada	37.0	0.77±0.18	0.80±0.05
Divisaderos	-	0.60±0.04	0.55±0.22
Empalme	38.0	0.93±0.15	0.76±0.22
Guaymas	38.0	0.62±0.23	0.67±0.22
Magdalena	35.0	1.04±0.56	1.32±0.65
Oquitoa	-	0.80±0.02	0.66±0.13
Puerto Peñasco	-	4.60±1.33	4.30±0.84
Santa Ana	36.0	1.01±0.26	0.01±0.11
Saric	-	0.86±0.01	0.79±0.01
Sonoíta	36.0	4.45±0.85	5.02±1.13
Trincheras	37.0	2.18±0.08	2.71±0.29
Tubutama	36.0	0.77±0.00	1.02±0.01
Villa Hidalgo	39.0	0.70±0.04	0.72±0.11

¹ Fuentes de Abastecimiento de Agua con Suministro Mezclado

² Reportada por (SARH, 1987-1991)

Cuadro 5. Municipios del Estado de Sonora con Suministro de Agua Sectorizada y que Presentaron Diferentes Niveles de Flúor en el Agua de Consumo.

Municipio	Temperatura Promedio Máxima Anual (°C)	Verano	Invierno
		ppm F	
Naco	-	0.23±0.04	0.25±0.00
Agua Prieta	30	0.19±0.00	0.21±0.01
		0.80±0.01	1.08±0.02
		0.58±0.04	0.72±0.06
		0.57±0.01	1.55±0.01
		1.04±0.04	0.60±0.04
		0.58±0.01	0.50±0.00
		0.74±0.07	0.66±0.17
Tepache	-	1.63±0.09	0.75±0.01
		0.93±0.00	- -
Benjamin Hill	-	4.22±0.34	3.84±1.02
		0.39±0.06	0.32±0.02
Obregón	37	0.75±0.00	0.71±0.16
		0.62±0.00	0.62±0.04
		0.63±0.00	0.67±0.05
		0.26±0.01	0.29±0.01
		0.32±0.01	0.30±0.01
		0.33±0.00	- -
		0.77±0.00	- -
		1.44±0.22	0.90±0.02
		0.52±0.02	0.58±0.03
		- -	0.85±0.01

Reportado por (SARH 1987-1991)

Es importante mencionar que la concentración de flúor que recibe la población en los distintos sectores, es diferente y que en algunos casos van de niveles bajos hasta muy elevados como es un caso muy especial la ciudad de Hermosillo donde se encontraron los tres niveles van desde 0.24 hasta 7.82 ppm F (Cuadro 6) es decir, que la población está siendo surtida por gran número de pozos que contienen diferentes niveles de flúor.

Estos resultados difieren de los reportados por Pearson y Martínez, (1982) donde para el estado de Sonora reportan una concentración promedio de 0.89 ppm F en un rango de 0.5-1.15 ppm. La diferencia anteriormente señalada pudiera deberse principalmente al sistema de muestreo utilizado ya que el tamaño de muestra fue de solo 7 fuentes en tres municipios.

Mediante el análisis estadístico de comparación de medias se encontraron las diferencias existentes entre las concentraciones de flúor de ambos muestreos de agua (verano e invierno). Se encontró que el 39% de la fuentes de abastecimientos correspondientes al muestreo de verano fueron significativamente ($p=0.05$) mas altas las concentraciones de flúor que en el muestreo de invierno. Únicamente el 9 % de las muestras no mostraron diferencias significativas en las concentraciones de flúor. En este respecto se esperaba que los niveles de flúor en el agua de consumo fueran mas altos que los de invierno, en un mayor porcentaje que el reportado aquí, debido a que en época de verano los pozos tienden a agotarse en su capacidad de agua en su manto acuífero ocasionado por la falta de lluvia, lo cual generaría una mayor concentración del ión flúor en el agua por la ausencia del factor dilución.

Se encontró que únicamente 6 cabeceras municipales (8.57%) y el resto 91.42%, (65 cabeceras municipales) tienen una distribución mezclado, es decir, que algunos de estos municipios cuentan con 2 ó más pozos, y se mezclan ya sea en la red de distribución o bien en una cisterna y posteriormente es distribuida a la población.

Cuadro 6. Niveles de Flúor Encontrados en el Agua¹ de Consumo Humano de la Cabecera Municipal de Hermosillo con Temperatura Promedio Máxima Anual de 37 ° C.

Verano ppm de Flúor	Invierno	Número de Pozo
0.86±0.01	0.70±0.00	Sauceda 1
1.05±0.01	0.84±0.11	Sauceda 2
0.99±0.01	- -	Sauceda 3
0.79±0.00	0.76±0.11	Sauceda 4
1.14±0.02	0.96±0.06	Sauceda 6
1.05±0.05	0.94±0.05	Sauceda 8
0.79±0.12	- -	Sauceda 7
0.79±0.01	0.76±0.00	Sauceda 10
0.93±0.03	- -	Sauceda 11
0.70±0.01	0.62±0.03	Sauceda 12
0.81±0.00	- -	Sauceda 14
0.85±0.00	- -	Central 2
0.66±0.05	0.64±0.02	Central 3
- -	0.87±0.01	Central 7
0.95±0.07	0.90±0.03	Central 10
0.86±0.01	0.59±0.02	Central 11
- -	0.42±0.01	Central 12
0.84±0.02	0.63±0.02	Central 13
0.93±0.04	0.54±0.03	Central 14
0.78±0.01	0.31±0.02	Carcamo 1
0.31±0.02	0.54±0.00	Comisión 1
1.40±0.01	- -	Frigo 1
- -	0.36±0.01	Willar 1
0.43±0.04	0.43±0.02	Willar 2
0.37±0.01	0.38±0.03	Planta 1
0.25±0.01	0.31±0.00	Planta 2
0.23±0.01	0.99±0.10	Pitic 7
1.03±0.01	1.16±0.02	Pitic 3

Fuentes de Abastecimiento de Agua con Suministro Sectorizado.

Cuadro 6 (Continuación)

Niveles de Flúor Encontrados en el Agua¹ de Consumo Humano de la Cabecera Municipal de Hermosillo (Temperatura Máxima Anual de 37 °C).

Verano ppm F	Invierno	Número de Pozo
- -	0.97±0.08	Hacienda de la F. 1
1.00±0.01	0.55±0.01	Hacienda de la F. 2
1.07±0.02	1.05±0.02	Hacienda de la F. 3
0.90±0.00	0.31±0.04	Hacienda de la F. 4
- -	0.89±0.04	Hacienda de la F. 5
2.58±0.03	- -	La Victoria 4
4.24±0.02	6.01±0.23	El Tronconal 9
7.36±0.04	7.38±1.20	La Bloquera 8
7.82±0.07	- -	La Victoria
1.69±0.02	1.22±0.01	La Victoria Granja 5
0.82±0.01	- -	La Victoria 12
2.95±0.03	4.44±0.30	La Victoria Cruz 7
2.58±0.04	3.61±0.60	La Victoria 13
6.86±0.01	1.44±0.01	La Victoria Granja 2
1.48±0.18	- -	La Victoria 4
0.95±0.05	3.81±0.02	Pila Bachoco 1
1.15±0.04	0.41±0.03	T. Akiwiki 2
4.52±0.02	1.02±0.01	Pila San Luis 3
1.67±0.04	1.97±0.05	T. Ranchito 4
0.95±0.01	3.91±0.09	Pila Britania 5
2.21±0.06	0.41±0.01	T. Piedra Bola 6
4.50±0.02	0.90±0.22	Pila Puebla 7
0.54±0.04	1.03±0.03	Pila Campana 8
0.93±0.00	1.06±1.01	Pila Coloso Alto 9
- -	3.22±0.03	Tanque Norte 10

¹ Fuente de Abastecimiento de agua con suministro Sectorizado.

La ciudad de Hermosillo capital del estado de Sonora, tiene una población aproximada de 480,000 (INEGI, 1990) mostró la particularidad de contar con alrededor de 57 diferentes pozos, los cuales son dirigidos a un total de 11 tanques que son surtidos por un determinado número de pozos (Apéndice 3). Los tanques o cisternas están localizados en diferentes sectores y de ahí se distribuye el agua hacia la población la cual recibe diferentes concentraciones de flúor que van desde 0.24 a 7.82 ppm F.

Por lo anterior se tuvo que hacer un muestreo aleatorio de 36 colonias representativas de cada sector, encontrándose que las colonias del sur de la ciudad presentaron niveles bajos de flúor 0.38 a 0.54 ppm F (Cuadro 7); mientras que el resto de las colonias tuvieron concentraciones que van desde 0.68 hasta 5.85 ppm F (Cuadro 8 y 9) distribuidas en los diferentes sectores de la población. Sin embargo cabe aclarar que la mayoría de las colonias localizadas al norte de la ciudad que tienen un sistema de distribución desde hace tres años a la fecha, presentaron niveles mayores de flúor que van desde 1.68 a 5.85 ppm F.

Estas concentraciones son muy elevadas y se recomienda la remoción del exceso de fluoruros del agua ya que pudiera esperarse que en un futuro cercano, podrían presentarse problemas de fluorosis en ese sector de la población.

Es importante tomar en cuenta que estas colonias únicamente son algunas de las que forman parte del sector norte, existiendo la posibilidad que todo éste sector de la ciudad de Hermosillo cuente con niveles elevados de flúor debido a que están siendo surtidos con los mismos pozos que presentaron altas concentraciones de éste nutrimento, sin embargo no fue posible muestrear todas las colonias del sector. Por otro lado no se debe olvidar que el sistema de distribución de agua en Hermosillo es muy complejo, por lo que se puede estar cambiando la distribución de agua según las necesidades que se presenten. Siendo necesario enfatizar que únicamente se seleccionaron un determinado número de colonias por sector por lo que puede

Cuadro 7. Colonias del Municipio de Hermosillo con Niveles Bajos de Flúor en el Agua¹ de Consumo Humano.

Colonias	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
San Angel	0.50±0.02	0.53±0.06
Akiwiki	0.38±0.03	0.36±0.15
Centro	0.40±0.01	0.41±0.02
Piedra Bola	0.49±0.01	0.46±0.03

¹ En Base a la Temperatura Promedio Máxima Anual (37 °C).

Cuadro 8. Colonias del Municipio de Hermosillo con Adecuados Niveles de Flúor en el Agua¹ de Consumo Humano.

Colonias	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Cuahutemoc	0.65±0.01	0.71±0.04
Las Granjas	0.66±0.01	0.54±0.03

¹ En Base a la Temperatura Promedio Máxima Anual (37 °C).

Cuadro 9. Colonias del Municipio de Hermosillo con Niveles Altos de Flúor en el Agua de Consumo Humano, en Base a la Temperatura Promedio Máxima Anual 37 °C.

Colonias	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Bachoco	4.41±0.26	3.70±0.14
Balderrama	1.22±0.03	1.02±0.02
San Benito	1.02±0.05	0.94±0.14
Bugambillas	5.85±5.84	3.40±0.45
Camino Real	3.91±0.28	2.09±0.07
Contry Club	1.10±0.00	1.12±0.06
Choyal	1.28±0.08	0.85±0.01
Santa Fé	1.00±0.01	1.18±0.03
Hacienda de la F.	1.02±0.14	0.59±0.01
Santa Isabel	1.68±0.15	1.12±0.08
Jardines	5.69±0.03	5.10±0.19
Jesus García	4.91±0.04	5.18±0.01
Ley 57	4.01±0.24	3.70±0.51
El Llano	0.93±0.16	0.55±0.03
San luis	0.94±0.06	0.91±0.07
El Malecón	0.85±0.20	0.68±0.16
Mariachi	0.82±0.02	0.80±0.18
5 de Mayo	1.25±0.01	0.69±0.32
Metalera	1.13±0.08	1.11±0.01
Modelo	1.25±0.02	1.02±0.01
Nacamerí	0.87±0.03	1.08±0.05
Naranjos	1.19±0.02	1.08±0.02
Olivares	1.15±0.06	1.10±0.02
Paseo del Sol	1.24±0.06	1.23±0.05
Pitic	1.08±0.04	1.03±0.04
Las Praderas	0.99±0.05	0.53±0.03
Primero Hermosillo	5.36±0.77	3.65±0.36
Las Quintas	0.89±0.13	0.75±0.03
Revolución	1.15±0.02	1.03±0.02
Sahuaro	1.18±0.33	2.20±0.04
Sonacer	0.94±0.17	0.60±0.00
Valle Verde	1.04±0.08	0.85±0.07
Vifedos	1.96±0.10	2.00±0.23

haber mas colonias incluidas en cada uno de los diferentes niveles de flúor presentes en el municipio y dependiendo del análisis de flúor que se hizo de las diferentes fuentes de abastecimiento de agua, se trató de ubicar las colonias en los niveles que presentaron, según la información obtenida de COAPAES, (1990 comunicación personal Ing. González), de cómo llega la distribución de agua en las mismas (Apéndice 4).

Además de los dos muestreos de las diferentes fuentes de abastecimiento de agua de consumo humano, se colectaron muestras de agua en las casas, analizando un total de 600 muestras correspondientes a los dos muestreos, este muestreo fue completamente al azar y se consideró estadísticamente representativo (Apéndice 5).

Segunda Fase del Estudio

Con el fin de relacionar el efecto de flúor contenido en el agua de consumo con la salud dental, se seleccionaron 7 municipios representativos de cada zona (Cuadro 10) utilizando los criterios descritos anteriormente en los materiales y métodos.

Unicamente en el municipio de Hermosillo se encontraron los 3 niveles de flúor por lo que se escogió al azar una colonia de cada zona. En cada municipio se escogió al azar una escuela por lo que se contó con 9 escuelas en total para esta segunda etapa del estudio. En el Cuadro 11, se muestran las escuelas seleccionadas al azar correspondientes a cada municipio.

Estudio Epidemiológico Dental

Para este estudio se trabajó con total de 1856 niños (Cuadro 12), de los cuales 1003 fueron del sexo femenino y 853 del sexo masculino; el rango de edad fue de 6 a 12 años. Se puede observar un menor número de escolares de 12 años de edad, ya que por lo regular a esta edad

Cuadro 10. Municipios Seleccionados en Base a los Niveles de Flúor en el Agua de Consumo.

Municipios	Flúor (ppm)
Nacozari, Nogales y Obregón	0.28-0.45
Alamos y Magdalena	0.92-1.00
Puerto Peñasco	4.60
Hermosillo: Piedra Bola	0.45
Balderrama	1.02
Bugambilias	6.40

Cuadro 11. Escuelas de Educación Primaria Correspondientes
a los Municipios Seleccionados en Sonora.

Municipio	Escuela Seleccionada
Nacozari	Jesús García 2 (Estatal)
Nogales	Enrique Quijada (Estatal)
Obregón	Rafael Ramírez C. (Federal)
Puerto Peñasco	Jaime Nuno (Federal)
Magdalena	Sociedad Padres de Familia (Particular)
Alamos	Bartolomé M. Salido (Estatal)
Hermosillo:	
Piedra Bola	Club de Leones 4 (Estatal)
Balderrama	Vicente Mora (Estatal)
Bugambillas	Héroes de Nacozari (Federal)

Cuadro 12. Escolares Examinados por Edad y Sexo en el Estado de Sonora 1990-1991.

Edad (años)	Femenino	Masculino	Total
6	169	126	295
7	143	130	273
8	160	111	271
9	166	142	308
10	155	162	317
11	158	124	282
12	52	58	110
Total	1003	853	1856

muchos escolares ya pasaron a secundaria y en este estudio solamente se trabajó con escuelas primarias. Esta etapa del estudio correspondiente al trabajo de campo dio inicio en el mes de Octubre de 1990 para finalizar en Mayo del 1991.

En el Cuadro 13 se presenta el número de escolares seleccionados por municipio que participaron en la evaluación del diagnóstico epidemiológico dental. Para el caso de Nacozari solo se completaron 89 niños, en toda la escuela y se consideró representativa según la pirámide de edad para ese municipio. En el caso del municipio de Magdalena la escuela seleccionada al azar resultó ser escuela privada y solo de niñas.

El 41.64 % de la población estudiada correspondió al municipio de Hermosillo (3 escuelas), y el 69.36% se distribuyó en los otros municipios.

Dientes Permanentes

La dentición es un proceso fisiológico lento, que se inicia con la dentición temporal y posteriormente la dentición permanente. (Calles, *et al.*, 1982).

En el Cuadro 14, se muestra la cronología de la erupción y la exfoliación de los dientes en la población escolar evaluada, considerando para esto que alrededor de la edad de los 6 años (en promedio) es cuando se da inicio a esta serie de procesos a nivel bucodental (Shaw y Sween, 1989). En lo que respecta a la dentición permanente, se observó que a la edad de 6 años el promedio de dientes permanentes que han hecho erupción es de 4.68 para el sexo femenino y de 4.03 para el sexo masculino. El número de dientes erupcionados se incrementa en ambos sexos al aumentar la edad, ya que a la edad de 12 años el promedio de dientes permanentes para el sexo femenino es de 26.03 y para el sexo masculino es de 24.31, esto es consecuencia del proceso natural de erupción, el cual se inicia ligeramente más temprano en el sexo femenino, al igual que en el estudio realizado en el Distrito Federal (Calles, *et al.*, 1982) donde se tiene 5.5

Cuadro 13. Escolares Examinados por Municipio en el Estado de Sonora 1990.

Municipio	Escolares			Total	%
	Femenino	Masculino	Total		
Hermosillo	404	369	773	41.65	
Alamos	125	112	237	12.79	
Obregón	79	91	170	9.17	
Magdalena	140	0	140	7.55	
Nacozari	46	43	89	4.80	
Nogales	108	115	223	12.03	
Puerto Peñasco	101	123	224	12.09	
Total	1003	853	1856	100	

Cuadro 14. Promedio de Dientes ¹ Temporales y Dientes Permanentes Presentes por Edad y Sexo, de los Escolares Evaluados en los Municipios Seleccionados del Estado de Sonora. (Período de 1990-1991).

EDAD (años)	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	D. Temporal	D. Permanente	D. Temporal	D. Permanente
6	17.21 ± 2.54	4.68 ± 3.25	18.16 ± 1.92	4.03 ± 2.92
7	14.08 ± 2.45	8.69 ± 2.58	14.56 ± 2.86	8.52 ± 2.75
8	11.44 ± 2.35	11.89 ± 2.31	12.09 ± 2.57	11.32 ± 2.52
9	8.65 ± 3.87	14.96 ± 4.27	10.04 ± 3.08	13.28 ± 3.50
10	6.32 ± 4.19	17.76 ± 5.03	7.41 ± 4.54	16.53 ± 5.16
11	2.24 ± 3.15	23.27 ± 4.55	4.22 ± 4.23	20.54 ± 5.09
12	1.05 ± 2.30	26.03 ± 3.32	1.87 ± 3.10	24.31 ± 4.46

¹ X ± D.S.

dientes permanentes para el sexo femenino y 4.7 dientes permanente para el sexo masculino a los 6 años y 25.1 diente para sexo femenino y 24.0 para el sexo masculino a la edad de 12 años.

En el Cuadro 15, se observa que el sexo femenino tiene un incremento anual de 3.55 ± 1.05 diente presentes con respecto al sexo masculino, (3.38 ± 0.90 dientes), ligeramente mas grande el incremento anual para el sexo femenino. Sin embargo, después de los 11 años el período de dentición para el sexo masculino es más rápido con un promedio anual de 3.77 dientes contra 2.76 dientes para el sexo femenino, lo cual hace pensar que para la edad de 14 años tanto el sexo femenino como los niños del sexo masculino tendrán la misma cantidad de dientes, como sucede en el caso del estudio realizado en México por Calles, et al (1982) en escolares, donde el sexo femenino presenta 27.1 dientes contra un 27.2 para el sexo masculino a la edad de 14 años.

