



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**

**EVALUACION DEL RIESGO EN LA SALUD DE
LA EXPOSICION HUMANA EL FLUOR EN
LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACOBIOLOGO**

PRESENTA

**MARIA MAGDALENA GRIMALDO
RODRIGUEZ**

T

QP981

.F55

G7

C.1



1080075688



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

**EVALUACION DEL RIESGO EN LA SALUD DE
LA EXPOSICION HUMANA EL FLUOR EN
LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICO FARMACOBIOLOGO

P R E S E N T A

**MARIA MAGDALENA GRIMALDO
RODRIGUEZ**

SAN LUIS POTOSI, S. L. P.

1994

✓
AP 981
F 55
67



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

**EVALUACION DEL RIESGO EN SALUD
DE LA EXPOSICION HUMANA AL FLUOR
EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI**



MARIA MAGDALENA GRIMALDO RODRIGUEZ

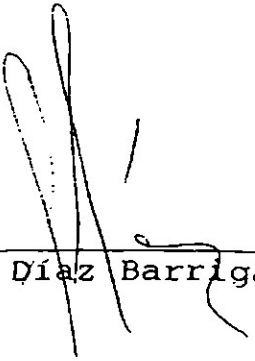
JURADO ASIGNADO

M. en C. Rosa del Carmen Milán Segovia

Q.F.B. Rosa Elvia Medina Noyola

Q.F.B. Ma. del Carmen Torres Portales

Asesor



Dr. Fernando Díaz Barriga Mtz.

No hay progreso posible para una sociedad de espíritu cerrado a toda luz y que vive encasillada en la torre de marfil de su ignorancia.

El ayer es sólo un sueño, el mañana es sólo una visión, pero el hoy bien vivido hace que el ayer sea un sueño de felicidad y que todo mañana sea una visión de esperanza.

Ramayana

A mis padres Silvia y Filiberto que separados me han enseñado un gran camino juntos.

A mis amigos ... que estuvieron siempre ahí ... a mi lado con su alegría, con su apoyo y con todo lo que me proyectaron.

MIL GRACIAS

A Osbaldo

Tu amor fué como una inmensa cascada que me dió fuerza para enfrentar los retos de cada día.
Te amo, por lo que hay en tu interior y está lleno de ternura y generosidad.
Ahora no me importa las presiones o los retos que pueda tener porque sé que siempre tendré el tranquilizante apoyo de tu amor.

A mis hermanos Silvia, Martha, Rafael y Filiberto.
Por todos esos momentos compartidos por su apoyo y
amor por esa amistad que nos mantendrá unidos por
siempre.

Agredecimientos:

- . Para mis asesores que además de ser maestros son y serán mis amigos y confidentes, de quién siempre tuve una mano amiga en quién apoyarme; mi mas profundo y enorme agradecimiento.
- . A la Dra. Margarita Rosas y a la Dra. Margarita Ponce un gracias enorme por la asesoría en el análisis dental realizado.
- . A Lili, Lety y Jesús gracias por su paciencia y apoyo.
- . A los doctores Victor Borja y Adriana L. Ramírez por su contribución en el análisis estadístico, gracias
- . Mil gracias a Alma de Lira por su gran orientación en la parte experimental de este trabajo.

INDICE

LISTA DE ABREVIATURAS	ix
LISTA DE FIGURAS.	xi
LISTA DE TABLAS	xii
I.- RESUMEN.	xiii
II.- INTRODUCCION	1
2.1 Generalidades sobre el fluor	1
2.1.1 Propiedades físicas y químicas	1
2.1.2 Usos	1
2.2 Quimiobiocinética y Metabolismo	3
2.2.1 Absorción.	3
2.2.2 Distribución y retención.	3
2.2.3 Excreción.	3
2.2.4 Transferencia Placentaria del fluoruro	5
2.3 Interacción del fluor con diente y hueso	6
2.3.1 Dientes	6
2.3.1.1 Mecanismo de acción del fluoruro sobre el diente.	6
2.3.2 Huesos.	7
2.3.2.1 Composición química	7
2.3.2.2 Mecanismo de acción del fluor sobre el hueso.	7
2.4 Mecánismo de toxicidad del fluoruro.	8
2.4.1 Fluorosis dental.	8
2.4.2 Fluorosis esquelética	9
2.4.3 Otros padecimientos relacionados con el fluor.	10

2.5	Vías y rutas de exposición.	12
2.5.1	Factores que afectan la exposición.	12
2.5.2	Población susceptible a la exposición	13
III.-	ANTECEDENTES EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI	14
IV.-	HIPOTESIS Y OBJETIVOS	15
V.-	MATERIALES Y METODOS	16
5.1	Equipo	16
5.2	Reactivos	16
5.3	Preparación de reactivos utilizados.	16
5.4	Metodología.	17
5.4.1	Registro de antecedentes	17
5.4.2	Diagnóstico de fluorosis dental	19
5.4.3	Colecta de agua	20
5.4.4	Colecta de orina	20
5.4.5	Cuantificación de fluoruros	20
5.4.6	Análisis estadístico.	23
VI.-	RESULTADOS	24
VII.-	DISCUSION.	51
VIII.-	CONCLUSIONES.	55
IX.-	BIBLIOGRAFIA.	56

LISTA DE ABREVIATURAS

Å	Amstrong
e ⁻	electrón
°C	grados centígrados
Kcal	kilocalorías
atm	atmósfera
g	gramo
mg	miligramos
l	litros
ml	mililitros
m ³	metro cúbico
M	molar
ppm	partes por millón (mg/l)
mV	milivoltios
F ⁻	ion fluoruro
OH ⁻	ion oxhidrilo
EDTA	ácido etilendiamino tetracético
CDTA	ácido 1,2 cicloexilhendiaminotetracético
TISAB	Total Ionic Strength Activity Buffer (Buffer de Alta Fuerza ionica)
HAP	hidroxiapatita
FAP	fluorapatita
FHAP	fluorhidroxiapatita
OMS	Organización Mundial de la Salud
HEAL	Health Exposure Assessment Localities
EUA	Estados Unidos de América
EPA	Environmental Protection Agency
SLP	San Luis Potosí
SPSS	Programa Estadístico para Ciencias Especiales

LISTA DE TABLAS

1. Propiedades Físicas y Químicas del Fluor.
2. Reglamentos sobre fluor en agua.
3. Resultados del control interno y externo del laboratorio.
4. Análisis estadístico de la encuesta.
5. Concentración de F^- en agua de grifo y muestras de orina en población infantil expuesta.

LISTA DE FIGURAS

1. Curva estándar de calibración para muestras de orina
2. Curva estándar de calibración para muestras de agua
3. Fluorosis dental en la Ciudad de San Luis Potosí
4. Prevalencia del efecto biológico por el fluor en la Ciudad de San Luis Potosí.
5. Fluorosis dental por zonas en la Ciudad de San Luis Potosí.
6. Concentración de F^- en agua de grifo domiciliario Vs. fluorosis dental.
7. Concentración de F^- en orina Vs. fluorosis dental.
8. Fluorosis dental por zonas en niños que siempre han vivido en San Luis Potosí (Clasificación II).
9. Concentración de F^- en agua de grifo domiciliario Vs. fluorosis dental en niños que siempre han vivido en San Luis Potosí (Clasificación II).
10. Concentración de F^- en orina Vs. fluorosis dental en niños que siempre han vivido en San Luis Potosí (Clasificación II).
11. Variación de la concentración de F^- en orina durante el día.
12. Riesgo relativo para cada zona en la Ciudad de San Luis Potosí

I. RESUMEN

El fluor es el elemento más electronegativo y reactivo de la naturaleza y tal característica le facilita el interaccionar con otros elementos; sin embargo, desde el punto de vista de la salud nos interesa su interacción con el calcio, y posiblemente con otros cationes divalentes. Al interaccionar con el calcio, el fluor produce un compuesto que deforma a los dientes y daña a los huesos.

En San Luis Potosí existen antecedentes de hidrofluorosis desde 1965. Esto es un problema si consideramos que el 90% del agua de consumo humano de ésta ciudad es de origen subterráneo. Un estudio realizado en 1988 por nuestra Universidad, mostró que el 60% de los pozos que abastecen a nuestra ciudad están contaminados, siendo el valor máximo encontrado de 4 ppm; en tanto, 40 % de los pozos rebasaron las 3 ppm.

El presente proyecto tuvo como objetivo estudiar en una población infantil de la Ciudad de San Luis Potosí la prevalencia de fluorosis dental (como un indicador temprano de efecto sobre la salud) y su relación con los niveles de fluor en orina (indicador biológico de exposición) y los niveles de fluor en agua (como un marcador de la exposición externa).

Para conocer la distribución del problema dentro de la zona metropolitana, ésta fué dividida en 7 regiones, en cada una de las cuales se analizaron "n" niños. Los resultados muestran que un 84% del total de los niños estudiados presentó algún grado de fluorosis dental. La fluorosis grave fué establecida en el 34 % de los niños, la moderada en el 18 % y la leve o muy leve en el 32%. Los resultados indican que la zona sur de la ciudad es la más afectada, siguiéndole la zona noroeste. La zona norte es la menos afectada.

De un número selecto de niños (408), se cuantificó fluor en orina y fluor en agua de grifo de sus casas, de los resultados puede advertirse nuevamente que las zonas noroeste y sur son las que tuvieron los valores más altos de fluor.

Finalmente de aquellos niños que siempre han vivido en San Luis Potosí se hizo la misma relación reafirmando la mayor contaminación en las zonas noreste y sur.

Encontramos correlación positiva entre el fluoruro en agua y la fluorosis dental y entre la contaminación del agua por fluor y los niveles de fluor en orina.

Tomando en cuenta la temperatura en verano y la cantidad de agua que se ingiere en esta estación, concluimos que hay una problemática de salud; el presente estudio puede contribuir en un avance cuantitativo para establecer parámetros óptimos de ingesta diaria que llevaría a un control de la exposición al fluor en la Ciudad de San Luis Potosí.

II. INTRODUCCION.

2.1 GENERALIDADES SOBRE EL FLUOR

2.1.1 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

El fluor es un mineral no metálico localizado en la Tabla Periódica de los Elementos en el Grupo VII A llamados Halógenos (Formadores de sales), cuyo número atómico es 9 y de peso atómico 19. Este halógeno existe en forma de moléculas diatómicas que se mantienen unidas mediante un enlace covalente. Su característica principal es el ser el más electronegativo de todos los elementos conocidos, lo que da lugar a su gran reactividad(2).

Es un mineral común, que se combina con todos los elementos ; a excepción del oxígeno y los gases nobles más livianos. También reacciona con numerosos compuestos, particularmente con los orgánicos, transformándolos en fluoruros(3,12). El fluor al igual que todos los halogenos es no metálico, presenta estado de oxidación de -1(2). La Tabla número 1 muestra las características generales y propiedades físicas y químicas del fluor (2).

TABLA 1. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL FLUOR.