Por otro lado el incremento anual de dientes es mas alto en escolares del estado de Sonora comparados con los niños del estudio del Distrito Federal (Calles, *et al.*, 1982) presentaron un promedio anual de 2.5 dientes para el sexo masculino y 2.7 para el sexo femenino, a pesar de que al inicio del período de dentición permanente cuentan con mayor número de dientes presentes. Quizá pueda deberse al tipo de alimentos que ambas poblaciones consumen ya que la población de este trabajo tienen un mayor acceso a los alimentos ricos en calcio como es el caso de la leche, queso y los productos derivados de la leche por tratarse de un estado altamente productor de dichos alimentos lo cual pudiera permitir una mejor calcificación del diente Valencia y Cols (1992).

En los cuadros (16 y 17) se presenta el promedio anual de dientes permanentes por edad, sexo y municipio. Se encontró que el promedio general de dientes permanentes está en un rango de (3.41 ± 2.98 a 27.50 ± 0.70), para el sexo masculino mientras que para escolares del sexo femenino fue de (3.87 ± 3.03 a 28.00 ± 2.35), considerado ser mas alto ya que el período de dentición en el grupo de niñas es mas rápido (Jensen, y Hermosillo, 1983), se vio que este comportamiento fue similar para cada municipio seleccionado.

Cuadro 15. Incremento Anual de Dientes Permanentes y Temporales de los Escolares del Estado de Sonora.

Rango de Edad	SEXO FEMENINO		SEXO MASCULINO	
	Temporal	Permanente	Temporal	Permanente
6-7	3.13	4.01	3.57	4.49
7-8	2.64	3.29	2.50	2.80
8-9	2.79	2.98	2.05	1.96
9-10	2.33	2.80	2.63	3.25
10-11	4.08	5.51	3.19	4.00
11-12	1.19	2.76	2.35	3.77
Promedio	2.69	3.55	2.70	3.38

Cuadro 16. Promedio Anual de Dientes Permanentes para el Sexo Masculino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora.

Municipio	6	7	8	9	10	11	12
Nacozañi	5.83±3.92	8.20±2.04	11.33±0.81	12.87±4.48	13.25±0.95	20.66±6.53	22.50±5.92
Nogales	3.80±2.67	8.25±2.59	10.76±2.35	13.45±2.94	16.65±5.18	19.94±5.12	23.00±6.27
Obregón	3.41±2.98	7.87±3.03	12.00±4.01	13.55±3.37	14.38±4.44	21.42±5.76	27.50±0.70
Alamos	5.09±3.02	8.77±2.94	11.25±2.04	13.36±4.16	17.64±5.63	21.84±4.47	27.33±1.15
P. Peñasco	3.60±2.44	9.05±2.20	10.53±1.71	13.00±2.23	16.64±5.45	20.84±4.66	24.37±3.77
P. Bola ¹	3.76±2.97	8.23±2.70	10.60±1.34	13.60±4.47	17.60±5.93	18.73±5.40	25.50±3.52
Balderrama ²	3.63±3.13	8.27±2.34	11.92±2.67	13.24±3.02	16.71±5.17	21.14±5.01	-
Bugambillas ³	3.92±2.73	9.27±3.53	11.93±2.76	12.50±1.58	16.00±4.53	19.35±5.71	23.85±3.43

^{1,2,3} Colonias del Municipio de Hermosillo

Cuadro 17. Promedio Anual de Dientes Permanentes Para el Sexo Femenino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora.

MUNICIPIO	6	7	8	9	10	11	12
Nacoarari	5.66±3.87	7.50±2.50	12.00±1.09	12.20±5.10	14.77±3.34	25.85±4.05	24.50±5.19
Nogales	3.85±2.85	9.06±2.96	11.64±2.17	15.92±5.70	19.64±4.82	22.81±4.93	23.66±5.85
Obregon	4.60±3.68	8.52±2.67	12.58±2.55	14.73±3.63	20.00±6.74	22.88±5.25	23.00±0.50
Alamos	5.66±3.00	9.55±2.21	11.76±0.59	16.20±4.98	17.82±5.39	24.63±3.63	26.28±3.85
Magdalena	4.23±3.31	8.66±2.08	11.68±2.13	14.78±4.50	17.38±3.83	22.60±4.97	27.66±0.57
P. Peñasco	3.87±3.03	8.87±2.06	11.18±2.08	16.06±4.78	16.18±5.07	22.36±4.92	27.33±1.11
P. Bola ¹	5.18±3.55	7.52±3.58	13.20±3.42	14.30±3.13	17.52±4.53	22.21±4.62	25.12±2.23
Balderrama ²	5.50±3.77	8.46±2.40	11.38±1.88	15.31±4.80	17.89±4.89	23.79±3.95	25.33±2.45
Bugambillas ³	4.43±2.60	9.26±2.28	12.23±1.88	14.00±2.57	18.12±3.44	22.72±5.72	28.00±2.35

^{1,2,3} Colonias del Municipio de Hermosillo

Dientes Temporales

En cuanto a presencia de dientes temporales por edad se observó que la relación es inversa (Cuadro 14) a la obtenida para dientes permanentes, ya que el promedio de dientes temporales para el sexo masculino es mayor que para el sexo femenino, el cual va disminuyendo en ambos sexos al aumentar la edad, y esto se debe al proceso natural de exfoliación de la dentición permanente. El proceso de exfoliación para el sexo masculino se ha reportado que es más lento (Jensen y Hermosillo, 1983).

En el Cuadro 14 se muestra que el promedio de dientes temporales para el sexo masculino es 18.16 mientras que para el sexo femenino es de 17.21 a la edad de 6 años, el cual disminuye hasta 1.87 y 1.05 para sexo masculino y femenino, respectivamente, a la edad de 12 años. Ahora bien si estos resultados son comparados con el estudio realizado por Calles, et al. (1982) se puede ver que el número promedio de dientes temporales a los 6 años es menor que el encontrado para escolares de Sonora, 17.2 y 16.5 dientes presentes para sexo masculino y femenino respectivamente, con lo cual concuerda con período de dentición de los escolares de Sonora es ligeramente más rápido (Calles, *et al.*, 1982). Además en el Cuadro 18 se muestran los promedios de dientes temporales de 9.76 ± 5.74 para el sexo masculino y de 8.71 ± 5.98 para el sexo femenino, lo cual concuerda con el estudio de Jensen y Hermosillo (1983) En que la exfoliación de los dientes es más rápida para el sexo femenino.

En el Cuadro 15, se observa que la pérdida anual de diente temporal es de 2.69 para el sexo femenino y de 2.70 para el sexo masculino. En los Cuadros 18 y 19 se muestra que el período de exfoliación y erupción de dientes temporales y permanente por municipio siguen el mismo patrón ya antes mencionado.

Cuadro 18. Promedio Anual de Dientes Temporales para el Sexo Femenino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora.

MUNICIPIO	6	7	8	9	10	11	12
Nacozañ	16.00±2.95	15.83±2.71	11.83±1.16	11.80±4.76	8.22±3.52	1.42±2.57	1.75±3.50
Nogales	17.50±2.41	13.73±2.91	12.05±2.46	7.57±4.50	4.41±4.04	2.31±3.21	3.33±4.16
Obregón	16.73±2.18	14.05±2.10	10.82±2.40	9.00±2.96	5.20±4.86	2.11±3.21	1.00±0.00
Alamos	16.94±2.04	14.10±2.46	11.92±0.64	7.26±4.62	6.73±4.32	1.26±2.15	1.14±3.00
Magdalena	17.50±2.46	13.77±1.92	11.76±2.24	8.73±4.12	6.66±3.75	2.91±3.74	-
P. Peñasco	18.00±2.09	14.18±1.93	12.09±2.06	7.75±4.40	8.00±4.26	2.90±3.61	0.11±0.33
P. Bola ¹	16.95±1.35	15.10±2.52	10.37±3.70	8.95±2.96	6.44±4.28	2.84±2.13	-
Balderrama ²	16.62±3.07	13.46±2.72	11.94±1.62	8.53±4.05	5.83±4.05	1.82±2.66	1.50±1.76
Bugambillas ³	16.73±2.18	13.42±2.06	10.58±2.47	9.61±2.05	6.75±2.33	2.81±1.95	-

^{1,2,3} Colonias del Municipio de Hermosillo

Cuadro 19. Promedio Anual de Dientes Temporales para el Sexo Masculino de los Escolares Evaluados del Estado de Sonora.

MUNICIPIO	6	7	8	9	10	11	12
Nacozeni	17.33±3.01	15.40±2.40	12.33±0.81	10.50±3.85	9.75±0.95	4±33±4.63	3.00±4.37
Nogales	18.20±1.93	14.68±2.30	12.64±2.82	9.45±3.41	7.85±4.78	4.70±4.23	1.93±2.59
Obregon	18.52±1.87	15.43±3.22	11.81±3.81	9.90±3.33	8.92±4.17	3.28±4.46	-
Alamos	17.72±1.88	14.55±3.08	11.75±2.53	10.27±3.29	5.88±4.76	3.26±3.12	-
P. Peñasco	18.33±1.44	13.72±1.87	13.15±1.34	10.41±2.37	7.36±4.87	4.15±4.57	1.93±2.59
P. Bola ¹	18.03±1.94	14.42±4.02	13.20±1.47	9.50±3.54	6.66±4.68	6.26±4.72	0.75±1.54
Balderrama ²	18.54±2.11	15.16±2.25	11.35±2.37	10.08±2.82	7.20±4.57	3.40±4.09	-
Bugambillas ³	18.50±2.02	14.18±2.55	11.13±2.47	11.00±1.88	8.20±4.14	4.85±4.60	2.14±2.19

^{1 2 3} Colonias del Municipio de Hermosillo

Prevalencia de Caries y Fluorosis Dental

En el Cuadro 20 se observa que solo el 9.5 % de los escolares presentó dientes sanos, es decir, libres de caries o fluorosis dental. Aunque cabe aclarar que únicamente estas dos enfermedades patológicas fueron evaluadas epidemiológicamente en el presente estudio.

Se encontró que el 79 % de la población evaluada del Estado de Sonora en éste estudio presentó caries dental y en estudios realizados por Valencia, *et al.*, (1980 y 1981) en la zona serrana del Estado y en estudios realizados en Centros Urbanos Marginados, se reportan una alta incidencia de caries dental de 83.4% y 66.7% en escolares respectivamente. Es importante señalar que en estos estudios no se hizo la medición de los índices epidemiológicos y la exploración fue únicamente de manera clínica. En otro estudio más reciente realizado por la División de Salud denominada "Clínica del Niño Sano" de la Junta para el Progreso y Bienestar Social (1987) se reportó que el 80 % de 5000 escolares examinados en áreas urbanas marginadas de la ciudad de Hermosillo, presentó algún proceso de caries dental.

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con el trabajo del Distrito Federal (Calles, *et al.*, 1982), se encontró que la población de escolares de 6-14 años de edad estudiada presentó una prevalencia de caries de 95.5 %, considerándose éste muy alto. Otros estudios realizados en Guatemala reportaron que casi el 100 % de la población evaluada epidemiológicamente presentó algún problema de caries dental, Perú reportó un 90 % de la prevalencia de caries en su población (OPS, 1986). Aunque en este estudio se encontraron porcentajes más bajos de caries dental, se debe de considerar como un grave problema de salud pública esta situación, ya que si no se tienen los cuidados necesarios estos porcentajes pueden aumentar conforme se avance en la edad.

Cuadro 20. Prevalencia de Caries y Fluorosis Dental en Escolares Evaluados en Sonora en el Período (1990-1991).

INDICE EPIDEMIOLOGICO	N	PORCENTAJE (%)
Caries ¹	1466	79.0
Sanos	177	9.5
Fluorosis	213	11.5
Caries + Fluorosis	990	53.3

¹ Índice de Knutson Modificado = (CPO + ceo ≥ 1)

Por otro lado es importante mencionar el hecho de encontrar que el 11.5 % de la población únicamente presentó algún grado de fluorosis (Cuadro 20). Sin embargo el 53.3%, de los escolares presentó tanto problema de fluorosis como de caries dental.

A pesar de que no existen datos como marco de comparación debido a que en México no se han realizado estudios epidemiológicos donde se haya medido índice de fluorosis, ni tampoco se cuenta con datos a nivel latinoamericano. Aún así estos resultados obtenidos son considerados elevados ya que es poco mas de la mitad de la población que presenta algún grado de fluorosis el cual puede ir aumentando con la edad principalmente durante el período de calcificación del diente.

Este porcentaje de fluorosis de 53.3 % corresponde a 7 municipios con concentraciones de flúor desde (0.28-6.4 ppm de flúor). Al comparar este porcentaje con datos obtenidos en un estudio realizado por Szpunar y Burt, (1988) en escolares de 6 a 12 años de edad, residentes de cuatro comunidades de Michigan, las cuales presentaron concentraciones de flúor desde 0.0 ppm a 1.2 ppm, se encontró una prevalencia de fluorosis dental de 36.3 %. Este valor es menor que el encontrado en este estudio debido quizá a que en esta región se encuentran lugares con concentraciones de flúor más altos en el agua y también al clima cálido que se tiene por lo que se aumenta la ingestión de agua con el consecuente incremento en el consumo de flúor, favoreciendo de esta forma la prevalencia de fluorosis.

Cabe aclarar que el estudio realizado en Michigan es de tipo longitudinal donde es más fácil controlar las variables medidas ya que se lleva un seguimiento del problema por un tiempo, mientras que el presente estudio es de tipo transversal, donde más bien se pueden tener tendencias en el efecto de las variables medidas sobre el problema de salud dental en la población.

Prevalencia de Caries y Fluorosis por Municipio

En el Cuadro (21) se muestran los porcentajes de prevalencia de caries y fluorosis dental encontrada en los municipios estudiados en el presente trabajo. Se observa que los municipios que contienen niveles bajos de flúor en el agua suministrada a la población, presentan los porcentajes mas elevados de caries dental, como es el caso de Nacoziari con 89.88 % el cual tiene 0.28 ppm de flúor en el agua de consumo. Sin embargo para el caso del municipio de Hermosillo, en la zona correspondiente a niveles altos de flúor el porcentaje de prevalencia de caries es considerado muy alto 85.53 % quizá esto se debe a que esta población tiene aproximadamente 3 años que esta siendo surtida por agua con niveles altos de flúor (5.85 ppm). En el momento de realizar el presente trabajo y como se sabe el efecto de flúor es durante el período de calcificación de los dientes lo que tarda aproximadamente 4 años en observarse este efecto.

En el caso de los municipios que presentaron concentraciones de 0.9-1.00 ppm F en el agua se observa que disminuye el porcentaje de caries como es Alamos que mostró un porcentaje de prevalencia de caries de 77.21 %, Magdalena con 75.58 % y 75.48% para la colonia Balderrama de la ciudad de Hermosillo. Estos municipios a pesar de estar recibiendo agua en concentraciones no muy elevadas presentaron porcentajes altos de fluorosis, como son Alamos y Magdalena 67.09 % y 63.57 % respectivamente. Lo anterior quizá se deba al clima caluroso que prevalece en el Estado de Sonora lo cual ocasiona ingestiones altas de flúor como respuesta a las altas ingestiones de agua que posiblemente se den en época de verano, aunado con otras fuentes de flúor en la dieta de la población.

A pesar de que la colonia Bugambillas está siendo recientemente surtida por agua con niveles altos de flúor, (Cuadro 21), sus habitantes ya han sido afectados por las altas ingestiones de flúor debido a que se encontró un incremento en la prevalencia de fluorosis dental de (51.64%) con respecto a las otra colonias de Hermosillo.

Cuadro 21. Prevalencia de Caries¹ y Fluorosis Dental por Municipio en el Estado de Sonora (1990-1991)

Municipio	Caries (%)	Fluorosis (%)	Nivel de Flúor en Agua (ppm)
Nacozañi	89.88	37.08	0.28
Nogales	85.65	39.91	0.50
Obregón	79.41	37.06	0.30
Alamos	77.21	67.09	0.90
Magdalena	72.14	63.57	1.04
Puerto Peñasco	52.50	94.20	4.60
Hermosillo			
Piedra Bola	83.98	44.53	0.45
Balderrama	75.58	40.13	1.02
Bugambillas	85.53	51.64	5.85

¹ Índice de Knutson modificado = (CPO + ceo) ÷ 2

El porcentaje anteriormente señalado puede ir aumentando si estos niveles en exceso de flúor no son removidos del agua de consumo, considerando que puede afectar principalmente a los escolares que se encuentran en el inicio del período de calcificación de sus dientes. Durante la realización del estudio, este sector de Hermosillo presentó grados de fluorosis leve y moderados, sin embargo puede llegar a manifestarse grados mas severos y hay que tomar en cuenta que en esta colonia es solamente una parte de todo el sector del municipio de Hermosillo que está siendo abastecidas por agua con altos niveles de flúor (Apéndice 4) incrementándose las ingestiones diarias de flúor.

En el caso particular del municipio de Puerto Peñasco considerado de concentración de flúor 6 veces la óptima establecida para esta región (0.6-0.7 ppm), fue el municipio que presentó menor porcentaje de prevalencia de caries (Cuadro 21). Aunque por otro lado presenta el problema de fluorosis endémica ya que el 94 % de la población presentó algún grado de fluorosis (1, 2 y 3) y en algunos caso se reportó grado de fluorosis más severo (4).

Se encontró que el 51.35 % de la población escolar evaluada del sexo femenino tiene algún grado de fluorosis, mientras que el sexo masculino manifestó un 55.69 %. Ambos valores son muy altos ya que arriba de la mitad de la población de escolares manifestó fluorosis sin importar sexo ya que ambos se ven afectados por los altos niveles de flúor presentes en el agua.

Prevalencia de Fluorosis Dental por Edad

En el Cuadro 22 se presenta el efecto del flúor sobre la salud dental de los escolares, tomando en cuenta la edad de la población evaluada. Se encontró que el grupo de 6 años de edad fue el menos afectado ya que únicamente el 37.97 % de su población presentó fluorosis. Este comportamiento era de esperarse ya que es a esta edad cuando se inicia el proceso de calcificación del diente.

Cuadro 22. Prevalencia de Fluorosis Dental por Edad en Escolares Evaluados en el Estado de Sonora

Edad en (años)	Porcentaje con Fluorosis (%)	Porcentaje sin Fluorosis (%)
6	37.97	62.03
7	54.90	45.05
8	56.04	43.91
9	52.27	47.73
10	55.21	44.79
11	59.57	40.43
12	65.45	34.55

El porcentaje de fluorosis (54.95 %) aumentó drásticamente a la edad de 7 años ya que es un poco más de 50 % de escolares de este grupo de edad que presentó algún grado. Este valor se mantuvo constante con ligeras variaciones hasta la edad de 10 años, aumentando un poco más la fluorosis dental a los 11 años de edad, siendo más fuerte el efecto para los 12 años ya que este grupo de edad manifestó un porcentaje de 65.45 % de prevalencia de fluorosis. Esto puede explicarse si se considera que estos niños estuvieron expuestos a ingestiones de flúor más altas que las recomendadas durante el período de calcificación de los dientes, este efecto será más evidente al llegar a esta edad. Es importante señalar que únicamente se contó para este grupo de edad con 110 niños, es decir, fue el grupo más pequeño.

En la Figura 2, se puede apreciar que la incidencia de caries dental disminuye en los municipios con niveles mayores de flúor en el agua de consumo humano y junto con esto se observa una tendencia que en los municipios con alta concentración de flúor en el agua de consumo humano, la prevalencia de fluorosis dental es mayor. Para el caso del municipio de Hermosillo en las tres zonas se ve una alta incidencia de caries dental, siendo menor para la zona que presenta niveles de flúor (1.0 ppm).

Se observó también que el índice de fluorosis es similar para las 3 zonas. Sin embargo, es importante hacer notar que para el caso de la colonia Bugambillas ya discutido anteriormente y no solamente esta colonia, sino casi todo el sector norte de la ciudad de Hermosillo que está siendo surtido por esta misma fuente de agua, proveniente de los pozos correspondientes a la captación de " la Victoria " formada por 14 pozos, los cuales presentan concentraciones de flúor desde 0.8-7.82 ppm de flúor, con un promedio de 5.88-6.44 ppm de este mineral.