Edo. Físico (25 ° C , 1 atm)	Gas
Color	amárillo pálido (verduzco)
Radio atómico (Å)	0.64
Radio iónico (X ⁻) (Å)	1.36
Capa externa e ⁻	2s ² 2p ⁵
Electronegatividad	4.0
Punto de fusión (°C , 1 atm)	-218
Punto de ebullición (°C , 1 atm)	-188
Energía de enlace X-X (Kcal/mol)	37
Potencial normal de reducción (voltios) (en disolución acuosa)	+2.87
Calor de hidratación de X ⁻ (Kcal/mol)	-122
Solubilidad en agua(mol/L 20 °C)	reacciona

2.1.2 USOS

El fluor se utiliza en la industria y en la Investigación para fluoración directa de compuestos inorgánicos y como poderoso agente oxidante. Muchos compuestos orgánicos fluorados, llamados fluorcarburos, sirven como líquidos refrigerantes en los refrigeradores domésticos, en unidades congeladoras de baja temperatura y en las instalaciones de aire acondicionado(11,2). Es usado también en la producción de lubricantes, plásticos e insecticidas; por ejemplo el teflón es un plástico inerte que consta de unidades poliméricas de -CF₂-CF₂- (2).

El ion fluoruro es efectivo en la prevención de la caries dental, ya que facilita la formación de fluoroapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, en los dientes en lugar de la apatita normal $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, que es más soluble en ácidos. Se le agrega a ciertos productos farmacéuticos incluyendo pastas dentales, enjuagues bucales y complementos vitamínicos(4). En algunas áreas el ion fluoruro se añade a las aguas públicas en proporciones no tóxicas. El fluoruro también se ha utilizado para tratar la otosclerosis y la osteogénesis imperfecta, aunque se necesitan estudios adicionales para establecer la eficacia del anión en estos trastornos(5,6).

Un mineral muy importante en el que se encuentra presente el fluor es la fluorita, la cual es usada principalmente para la producción de ácido fluorhídrico y fluorsilicatos(6).

2.2 QUIMIOBIOCINETICA Y METABOLISMO

2.2.1 ABSORCION

Casi todo el fluor que es ingerido o inhalado puede absorberse (aproximadamente un 95%) por tracto gastrointestinal. La absorción puede verse afectada por un número de factores químicos y físicos así como de las características de otros compuestos ingeridos(7).

Es importante hacer mención al hecho de que el ion fluoruro por su gran afinidad tiende a reaccionar con diversos elementos que en determinado caso pueden afectar su biodisponibilidad. Su interacción es muy intensa; aquí sólo se mencionarán los de mayor interes para el desarrollo de este trabajo como lo son: el calcio (Ca), el fósforo (P), el magnesio (Mg) y el aluminio (Al) entre otros(18).

Existen diversos estudios que muestran una absorción rápida; ya que el fluoruro atraviesa la mucosa que recubre el aparato gastrointestinal. Aparentemente la absorción en el tracto gastrointestinal es realizado por simple difusión(8). El grado de absorción tiene relación directa con la solubilidad del compuesto de fluor(3,58).

Una ruta por la cual se ha observado mayor absorción es el tracto respiratorio tanto para fluoruro gaseoso como en partículas(7).

2.2.2 DISTRIBUCION Y RETENCION

El fluoruro absorbido es transportado por medio de la sangre; alrededor de un 75% está presente en plasma y el resto principalmente en eritrocitos(8). Por medio de la circulación se distribuye a todos los tejidos corporales; sin embargo, se concentra principalmente en huesos, dientes en desarrollo, tiroides, aorta y quizá en riñones. El grado de captación de fluoruro por los huesos y dientes dependen del consumo y de la edad(13). La retención puede ser de un 35 a un 60% de la dosis absorbida(7,9,10).

2.2.3 EXCRECION

La vía principal de excreción para el fluor es el riñón; y en menor grado en heces, glándulas sudoríparas, glándulas mamarias y saliva.

a) Heces

La cantidad de fluoruro que es eliminado en las heces tiene dos fuentes:

- El fluoruro que es ingerido pero que no es absorbido y el fluoruro absorbido que es reexcretado en el tracto gastrointestinal.

En persona's que no están ocupacionalmente expuestas y no están usando agua fluorada la eliminación de fluoruro en heces es usualmente menor que 0.2 mg/día(7,18).

b) Sudor

El porcentaje del fluoruro absorbido que es excretado en sudor va de un 15 a un 20%(3). Sin embargo, bajo una excesiva sudoración tanto como un 50% del fluoruro total excretado puede ser perdido vía transpiración(7)(5).

c) Saliva

Los reportes de la concentración de fluoruro que aparece en saliva representa menos del 1% del que es absorbido; de hecho, su presencia no representa una verdadera excreción; ya que este fluoruro volverá a ser reciclado en el cuerpo(7).

Se debe tener en cuenta que una elevación temporal en la concentración de fluoruros en la saliva no significa precisamente que haya excreción, ya que puede ser el resultado de una exposición directa a la fuente de fluor como lo son las pastas dentales, alimentos y bebidas, entre otros(14).

d) Leche materna

La concentración de fluoruro que se ha encontrado en leche materna es similar a la reportada en plasma(7). Aunque existe reportes con concentraciones muy variables: menor a 0.05 ppm (13,27,30).

e) Orina

La principal vía de excreción para el fluor es el riñón. No obstante ello, 90% de la cantidad filtrada llega a absorberse en túbulo proximal cuando la orina es ácida. En la orina alcalina puede reabsorberse tanto como un 10%(13). Después de 24 horas, en jóvenes se elimina por esta ruta del 15 al 32% de la dosis administrada y en adultos del 45 al 70%(16). Después de dos horas de la ingesta de una dosis oral de fluor, comienzan a variar los niveles normales de este mineral en orina(7), a las 3 horas se elimina el 20% de lo ingerido y a las ocho horas los valores urinarios vuelven a ser normales(18).

Existen diversos factores que pueden influir en la excreción del fluor en la orina tal como la toma total de fluor, exposición previa, edad, flujo urinario, pH de la orina y estado del riñón(16,17).

En la orina el fluor existe como ion (F^-) y en pequeña cantidad como ácido fluorhídrico (HF). El equilibrio entre F^- y HF es pH-dependiente.

Alteraciones en el balance ácido-base del cuerpo dan como resultado un decremento en el pH de la orina (acidosis)(32). La reabsorción del fluoruro ocurre principalmente en forma de HF y es por lo tanto mayor en orina ácida(16).

La excreción de fluoruro puede por lo tanto ser incrementado manteniendo una alcalosis en un paciente envenenado(7).

Por lo arriba mencionado los niveles de fluor en orina pueden ser utilizados como un indicador de exposición al mineral, después de la exposición(19,7). Además, es común el que se tomen muestras de orina antes y después de la exposición al fluor o sus derivados, observándose un incremento considerable de este metal después de la exposición(19,20).

2.2.4 TRANSFERENCIA PLACENTARIA DEL FLUORURO

El fluoruro atraviesa la barrera placentaria y se encuentra en la circulación fetal(13,15).

Una vez que atraviesa la placenta, se deposita en los huesos y en los dientes en desarrollo del feto; su concentración en ellos está directamente relacionada con el consumo materno de fluoruro y la edad del feto(7). Aun no se ha establecido si el fluoruro prenatal aumenta la resistencia a la caries. La mayor parte de los datos sugieren que no hay un beneficio importante, aunque se continúan los estudios en esta área. Las cúspides de los primeros molares permanentes y todos los dientes deciduos se mineralizan antes del nacimiento. Por tanto, si la exposición prenatal al fluoruro proporciona cierta resistencia contra la caries, sólo saldrían beneficiados los dientes deciduos(13).

desarrolla primero su capa interna, cabe esperar que se deposite en la misma más fluoruro en comparación con las capas externas(13).

En cantidades ideales la FAP ofrece cierta resistencia a la solubilidad en los ácidos de la boca, previniendo así la formación de caries(4,13,26,21,25).

2.3.2 HUESOS

2.3.2.1 COMPOSICION QUIMICA

El hueso es un tejido rígido que constituye la mayor parte del esqueleto de los vertebrados superiores. Está formado por células y una matriz intercelular. Su principal componente orgánico, las fibras colágenas, forman un armazón de refuerzo(24). Las sales inorgánicas encargadas de dar dureza y rigidez al hueso incluyen fosfato de calcio (alrededor de 85%), carbonato de calcio (10%) y pequeñas cantidades de fluoruro de calcio, fluoruro de magnesio y fluoruro de manganeso. El mineral óseo, cuyo principal componente es la hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, está dentro de las fibrillas colágenas como cristales de apatita. El contenido de minerales del hueso aumenta en el curso del desarrollo, alcanzando al 75% del hueso de los seres humanos adultos(32)

Se reconocen 4 tipos de células peculiares del hueso: células osteoprogenitoras, osteoblastos que son células que al madurar se encargan de la producción de hueso(21), y que además contienen la enzima fosfatasa alcalina lo cual sugeriría que están en relación no sólo con la producción de matriz, sino también con su calcificación(32), osteocitos y osteoclastos; estas últimas células se observan en casi todas las cavidades óseas y tienen la facultad de causar resorción del hueso. Como consecuencia de la actividad osteoclástica, llegan al líquido extracelular calcio y fosfato, mientras que el hueso literalmente se va desintegrando(21).

2.3.2.3 MECANISMO DE ACCION DEL FLUOR SOBRE EL HUESO

La cantidad de fluoruro presente en hueso depende de un gran número de factores de los que destacan: ingesta de fluoruro y edad. Alrededor de la mitad del fluoruro absorbido es depositado en el hueso donde se acumula por su larga vida media. Se ha visto que animales jóvenes necesitan más abastecimiento que aquellos de avanzada edad; esto está relacionado con el desarrollo de la estructura esquelética. La concentración de fluoruro en hueso se incrementa con la edad(33).

El fluoruro puede ser liberado del hueso; como evidencia se tiene la continua aparición en orina de cantidades incrementables después de que ha cesado la exposición. Se ha sugerido que esta remoción se lleva acabo en dos fases: un rápido proceso de semanas que envuelve probablemente un intercambio iónico en la capa hidratada y una fase más pequeña con una vida media de alrededor de 8 años debido a la resorción osteoclástica del hueso(7).

2.4 MECANISMOS DE TOXICIDAD DEL FLUORURO.

Aun cuando el fluoruro tiene efectos benéficos sobre diente y hueso; se ha visto que cuando hay una exposición crónica a niveles más altos de fluoruro se producen niveles altos de fluor en hueso y dientes, dando como resultado defectos estructurales conocidos como fluorosis dental y fluorosis esquelética.

Para estos tipos de fluorosis se han propuesto varios mecanismos por los cuales se producen; los que incluyen interferencia del fluor con la actividad ameloblástica, con la actividad osteocística, con el desarrollo cristalino, con formación de matriz, y con la homeostasia del calcio.

2.4.1 FLUOROSIS DENTAL

Cuando el diente se encuentra en desarrollo la presencia del fluor en proporciones altas tiene un doble papel de toxicidad(3)(7):

- Es citotóxico para los ameloblastos (celulas generadoras de esmalte).
- En conjunto con el calcio y el fósforo forma una apatita anómala.