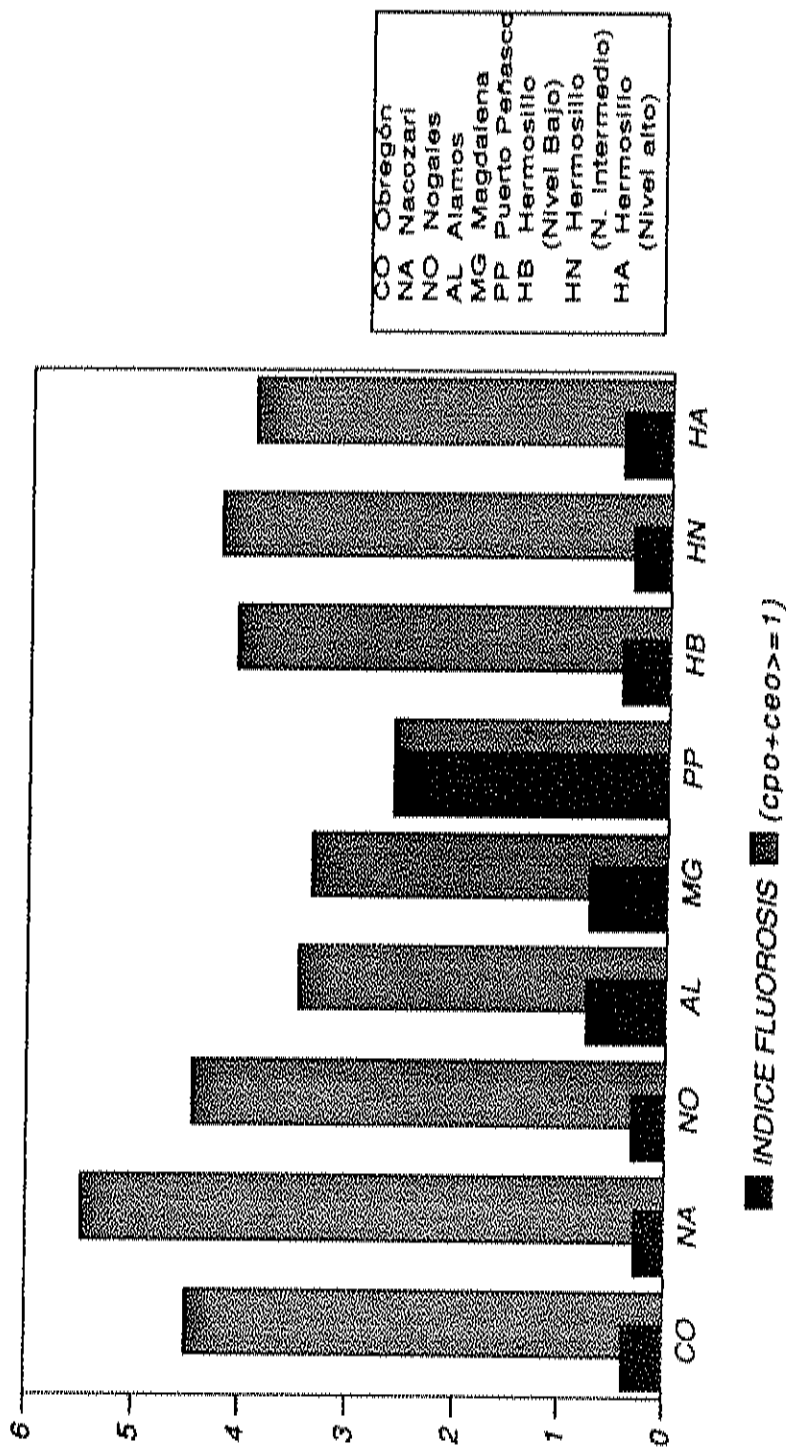


Fig. 2 Indices epidemiológicos de Caries y Fluorosis Dental por Municipio.

Indices Epidemiológicos de Salud Dental

Para la República Mexicana es casi nula la información que se tiene sobre índices epidemiológicos de salud dental por lo que el presente estudio servirá de base para implementar programas de salud oral, con el fin de mejorar la salud dental de la población.

Índice de CPO-D

En el Cuadro 23, se presentan los índices epidemiológicos de caries y fluorosis dental evaluados en los escolares. Se encontró un índice global de CPO de 1.76 ± 2.12 , lo cual indica que la población estudiada presentó casi 2 dientes permanentes cariados, perdidos u obturados. Este índice epidemiológico es considerado el principal indicador de caries ya que da un mejor reflejo del estado actual de salud de los dientes permanentes del escolar.

Se considera que el índice CPO encontrado para escolares en Sonora es bajo, a pesar de que la población evaluada se encontraba en el período de dentición, en el cual los dientes pueden ser fuertemente afectados por la presencia u ausencia de las ingestiones diarias de flúor.

Sin embargo este índice de CPO puede aumentar conforme se avanza en edad si no es corregido a tiempo el daño ocasionado en la dentición o bien si no se tienen los cuidados higiénicos adecuados para que el problema se detenga.

Al ser comparados estos resultados con los reportados en otros países, el índice de CPO para los escolares evaluados del estado de Sonora son mas bajos que los reportados para Estados Unidos donde el CPO es 2.0. Después de llevarse a cabo el programa de fluoruración de agua hasta niveles adecuados de 1 ppm de F, dichos programas se iniciaron desde 1940 cuando la población estudiada presentó un índice de CPO de 7.6. (Dean, 1940).

Cuadro 23. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares.

INDICES EPIDEMIOLOGICOS	MEDIA ± D.S.
CPO	1.76±2.12
ceo	2.12±2.48
Caries ¹	3.88±3.28
Fluorosis	0.68±0.91
D. Temporal	13.80±7.34
D. Permanente	9.90±6.04

¹ (CPO + ceo) ≥ 1 = Índice de Knutson Modificado

Otros estudios realizados en Canadá reportaron índices de CPO de 7.4 en 1946 el cual fue reducido favorablemente hasta 2.9 para 1980 (Horowitz, 1991).

Comparando el índice de CPO con estudios realizados en México en 1972, la población estudiada presentó un CPO de 2.7 el cual para 1976, se vio bruscamente afectado ya que aumentó hasta 5.3 (Horowitz, 1991) quizá esto se dio como consecuencia de los cambios alimentarios o a la falta de un buen cuidado higiénico, falta de personal capacitado para poder atender a la población (que en los últimos tiempos incrementó muy rápidamente) aunado con la falta de material de equipo como recursos económicos y muy probablemente al incremento en el consumo de alimentos refinados (refrescos y azúcares) que son altamente cariogénicos.

En 1982 se hizo un estudio en la Ciudad de México en escolares de 6-14 años y se reportó un índice de CPO de 3.26, el cual se consideró alto. Se ha visto que los problemas anteriormente señalados afectan a la mayoría de los países Latinoamericanos como es el caso del Perú con un CPO de 7.0 y de Costa Rica con CPO de 3.5-9.5 en edades de 7 a 13 años de edad (OPS, 1986).

Índice de ceo-d

Respecto al índice de dientes temporales (Cuadro 23) se puede ver que el ceo, fue de 2.12 ± 2.48 , que es considerado alto ya que se tiene por los menos 2 dientes temporales cariados. Lo anterior nos pudiera indicar que muy probablemente esta enfermedad infecciosa aumente conforme se dé el período de dentición de las piezas dentales permanentes. Este valor de ceo fue menor al compararlo con el de la Ciudad de México que es de 3.27 (Calles, et al. 1983).

Índice de caries

En el Cuadro 23, se observa el índice de caries representado como índice de Knutson modificado, que es la proporción de individuos con CPO y ceo ≥ 1 , es decir, que tienen por lo

menos 1 diente afectado por caries. En éste estudio se encontró que el índice de caries fue de 3.88, es decir casi 4 dientes cariados, éstos resultados al ser comparados con el estudio realizado en México (Calles, et al., 1982), resultaron ser mas bajos. Sin embargo es a nivel global como adquiere importancia esto debido a que es toda la población de escolares examinados la que presentó un promedio de casi 4 dientes con algún problema.

Con lo anterior queda establecido que se requiere de una pronta solución por parte de la Secretaría de Salud Pública, la cual pudiera implementar programas preventivos de salud bucal y el uso de tratamientos masivos a bajos costos principalmente en los sectores donde la población es considerada de bajos recursos económicos.

El que no sea tratada adecuadamente la caries dental pudiera ocasionar otro tipo de problemas de mayor gravedad como los de índole nutricional, o bien los relacionados con la cavidad oral (Shaw y Sweeny, 1980). En el Diario Oficial, del 28 de Enero de 1987, se establece la norma técnica número 80 para llevar a cabo la prevención y control de enfermedades bucodentales en la atención primaria de la salud, como son el caso de esmalte moteado, fluorosis dental y caries dental.

Según el artículo número 5, la prevención específica de las enfermedades bucodentales, debe llevarse de la siguiente forma: " En el caso de esmalte moteado o fluorosis dental se recomienda la remoción de flúor en el agua de consumo, mientras que para el caso de la caries dental se va a llevar a cabo la administración de flúor ya sea en agua, sal, o de alguna otra formas de prevención, como puede ser un buen control de la placa dentobacteriana, cepillado y la eliminación de hábitos nocivos ".

Índice de Fluorosis

La fluorosis dental es un problema, que por mucho tiempo no se consideró como un problema de salud pública, sino más bien fue visto por mucho tiempo como problema estético (Shaw y Sweeny, 1980). Sin embargo recientemente a nivel mundial, el efecto ocasionado por el exceso de flúor ha ido incrementándose, por lo que la OMS, (1977), ha recomendado estimar su prevalencia en base a estudios epidemiológicos y a partir de los resultados obtenidos tomar las medidas pertinentes.

Se encontró un índice de fluorosis global de 0.68 ± 0.91 (Cuadro 23) aunque relativamente pequeño es considerado como un problema de salud pública por lo que se recomienda la remoción de fluoruros en las zonas que presenta exceso el agua de consumo humano (OPS, 1977). Es importante hacer mención que este índice de fluorosis incluye localidades que presentan concentraciones altas así como concentraciones bajas de flúor, por lo que al presentar el promedio este se ve disminuido.

Índices Epidemiológicos por Sexo

En el Cuadro 24, se presentan los índices epidemiológicos por sexo. Se encontró diferencia significativa por sexo ($p=0.05$), con respecto al índice de CPO e índice de fluorosis, observándose que es más elevado en el sexo femenino, esto pudiera tener explicación sobre el período de exfoliación de los dientes que es más temprano en las mujeres que en los hombres. Con respecto a los índices de ceo y caries no se presentó diferencias significativas por sexo.

Índices Epidemiológicos por Edad

Los índices epidemiológicos de salud dental por edad, se presentan en el Cuadro 25. Como se puede observar los índices CPO, caries y fluorosis, se incrementan conforme a la edad,

Cuadro 24. Índices epidemiológicos de Caries Y Fluorosis Dental por Sexo.

Sexo	CPO	ceo	Caries ¹	Índice Fluorosis
Femenino	1.85 a	2.18 a	3.92 a	0.71 a
Masculino	1.65 b	2.08 a	3.83 a	0.66 b

¹ Índice de Knutson Modificado (CPO + ceo \geq 1)
 Las letras con diferentes superíndice en las columnas son significativamente diferente.
 (p = 0.05). Prueba de Tkey

Cuadro 25. Índices Epidemiológicos ¹ de Salud Dental para los Escolares Evaluados en los Municipios Seleccionados del Estado de Sonora (1990-1991).

EDAD (años)	ceo	CPO	CARIES ²	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.95±2.95	0.30±0.85	3.25±3.22	0.44±0.79
7	2.74±2.68	0.67±1.11	3.41±3.08	0.69±0.93
8	2.71±2.49	1.68±1.73	4.31±3.44	0.69±0.91
9	2.06±2.06	2.03±1.84	4.09±3.20	0.69±0.95
10	1.79±1.90	2.64±2.14	4.43±3.05	0.67±0.88
11	0.75±1.42	3.03±2.39	3.79±2.79	0.69±0.82
12	0.32±0.94	4.26±3.94	4.59±3.92	0.85±0.98

¹ Promedio ± Desviación Estándar

² Expresados como índice de Knutson modificado (CPO + ceo ≥ 1)

mientras que el ceo disminuye. En el Apéndice 6, se presenta el análisis de comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p=0.05$) a la que fueron sometidos estos índices.

Se encontró que el índice de CPO es significativamente diferente por grupo de edad, ya que, este va aumentando conforme aumenta la edad, lo cual concuerda con el tiempo de erupción del diente permanente.

En cuanto al índice de ceo para dientes temporales éste no mostró diferencias significativas en los primeros años, es decir, el escolar fue afectado en la misma proporción de dientes casi un total de 3 dientes temporales presentó algún problema de caries dental. A partir de la edad de 9 años hasta los 12 años sí hubo diferencias significativas como se pueden apreciar en el (apéndice 6), con respecto a los primeros años.

El índice de ceo disminuyó con la edad teniendo de esta manera un ceo de 2.95 ± 2.95 a los 6 años y llegando a presentar un índice de ceo 0.32 a los 12 años y esto coincide con la caída de los dientes temporales, cuando se inicia la erupción del los permanente. Con esto se puede decir que el índice de ceo no es tan fuertemente afectado por la edad como el índice de CPO.

Para el caso de caries dental en general se puede observar que el escolar tiene alrededor de 4 dientes con algún problema de caries, por lo que es importante que este índice de caries encontrado sea disminuido para evitar cualquier otro tipo de desordenes en el organismo principalmente de tipo bucodental y nutricional (Shaw y Sweeny, 1980).

Finalmente para el índice de fluorosis se encontraron diferencias significativas (Apéndice 6) por edad, es decir, este índice va aumentando en su severidad conforme el escolar presenta mayor edad, con respecto a los 6 años, principalmente este efecto se da con mayor intensidad durante el período de calcificación del diente del escolar. Cuando este ingiere cantidades altas de flúor aportadas principalmente por las altas concentraciones de flúor presentes en agua de consumo del lugar que reside o bien por el consumo de alimentos y bebidas con alto contenido de

flúor. El grupo que mayor índice de fluorosis presentó fue el de 12 años (0.85 ± 0.98) y esto es debido a que estos escolares contaban con un período de tiempo mas grande consumiendo el flúor presente en su lugar de origen y al encontrarse en su período de calcificación del diente la mayor parte de éste fue retenido. Este valor obtenido es considerado como un grave problema de salud pública, mientras que a la edad de 6 años este índice es de 0.44 ± 0.79 , el cual no es considerado importante desde el punto de salud pública.

Indices Epidemiológicos por Municipio

En el Cuadro 26 se muestran los índices epidemiológicos de salud dental evaluados por municipio. En cuanto al índice de CPO se encontró que el municipio de Nacozari fue el que presentó el CPO mayor 2.79 ± 2.64 casi un promedio de 3 dientes permanentes están afectados, esto pudiera esperarse ya que cuenta con concentraciones bajas de flúor. Al hacer el análisis estadístico (Apéndice 7) Nacozari resultó ser significativamente diferente a los otros municipios ($p=0.05$).

En Puerto Peñasco se encontró el CPO menor 1.11 ± 1.9 , únicamente 1 diente presentó problema lo cual pudiera explicarse por el efecto protector del flúor contra la caries reportado ampliamente en bibliografía (Halmiton 1990; Bowden, 1990), ya que este municipio tuvo una elevada concentración de flúor en agua. Además este municipio presentó diferencias significativas ($p=0.05$) en el índice de CPO con respecto a los demás municipios excepto con Ciudad Obregón (Apéndice 7).

Se ha discutido anteriormente que aunque estos índices CPO son bajos con respecto a otros estudios es importante la implementación de programas preventivos educativos de salud e higiene bucal principalmente en este grupo de edad para evitar posibles riesgos graves de salud dental.

Cuadro 26. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en los Municipios Seleccionados del Estado de Sonora.

MUNICIPIO	ceo	CPO	CARIES ¹	INDICE DE FLUOROSIS
Nacozañ	2.68±2.73	2.79±2.64	5.48±3.47	0.29±0.14
Nogales	2.69±2.81	1.76±2.10	4.45±3.35	0.32±0.46
Obregón	3.10±3.01	1.39±1.83	4.50±3.56	0.39±0.68
Alamos	1.66±2.16	1.80±2.10	3.47±2.88	0.76±0.79
Magdalena	2.06±2.42	1.30±1.82	3.36±3.08	0.77±3.36
P. Peñasco	1.12±1.79	1.11±1.90	2.24±2.66	2.23±1.08
Hermosillo				
Piedra Bola	2.11±2.11	1.95±2.14	4.07±3.23	0.45±0.65
Balderrama	2.08±2.37	2.14±2.16	4.22±3.24	0.35±0.52
Bugambillas	2.18±2.39	1.72±2.20	3.91±3.42	0.46±0.54

¹ Índice de Knutson Modificado = (CPO + ceo) ÷ 1

Para el caso de ceo fue el municipio de Puerto Peñasco el que presentó el valor más bajo 1.12 ± 1.79 (Cuadro 26) y este fue diferente a los demás municipios siendo Nacozari, Obregón y Nogales los que presentaron el índice de ceo más altos (Apéndice 7). Puerto Peñasco fue considerado el municipio que presentó el índice de caries mas bajo 2.24 ± 2.46 (Cuadro 26) mostrando además diferencias significativas con los otros municipios excepto Alamos (Apéndice 7).

Es importante hacer notar que el municipio de Puerto Peñasco que cuenta con elevadas concentraciones de flúor y que a pesar de esto aún presenta problemas de caries dental importantes, lo cual está indicando que existen otros parámetros que afectan esta enfermedad.

Obregón, Nacozari y Nogales no presentaron diferencias significativas entre ellos mismos (Apéndice 7), lo cual indica que se vieron de igual manera afectados por la presencia de caries dental. Sin embargo sí presentaron diferencias (Apéndice 7) con respecto a los otros municipios por tener éstos el índice de caries más alto, siendo la Ciudad de Obregón el que más diferencias presentó.

La colonia Bugamblias del municipio de Hermosillo únicamente presentó diferencias significativas ($p=0.05$) (Apéndice 7) con el municipio de Obregón y Puerto Peñasco. Finalmente en cuanto a índice de fluorosis se puede decir que los municipios que cuentan con bajos niveles de flúor tienen menor índice de fluorosis (Cuadro 26) como son: Nacozari, Obregón y Nogales, no presentando diferencias entre ellos mismos (Apéndice 7), únicamente Ciudad de Obregón presentó diferencias con el resto de los municipios.

El municipio de Alamos y Magdalena mostraron un índice de fluorosis de 0.76 y 0.74 respectivamente, no mostrando diferencias significativas entre ellos mismos (Apéndice 7). Por otro lado es importante hacer notar que éste índice de fluorosis es ya considerado como un problema de salud pública donde se requiere la remoción de fluoruros.

En el caso particular del municipio de Puerto Peñasco el cual cuenta con niveles altos de flúor en su suministro de agua desde hace ya varios años, existe suficiente evidencia que manifiesta que su población adulta presenta fluorosis dental severa en su mayoría (Cuadro 26).

En este estudio fue el municipio que mas alto índice de fluorosis presentó 2.23 ± 1.08 siendo este valor significativamente diferente al resto de los municipios (Apéndice 7). Este índice de fluorosis es considerado como un grave problema de salud pública ya que la población escolar evaluada manifestó fluorosis tipo severa donde la única alternativa hasta este momento es la remoción de fluoruros en exceso en el agua de consumo y controlar los posibles aportes de este nutrimento por otras fuentes.

En cuanto al municipio de Hermosillo se encontró en los tres sectores Piedra Bola, Balderrama y Bugambillas un índice de fluorosis de 0.45 ± 0.65 , 0.35 ± 0.52 y 0.46 ± 0.54 respectivamente considerado sin importancia desde el punto de vista de salud pública (Cuadro 7). Sin embargo hay que estar alertas para que estos índices de fluorosis no aumenten principalmente en la colonia Balderrama y Bugambillas ya que esta última cuenta con niveles altos de flúor y aunado al clima caluroso que prevalece en esta región, puede favorecer el efecto tóxico del flúor y de tal manera que el índice de fluorosis se vea aumentado hasta grados severos.