La cantidad de fluor en los dientes es proporcional a la gravedad de la fluorosis dental; por lo tanto este padecimiento se puede diagnosticar por la presencia de manchas u opacidades blanquecinas, como un esmalte veteadado, o como un esmalte irregular que puede presentar hoyos(34,36).

Se debe tener en cuenta que existen otros factores que pueden modificar la morfología del diente; como un ejemplo clásico se tiene la administración de tetraciclínas, las cuales atraviesan la membrana placentaria y se depositan en los huesos y dientes del embrión en los lugares de calcificación activa; dosis tan pequeñas como 1g al día de tetraciclina durante el tercer trimestre del embarazo pueden producir coloración amarillenta o parduzca de los dientes primarios y deciduales, puede causar defectos dentarios (como hipoplasia del esmalte), y disminución del crecimiento de los huesos largos(35); en base a lo antes mencionado es importante aclarar que es necesario tener los conocimientos necesarios para poder establecer diferencias entre los daños dentales.

Hay evidencias que reafirman el hecho de que conforme aumenta la concentración de fluor en agua en una comunidad que tiene concentraciones que fluctúan entre 0.05 mg/L a 1.91 mg/L de F⁻ también aumenta el grado de moteado dental. De igual manera se ve un aumento de este padecimiento con la edad del niño. En un grupo de adolescentes con consumo de agua conteniendo 5 ppm de fluor en agua se pudo observar una prevalencia de un 100% de fluorosis dental(36,37).

En la Tabla 2 se muestran los reglamentos de niveles óptimos en agua, hay que hacer mención que en 1991 el Departamento de Salud Pública de E.U.A. recomendó a la EPA que revisaran sus normas(18).

TABLA 2. REGLAMENTOS SOBRE FLUOR EN AGUA.

Departamento de Salud Pública EUA	0.7 - 1.2 mg/L
Organización Mundial de la Salud	0.7 - 1.2 mg/L
Norma 1a. EPA (vs. fluorosis esquelética)	4.0 mg/L
Norma 2a. EPA (vs. fluorosis dental)	2.0 mg/L

2.4.2 FLUOROSIS ESQUELETICA

El fluoruro tiene un efecto sobre el hueso que está en función con la dosis ingerida. La fluorosis esquelética es un daño óseo producido por la acción del fluor sobre el hueso. En una comparación que se hizo en dos comunidades, se concluyó que una ingesta a lo largo de la vida de 3.5 ppm en comparación con 0.7 ppm no produce incremento alguno en la masa ósea(52). Estudios recientes han mostrado que una ingesta diaria que excede 8 mg de fluor puede generar esta enfermedad, cuyas primeras manifestaciones son algunas veces asintomáticas y sólo pueden ser visualizadas radiológicamente(7)(8). La fluorosis esquelética se caracteriza por un incremento en la densidad del hueso pero con tendencia a ser más quebradizo y contornos óseos irregulares, un elevado crecimiento de hueso en lugares donde no debe haber con crecimiento irregular del periostio(8,50).

Un estudio basado en el hecho de que el fluor en cantidades mayores de lo normal produce un aumento en el crecimiento del periostio, reporta efectos benéficos en una paciente con problemas de osteoporosis que siguió un tratamiento con fluoruro de sodio(51).

Se han establecido varias fases para describir los cambios en el tejido óseo cuando hay exposición al fluor: los cambios más tempranos son el observar alargamientos radiográficos de las trabéculas en la espina lumbar; las siguientes fases de la fluorosis esquelética van desde la aparición de dolores ocasionales, pérdida de movimiento en las articulaciones, osteoclerosis en la pelvis y en la columna vertebral; (este padecimiento ha sido muy bien establecido)(50) hasta fluorosis incapacitante con calcificación de ligamentos, deformidades en la columna, fallas musculares y efectos neurológicos secundarios a la compresión de los nervios a nivel de columna vertebral(3,41,42).

El fluor favorece la estabilidad de la lámina cristalina del hueso pero lo hace más quebradizo, un hueso con fluor se hace 25% más resistente a la compresión pero un 40% más sensible a la tensión(3). Las fallas mecánicas y la propagación de fracturas son causadas por la baja en la resistencia a las tensiones(43) dependiendo de la cantidad de fluor a la que se esté expuesto(44,45).

Una forma de estar expuesto al fluor a altas concentraciones es la vía ocupacional; en trabajadores de criolita se lograron ver las manifestaciones de esta enfermedad después de aproximadamente 4 años con una absorción diaria de 20 a 80 mg de fluor(7). Más recientemente se pudieron observar 74 casos de fluorosis esquelética en trabajadores empleados en un lapso de 6 meses(63). Existe el riesgo de fluorosis esquelética en comunidades conteniendo de 2 a 10 ppm de fluoruro en agua. Dependiendo del período de exposición y de las condiciones climáticas(31), esta anomalía puede presentarse en el 10 % de la población después de 30 a 40 años(53).

2.4.3 OTROS PADECIMIENTOS RELACIONADOS CON EL FLUOR

A nivel experimental el fluor inhibe varios sistemas enzimáticos afectando la actividad de algunas enzimas como la fosfatasa alcalina(54) y la ATPasa de Na/K (56). Disminuye la respiración tisular y la glucólisis anaerobia en los órganos extirpados y disminuye el consumo de oxígeno y la producción de bióxido de carbono en el músculo(56). El fluoruro es también un anticoagulante útil in vitro y tiene valor particular cuando se necesita detener la actividad biológica, como la glucólisis, en los eritrocitos(55,56).

A nivel experimental el fluor produce oxidación de lípidos siendo posible que se sienta el efecto de este metal en diversos tejidos(57). Existen también alteraciones endócrinas de la glándula tiroides a bajas concentraciones y efectos en la coagulación de la sangre por su interacción con el calcio(18,22).

En cuanto a efectos genotóxicos en humanos no existen reportes(18). A nivel experimental existe controversia sobre la actividad genotóxica de algunos compuestos del fluoruro, como fluoruro de sodio y fluoruro de potasio(18,58,59).

No se ha demostrado que el fluor afecte los riñones pero se ha observado insuficiencia renal a una concentración de 8.5 ppm de fluor(18). Tal es el caso de pacientes con abuso de anestésicos organofluorados como el metoxiflurano(50,60).

Por vía inhalatoria, el fluor produce irritación de las vías respiratorias(37,38). No se han demostrado efectos cardiovasculares, efectos hematológicos ó efectos neurológicos. A dosis altas se han observado algunos efectos gastrointestinales(18).

En estudios epidemiológicos no ha sido posible demostrar que poblaciones expuestas al fluor.(60,61,62). Sin embargo, El programa Nacional de Toxicología de los EUA encontró que el fluor causa cancer (osteosarcoma), Estos resultados deben ser tomados con precaución ya que el cáncer se obtuvo sólo en un número bajo de animales y a dosis muy altas de fluor(3,63).

Un efecto muy importante es el producido en el periostio(8,50); tejido fibroso y denso que contiene a los osteoblastos. Se ha observado que una ingesta alta de fluor produce un crecimiento irregular del tejido, de aquí la posible acción estimuladora del fluor sobre las células productoras de tejido óseo lo cual explica el incremento irregular del hueso.

2.5 VIAS Y RUTAS DE EXPOSICION.

Las vías de exposición al fluor pueden ser: inhalatoria e ingesta. (agua, suelo, y/o alimentos.

INHALATORIA.

Sobre todo en áreas de alta actividad industrial que incluyan plantas productoras de ácido fluorhídrico, metalúrgicas de aluminio(42) o refinarias. Hay reportes de muertes en animales de laboratorio (ratas y ratón) al inhalar de ácido fluorhídrico(18).

INGESTA.

SUELO. La exposición en suelo se da en zonas de alta actividad industrial y en zonas mineras(6,63).

ALIMENTOS. En alimentos se habla de vegetales y productos animales(31). El fluoruro llega a las plantas desde el suelo y desde fuentes atmosféricas; una fuente incidental son los aditivos alimenticios (5). Como una suplementación de fluoruro para el hombre se ha manejado en diversas entidades la adición de fluor a la sal y a la leche. (7,13). De igual manera podemos encontrar la presencia del fluor en todo tipo de alimentos como cereales, frutas, dulces, pasteles, bebidas(28,29).

Otro aspecto muy importante a tratar es la cocción de alimentos con agua contaminada con fluor, lo cual incrementa la ingesta de este mineral(4). En algunos casos la vía alimentaria es la principal de todas.

AGUA.

En la actualidad, unos 200 millones de personas en el mundo consumen agua fluorada. La concentración varía con la temperatura anual promedio(31). Las fuentes para la hidrofluorosis son: agua de grifo proveniente de pozos, agua purificada por diversos procesos, bebidas preparadas con agua contaminada al igual que los alimentos(7).

2.5.1 FACTORES QUE AFECTAN LA EXPOSICION.

Existen ciertos factores que pueden incrementar o disminuir la biodisponibilidad del fluor.

Una manera de disminuirla es la asociación con otros elementos; estos pueden venir en la dieta; algunos cationes alimentarios (calcio y hierro) retardan la absorción del ion fluoruro al formar complejos poco solubles en el aparato gastrointestinal(5)(18).

Otros factores que podrían incrementar la exposición son las pastas dentales, tabletas y enjuagues bucales conteniendo fluor(13). O bien la preparación de alimentos con agua contaminada con fluor(3). La ingesta de refrescos procesados con agua contaminada es un punto

importante a tomar en cuenta, en SLP los niveles de fluor en refresco llegan a superar los 3 ppm(49).

2.5.2 PERSONAS SUSCEPTIBLES A LA EXPOSICION.

Los grupos susceptibles incluyen a la gente de edad avanzada, gente con deficiencia de magnesio y gente con problemas cardiovasculares o del riñón. En personas que sobrepasan los 50 años se ha visto que existe un decremento en la filtración renal del fluoruro; esto indica un aumento en la biodisponibilidad y por consiguiente más susceptible a la toxicidad del fluor. Por otro lado, en un estudio en el que se administró fluor a perros con deficiencia de magnesio se causaron alteraciones. Gente con diabetes mellitus e insuficiencia cardíaca también presenta un deterioro en la filtración renal del fluoruro(18).

III. ANTECEDENTES EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI

México es el principal productor mundial de fluorita. Las principales zonas de fluorita en el país, se localizan en los siguientes estados: Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, México, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. Los Estados de San Luis Potosí y Coahuila, son los que aportan aproximadamente el 90 % de la producción nacional; el 10 % restante se distribuye en los otros ocho Estados(6).

Cerca de la Ciudad de San Luis Potosí, en el municipio de Villa de Zaragoza, se localizan dos importantes minas de fluorita: La Consentida y Las Cuevas. Además al sur de Río Verde, existen depósitos de grandes dimensiones, los principales son El Refugio y El Zapote.

Estos datos aportan evidencias sobre la existencia de ricos yacimientos de fluor en el subsuelo potosino. Por lo tanto no resulta extraño la presencia de fluor en el acuífero de la Ciudad de San Luis Potosí.