En conclusión Ciudad Obregón, Nacoziari y Nogales son los que presentaron los índices de fluorosis mas bajos, Puerto Peñasco tiene el índice de fluorosis mas alto. Estos hallazgos concuerdan ampliamente con lo reportado en bibliografía (Burt, et al, 1986) donde se muestra que las regiones que cuentan con niveles bajos de flúor tienen mayor prevalencia de caries y en el caso contrario regiones con niveles altos de flúor en el agua de consumo manifiestan una alta prevalencia de fluorosis dental y cuando el suministro de flúor en la población es adecuado se tiene una buena salud dental, siempre y cuando tenga un buen sistema de higiene bucal y un buen

control en el consumo de alimentos cariogénicos (Manji, *et al.*, 1986; Matsuda, 1986; y Bilbeissi, 1988).

Índices Epidemiológicos por Edad, Sexo y Municipio

En los Cuadros (27 al 43) se muestran los índices epidemiológicos por edad, sexo y municipio encontrándose que los municipios que cuentan con niveles bajos de flúor en su agua de consumo, se encontraron los índices de ceo mas altos en ambos sexos, disminuyendo conforme se da la dentición permanente, incluyendo a la colonia Bugambllia, a pesar de contar con ingestiones altas de flúor en su población. En cuanto a los municipios de Alamos y Magdalena sus índices de ceo fueron bajos para ambos sexos. Finalmente el municipio de Puerto Peñasco fue el que presentó el menor índice de ceo para ambos sexos y esto era de esperarse ya que ésta región de Sonora tiene ingestiones en exceso de flúor.

En los mismos cuadros se reportan los índices de CPO, manifestándose ser más altos para los municipios de bajas concentraciones de flúor (Nogales, Nacození, Obregón y la colonias Piedra Bola, Balderrama y Bugambllias) a pesar de que ésta última presentó niveles muy altos de flúor en su suministro de agua.

El índice de fluorosis para el sexo femenino del municipio de Nacození y Nogales está en un rango de 0.0-0.28 clasificado por tanto sin importancia en salud pública (SSA, 1990). La colonia Balderrama del municipio de Hermosillo, que a pesar de contar con nivel de agua adecuado quedó dentro de la categoría anteriormente mencionada de (0.0 a 0.28 ppm F).

Ciudad Obregón y la colonia Piedra Bola de Hermosillo quedaron clasificados dentro de 2 categorías de fluorosis dental ya que los grupos de edad se vieron afectados de diferente forma: 1) En los primeros años de vida se manifestó un índice de fluorosis sin importancia desde el punto de salud pública de 0.13-0.55 y 2) en el segundo grupo donde ya se recomienda la remoción del

Cuadro 27. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Nogales.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	4.75±3.73	0.20±0.69	4.15±3.95	0.15±0.32
7	3.40±3.06	0.33±0.89	3.73±3.45	0.36±0.44
8	4.23±2.22	0.88±1.11	5.11±2.64	0.26±0.39
9	1.71±1.68	1.71±1.73	3.42±2.73	0.25±0.37
10	1.82±1.94	2.88±1.76	4.70±2.33	0.38±0.41
11	1.00±1.30	3.63±1.94	4.63±2.33	0.36±0.44

Cuadro 28. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Nogales.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	3.46±4.24	0.06±0.25	3.53±4.42	0.16±0.36
7	4.00±3.09	1.12±1.54	5.12±4.06	0.50±0.70
8	1.76±2.33	0.64±1.45	2.41±3.27	0.35±0.52
9	2.90±1.99	2.45±1.63	5.35±3.06	0.37±0.42
10	2.95±3.01	2.45±1.82	5.40±3.81	0.25±0.38
11	1.11±1.49	2.29±2.39	3.41±2.71	0.35±0.45
12	1.50±2.12	3.90±3.98	5.40±4.35	0.70±0.67

Cuadro 29. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Obregón.

Edad	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	5.53±2.91	0.40±0.73	5.93±3.19	0.13±0.76
7	3.17±2.83	0.41±0.87	3.58±3.27	0.26±0.53
8	4.00±2.59	1.82±1.81	5.82±3.89	0.64±0.91
9	3.20±3.07	2.40±1.68	5.60±4.32	0.40±0.89
10	1.80±2.48	3.20±2.77	5.00±2.82	0.20±0.44
11	1.22±2.04	2.33±1.93	3.55±2.18	0.00±0.05
12	0.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00	0.00±0.00

Cuadro 30. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Obregón.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	3.47±4.18	-	3.47±4.18	0.38±0.57
7	4.31±3.30	0.56±1.03	4.31±3.81	0.59±0.86
8	3.56±2.60	1.43±1.50	5.00±3.18	0.37±0.38
9	2.35±2.18	2.05±1.73	4.40±3.50	0.20±0.34
10	1.15±1.46	1.07±1.32	2.23±2.27	0.23±0.56
11	1.14±2.26	2.57±1.39	3.71±2.62	0.71±1.11
12	-	6.00±8.48	6.00±8.48	0.25±0.35

Cuadro 31. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Nacoziari.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.88±3.29	1.11±1.36	2.88±4.32	0.00±0.00
7	1.66±1.86	1.16±1.16	2.83±2.92	0.33±0.40
8	3.16±2.63	2.50±1.76	5.66±3.77	0.00±0.00
9	2.40±1.81	2.40±2.19	4.80±2.77	0.10±0.22
10	2.88±2.02	3.66±1.58	6.55±2.87	0.38±0.69
11	0.71±1.11	5.00±2.23	5.71±2.21	0.14±0.37

Cuadro 32. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Nacoziari.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	5.16±4.62	0.33±0.81	5.50±4.76	0.08±0.20
7	4.80±3.11	1.80±1.30	6.60±3.60	-
8	5.00±1.54	2.16±1.83	7.16±3.06	0.91±0.20
9	3.25±2.43	1.50±2.00	4.75±3.95	0.37±0.44
10	3.75±2.75	3.25±0.95	7.00±2.94	0.75±0.28
11	1.66±2.73	4.66±3.61	6.33±3.32	0.25±0.41
12	0.50±0.75	4.50±4.24	5.00±4.07	0.62±0.44

Cuadro 31. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Nacozari.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.88±3.29	1.11±1.36	2.88±4.32	0.00±0.00
7	1.66±1.86	1.16±1.16	2.83±2.92	0.33±0.40
8	3.16±2.63	2.50±1.76	5.66±3.77	0.00±0.00
9	2.40±1.81	2.40±2.19	4.80±2.77	0.10±0.22
10	2.88±2.02	3.66±1.58	6.55±2.87	0.38±0.69
11	0.71±1.11	5.00±2.23	5.71±2.21	0.14±0.37

Cuadro 32. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Nacozari.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	5.16±4.62	0.33±0.81	5.50±4.76	0.08±0.20
7	4.80±3.11	1.80±1.30	6.60±3.60	-
8	5.00±1.54	2.16±1.83	7.16±3.06	0.91±0.20
9	3.25±2.43	1.50±2.00	4.75±3.95	0.37±0.44
10	3.75±2.75	3.25±0.95	7.00±2.94	0.75±0.28
11	1.66±2.73	4.66±3.61	6.33±3.32	0.25±0.41
12	0.50±0.75	4.50±4.24	5.00±4.07	0.62±0.44

Cuadro 33. Indices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Alamos.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.94±3.05	0.66±1.32	3.61±3.27	0.53±0.13
7	3.30±2.49	1.00±1.41	4.30±2.65	1.02±0.92
8	2.84±2.85	1.76±1.42	4.61±3.47	0.73±0.80
9	1.40±1.45	1.40±1.52	3.20±2.21	0.70±0.95
10	1.13±1.39	1.65±1.49	2.78±2.39	0.76±0.70
11	0.18±0.58	2.90±2.56	3.09±2.59	0.81±0.76
12	0.28±1.06	4.21±3.40	4.50±3.54	0.85±0.92

Cuadro 34. Indices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Alamos.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.31±2.29	0.13±0.35	2.45±2.44	0.70±0.73
7	1.66±1.87	1.00±1.32	2.66±2.44	1.05±0.80
8	1.80±2.14	0.85±1.13	2.87±2.65	0.80±0.84
9	2.59±2.08	2.77±1.82	5.36±3.07	0.45±0.61
10	2.59±2.08	2.52±2.03	3.76±2.56	0.94±0.99
11	0.21±0.91	2.10±2.64	2.31±2.94	0.71±0.78
12	-	4.00±1.73	4.00±1.73	0.83±0.28

Cuadro 35. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Puerto Peñasco.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	1.50±1.71	-	1.50±1.71	2.06±1.27
7	1.43±1.36	0.50±0.81	1.43±1.36	1.93±1.48
8	1.09±1.54	0.77±1.41	1.86±2.43	2.04±1.09
9	0.43±1.03	1.18±1.37	1.62±1.85	2.75±0.68
10	1.63±2.37	2.09±2.42	3.72±3.62	2.09±1.30
11	0.27±0.90	1.72±1.67	3.72±3.63	2.09±1.30

Cuadro 36. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Puerto Peñasco.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.86±3.15	0.80±1.42	3.66±3.79	1.13±0.81
7	1.05±1.66	0.88±1.40	1.94±2.64	2.16±0.85
8	2.46±2.96	0.92±1.38	3.38±2.87	2.26±0.92
9	1.58±1.66	0.70±1.31	2.29±2.61	2.02±1.06
10	0.80±1.11	1.08±1.38	1.88±2.18	2.44±0.95
14	0.57±0.90	1.21±1.61	1.78±1.84	2.50±1.18
7	0.12±0.50	2.06±3.21	2.18±3.25	2.84±1.02

Cuadro 37. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Hermosillo. (Colonia Piedra Bola).

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.31±2.03	0.45±1.18	2.77±2.44	0.34±0.54
7	2.05±2.04	0.47±1.02	2.52±2.52	0.28±0.41
8	2.00±1.89	2.40±2.14	4.40±2.88	0.44±0.68
9	2.35±1.78	2.50±1.39	4.85±2.75	0.40±0.66
10	1.63±2.16	2.63±1.73	4.26±3.28	0.44±0.74
11	0.89±1.24	3.31±2.49	4.21±2.91	0.65±0.52
12	0.50±1.41	4.50±4.56	5.00±4.47	0.62±0.74

Cuadro 38. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Hermosillo (colonia Piedra Bola).

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	3.07±3.05	0.15±0.46	3.23±3.10	0.13±0.33
7	2.57±2.67	1.19±1.60	3.76±3.80	0.13±0.40
8	2.60±2.75	1.40±1.77	4.00±4.21	0.50±0.81
9	2.95±2.52	2.65±2.03	5.60±2.94	0.57±0.71
10	2.06±1.94	2.26±1.70	4.33±2.76	0.43±0.41
11	2.40±2.77	3.46±1.88	5.86±4.42	0.86±1.09
12	0.33±0.77	2.91±1.97	3.25±2.22	0.95±0.96

Cuadro 39. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Hermosillo (Colonia Balderrama).

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.25±2.32	0.18±0.54	2.43±2.36	0.12±0.22
7	4.00±2.70	1.15±1.40	5.15±4.05	0.23±0.33
8	3.38±2.83	2.00±1.80	5.38±4.16	0.16±0.34
9	2.18±2.11	1.90±2.29	4.09±3.60	0.28±0.42
10	1.70±1.79	2.89±2.07	4.59±3.12	0.32±0.52
11	0.70±1.40	3.50±2.85	4.20±3.08	0.51±0.59
12	0.50±0.83	4.33±3.20	4.83±2.92	0.58±0.49

Cuadro 40. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Masculino del Municipio de Hermosillo (Colonia Balderrama).

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	4.72±3.66	0.36±0.67	5.09±4.10	0.09±0.20
7	3.11±2.42	1.11±1.32	4.22±3.11	0.44±0.66
8	3.73±2.21	1.73±1.75	5.46±2.89	0.60±0.68
9	3.80±2.57	1.80±1.61	5.60±3.97	0.60±0.45
10	1.93±1.75	2.26±1.48	4.20±2.56	0.53±0.44
11	0.57±0.93	1.64±1.73	2.21±2.19	0.57±0.58
12	0.42±0.78	3.14±2.26	3.57±2.69	0.35±0.74

Cuadro 41. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Hermosillo, Sonora (colonia Bugambilia).

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.42±2.97	0.28±1.07	2.71±3.49	0.21±0.54
7	1.68±2.25	0.68±1.32	2.36±3.23	0.45±0.43
8	3.73±2.21	1.73±1.75	5.46±2.89	0.60±0.68
9	3.80±2.57	1.80±1.61	5.60±3.97	0.60±0.45
10	1.93±1.75	2.26±1.48	4.20±2.56	0.53±0.44
14	0.57±0.93	1.64±1.73	2.21±2.19	0.57±0.58
7	0.42±0.78	3.14±2.26	3.57±2.69	0.35±0.74

Cuadro 42. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Hermosillo (Colonia Bugambillas).

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.39±2.82	0.22±0.73	2.60±3.25	0.23±0.97
7	2.68±3.16	1.00±1.41	3.68±3.95	1.34±0.41
8	2.11±2.47	2.11±1.65	4.23±3.43	0.52±0.40
9	2.65±1.83	2.11±1.79	4.76±2.84	0.55±0.55
10	2.56±2.22	3.62±3.07	6.18±3.35	0.87±0.71
11	0.72±1.27	2.27±1.79	3.00±2.40	0.13±0.32
12	-	7.00±7.02	7.00±7.02	0.25±0.50

Cuadro 43. Índices Epidemiológicos de Salud Dental en Escolares del Sexo Femenino del Municipio de Magdalena.

EDAD	ceo	CPO	CARIES	INDICE DE FLUOROSIS
6	2.40±2.63	0.03±0.11	2.43±2.62	0.41±0.51
7	2.61±3.22	0.33±0.58	2.94±3.24	0.83±0.74
8	2.68±2.44	0.96±1.35	3.64±3.40	0.72±0.80
9	1.91±2.21	2.34±1.99	4.26±3.42	0.86±0.78
10	1.83±1.50	2.00±2.22	3.83±2.52	1.02±1.19
11	1.13±2.11	2.34±2.10	3.47±3.25	0.76±0.72
12	-	2.33±2.51	2.33±2.51	1.00±1.00

exceso de fluoruros de 0.62-0.87 aunque es considerado leve, manifestándose estos índices en ciertas edades, principalmente después de los 9 años. En los municipios de Alamos y Magdalena, se encontró que únicamente a la edad de 6 años se puede considerar que el índice de fluorosis es sin importancia desde el punto de salud pública (0.41-0.53) a pesar de ser relativamente bajos por lo éstos índices encontrados hay que considerar que apenas se esta iniciando con el período de calcificación del diente y a medida que aumenta la edad tienen un índice de fluorosis de 0.7-1.02 clasificados en la categoría leve, aún así se recomienda la remoción de los excesos de fluoruros para evitar de esta manera efectos mas severos a la población.

Un factor importante que parece que esta influyendo sobre la fluorosis dental es el clima caluroso que prevalece en el estado de Sonora, el cual tiene un período de duración amplio, por lo que la gente tiende a ingerir mas agua que la acostumbrada en cualquier otra época del año, incrementándose de esta forma la ingestión de flúor, aunada a otros posibles aportadores como alimentos y bebidas.

La colonia Bugambillas de Hermosillo recibe concentraciones altas de este nutrimento de 6.85 ppm F, no presentó índices de fluorosis como problema de salud pública. Sin embargo para la edad de 10 años del sexo femenino, manifestó un índice de fluorosis de 0.87. Es importante considerar que en este sector muy probablemente los índices de fluorosis aumenten a grados severos, por lo que se ha discutido anteriormente.

Los niños de 6 años del municipio de Puerto Peñasco, presentan un índice de fluorosis de 2.06 ± 1.27 y este aumenta conforme a la edad. El sexo masculino presentó una ligera tendencia a índices de fluorosis mas severos que el sexo femenino, debido a que es mas tardada la erupción de los dientes en el sexo masculino por lo que hay una mayor absorción de flúor antes de que se dé la erupción del diente y posteriormente sigue absorbiendo una vez erupcionado.

Este comportamiento se manifestó en todos los municipios, presentándose cinco categorías de fluorosis dental según la clasificación de Dean (1942): a) negativo (considerado sin importancia para salud pública); b) Límite 0.4-0.6 (el cuál es permitido en salud pública), c) leve 0.6-1.0, d) medio 1.1-2.0, e) Grave 2.1-3.0 y muy grave o severo 3.1-4.0, en estas tres últimas categorías ya se requiere de la remoción de los excesos del fluoruros del agua (SSA, 1990).

Puerto Peñasco fue considerado el único municipio que presentó índices de fluorosis desde la categoría leve hasta la graves en los diferentes grupos de edad de ambos sexos, siendo ligeramente superior éstos índices para el sexo masculino. Con el tiempo estos índices pueden incrementarse a grados más severos, ya que a la edad de 6 años se tiene un índice de fluorosis de 2.06 ± 1.27 en niñas y de 1.13 ± 0.81 en niños y a la edad de 12 años se tiene un índice de fluorosis de 2.84 ± 12.02 para el sexo masculino y de 2.09 ± 1.30 para el sexo femenino.

Es muy posible que los resultados anteriormente mencionados se vean favorecidos por las altas ingestiones de fluoruros provenientes principalmente por el alto consumo que se tiene de agua, en estas regiones catalogadas de climas muy calurosos de amplia duración, o bien por las ingestiones de flúor de otras fuentes tales como la elaboración de alimentos con agua conteniendo ya sea niveles adecuados y altos de flúor, alimentos y bebidas con altos contenidos de este nutrimento y por el uso de dentríficos elaborados con fluoruros, aplicaciones tópicas y suplementos de flúor, lo cual afectan fuertemente a la población de escolares por ser considerado el grupo de mayor riesgo durante el período de calcificación del diente a los efectos del flúor.

Finalmente los municipios que presentaron niveles bajos de flúor en su agua de consumo en forma general no fueron afectados por la presencia de índices de fluorosis que manifestaran algún problema des alud pública salvo en algún grupo de edad.

Porcentajes de Grados de Fluorosis Global

En la Figura 3, se muestran los porcentajes de los diferentes grados de fluorosis de 1856 escolares evaluados en el estado de Sonora, estos grados de fluorosis manifestaron los efectos que están ocasionando principalmente los niveles de flúor en el agua de consumo humano sobre la salud dental de los escolares evaluados. Se encontró que el 46.60 % de la población no presentó ningún grado de fluorosis, el 17.55 % de la población presentó 0.5 como grado de fluorosis considerado cuestionable; 19.77 % grado de fluorosis leve; 9.10 % grado 2.0; 5.87 % grado 3 y únicamente 1.11 % presentó grado 4.0 considerado el grado de fluorosis mas severo.

Aparentemente ésto no resulta alarmante, sin embargo es importante considerar que son porcentajes globales, en la siguiente sección se discuten los resultados por regiones.

Porcentajes de Grados de Fluorosis por Municipio

En el (Cuadro 44) se muestran los diferentes grados de fluorosis, por municipio, siendo de Puerto Peñasco el que presentó el mas alto porcentaje de fluorosis en los grados de 2, 3 y 4. Esto manifiesta que los escolares están siendo fuertemente afectados por los niveles de flúor, que están consumiendo, a través del agua. Los municipios que cuentan con niveles bajos de flúor, como son Obregón, Nacozari, Nogales y la colonia Piedra Bola de Hermosillo son las que presentan porcentajes de niños con grados de fluorosis de cero y dudoso y no presentaron grados de fluorosis severos. Alamos es el que presentó mayor porcentaje de grado de fluorosis entre dudoso y leve.