En 1965 el Instituto de Investigaciones en Zonas Desérticas publicó los primeros resultados sobre fluor en agua reportando valores hasta de 4 ppm; en 1983 el mismo Instituto reportó un pozo con 11 ppm que fué clausurado. En 1988 se realizó un estudio por parte de las Facultades de Ciencias Químicas e Ingeniería y sus resultados mostraron que el 60 % de los pozos de la Ciudad de SLP estarían contaminados, siendo el valor máximo encontrado de 4 ppm; En México el límite ambiental para fluor en agua es de 1.5 ppm. Sin embargo, considerando la temperatura promedio de la ciudad de San Luis Potosí la norma debería ser 0.66 ppm. Tomando en cuenta este valor entonces el 75% de los pozos de la Ciudad están contaminados, es decir, la comunidad estaría expuesta a una dosis mayor de lo normal de fluor y con ello, se incrementaría el riesgo de fluorosis dental y posiblemente de fluorosis esquelética.

IV HIPOTESIS Y OBJETIVOS.

En la Ciudad de San Luis Potosí se han publicado datos sobre el contenido de fluor en agua desde aproximadamente el año de 1965, estos han indicado el grado de contaminación de los pozos. Todos estos resultados nos explican el porqué de la alta incidencia de fluorosis dental en nuestra ciudad.

A pesar de que la exposición humana al fluor es muy importante en el territorio potosino, hasta ahora estábamos limitados a los resultados arriba mencionados. Es importante tener en cuenta que los datos de pozos no reflejan los niveles reales de fluor en el agua a lo que la gente está expuesta debido a que hay intercomunicación entre los pozos. Estos niveles sólo pueden ser bien establecidos por medio del análisis directo de muestras de grifo casero.

Asimismo se requiere evaluar un indicador de exposición agudo como lo sería el nivel de fluor en orina.

Los niveles reales de exposición de fluor en agua y los valores de fluor en orina serían parámetros útiles para definir las áreas de alto riesgo de nuestra ciudad.

En el presente trabajo se tuvo como objetivo determinar los efectos biológicos tempranos sobre la salud (fluorosis dental) y su relación con fluor en orina (indicador biológico de exposición aguda) y fluor en agua (cómo indicador de la exposición externa). A fin de obtener referencias para poder establecer niveles óptimos de fluor en agua para la Ciudad de San Luis Potosí.

V. MATERIALES Y METODOS.

5.1 EQUIPO

POTENCIOMETRIA:

Potenciómetro Corning Model 250 pH/ISE Meter
Electrodo de referencia de calomel Corning
Electrodo de ion específico o ion selectivo
(Fluoride Electrode)

MATERIAL DE USO GENERAL:

pH-metro (Bantex modelo 300-A)
Agitador magnético
Barras de agitación
Botes de polietileno con tapa de rosca (200 y
1000 ml)
Vasos de precipitado de plástico (50 ml)
Pipetas volumétricas (5, 10 y 20 ml)
Perilla para ácido
Vasos de precipitado de vidrio(50,500 y 1000ml)
Matraz volumétrico (50, 100 y 1000 ml)
Pisetas

5.2 REACTIVOS.

REACTIVO	LABORATORIO
Fluoruro de sodio anhidro	Mallinckrodt
Cloruro de sodio (cristales)	J.T. Baker
Acido etilendiaminotetracético (EDTA)	Sigma
Cloruro de potasio (cristales)	J.T. Baker
Hidróxido de sodio (lentejas)	Merck
Acido 1,2 cicloexilhendiaminotetracético (CDTA)	Aldrich
Acido acético glacial	J.T. Baker
Citrato de Sodio	J. T. Baker
Agua desionizada	

5.3 PREPARACION DE REACTIVOS UTILIZADOS

Agua desionizada. El agua destilada se pasa através de una unidad de desionización

Solución Stock de Fluoruros. (para muestras de agua). Disolver 221.00 mg de Fluoruro de Sodio anhidro en agua desionizada y diluir a 1000ml. Almacenar en un envase de polietileno. Esta solución es estable por lo menos 3 meses.

Solución intermedia de fluoruros. (Para muestras de agua). Diluir 1 ml de la solución Stock de fluoruros a 1000 ml con agua desionizada. Almacenar en envase de polietileno. Preparar esta solución semanalmente.

Solución de fluoruro de sodio 0.1 M. Se disuelven 499 mg de fluoruro de sodio en agua desionizada y se afora la solución a 100 ml.

Solución Stock de fluoruros. (para muestras de orina). Disolver 4.99 g de Fluoruro de Sodio anhidro en agua y diluir a 1000 ml. La solución debe ser guardada en bote de polietileno y puede ser estable hasta 6 meses.

Solución amortiguadora TISAB (Buffer de alta fuerza iónica). (Para analizar muestras de agua). En 500 ml de agua desionizada se añaden 57 ml de ácido acético glacial, 58 g de NaCl y 4 g de 2-ciclohexilendiaminotetracético (CDTA). Se agita y se disuelve. El recipiente donde se prepara la solución se sumerge en agua fría y se le añade NaOH 6N (aproximadamente 125 ml) con agitación constante hasta que el pH esté entre 5.3 y 5.5. Transferir a un matraz volumétrico de un litro y aforar con agua desionizada.