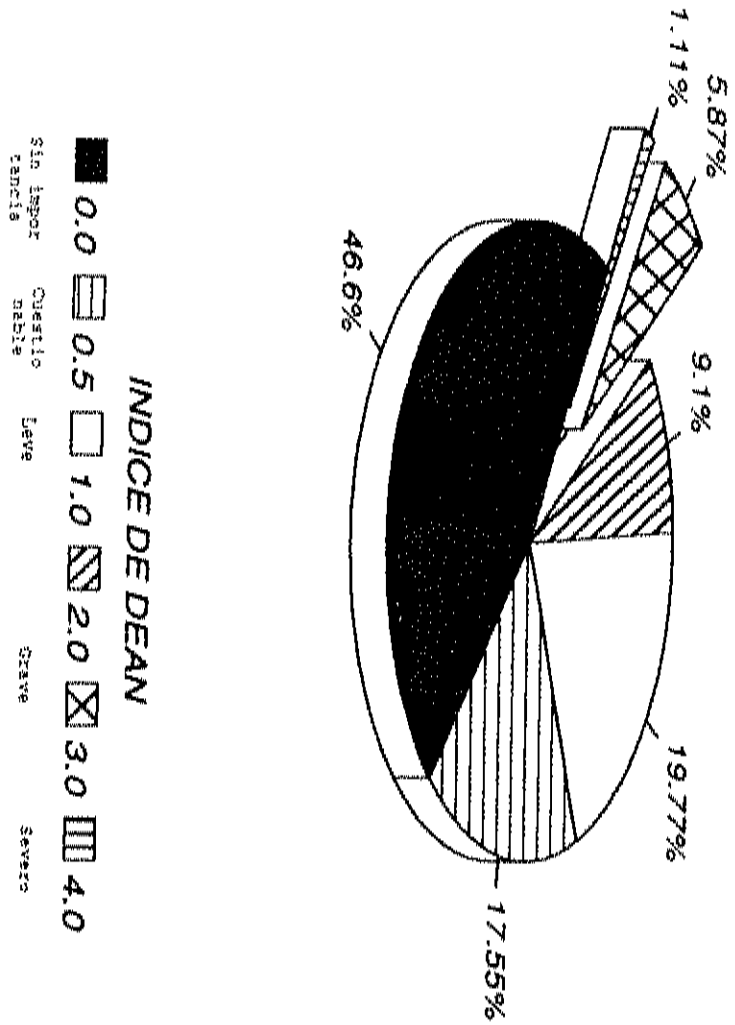


Fig. 4 Distribución de Fluorosis Dental de Acuerdo al Índice de Dean.

Cuadro 44. Porcentaje de Fluorosis en los Escolares de (6-12 años) del Estado de Sonora.

Municipio	Grados de Fluorosis								
	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0			
Nacození	62.92	16.85	19.10	1.12	0.00	0.00			
Nogales	60.09	17.94	20.18	1.79	0.00	0.00			
Obregón	62.94	16.47	12.94	4.71	2.94	0.00			
Alamos	32.91	24.89	24.89	13.04	4.22	0.00			
Magdalena	36.43	20.71	25.00	15.00	2.14	0.05			
P. Peñasco	5.80	5.36	14.29	25.89	40.18	8.50			
Piedra Bola ¹	55.47	17.19	18.75	7.81	0.39	0.40			
Balderrama ¹	59.87	18.42	17.11	4.61	0.00	0.00			
Bugambillas ¹	48.36	20.19	26.76	4.69	0.00	0.00			

¹ Colonias del Municipio de Hermosillo

Ingestión y Excreción de Flúor

En la segunda fase del estudio se evaluó la ingestión de flúor proveniente exclusivamente del agua y su excreción urinaria en una submuestra de 174 niños de 6 a 12 años de edad de ambos sexos, correspondientes a los municipios seleccionados para este estudio.

Ingestión de Flúor Vía Agua de Consumo

En el Cuadro 45 se muestra el volumen promedio de agua ingerido por los escolares en los diferentes municipios, lo cual representa el consumo diario en época de invierno. Se encontró que el promedio de ingestión de agua fue de 1.37 ± 0.82 L, en un rango de 0.125 a 4.92 litros de agua.

Es importante señalar que este estudio se realizó en época de Invierno, dado lo anterior se pudiera pensar que la ingestión de flúor vía agua de consumo esté subestimada, si se considera que en el estado de Sonora predomina la temporada de verano con temperaturas promedio máximas anuales de 30 a 45 ° C o más (SARH, 1991) es por ésto que la población de escolares pudiera tender a ingerir una mayor cantidad de agua. Sin embargo el presente estudio no fue posible llevarlo a cabo en esta época del año.

Esta ingestión de agua es similar a la reportada por Ponce (1992), en un estudio llevado a cabo en Hermosillo en donde se midió el consumo y excreción de agua en un período de 72 horas en niños de 6 a 10 años de edad procedentes de diversas zonas de la ciudad. Se encontró que el promedio diario de ingestión exclusivamente de agua fue de 0.85 ± 0.54 L para la época de invierno y de 1.14 ± 0.40 L en época de verano. Es importante mencionar que este estudio de balance se realizó en diferentes períodos del año durante el cual se registraron temperaturas promedio de 15 ° C a 36 ° C, tomadas cada 2 horas del día (SARH, 1990).

Cuadro 45. Ingesta de Flúor Vía Consumo de Agua y Excreción de Flúor en Orina en Escolares del Estado de Sonora.

Municipio	Volumen de Agua (L)	Flúor en Agua (ppm)	Flúor Ingerido (ppm)	Excreción de Flúor
Obregón	1.16±0.76	0.51	0.59	0.18
Alamos	1.50±0.86	1.12	1.68	1.46
P. Peñasco	1.87±0.91	1.31	2.44	0.75
Marca 1	1.42±1.15	5.43	7.72	0.62
Marca 2	2.12±0.42	0.78	1.65	0.73
P. Bola ^{1b}	1.23±0.79	1.34	1.67	0.78
Balderrama ¹ⁿ	1.36±0.92	0.92	1.25	0.55
Bugambilia ^{1a}	1.25±0.59	1.46	8.07	1.27

¹ Colonias del Municipio de Hermosillo

^b Nivel bajo de Flúor, ⁿ Nivel Adecuado de Flúor y ^a Nivel Alto de Flúor

Asociación entre Flúor en Agua y Flúor en Orina

Mediante el análisis de correlación realizado se encontró una fuerte asociación entre la concentración de flúor en el agua de consumo humano y la excreción urinaria de flúor (Figura 4) ésto se reflejó en el valor obtenido de $R^2 = 0.53$ ($p=0.0001$). Cuando se midió el consumo de agua la asociación existente entre esta variable y la excreción de flúor fue de 0.34. Quizá estos valores de R^2 sean considerados bajos, sin embargo si se toma en cuenta que este estudio es de tipo transversal, las variables medidas van arrojar variaciones entre si.

En el cuadro 46 se muestra la concentración de flúor en agua así como la ingestión de flúor por cada uno de los municipios. Se observa que Ciudad Obregón, presentó nivel bajo de flúor en agua (0.35 ppm F) también presentó ingestiones mas bajas de flúor (0.593 ppm F), lo cual concuerda con la alta prevalencia de caries dental manifestado como índice de Knutson (4.50 ± 3.56) que se da en este municipio, es decir, se ha visto que cuando una población consume bajos niveles de flúor hay una mayor posibilidad de presentar caries dental (Morgalis, *et al.*, 1975). Los otros municipios presentaron ingestiones mayores de 1 ppm de F encontrándose que Puerto Peñasco y el sector Norte de la Ciudad de Hermosillo, fueron los que tuvieron las ingestiones más altas de flúor, esto refuerza aún más las asociación directa que existe entre las ingestiones altas de flúor y la fluorosis dental (Bleissi, *et al.*, 1988; Manji, *et al.* 1986).

Tomando en cuenta que la ingestión de flúor va a depender principalmente del consumo de agua, así como de la concentración de este nutrimento en el agua. Es de gran importancia tomar en cuenta lo establecido por la RDA (1989), en cuanto a la recomendación adecuada en el consumo diario de flúor para la población de niños de 7 a 14 años de edad, siendo ésta de 1.5 a 2.5 mg F/día.

En base a la recomendación anteriormente señalada en el Cuadro 46, se puede observar que Ciudad Obregón es el municipio que menor ingestión de flúor presentó, es decir, no cumple

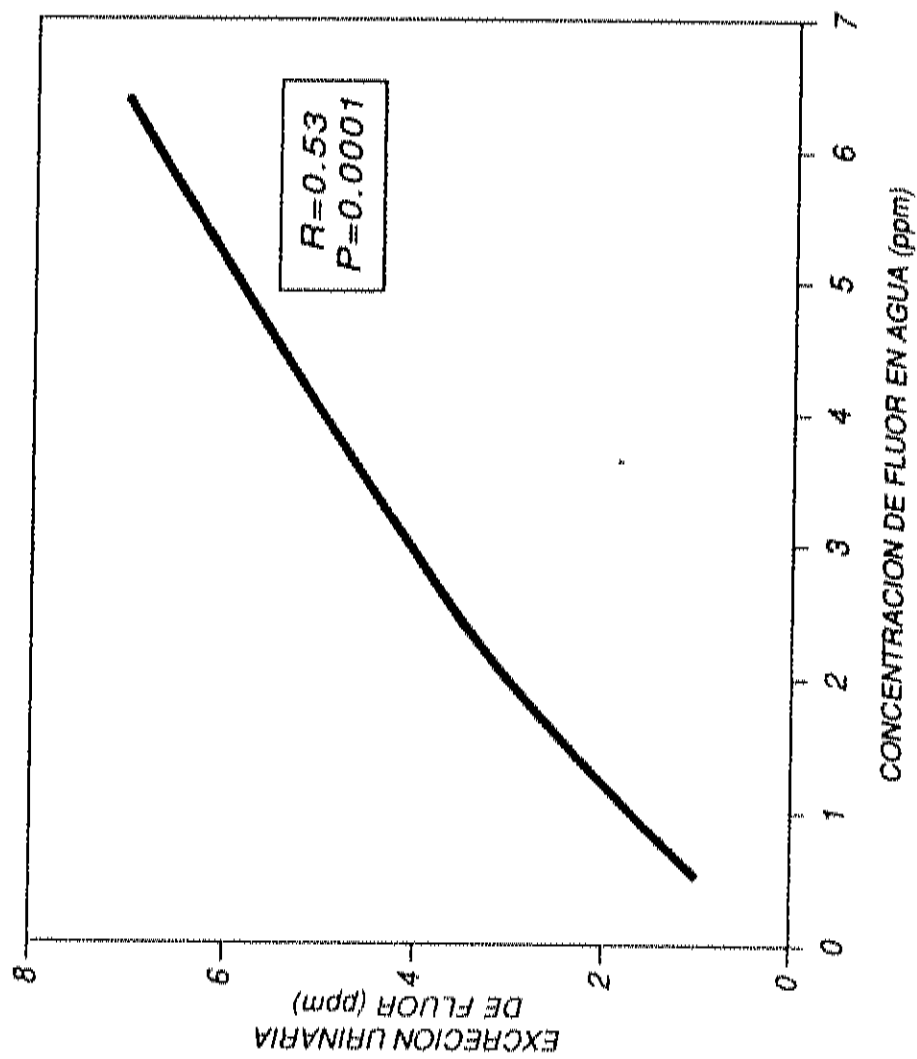


Fig. 3 Relación de Concentración de Flúor vs Excreción Urinaria.

con las recomendaciones de la RDA (1989) y esto concuerda con la prevalencia alta de caries que se encontró en este municipio. Sin embargo cabe aclarar que este aporte de flúor proviene únicamente del consumo de agua ya que no se están midiendo otras fuentes portadoras de fluoruros, además únicamente se tiene contemplado el consumo de agua de la época de invierno, mientras que los otros municipios cumplen con la recomendación establecida.

Por otro lado en la colonia Bugambillas se está ingiriendo 8.07 ppm F poco más de 3 veces lo recomendado y solo por aporte de agua.

Finalmente en Puerto Peñasco, algunos de sus habitantes han adoptado el consumo de agua purificada y como se observa en el Cuadro 45, se hizo la determinación de flúor en las dos marcas de agua purificada y se puede ver que hay una disminución del flúor con respecto a la del pozo, sin embargo este sigue siendo elevado y la ingestión va de 1.65 a 7.72 dependiendo de la fuente.

Es importante mencionar que el abastecimiento de agua purificada para la población les resulta muy caro, principalmente en época de verano donde la demanda de agua incrementa, ya que el gasto para tener acceso al agua purificada aumenta afectando fuertemente a la economía de la población. Debido a que este sector evaluado es de bajos recursos económicos (seleccionado al azar), por lo ésta población cuando no tiene acceso al agua purificada, consume agua de la llave o bien la utilizan en la elaboración de sus alimentos, con lo que se está aportando 3 veces el óptimo recomendado de flúor. Si se considera que es una de las regiones más calurosas del estado el consumo de agua aumenta y como consecuencia de esto las ingestiones de flúor también, lo cual es claramente demostrado por los altos índices de fluorosis encontrada en la región.

Debe tomarse en cuenta que en este estudio no se midió el aporte de flúor de forma cuantitativa de bebidas y alimentos, los cuales pudieron ser elaborados con agua que contiene

altas concentraciones de éste nutrimento, aunado a que el estudio no se realizó en época de verano, lo cual hubiese arrojado el promedio más real del consumo de agua por ser el clima que más prevalece en Sonora. Ni tampoco se midió la utilización de dentríficos con fluoruros, aplicaciones tópicas y suplementos, ya que de haber sido posible esto, se hubiese tenido una explicación más determinante sobre el efecto que ejercen los niveles de flúor consumidos sobre la salud dental de las poblaciones evaluadas en el presente trabajo.

Excreción Urinaria de Flúor

Se midió la excreción de flúor por orina, encontrándose que hay una tendencia positiva del comportamiento del balance de flúor ya que los niveles de flúor excretados son menores a los ingeridos, de tal manera que se puede ver que cierta cantidad de flúor es retenido por el organismo. Sin embargo para la cuantificación de la retención son necesarios estudios de balance de flúor.

Es importante mencionar que los niveles de flúor reportados en el Cuadro 45, corresponden a muestras de agua tomadas de los recipientes que los escolares tomaron el mismo día del estudio, por lo que en el caso particular del sector de la Piedra Bola considerado de bajas concentraciones, en el momento de hacer el estudio para ver el efecto nutricional que tiene el flúor, presentó concentraciones de 1.23 ± 0.79 relativamente altas comparadas con los niveles de flúor encontradas en las fuentes de abastecimientos que supuestamente surten al sector (0.45 ppm F), implicando ésto que el sistema de agua potable y alcantarillado (COAPAES) este cambiando constantemente el suministro de agua a los sectores dependiendo de las necesidades que se presenten, principalmente en la época de verano donde la demanda de este líquido es muy fuerte (comunicación personal del Ing. González, 1989). Esto hace pensar en la necesidad de llevar acabo monitoreos mas exhaustivos en la medición de flúor principalmente en el municipio de

Hermosillo, ya que para el caso de la Piedra Bola se reporta una prevalencia de caries dental muy marcada (4.07 ± 3.23), lo cual hace pensar que este sector no siempre presenta niveles de flúor altos en su suministro de agua.

Ingestión y Excreción de Flúor por Sexo

En el Cuadro 46 se muestra la ingestión de flúor, así como la excreción de flúor, para ambos sexos. Se encontró que para el sexo femenino la ingestión de flúor fue de 3.14 y una excreción de flúor de 0.77 siendo mayor que para el sexo masculino 2.44 y una excreción de 0.86. Se encontró una mayor correlación entre la ingestión de flúor y la excreción de flúor para el sexo femenino.

Ingestión y Excreción de Flúor por Edad

En el Cuadro 47 se muestra la ingestión de flúor y la excreción de flúor por edad. Se puede observar que a medida que aumenta la edad hay tendencias en el incremento de la ingestión de flúor, ya que consume volúmenes de agua mas altos, lo cual puede favorecer la presencia de fluorosis dental cuando las ingestiones son mayores a las recomendadas. En cuanto a la excreción de flúor en orina se puede mencionar que se sigue la misma tendencia, es menor la cantidad de flúor que se está excretando que la que se está ingiriendo por lo que se tiene un balance positivo de flúor.

Cuadro 46. Ingesta y Excreción de Flúor por Sexo.

SEXO	INGESTA DE FLUOR R ² 0.36 P(<0.0007)	EXCRECION DE FLUOR R ² =0.20 P(<0.1)
Femenino	3.14	0.77
Masculino	2.44	0.88

(p = 0.05)

Cuadro 47. Asociación Entre la Ingesta y Excreción de Flúor por Edad.

EDAD	INGESTA ppm F	EXCRECION ppm F	R ²	P
6	2.23	0.78	0.49	0.01
7	2.27	0.70	0.27	0.13
8	2.94	0.95	0.24	0.21
9	3.58	0.71	0.37	0.05
10	2.46	0.95	0.008	0.96
11	3.05	0.87	0.18	0.32
12	4.49	0.77	-	-

(p = 0.05)

Estudio Alimentario

Para poder establecer una posible relación entre el consumo de alimentos y la salud dental de la población se llevó a cabo un estudio de frecuencia de alimentos con el fin de detectar de una manera cualitativa el consumo de alimentos cariogénicos, así como aportadores de flúor en la dieta.

Para lograr lo anterior fue necesario ponderar los alimentos de acuerdo a su aporte de flúor y lo mismo se hizo para alimentos con alto contenido de azúcar (Cuadro 48). Los alimentos se ponderaron en base a cantidad de flúor en ellos y en el efecto cariogénicos asociado teniendo el valor más alto cuando los alimentos contienen niveles altos de flúor para el caso de alimentos fluorogénicos y en el caso de alimentos cariogénicos cuando estos tienen cantidades altas de azúcares y derivados (principalmente azúcar refinada).

Análisis de Regresión Multivariada

Se hizo análisis estadístico de regresión simple por covariables para buscar una mayor asociación entre las variables medidas con la salud dental. La finalidad de este análisis fue detectar cual variable medida es la que tiene mayor efecto sobre la salud dental de la población escolar manifestada por la presencia de los índices epidemiológicos de caries o fluorosis dental e ir eliminando las variables mas débiles hasta quedar con las de mayor peso, para lo cual se utilizaron varios modelos con un ($p= 0.05$). Sin embargo mediante este análisis no se puede explicar de una manera muy contundente los resultados obtenidos ya que los valores de R^2 fueron muy pequeños, quizá esto se debió a que este estudio es de tipo transversal donde es difícil de controlar todas las variables medir. Lo cual no implica que este estudio no sea válido ya que las tendencias observadas no están muy lejos del problema real de salud dental que impera en el Estado de Sonora.

Cuadro 48. Listado de Alimentos Cariogénico y con Contenido Alto de Flúor Consumidos por los Escolares del Estado de Sonora.

ALIMENTOS CLOROGENICOS	PONDERACION	ALIMENTOS FLUOROGENICOS	PONDERACION
Azúcar	1	Sardina	1
Dulces	1	Macarela	1
Chocolate	1	Atún	2
Refrescos	1	Hígado	2
Conservas	1	Té	2
Miel	1	Café	2
Frutas en Almibar	1	Café con Leche	2
Pasteles y Postres	2	Leche	2
Pastelillos	2	Carne	3
Arroz cocido	2	Pollo	3
Maizoro	2	Huevo	3
Papa cocida	2		
Tortilla Harina	2		
Avena	2		
Pan Blanco	2		
Chocomilk	3		
Café con leche	3		
Nieve	3		
Leche	3		
Garbanzo	3		
Frijol	4		
Chicharo	4		
Lechuga	4		
Tomate	4		
Manzana	4		
Platano	4		
Naranja	4		

Análisis de Regresión Logística

Dado que éste estudio es de tipo transversal, donde únicamente se pueden buscar tendencias sobre el problema estudiado debido a lo difícil que resulta controlar las variables a medir, razón por la cual se decidió utilizar el análisis de regresión logística por ser considerado un análisis estadístico mas poderoso, pretendiendo con esto dar una mejor explicación de los factores que intervienen ya sea de forma benéfica o dañina sobre el estado de salud dental que prevalece en el estado de Sonora.

Con una $P=0.05$ y una $R^2= 0.99$ (Cuadro 49) se encontró que el índice CPO fue fuertemente afectado por la variable edad, lo cual era de esperarse ya que a medida que avanza la edad principalmente durante el período de calcificación del diente permanente, período en el cual pueden darse las condiciones adversas que de alguna manera puedan favorecer el incremento en la prevalencia de caries, como puede ser las ingestiones bajas de flúor, una dieta alta en alimentos cariogénicos (Cuadro 48) aunado con una higiene bucal deficiente por lo que si el problema no es atendido, seguramente se van a encontrar índices de CPO altos en años posteriores hasta llegar a la edad adulta (Jensen, *et al.*, 1983; Calles, *et al.*, 1982).

La variable municipio tuvo un efecto muy importante sobre el índice de CPO, debido principalmente a que los municipios con los que se trabajó cuentan con diferentes niveles de flúor en el agua de consumo humano, es decir, hay municipios que tienen bajos, adecuados y altas concentraciones de flúor, por lo que a lo largo de este estudio se ha visto que la presencia u ausencia de este nutrimento afecta fuertemente la salud dental de la población que constantemente esta ingiriendo agua bajo estas características señaladas anteriormente.

Finalmente se encontró un importante efecto de el consumo de alimentos cariogénicos sobre el índice de CPO, el efecto ocasionado fue significativo a una ($p=0.05$) a pesar de que no fue posible medir de una manera cuantitativa el efecto de éstos alimentos.

Cuadro 49. Efecto de Diferentes Variables Sobre los Índices Epidemiológicos.

Variable	CPO $R^2=0.99$	ceo $R^2=0.89$	Índice de Caries $R^2=0.99$
Edad	0.0001	0.0006	-
Municipio	0.0001	-	0.0006
Alimentos Cariogénicos	0.0021	-	0.0460

Valores dentro del cuadro son los riesgos relativos

Estudios realizados en otras partes del mundo principalmente en los Estados Unidos han encontrado que, efectivamente el lugar de procedencia y residencia de la población, así como el agua de consumo son factores sumamente importantes en la salud dental (caries y fluorosis dental) como es el caso del estudio de tipo longitudinal realizado en Michigan, donde se vio que las variables que mas afectan en la salud dental son las mencionadas anteriormente (Szpunar y Burt, 1988).

Para el caso del índice epidemiológico ceo (Cuadro 49) la única variable que tuvo efecto significativo fue la edad ($p=0.05$) y una ($R^2= 0.89$) lo cual está relacionado directamente con la salida de la dentición temporal, no encontrándose efecto de las otras variables, quizá se deba al poco tiempo que el diente temporal está en la boca. Aún así se encontró un índice de ceo de 2.12 considerado relativamente alto.

En cuanto al índices de caries (Cuadro 49). La variable municipio tuvo un fuerte efecto sobre este ($R^2=0.89$) y una ($p=0.05$), el consumo de alimentos cariogénicos (Cuadro 48) también afectó el problema de caries dental, sigue teniendo importancia el lugar de residencia de la población evaluada a los efectos manifestados sobre la salud dental. Este problema afecta tanto al sexo masculino como al femenino, de no ser tratado puede ir aumentando con la edad, alcanzando niveles de mayor gravedad en la edad adulta.

En cuanto a índice de fluorosis (Cuadro 50) con una ($R^2=0.54$). Se encontró que la edad afecta fuertemente a la salud dental de la población evaluada ($p=0.05$) y lo cual indica que a medida que el niño tiene mas años viviendo en zonas con niveles altos de flúor va incrementando la severidad de la fluorosis dental.

La variable municipio e ingestión de flúor principalmente vía agua de consumo manifestaron un fuerte efecto sobre fluorosis dental ($P=0.05$). Estos hallazgos son reforzados por estudios realizados en otros países donde se presenta esta fuerte asociación como es el caso nuevamente

Cuadro 50. Efecto de Diferentes Variables Sobre el Grado de Fluorosis Dental e Índice de Fluorosis en Escolares del Estado de Sonora.

Variables	Grado de Fluorosis $R^2 = 0.50$	Índice de Fluorosis $R^2 = 0.54$
Edad	0.0041	0.0080
Municipio	0.0001	0.0001
Ingesta de Flúor (agua)		0.0634
Alimentos con Alto Contenido de Flúor (macarela, atún, hígado y té)	0.0136	0.0177

Valores dentro del cuadro son probabilidades

del estudio de Szpunar y Burt, (1988) donde el lugar de residencia y los niveles de flúor presentes en el agua de consumo o en su defecto por las diferentes ingestiones de flúor que se tiene por región son variables que afectan fuertemente la salud dental manifestándose ésto por la presencia de índices epidemiológicos altos en la población.

Se encontró que el consumo de ciertos alimentos aportadores de flúor como lo son la macarela, atún, hígado y té tuvieron un efecto sobre el índice de fluorosis ($P=0.05$), cabe mencionar que el efecto que ocasionan estos alimentos aportadores de flúor son del tipo cualitativo ya que no fue posible cuantificar el contenido de flúor de estos alimentos.

A pesar que el valor de ($R^2=0.54$) no es muy grande se considera que las variables medidas pueden explicar de una manera satisfactoria el problema de salud dental encontrado en la población evaluada debido a que éste estudio es de tipo transversal.

El grado de fluorosis fue afectado significativamente ($R^2=0.50$) y ($p=0.05$) por la variable edad, municipio o lugar de residencia y por el consumo de alimentos aportadores de flúor (macarela, atún, hígado y té) son las variables que presentaron efecto sobre la salud dental (Cuadro 50).

En el Cuadro 51, se muestra que la variable municipio o lugar de residencia fue la que mayor efecto presentó sobre la ingestión de flúor en las diferentes poblaciones de escolares evaluadas en Sonora, con esto queda establecido que los niveles de flúor presentes en el agua de suministro van afectar en mayor grado las ingestiones diarias que se tengan de éste nutrimento y por consecuencia sobre el estado de salud de la población. Lo cual también se reflejó en el estudio realizado por (Szpunar y Burt, 1988).

En el mismo Cuadro 51 se muestra el efecto que tienen las variables ingestión de flúor y el consumo de alimentos con alto contenido de flúor sobre la excreción de flururos, lo interesante de ésta parte del estudio no es únicamente el detectar el posible efecto de la ingestiones de flúor

Cuadro 51. Efecto de Diferentes Variables Sobre la Ingesta y Excreción Urinaria de Flúor.

Variable	Ingesta de Flúor $R^2 = 0.82$	Excreción de Flúor $R^2 = 0.33$
Edad	0.0779	-
Municipio	0.0001	-
Ingesta de flúor (agua)	-	0.0001
Alimentos con alto contenido de flúor (atún, macarela hígado y té).	-	0.0094

Los valores dentro del cuadro son probabilidades

vía agua de consumo sobre la salud dental, sino también la importancia que tienen otras fuentes aportadoras de fluoruros sobre la salud dental, como lo es en éste caso particular efecto significativo que se tuvo de los alimentos fluorógenicos (macarela, atún, hígado y té), sobre la variable excreción de flúor, es decir, que el agua de consumo no es la única fuente portadora de fluoruros.

En el Cuadro 52 se reporta el efecto que tienen las variables concentración de fluoruros en agua, volumen de agua consumida por la población evaluada durante el período de 24 horas, sobre la variable dependiente ingestión de flúor con una $R^2=0.89$. También se encontró un efecto de la variable flúor en agua y el aporte de flúor vía consumo de alimentos aportadores de fluoruros (macarela, atún, hígado y té) sobre la variable excreción de flúor) $R^2=0.50$.

Con estos resultados obtenidos a través del análisis de regresión logística se pudo explicar el efecto que tienen ciertas variables como lugar de residencia, alimentos cariogénicos y la edad de la población evaluada sobre el estado de salud dental que prevalece en las diferentes regiones del estado de Sonora a pesar de ser un estudio de tipo transversal.

Cuadro 52. Efecto de Diferentes Variables Sobre la y Agua de la Ingesta y Excreción Urinaria de Flúor.

Variable	Ingesta de Flúor $R^2 = 0.89$	Excreción de Flúor $R^2 = 0.50$
Flúor en Agua	0.0001	0.0001
Agua de Consumo	0.0001	.
Alimentos con alto contenido de flúor (atún, macarela, hígado y té).		0.0050

Los valores dentro del cuadro son probabilidades

CONCLUSIONES

El Estado de Sonora presentó concentraciones muy variables de fluoruro en el agua de consumo humano de 0.11-hasta 7.82 ppm de F. Los municipios que presentaron los niveles de fluoruros mas elevados y que pueden considerarse de alto riesgo para efectos tóxicos de este elemento fueron: Puerto Peñasco, Plutarco Elías Calles, Trincheras, Divisaderos, Tepache y Hermosillo Sector Norte. En base a la temperatura promedio máxima anual para el estado de Sonora que es de (38.5 ° C) se considera que la concentración óptima de fluoruro es de 0.6 a 0.7 ppm Flúor.

42 municipios presentaron concentraciones bajas de flúor (<0.6 ppm); 8 municipios con concentraciones adecuadas de 0.6 a 0.7 ppm F y 20 municipios con concentraciones altas de 0.7 hasta 7.82 ppm F. Solo la ciudad de Hermosillo presentó niveles que van desde 0.24 a 7.82 ppm.

Unicamente el 9.5% de los escolares mostró dientes sanos, libres de caries y fluorosis dental lo cual indica que la población del Estado de Sonora requiere de mayor atención bucodental por parte de las Instituciones de Salud Pública, ya que es casi el 90 % de los escolares con algún problema de salud dental.

La prevalencia de caries dental para el Estado de Sonora fue de 79%, con un índice CPO de 1.76 ± 2.12 y un índice de ceo de 2.12 ± 2.48 .

El 11.5% de la población evaluada de escolares presentó solo fluorosis. El 53.3% reportó caries y fluorosis dental, porcentaje considerado alto en cuanto a fluorosis ya que corresponde a más de la mitad de la población afectada por este padecimiento.

El índice de fluorosis global detectado fue de 0.68 ± 0.91 el cual es considerado como problema de Salud Pública por lo que se recomienda la remoción del exceso de flúor en el agua.

Los municipios que presentaron niveles bajos de fluoruros como son: Nacojarí, Obregón, Nogales y la colonia Piedra Bola del municipio de Hermosillo presentaron los índices epidemiológicos CPO, ceo e índice de caries más altos, con el menor índice de fluorosis.

Alamos y Magdalena presentaron índices de fluorosis de 0.76 ± 0.79 y 0.77 ± 3.36 respectivamente, ambos índices son considerados como problema de salud pública a pesar de tener niveles de 0.9-1.0 ppm de flúor en el agua de consumo.

El sector de Hermosillo (Colonia Bugambillas) arrojó un índice de fluorosis de (0.46 ± 0.54) el cual puede incrementarse a grados más severos, si no hay control en el exceso de los fluoruros del agua.

Puerto Peñasco manifestó el índice de fluorosis más elevado 2.23 ± 1.08 . Se encontró un CPO de 1.11 ± 1.90 , ceo 1.12 ± 1.79 e índice de caries de 2.24 ± 2.66 siendo los índices mas bajos reportados. Además tiene un mayor porcentaje de escolares afectados en grados de fluorosis moderados, graves y severos.

El porcentaje de fluorosis más alto de 94% correspondió a Puerto Peñasco, pero solo el 52.50% de caries dental, mientras que Nacození tiene 89.88% de caries y 37.08 % con fluorosis.

El sexo femenino se vio afectado en 51.35% con algún grado de fluorosis y el sexo masculino con 55.69% siendo ligeramente superior el efecto para este sexo.

El grupo de 6 años de edad fue menos afectado por fluorosis (37.97%), pero no así el de 12 años de edad ya que se vio afectado en un 65.45%.

La ingestión de flúor proveniente del agua estuvo en el rango de 0.59 a 8.07 mg/día dependiendo de la concentración de flúor en el agua de consumo y al volumen de agua ingerida.

La mayoría de los municipios seleccionados consumieron más de la recomendación establecida (1 a 2.5 mg/día) para escolares de 4 a 11 años de edad (RDA, 1989), esto sin considerar otras fuentes aportadoras de flúor como alimentos, bebidas o algún suplemento, enjuagues u aplicaciones tópicas a base de flúor, ni tampoco por uso de pastas dentales fluoradas.

Se obtuvo una fuerte asociación mediante análisis de correlación entre la concentración de flúor en el agua de consumo humano y la excreción de flúor vía urinaria, esto se reflejó con el valor obtenido de $R^2=0.53$ y una $P=0.0001$.

Finalmente mediante el uso de la regresión logística se obtuvo que el índice de CPO, fue afectado por la edad, lugar de residencia del escolar y el consumo de alimentos cariogénicos incluidos en el estudio. El índice de ceo fue únicamente afectado por la edad y el índice de caries por la variable municipio y el grupo de alimentos cariogénicos.

En cuanto al índice de fluorosis, éste se vio afectado por la edad, lugar de residencia, ingesta de flúor vía agua de consumo y por alimentos aportadores de flúor como (macarela, atún, hígado, té y café) y el grado de fluorosis por la variable edad, municipio y por el mismo grupo de alimentos con aporte de flúor mencionado anteriormente.

La ingestión de flúor se vio fuertemente afectado por la variable municipio. La y la excreción de flúor fue afectada por la ingesta de flúor vía agua de consumo y por la ingestión de alimentos con alto contenido de fluoruros como: macarela, atún, hígado y té.

Los resultados anteriormente mencionados se hicieron con $p=0.05$, para regresión logística, obteniéndose valores de R relativamente altos. Con lo que se pudo explicar los resultados obtenidos del presente estudio a pesar de ser de tipo transversal donde es mas difícil de controlar las variables a medir, sin embargo las tendencias obtenidas dan una buena idea del problema real existente de salud dental en el Estado de Sonora.

RECOMENDACIONES

A nivel nacional existe ya un programa nacional de fluoración de sal de mesa, sin embargo para el Estado de Sonora se recomienda que éste sea reconsiderado y así evitar su implementación, dado que el riesgo de fluorosis pudiera incrementarse grandemente en la población y probablemente otros efectos secundarios del exceso de flúor.

Lo anterior es en base a que el estado de Sonora cuenta con una temperatura promedio máxima anual de 30 a 39 °C (SARH; 1987-1991) en donde se recomienda que la concentración óptima de fluoruros en el agua de consumo debe de ser de 0.6 ppm.

La OPS (1986) recomienda implementar la fluoración de sal de mesa, en aquellos países donde las condiciones ambientales lo permiten. El factor principal para ello es considerar la concentración de flúor en el agua la cual debe ser menor de 0.4 ppm en el area y por las características geográficas que presenta el Estado de Sonora esta es muy variable y los niveles van desde 0.2 hasta 7.82 ppm de Flúor en el agua de consumo, por lo que hace difícil la implementación de este programa.

Cabe mencionar que actualmente se encuentra distribuida en el mercado sal de mesa fluorada sin control alguno ya que no se indica en la etiqueta donde no debe consumirse esa sal.

Una buena medida de Salud Pública constituye la eliminación del exceso de fluoruro de los abastecimientos de agua de las comunidades, para evitar con esto la deformación de los dientes, pérdidas de piezas dentarias e incremento en el costo del cuidado dental.

El método más factible para llevar a cabo la remoción de fluoruros en el agua es el propuesto por la Oficina Panamericana Sanitaria (OPS, 1977) ya que es una buena alternativa para países como México por ser un método económico y es relativamente simple " La Desfluoración Parcial de Agua de Consumo Humano por Medio de Técnicas de Absorción y Adsorción", que consiste en la fabricación de filtros para agua cuyo componente básico es el hueso animal, la misma organización refiere resultados satisfactorios por lapsos significativos a costos muy bajos.

Mientras no se tenga un buen control sobre las concentraciones de flúor que debe tener el agua de consumo humano es importante que en las regiones donde se reportó niveles adecuados y altos de flúor, se tenga cuidado con otras fuentes aportadoras de flúor como son algunos alimentos y bebidas que contienen altas concentraciones de este nutrimento. También el uso de pastas dentales fluoruradas, aplicaciones tópicas de flúor, enjuagues bucales, suplementos a base de flúor, las cuales se utilizan para disminuir la caries dental, sin embargo si no se tiene un buen control de ellos pueden agravar el problema de fluorosis dental y en el caso de regiones con niveles altos de flúor en agua, definitivamente no deben utilizarse.

Si bien es cierto que la prevalencia de caries dental en el Estado de Sonora, sigue siendo alta (79%); con el fin de disminuir su incidencia se deben enfocar los programas educativo-preventivo a la población escolar y preescolar. Estos programas necesitan de una mayor participación de profesionales estomatológicos y de los sectores gremial educativo e institucional para resolver el déficit en la cobertura preventiva contra la caries dental.

Otra recomendación es continuar con los monitoreos de análisis de flúor en el agua, así como de estudios de seguimiento epidemiológico de salud dental, que abarquen un mayor número de regiones, principalmente de bajo contenido de flúor, incluyéndose además de los índices ya medidos en este estudio al índice de higiene bucal ya que es considerado como un buen indicador de salud bucal. También es importante informar a la población acerca de la importancia que tiene

el practicar buenos hábitos alimentarios y tratar de eliminar los de tipo cariogénico principalmente (azúcares y derivados) ya que son los responsables directos de ocasionar algún problema de caries dental, cuando no se tiene un cuidado higiénico adecuado.

Finalmente se recomienda dar inicio a estudios sobre metabolismo y balance de flúor, ya que se conoce muy poco acerca de este nutrimento, sobre todo en su posible efecto en los huesos.

BIBLIOGRAFIA

- Adair S.M.; Leverett D.H.; Shields C.P.; Mcknight-Hanes. 1991. Fluoride Content of School Lunches from an Optimally Fluoridated and a Fluoride-Deficient Community. *Journal of Food Composition and Analysis*. 216-226.
- Alder, P. et al. 1972. Fluoruros y Salud. Organización Mundial de la Salud. Geneva.
- Arends, J. y Christoffersen, J. 1937. Nature and Role of Loosely Bound Fluoride in Dental Caries. *J. Dent. Res.* 69: 601-605. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Arnold, F.A. 1943. Role of Fluorides in Preventive Dentistry. *J. Am. Dental Assoc.*, 30: 1278. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Arnold, F.A. et al. 1956. Effects of Fluoridated Public Water Supplies on Dental Caries Prevalence, *Public Health Repts. (U.S.)*, 71: (7): 652-658. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Arnold, F.A. et al. 1957. Grand Rapids Fluoridation Study. Results Pertaining to the Eleventh Year of Fluoridation, *Am. J. Public Health*, 47: (5): 539. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Armstrong, W.D. et al. 1937. Fluorine Content of Enamel of Sound and Carious Teeth, *J. Dental Research*, 16: 309. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Ast, D.B. et al. 1956. Caries-Fluorine Study. XIV. Combined Clinical and Roentgenographic Dental Findings After Ten Years of Fluoride Experience, *J. Am. Dental Assoc.*, 52: 314-325. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Ballesteros, M.N. 1989. Valor Nutritivo Proteínico de la Dieta Sonorense. Tesis de Maestría CIAD, A.C.
- Becker, D.O. 1967. The Relation Between the Fluoridation of Water and Dental Caries Experience. *Int. Dent J.* (17) 587-605. Bilbeissi, M.W., Fraysse D., Mitre, D. et al. 1988. Dental Fluorosis in Relation To Tea Drinking in Jordan. *Fluoride*. Vol (21), No. 3. 121-126.

- Bodwden, G.H.W. 1990. Effects of Fluoride on the Microbial Ecology of Dental Plaque. *J. Dent. Res.* 67: 653-659.
- Blosca, A.L. 1965. Flúor y Salud Bucal. *Rev Club de Estomatología.* Vol, 2 (2).
- Burt, B.A., Ismail A.T., Eklund SA 1986. Root Caries in an Optymally Fluoridated and a High-Fluoride Community. *J. Dent. Res.* 65 (9): 1154-1158.
- Calles, et al. 1982. Morbilidad Bucal en Escolares del Distrito Federal. Reporte Técnico de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Eds. de la SSA.
- Clerenhugh, A. 1980. Enamel Mottlin In 15 Years Old Children in Bamsley Area. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 7: 349-352.
- COAPAES, 1990. Información Técnica sobre el Sistema de Distribución de Agua de Consumo Humano del Estado de Sonora. Comición de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora. Fuente Directa.
- Cox, et al. 1939. Fluorine and Its Relations to Dental Caries, *J. Dental Research*, 18. 481. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Cremer, H.D., Buttner, W. 1970. Absorption of Fluorides. (In: Fluorides and Human Health. Geneva, World Health Organization Chapter 3, 75-91.
- Crosby, N.T., Dennis A.L; Stevenes J.K. 1968. An Evaluation of Some Methods for the Determination of Fluoride en Potable Waters and other Aquoses Solutions. *Analisyt* 93:643.
- Dean, H.T., 1936. Endemic Fluorosis and Its Relations to Dental Caries, *Publ. Health Rep* 53: 1443-1452.
- Dean, H.T. Jay P., Arnold F.A., 1939. Domestic Water and Dental Caries, Including Aspectos of Oral Lactobacillus Acidophilus. *Public Health Rep* 54: 862-888.
- Dean, H.T. 1942. The Investigation of Physiological Effects by the Epidemiological Method. In: *Fluorine in Dental Health.* F.R. Moulton, Ed., Washington: American Association for the Advancement of Science, pp. 23-31.
- Dean, H.T. et al. (1943). Endemic Dental Fluorosis or Mottled Enamel, 30: 1278. Dean, H.T. et al. 1946. Epidemiological Studies in the United States. In: *Dental Caries and Fluorine,* American Association for the Advancement of Science.
- Driscoll, W.S; Horowits H.S; Meyers J.R; et al 1983. Prevalence of Dental Caries and Dental Fluorosis in Areas with Optimal and above Optional Water Fluoride Concentrations. *JADA.* Vol(17): 42-27 p.

- Enciclopedia de los Municipios. 1988. Los Municipios de Sonora. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Sonora.
- Ekstrand, J.A. 1977. Micromethod for Determination of Fluoride in Blood Plasma and Saliva. *Calcif. Tissue Res.* 23: 225-228.
- Ekstrand J.A. Spak J; Vogel G. 1981. No Evidence of Transfer of Fluoride from Plasma to Breast Milk. *British Medical Journal.* 283: 761-762.
- Ekstrand, J.A. Spack J; Vogel G. 1990. Pharmacokinetics of Fluoride in Man and its Clinical Relevance. *J.Dent. Res.* 9: 550-555.
- Ekstrand J.A; y Whitford. G.M. 1984. Fluoride Metabolism a Longitudinal Study in Growing Dogs. I. *Dent. Res.* 63: Special Issue, Abstract p. 324.
- Erickson, Y. M. 1971. Urinary Estimation of Optimal Fluoride Dosage with Domestic Salt. *Acta Odont. Scand.*, 29: 43-51.
- Frant M.S; Ross J.W. 1968. Use of a total Ionic Strength Adjustment Buffer for electrode Determination of Fluoride Waters Supplies. *Anal. Chem.* 40 (1):169.
- Gallagan, D.J.; Vermillion, J.R. 1957. Determining Optimum Fluoride Concentration, *Public Health Repts. (U.S)*, 72 (6): 491-493. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Gish, C.W. 1978. The Relative Efficiency of Methods of Caries Prevention in Dental Health. Michigan, School of Public Health, University of Michigan. In Burt, B.A., Ed. 326 p.
- Glenn, D.D.S. et al. 1982. Fluoride Tablet Supplementation During Pregnancy for Caries Immunity: A Study of the Offspring Produced. *Am J. Obstet. Gynecol.* Vol 143 (5): 560-564).
- González, A.M. y Hazbun, J. 1983. Determinación de la Caries Dental por Consumo de Azúcar. *Perspectiva (USAC-Guatemala)*, 2: 95-117.
- González, A.M. y Sánchez, R. 1986. Prevalencia y Experiencia de Caries Dental en Niños de Guatemala en Reporte Final de Revisión de Expertos de Fluoración y Yodación de Sal. OPS. Guatemala.
- Hamilton, I.R. 1990. Biochemical Effects of Fluoride on Oral Bacteria. *J. Den. Res.* 69: 660-667.

- Hannan, F. (1926). Do Certain Water Supplies Disfigure the Teeth. *Water Works Eng.*, 79 (14): 934. (Citada por Maier, F.J. 1974. En Fluoruración del Agua Potable).
- Hargreaves, J.A. 1990. Water Fluoridation and Fluoride Supplementation: Considerations for Future. *J. Dent. Res.* Volúmen Especial 69: 765-770.
- Hastreinter, R. 1983. Fluoridation Conflict: A History and Conceptual Synthesis, *JADA*, Vol, 106.
- Hong, Y.C. et al. 1985. Enhanced Fluoride Uptake from Mouthrinses. *J. Dent. Res.* 64 (2): 82-84.
- Horowitz H. 1991. Simposio Nutrición y Salud Oral. Programa de Fluoración en los Estados Unidos. IX Congreso Latinoamericano de Nutrición. San Juan de Puerto Rico.
- Hutton, W.L. et al. 1956. Final Report of Local Studies on Water Fluoridation in Bantford, Can J. Public Health, 89-91 p.
- INEGI, 1990. Censo de Población y Vivienda del Estado de Sonora, México.
- Jensen, J. y Hermosillo J.G. 1983. Salud Dental Problemas de Caries Dental, Higiene Bucal y Gingivitis en la Población Marginada Metropolitana de México. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana.* 587-602.
- Junta Para el Progreso y Bienestar Social. 1987. División de Salud "Clínica del Niño Sano". J.P.P. y B.S.H. Reporte Técnico. Hermosillo, Sonora.
- Katz, S. et al. 1975. *Odontología Preventiva en Acción.* Editorial Panamericana, Buenos Aires.
- Katz, S. et al. 1983. *Odontología Preventiva en Acción.* 3a. Edición. Ed. Panamericana. México.
- Krause, M. 1984. *Food Nutrition & Diet Therapy* . 7th. Edition. Saunders. pag 163
- Largent, E.J. 1952. Rates of Elimination of Fluoride Stored in the tissues of Man. *Arch. Industr. Hyg.*, 6: 37-42. (Citada por Whitford, G.M. 1986. En: Control Biológico de la Sal Fluorurada. Durante la Primera Reunión de Expertos sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. En Antigua Guatemala. OPS.
- Leverett, D.H. 1982. Fluorides and the Changing Prevalence of Dental Caries. *Science*, Vol, 217: 26-30.

- Leverett, D.H., Adair, S.M.; Espeland, M.A. 1986. Relationship of Dental Fluorosis and Prior Exposure to Systemic Fluorides, *J. Dent. Res.* 5: 234, Abs. No. 581.
- Lijlma, J. ; Katayama T. 1985. Fluoride Concentrations in Deciduous Enamel in High and Low Fluoride Areas. *Caries Res.* 19: 262-265
- Longwell, J. 1957. Symposium on the Fluoridation of Public Water Public Water Supplies. *Roy. Soc. Hlth, J.* 77: 120-129. (Citada por Whitford, G.M. 1986. En: *Control Biológico de la Sal Fluorurada. Durante la Primera Reunión de Expertos sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano. En Antigua Guatemala. OPS.*
- Loveren, V.C. 1990. The Antimicrobial Action Of Fluoride and its Role in Caries Inhibition. *J. Dent. Res.* 69: 667-681 p.
- Maier, F. J. 1974. *Fluoruración del Agua Potable.* Ed. Limusa México.
- Matsuda, K. 1986. The Quality of Drinking Water and Hot Spring Water From and Endemic Dental Fluorosis Area in Northern Japan. *Fluoride.* Vol (19) No. 4: 173-179.
- Mckay, F.S. 1926. Do Water Supplies Cause Defects in Teeth Enamel. *Water Works Eng.,* 79 (14): 934. (Citada por Maier, F.J. 1974. En: *Fluoruración del Agua Potable.*)
- Mellberg, J.R. 1990. Evaluation of Topical Fluoride Preparations. *J. Dent. Res.* 69: 771-779.
- Menéndez, O.R. 1968. *La Caries Dentaria como Problema de Salud del Centroamericano; Necesidad de un Enfoque Diferente para su Control y Erradicación.* En Facultad de Ingeniería. *Técnicas de Ingeniería Aplicada a la Fluoruración de las Aguas.* Guatemala, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. 89 p.
- Menéndez, O.R. 1986. *Estudio y Sugerencias sobre la Estomatología del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.* Guatemala, OPS/OMS, 136 p.
- Moller, I. J. 1983. Fluorides and Dental Fluorosis. *Int Dent J.* 1982: 32; 133-47.
- Morgalls, F.J. Reames H.S.; Freshman M.D., et al. 1975. *Fluoride.* *Am. Dis. Child.* 29: 794-800.

- Morgalls, H.C.; Moreno E.C. 1990. Physicochemical Perspectives on the Cariostatic Mechanisms of Systemic and Topical Fluorides. *J. Dent. Res.* 69: 606-613.
- Morton, P. 1987. *Oral Hygiene Products and Practice. Cosmetic Science and Technology Series.* Ed. Eric Jungermann. Phoenix, Arizona. 383-398.
- Moya C.S. et al. 1989. Evaluación de la Relación del Consumo de Agua y la Incidencia de Fluorosis en dos Comunidades del Estado de Sonora. CIAD. Reporte Técnico.
- Manji, F., Baelum V., Fejerskov O. 1986. Dental Fluorosis in an Area of Kenya with 2 ppm Fluoride in the Drinking Water. *J. Dent. Res.* 65(5): 659-662.
- Murray, J.J. 1986. *El Uso Correcto de Fluoruros en Salud Pública.* Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- Myers, H.M. 1983. Dose-Response Relationship Between Water Fluoride Levels and the Category of Questionable Dental fluorosis. *Community Dent Oral Epidemiology*, 11: 109-112.
- Nopakun, J. y Messer, H.H. 1990. Mechanism of Fluoride Absorption from that Rat Small Intestine. *Nutrition Research*, Vol. 10. pp. 771-779.
- Olsson, B. 1979. Dental Findings in High Fluoride Areas in Ethiopia. *Community Dent. Oral Epidemiology.* 7:51-56.
- Organización Mundial de la Salud. 1977. *Oral Health Surveys Basic Methods.* Ginebra. Suiza.
- OPS/OMS. 1977. *Eliminación Parcial de Flúor y Arsénico del Agua Potable.* Documento FDH/63. Sección Dental Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la OMS. Washington.
- Organización Panamericana de la Salud. 1986. *Primera Reunión de Expertos sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano.* Informe Final. OPS. Guatemala.
- Ponce, J.A. 1992. *Estimación del Agua Fraccionada y su Efecto en el Calculo del Agua Doblemente Marcada.* Tesis de Licenciatura Realizada en CIAD.
- Primosch, J.A. et al. 1986. Distribution and Retention of Salivary Fluoride from a Sodium Fluoride Tablet Following Various Intra-Oral Dissolution Methods. *J. Dent. Res.* 65(70):1001-1005.
- Recommended Dietary Allowances. 1989. *Protein and Aminoacids.* In: *Recommended Dietary Allowances.* 9th. Ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C.

- Reyes, M.A. 1990 Evaluación de la Remoción Parcial de Fluoruros del Agua de Consumo Humano por la Técnica de Absorción Propuesta por la Oficina Panamericana Sanitaria. Centro de Investigación en Ciencias de la Salud, UAEM. 20-34.
- Ripa, L.W. 1990. An Evaluation of the Use of Professional (Operator-applied) Topical Fluorides. *J. Dent. Res.* 69: 786-796.
- Roviralta, G. 1986. Salt Fluoridation. Washington, D. C., Panamerican Health Organization, Scient. Public. No. 501.
- Ruiz, M. 1986. Hidratos de Carbono y Caries Dental. *Práctica Odontológica Vol 7* (5): 18-23.
- SAS. 1988. Statistical Analysis System
- SARH. 1991. secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Delegacion Estatal de Sonora. Programa Hidráulico. Datos Oficiales no Publicados.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1989. Programa Nacional para la Prevención y Control de la Caries Dental. Subprograma Nacional para la Fluoruración de la Sal.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. 1990. Mexicanos con Dientes más Resistentes a la Caries Dental para el Año 2000; Folleto Informativo.
- Schlesinger, E.R. et al. 1956. Study of Children Drinking Fluoridated and Non-Fluoridated, Water, *J. Am. Med. Assoc.*, 160: 21-24.
- Shaw, J.H.; Sweeney E.A. 1980. Nutrition in Relation to Dental Medicine. In *Modern Nutrition in Health and Disease*. Goodhart & Shills. Lea & Febiger, 870-876.
- Szpunar, S.M.; Burt, B.A. 1988. Dental Caries, Fluorosis, and Fluoride Exposure in Michigan Schoolchildren. *J. Dent. Res.* 67(5): 802-806.
- Taves, D.R.; Guy, W.S. 1979. Distribution of Fluoride Among Body Compartments. In Johansen, E., Taves, D.R. y Olson, T.O., Edits. *Continuing Evaluation of the Use of Fluorides*. Boulder Co., Am. A. for the Advancement of Science, Selected Symposium 11, Westview Press, Chapter 7, 159-185.
- Ten Cate, J.M. et al. 1988. Intra-Oral Retention of Fluoride by Bovine Enamel from Amine Fluoride Toothpaste and 0.4 % Amine Fluoride Liquid Application. *J. Dent. Res.* 67 (2): 491-495.
- Tusl, J. 1972. Fluoride Ion Activity Electrode a Suitable Means for Exact Determination of Urinary Fluoride. *Anal Chem.* 44: (9): 1693.

- Valencia, M. E. et al. 1980. Estudio Nutricional en la Zona Serrana del Estado de Sonora. IIESNO. Reporte Técnico. Hermosillo Sonora.
- Valencia, M. E. et al. 1981. Estudio Nutricional en Centros Urbanos Marginados. IIESNO. Reporte Técnico. Hermosillo, Sonora.
- Valencia, M.E, Hoyos, L.C., Ballesteros , M.N. et al 1992. Canasta Estatal de Consumo. Reporte Técnico. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A.C.
- Waterhouse, C. et al. 1980. Serum Inorganic Fluoride: Changes Related to Previous Fluoride Intake, Renal Function and Bone Resorption. Clin. Sci., 58: 145-150.
- Westy, H. J. y Burgl, W. 1971. Salt-Fluoridation and Urinary Fluoride Levels. Caries Res., 5:89-95.
- Whitford, G.M. 1986. Control Biológico de la Sal Fluorurada. Trabajo Presentado Durante la Primera Reunión de Expertos Sobre Fluoruración y Yodación de la Sal de Consumo Humano, Realizado en Antigua Guatemala. 133-177.
- Whitford, G.M.; Callan R.S; Wang H.S. 1982. Fluoride Absorption Through the Hamster Cheek Pouch: A pH-Dependent Event. Journal. Appl. Toxicol., 2: 303-306.
- Whitford, G.M.; et al. 1979. Fluoride Tissue Distribution: Short-Term Kinetics. Am. J. Physiol., 236: 141-148.
- Whitford, G.M. y Pashley, K.E. 1984. Fluoride Absorption: The Influence of Gastric Acidity. Calcif. Tissue Int., 36: 3902-307.
- Whitford, G.M.; Pashley, D.H. y Parr, G.R. 1981. Fluoride Pharmacokinetics in Plasma and Stimulated Parotid and Submandibular Saliva. J. Dent. Res., 60 A: Abstract 770, 502.
- Whitford, G.M.; Pashley, D.H. y Stringer, G.L. 1976. Fluoride Renal Clearance: a pH Dependent Event. Am. J. Physiol., 230: 527-532.
- Whitford, G.M. y Reynolds, K.E. 1979. Plasma and Developing Enamel Fluoride Concentrations During Chronic Acid-Base Disturbances. J. Dent. Res., 58: 2058-2065.
- Whitford, G.M.; y Shupe, J.L. 1983. Physiologic Determinants of Plasma Fluoride Concentrations. In: Edits. Fluorides: Effects on Vegetation, Animals and Humans. Salt Lake City, Utah, Paragon Press, 167-182.

- Zero, D.T. et al. 1988. Comparison of Fluoride Concentrations in Unstimulated Whole Saliva Following the Use of a Fluoride Dentifrice and a Fluoride Rinse. *J. Dent Res.* 67(10): 1257-1262.
- Zipkin, I. y McClure, F.J. 1952. Deposition of Fluorine in the Bones and Teeth of the Growing Rat. *J. Nutr.*, 47: 611-620. (Citada por Maier, F.J. 1974. En: *Fluoruración del Agua Potable*). Ed.

APENDICE 1

Indicadores de Salud Dental

Se tienen índices epidemiológicos que son ampliamente utilizados a nivel internacional para determinar la presencia de caries dental, considerada como una enfermedad infecciosa que destruye los tejidos del diente (Calles, et al, 1982).

Índice de CPO-D

El índice de **CPO-D** (promedio de dientes permanentes cariados, perdidos y obturados en un grupo de individuos), el cual se describe de forma numérica los resultados de la presencia de caries en los dientes permanentes de un grupo de individuos. El símbolo **C**, indica número de dientes permanentes con lesiones cariosas susceptibles a tratamiento, el símbolo **P**, representa a los dientes permanentes perdidos por lesiones cariosas y además incluye también a los dientes permanentes con extracción indicada por lesiones cariosas, **E** corresponde a dientes extraídos, **El** dientes con extracción indicada, el símbolo **O** representa a los dientes permanentes con obturaciones y el símbolo **D** manifiesta que la unidad establecida es el diente.

Índice de ceo-d

Se considera como una adaptación del índice **CPO-D** a la dentición temporal: Es donde **c**, representa el promedio de dientes temporales cariados; **e**, a los diente con extracción indicada

y o a dientes obturados, en un grupo de individuos. La principal diferencia que existe entre el índice de CPO y el ceo, consiste en que en este último no se incluyen los dientes extraídos, sino solamente aquellos que están presentes en la boca. La causa más determinante de esta modificación es la posibilidad de error que se podría introducir en los cálculos debido a variaciones en el período de erupción de los dientes; ya que en ocasiones sería difícil determinar si la ausencia de algún diente es ó no consecuencia de la caries. La descripción de los índices se encuentra documentada en el boletín de la SSA, (1980).

Índice de Caries

Este índice es expresado como índice de Knutson modificado. Se representa como la proporción de individuos con CPO y ceo mayor o igual que 1 = $(CPO+ceo \geq 1)$, es decir que por lo menos tienen un diente cariado (SSA, 1980).

Índice de fluorosis (IF)

Para obtener este índice es necesario atribuir una nota a cada persona de acuerdo con la lesión fluorosítica más grave que se presente en 2 o más dientes de acuerdo a la escala de Dean, (1942). Los criterios para considerar los grados de fluorosis dental deben ser cuidadosamente estudiadas por las personas que deseen aplicar estudios epidemiológicos de fluorosis, (Cuadro 1), se debe llevar a cabo una estandarización del método cuando son más de una persona las que van a participar en la recolección de la información con el fin de no olvidar los resultados del estudio.

La recopilación de datos para obtener los índices epidemiológicos tanto de caries dental como para fluorosis se hizo mediante el uso de formas (Apendice 2), en los cuales el encuestador hace sus anotaciones.

Cuadro 53. Criterios de Salud Pública Para el Índice de Fluorosis.

Criterio	Grado	Descripción
Normal	(0)	Cuando no existen manchas en la superficie del esmalte.
Dudoso	(0.5)	Se manifiesta con la presencia de pequeñas manchas blancas en el esmalte difíciles de reconocer.
Muy Leve	1)	Cuando hay pequeñas áreas blancas, opacas, color papel, presentes en pocos dientes y que no afectan más del 25% de la superficie dental.
Leve	(2)	Áreas más extensas que no afectan más del 50% de superficie dental
Moderado	3)	Gran parte de la superficie dental es afectada, Existe desgastes y manchas color castaño o amarillento.
Grave	(4)	Toda la superficie del diente esta afectada dañando la morfología dental, hay manchas de color café.

Fuente: Dean, (1942)

Cálculo de Índice de Fluorosis

Se hace utilizando la siguiente fórmula

$$IF = (fg)/N$$

donde :

IF = Índice de fluorosis
 (f) = frecuencia
 (g) = grado de fluorosis
 (N) = muestra (población)

Cuadro 54. Índice de Fluorosis Según la Secretaría de Salubridad y Asistencia

Sin Importancia Para Salud Pública	Se Recomienda la Remoción del Exceso de Fluoruros
0.0 - 0.4 negativo	0.6 - 1.0 Leve
0.4 - 0.6 Limite	1.1 - 2.0 Medio
	2.1 - 3.0 Grave
	3.1 - 4.0 Muy Grave

Fuente: SSA, (1989)

Estudio Piloto

Calibración de encuestadores

Antes de iniciar con el levantamiento de datos fue necesario llevar a cabo una calibración entre los encuestadores para evitar al máximo el problema de variación de criterios utilizados durante el diagnóstico de las enfermedades bucales, ya que de lo contrario puede afectar la validez de los resultados obtenidos, por lo que se vió la necesidad de elaborar un programa para el manejo de índices de CPO, ceo e índices de fluorosis, buscando con ésto que el límite para aceptar un examinador sería un 10 % de error en la intercalibración y 5 % intracalibración.

Esta calibración se llevó a cabo justo antes de iniciar con el estudio epidemiológico dental, el cual consistió en una parte teórica para reforzar los conocimientos de los participantes, seguido de ésto se realizó la parte práctica en la escuela primaria Cruz Galvez con la participación de 25 - 30 niños de ambos sexos de 6-12 años de edad, cada niño fue examinado por cada uno de los odontólogos, considerado esta muestra suficiente, para lograr la calibración.

Entre los examinadores, cada niño fue revisado por cada encuestador, de tal manera que se logró la calibración entre el mismo examinador y la calibración con respecto a los demás examinadores, y con respecto a un patrón determinado.

APENDICE 2

LISTADO DE FRECUENCIA DE ALIMENTOS

Clave del sujeto _____ Fecha _____ Nombre del sujeto _____
 Dirección _____ Municipio _____ Región _____ Edad _____
 Fecha de nacimiento _____ Peso (kg) _____ Talla (cm) _____
 Consumo de antibióticos _____

TIPO DE ALIMENTOS	CONSUMO	VECES POR DIA	SEMANA POR DIA
CARNES Y DERIVADOS			
Hígado de res	_____	_____	_____
Pollo	_____	_____	_____
Carne	_____	_____	_____
Huevo	_____	_____	_____
CEREALES Y DERIVADOS			
Pan blanco	_____	_____	_____
Pan dulce	_____	_____	_____
Pasteles	_____	_____	_____
Pastelillos (gansitos)	_____	_____	_____
Pastas	_____	_____	_____
Crema de trigo	_____	_____	_____
Avena	_____	_____	_____
Arroz	_____	_____	_____
Maizoro	_____	_____	_____
Tortilla de (harina de trigo)	_____	_____	_____
PESCADOS Y MARISCOS			
Sardina	_____	_____	_____
Macarela	_____	_____	_____
Charales	_____	_____	_____
Atún	_____	_____	_____

APENDICE 2 (Continuación)

TIPO DE ALIMENTOS	CONSUMO	VECES POR DIA	SEMANA POR DIA
FRUTAS			
Manzana	_____	_____	_____
Platano	_____	_____	_____
Naranja	_____	_____	_____
Almibar	_____	_____	_____
VERDURAS			
Lechuga	_____	_____	_____
Frijol	_____	_____	_____
Papa	_____	_____	_____
Tomate	_____	_____	_____
Chicharos	_____	_____	_____
Garbanzo	_____	_____	_____
PRODUCTOS LACTEOS			
Leche (tipo)	_____	_____	_____
Café con leche	_____	_____	_____
Chocomilk	_____	_____	_____
Nieve	_____	_____	_____
Queso	_____	_____	_____
AZUCARES Y DERIVADOS			
Azúcar	_____	_____	_____
Dulces	_____	_____	_____
Conservas	_____	_____	_____
Miel	_____	_____	_____
Chocolate	_____	_____	_____

APENDICE 3

Tanques que Surten a los Diferentes Sectores del Municipio de Hermosillo.

Tanque	Número de Pozo (Surten Agua)
1 Ranchito	Ranchito
2 Pitic	Sauceda 7 y 3
3 Periférico	Sauceda 1, 4, 6, 9, 10, 11, 12 y Planta 2
4 Bachoco	R. Victoria (Capt. Victoria)
5 Olivos	R. Victoria (Capt. Victoria)
6 Puebla y 5 de Febrero	Sauceda 2, 3, 8
7 Penitenciaría y Campana	H. de la Flor 1, 2, 3, 4, 5, y Planta 1
8 Piedra Bola y Palo Verde	Planta 1
10 Akiwiki	Frigorífica y Comisión federal de Electricidad
11 Willar y San Luis	Capt. Willard 1 y 2 Sauceda 1, 4, 6, 9, 10, 11 y 12

APENDICE 4

Análisis de Flúor en Muestras Directas de Agua en Casas de las 70 Cabeceras Municipales (suministro de agua mezclada).

Municipio	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Ures	0.530±0.038	0.571±0.054
Baviacora	0.593±0.084	0.605±0.006
Aconchi	0.558±0.059	0.634±0.055
Bacoachi	0.778±0.004	0.684±0.042
Huepac	0.499±0.083	0.577±0.019
Banamichi	0.512±0.046	0.619±0.042
Santa Cruz	0.675±0.011	0.783±0.008
Fronteras	0.549±0.034	0.734±0.091
Nacozari	0.398±0.020	0.462±0.074
Cumpas	0.522±0.032	0.533±0.100
Moctezuma	0.440±0.077	0.613±0.014
Granados	0.820±0.009	1.050±0.044
Huasabas	0.928±0.027	1.190±0.012
Bacadeuachi	0.835±0.038	1.220±0.310
Nacori Chico	0.255±0.021	0.278±0.029
Bacerac	0.495±0.115	0.513±0.070
Huachinera	0.339±0.013	0.333±0.019
Bavispe	0.135±0.010	0.153±0.004
Villa Hidalgo	0.952±0.110	0.919±0.062
Divisaderos	6.620±0.150	6.050±0.410
Mazatán	0.219±0.051	0.299±0.010
Villa Pesqueira	0.598±0.130	0.412±0.007
S. Pedro de la Cueva	0.443±0.029	0.407±0.020
Bacanora	0.320±0.036	0.342±0.011
Sahuaripa	0.340±0.082	0.282±0.065
Arivechi	0.320±0.045	0.326±0.014
Yécora	0.143±0.018	0.094±0.026
San Javier	0.531±0.190	0.564±0.007
Soyopa	0.471±0.076	0.486±0.054
Onavas	0.391±0.084	0.432±0.019
Suaqui Grande	0.342±0.078	0.409±0.015

APENDICE 4 (Continuación)

Análisis de Flúor de Muestras Directos de Agua en las 70 Cabeceras Municipales (suministro de agua mezclada).

Municipio	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
La Colorada	0.991 ± 0.217	1.100 ± 0.079
Santa Ana	1.550 ± 0.720	0.987 ± 0.300
Magdalena	1.190 ± 0.589	1.692 ± 0.290
Imuris	0.649 ± 0.139	0.764 ± 0.005
Nogales	0.462 ± 0.170	0.661 ± 0.117
S.L.R. Colorado	0.351 ± 0.060	0.398 ± 0.075
Puerto Peñasco	5.900 ± 1.730	5.740 ± 0.180
Sonyta	5.660 ± 0.890	4.798 ± 0.640
Trincheras	2.070 ± 0.376	2.270 ± 0.350
Caborca	1.150 ± 0.160	0.783 ± 0.062
Pitiquito	0.670 ± 0.110	0.580 ± 0.137
Atil	0.810 ± 0.110	0.700 ± 0.016
Oquitoa	0.800 ± 0.018	0.870 ± 0.057
Tubutama	0.750 ± 0.223	0.896 ± 0.055
Saric	0.780 ± 0.066	1.170 ± 0.012
Cucúrpe	0.325 ± 0.002	0.336 ± 0.052
Opodepe	0.386 ± 0.023	0.469 ± 0.002
Rayón	0.539 ± 0.071	0.776 ± 0.019
Carbo	0.266 ± 0.044	0.325 ± 0.010
S. Miguel de H.	0.467 ± 0.011	0.466 ± 0.025
Guaymas	0.727 ± 0.117	0.892 ± 0.110
Tesopaco	0.340 ± 0.016	0.406 ± 0.054
Quiriego	0.390 ± 0.001	0.524 ± 0.006
Navojoa	0.538 ± 0.450	0.386 ± 0.023
Huatabampo	0.231 ± 0.081	0.305 ± 0.024
Alamos	0.982 ± 0.248	1.140 ± 0.081
Etchojoa	0.358 ± 0.021	0.491 ± 0.017
Cananea	0.366 ± 0.035	0.391 ± 0.040
Bacum	0.375 ± 0.030	0.282 ± 0.005
San Felipe	0.608 ± 0.042	0.676 ± 0.022
Arispe	0.376 ± 0.008	0.356 ± 0.020
Altar	0.924 ± 0.149	0.735 ± 0.016
Empalme	0.737 ± 0.029	0.872 ± 0.002

APENDICE 4 (Continuación)

Análisis de Flúor de muestreos Directos de Agua en Casas de las 70 Cabeceras Municipales (suministro de agua sectorizada).

Municipio	Verano (ppm F)	Invierno (ppm F)
Naco	0.189 ± 0.009	0.262 ± 0.012
	0.230 ± 0.010	0.245 ± 0.004
Agua Prieta	0.879 ± 0.387	1.060 ± 0.120
	0.823 ± 0.155	1.280 ± 0.440
Tepache	17.43 ± 2.940	15.24 ± 0.430
	0.376 ± 0.046	0.320 ± 0.012
Benjamin Hill	0.628 ± 0.100	0.720 ± 0.060
	0.558 ± 0.230	0.530 ± 0.007
Obregón (pozos)		
Villa Fontana	0.855 ± 0.070	1.240 ± 0.130
410	1.004 ± 0.008	1.168 ± 0.180
Cajeme	0.315 ± 0.002	0.345 ± 0.005
Kino	0.747 ± 0.116	0.734 ± 0.202
Villa Dorado	0.513 ± 0.001	0.646 ± 0.110
Potabilizadora	0.271 ± 0.036	0.374 ± 0.019

APENDICE 5

Distribución de las Colonias de Hermosillo en Base a los Niveles de Flúor Encontrados en el Agua de Consumo Humano.

Colonias ¹	Captación	Pozo	Flúor (ppm)
Akiwiki, Y ^a Griega Adolfo, Adolfo de Huerta, San Angel Villa Hermosa	Willar	Pozo # 1 y 2	0.30±0.04
Bugambillas, Rosales, Isabeles, Sauceda Aves, Libertad, Santa Isabel, ISSTESON N. y F. Torres, Modelo Constitución, Ovalo Cuahutemoc, F. Colono, Viñedos, Progresista S. Javier, V. Fontana	Sauceda Planta # 2	Pot. # 2, Sauc. # 1 4, 6, 9, 10, 11 y 12	0.78±0.21
Periodista y pitic	Sauceda, Planta # 2 Pitic	Sauceda # 1, 4, 9, 10, 11 y 12, pot. # 2, Sauceda # 7 y Pitic # 3	0.80±0.22
Metalera y Amapolas S. Luis, Lomas Pitic	Sauceda	Sauceda # 1, 4, 6 9, 10, 11 y 12	0.85±0.11
Luis Encinas, Choyal	Central, Sauceda y Planta # 2	Central # 7, 10, 11, 12, 13, 14, Sauceda # 2, 3, 8	0.83±0.23
5 de Mayo Contry Club	Pitic, H. de la Flor, Planta # 1	Sauceda # 7, 3 Pitic # 3	0.83±0.30

¹ Colonias del Municipio de Hermosillo

Distribución de las Colonias de Hermosillo en Base a Niveles de Flúor Encontrados.

Colonias 1	Captación	Pozo	Flúor (ppm)
San Banito, Revolución I,II, Universidad, el La Manga, Quinta Emilla	Central	Central # 7,10, 11,12,13, 14,Sauc. 2,3 y 8	0.90±0.09
El LLano, la Manga Quinta E. Hacienda de la flor	Central, Planta #1	Central, 7,10,12, 13,14 Sauceda 2,3,8 y H.F. 1,2 3,4,5	0.93±0.09
Sahuaro-Indeco Palmar del Sol, Adolfo López Mateos Los Arcos, Granjas P. del Centenario Matanza, S. Antonio Zona Centro, Satélite Hacienda de la Flor San Juan, La Huerta Casa Blanca, Torreón, Raquet Club, Valle Verde, Fuentes del Mezquital, Villas del Rio, Las Quintas, Santa Fé, Paseo del Sol Sonacer, Mirasóles	Central H.F. Planta 1	Central # 7,10,12 13,14 Sauceda 2, 3,8, H.F. #1 2,3,4,5 Planta # 2	0.87±0.21

¹ Colonias del Municipio de Hermosillo

APENDICE 5 (Continuación)

Distribución de las Colonias de Hermosillo en Base a Niveles de Flúor Encontrados.

Colonias ¹	Captación	Pozo	Flúor (ppm)
Nacameri, Foviste, Las Villas, Hacienda de Flor, Eusebio Kino, Praderas, Olivos, Palo Villa de Seris, El Jito Puesta del Sol, Olivares y Balderrama	Hacienda de la Flor y Planta 1	H.F. # 1, 2,3,4,5 Planta 1	0.80±0.37
Coloso	Pitlic	Sauceda # 3,7 y Pitlic 3	0.93±0.12
Primero Hermosillo, Carmen serdán, Apolo Insurgentes, Alborada, Lomas de Madrid, Ley 57 Pancho Villa, Eusebio Kino, Jacinto López, Jesus García Martires de Cananea	Capt. Victoria	Victoria, San Pedro, Granja #1 2, Cruz #7, Pozo #12, 13 y 14 Bloquera 8 Tronconal 9	3.17±0.20

¹ Colonias de La Cabecera Municipal de Hermosillo

APENDICE 5 (Continuación)

Distribución de las Colonias de Hermosillo en Base a los Niveles de Flúor Encontrados.

Colonias ¹	Captación	Pozo	Flúor (ppm)
El Bordo, Prados del Sol, Fracc. Frac. 22 Septiembre Sahuaro, Alvaro Obregón y Misión	Captación Victoria Planta # 2 y Saucedá	Victoria San pedro Granja # 1 y 2 Cruz # 7 Pozo # 12 13,14 Bloquera 8 Tronconal 9 Saucedá # 1, 4,6,9,10,11 12	2.09±2.1
Bachoco y loma Linda	Captación Victoria	victoria, San pedro	2.09±2. 8

¹ Colonias de la Cabecera Municipal de Hermosillo

APENDICE 6

Análisis de Varianza y Comparación Múltiple de Tukey para ceo por Edad

Edad	6	7	8	9	10	11	12
6	---			*	*	*	*
7		---			*	*	*
8			---		*	*	*
9	*			---	*	*	*
10	*	*	*	*	---	*	*
11	*	*	*	*	*	---	
12	*	*	*	*	*	*	

* Diferencia Significativa ($p < 0.05$)

Análisis de Varianza y Comparación Múltiples de Tukey para CPO por Edad

Edad	6	7	8	9	10	11	12
6	---			*	*	*	*
7		---			*	*	*
8			---		*	*	*
9	*			---	*	*	*
10	*	*	*	*	---	*	*
11	*	*	*	*	*	---	
12	*	*	*	*	*	*	---

* Diferencia Significativa ($p < 0.05$)

APENDICE 6 (Continuación)

Análisis de Varianza y Comparación Múltiples de Tukey para Índice de Caries Edad

Edad	6	7	8	9	10	11	12
6	---			*	*	*	*
7		---			*	*	*
8			---		*	*	*
9	*			---	*	*	*
10	*	*	*	*	---	*	*
11	*	*	*	*	*	---	
12	*	*	*	*	*	*	---

* Diferencia significativa ($p < 0.05$)

Análisis de Varianza y Comparación Múltiple de Tukey para Índice de Fluorosis por Edad.

Edad	6	7	8	9	10	11	12
6	---			*	*	*	*
7		---			*	*	*
8			---		*	*	*
9	*			---	*	*	*
10	*	*	*	*	---	*	*
11	*	*	*	*	*	---	
12	*	*	*	*	*	*	---

* Diferencia significativa ($p < 0.05$)

APENDICE 7

Resultados de las Pruebas de Análisis de Varianza y Comparaciones Múltiples de Tukey para CPO en los Municipios Estudiados.

Municipios	Nacozari	Nogales	Obregón	Alamos	Magdalena	Puerto Peñasco	Piedra Bola	Balderrama	Bugambilia
Nacozari	---	*	*	*	*	*	*		*
Nogales	*	---				*			
Obregón	*		---					*	
Alamos	*			---		*			
Magdalena	*				---		*	*	
Pto. Peñasco	*	*		*		---	*	*	*
Hermosillo									
Piedra Bola	*				*	*	---		
Balderrama			*		*	*		---	
Bugambilia	*					*			

APENDICE 7 (Continuación)

Resultados de las Pruebas de Análisis de Varianza y Comparaciones Múltiples de Tukey, para ceo en los Municipios Estudiados.

Municipios	Nacoziari	Nogales	Obregón	Alamos	Magdalena	Puerto Peñasco	Piedra Bola	Balderrama	Bugambilia
Nacoziari	---			*		*			
Nogales		---		*		*			
Obregón			---	*	*	*	*	*	*
Alamos	*	*	*	---					
Magdalena			*		---	*			
Pto. Peñasco	*	*	*	*	*	---	*	*	*
Hermosillo									
Piedra Bola			*			*	---		
Balderrama			*			*		---	
Bugambilia			*			*			---

* Diferencia Significativa ($p < 0.05$)

APENDICE 7 (Continuación)

Resultados de las Pruebas de Varianza y Comparaciones Múltiples de Tukey, para Caries en los Municipios Estudiados.

Municipios	Nacozari	Nogales	Obregón	Alamos	Magdalena	Puerto Peñasco	Piedra Bola	Balderrama	Bugambilia
Nacozari	---			*	*	*	*	*	*
Nogales		---		*	*	*			
Obregón			---	*	*	*			
Alamos	*	*	*	---		*			
Magdalena	*	*	*		---	*			
Puerto Peñasco	*	*	*	*	*	---	*	*	*
Hermosillo									
Piedra Bola	*					*	---		
Balderrama	*					*		---	
Bugambilia	*					*			---

* Diferencia Significativa (p<0.05)

APENDICE 7 (Continuación)

Resultados de las Pruebas de Análisis de Varianza y Comparaciones Múltiples de Tukey para Caries en los Municipios Estudiados.

Municipios	Nacoziari	Nogales	Obregón	Alamos	Magdalena	Puerto Peñasco	Piedra Bola	Balderrama	Bugambilia
Nacoziari	---			*	*	*			
Nogales		---		*	*	*			
Obregón			---	*	*	*			
Alamos	*	*	*	---	*	*	*	*	*
Magdalena	*	*	*	*	---	*	*	*	*
Puerto Peñasco	*	*	*	*	*	---	*	*	*
Hermosillo									
Piedra Bola				*	*	*	---		
Balderrama				*	*	*		---	
Bugambilia				*	*	*			---

* Diferencia significativa (p<0.05)

APENDICE 7 (Continuación)

Resultados de las Pruebas de Análisis de Varianza y Comparaciones Múltiples de Tukey para Caries en los Municipios Estudiados.

Municipios	Nacozari	Nogales	Obregón	Alamos	Magdalena	Puerto Peñasco	Piedra Bola	Baiderrama	Bugambilia
Nacozari	---			*	*	*			
Nogales		---		*	*	*			
Obregón			---	*	*	*			
Alamos	*	*	*	---	*	*	*	*	*
Magdalena	*	*	*	*	---	*	*	*	*
Puerto Peñasco	*	*	*	*	*	---	*	*	*
Hermosillo									
Piedra Bola				*	*	*	---		
Baiderrama				*	*	*		---	
Bugambilia				*	*	*			---

* Diferencia significativa (p<0.05)