Solución amortiguadora TISAB (Para analizar muestras de orina). Colocar 500 ml de agua desionizada en vasos de 1 litro, adición de ácido acético glacial, 58 gr de cloruro de sodio y 0.30 g de nitrato de sodio. Agitar y disolver. Pasar el vaso en un baño de hielo para enfriar), lentamente adicionar NaOH 5M hasta que el pH encuentre entre 5.0 y 5.5 enfriar a temperatura ambiente y verter dentro de un matraz volumétrico de 1 litro y aforar con agua desionizada.

Solución para medir la pendiente. Se colocan 10 ml de TISAB en un matraz volumétrico de 100 ml y se afora con agua desionizada. Se toma un vaso de precipitado de polietileno se le agrega 1 ml de solución de fluoruro de sodio 0.10 M, se agita perfectamente y se deja a temperatura ambiente. Esta solución se prepara cada que se trabaja con muestras.

METODOLOGIA

El trabajo se llevó a cabo en niños que cursaban el sexto año de primaria con un rango de edad entre los 11 y los 13 años; la selección se hizo porque en este grupo de edad es donde existe mayor prevalencia de fluorosis además de que ya concluyó su dentición.

1. REGISTRO DE ANTECEDENTES.

El estudio se dividió en varias etapas consecutivas para lo que se tiene en cuenta los antecedentes realizados por diferentes grupos de investigación en San Luis Potosí. Los últimos reportes sobre diferentes concentraciones de fluor en agua de pozo fueron la base para dividir a la ciudad de en siete zonas (Anexo 1). Las colonias y fraccionamientos pertenecientes a cada zona son presentadas en

Se diseñó una encuesta en donde se registraron datos confundent pudieran influir en los niveles de Fluor en orina o dientes, o fluorosis dental misma. (Anexo 2).

Se levantó una encuesta de los centros escolares de nivel prim al azar se seleccionaron cuatro escuelas por zona. Despu procedió a seleccionar, nuevamente al azar, a uno de los sexto de primaria. Finalmente en forma aleatoria se escogieron a 25 por escuela (dando un total de 100 niños por zona) y 700 niños estudio siendo esto, una muestra representativa.

Las escuelas que participaron, registradas según su locali: dentro de cada zona, son las siguientes:

ZONA I

Justo Sierra
20 de Noviembre
Amado Nervo
Prfr. J. Tiberio Morán A.

ZONA II

Motolinía
Fco. I Madero
Ing. Valentin Gama
Ma. Luisa Olanier

ZONA III

J.M. Morelos I
Fco. Gonzales Bocanegra
Primo Feliciano Velázquez
Club de Leones N° 3

ZONA IV

Gral. Genovevo Rivas G.
Lázaro Cárdenas
Ing. Javier Barrios Sierra
Niños Héroes

ZONA V

Fco. Murguía
Margarita Maza de Juarez
Profr. Luis G. Medellín
Presidente Kennedy

ZONA VI

Ponciano Arriaga
Rosario Castellanos
José Ma. Morelos (Abastoa)
José Ma. Morelos y Pavón

ZONA VII

Sembradores de la Amistad
Juan Sarabia
Potosinos Ilustres
Prafra. Carmen Serdán

A todos los participantes les fué solicitado que sus padre tutores firmaran un documento de aceptación en donde se aclaró podrían dejar el estudio libremente y sin ninguna presión; esta t se anexó a la encuesta. El estudio contó con la autorización Comité de Bioética de la Facultad de Medicina.

5.4.2 DIAGNOSTICO DE FLUOROSIS DENTAL.

El conocimiento por parte de los odontólogos de un método práctico para reconocer la fluorosis y su clasificación es importante. El índice más utilizado es el índice de fluorosis (IF) establecido por Dean en 1935(1).

Este índice clasifica el esmalte moteado por fluorosis en un rango entre 0 y 5 de acuerdo a los siguientes criterios:

Normal . El esmalte presenta su traslucidez habitual, y su superficie es lisa y pulida.

Muy Leve . El esmalte presenta pequeñas áreas blanquecinas, opacas, irregulamente distribuidas por la superficie del esmalte, pero sin alcanzar el 25 % de toda la superficie del esmalte. Se incluyen en esta clasificación aquellos dientes que muestran manchas blancas opacas, de menos de 1-2 mm en los vértices de las cúspides premolares o segundos molares.

Leve . Las opacidades son más extensas, pero no alcanzan más del 50 % de la superficie del diente.

Moderada . Todo el esmalte dentario está afectado y las superficies sujetas a la atrición aparecen desgastadas. Hay presencia de manchas de color marrón.

Severa . Toda la superficie del esmalte está afectada por la hipoplasia, que puede afectar de la misma forma al esmalte. Las señales más evidentes son la presencia de depresiones en el esmalte, que aparece corroído.

La obtención del índice de fluorosis de Dean se hace por la atribución de una puntuación arbitraria a cada clasificación, a fin de establecer sus efectos, así:

Normal: 0
Cuestionable: 0.5
Muy leve: 1
Leve: 2
Moderado: 3
Severa: 4

De esta manera, puede ser calculado un índice medio para un individuo o para una comunidad.

Como un indicador temprano de daño por exposición al fluor se efectuó la evaluación de fluorosis dental en todos los participantes. Este estudio fué realizado por dos dentistas con un extenso conocimiento en el área, bajo el criterio de los diferentes tipos de fluorosis dental: normal, muy leve, leve, moderado y grave (Anexo 2).

5.4.3 COLECTA DE AGUA.

Al momento que se visitó a los padres de familia o tutores para pedir la autorización del estudio en sus hijos y para hacer la encuesta se solicitó una muestra de agua; esta muestra fue tomada por un grupo de personas capacitadas. Para agua de grifo se utilizaron botes de plástico previamente lavados y enjuagados con agua desionizada; este recipiente se acercó lo más posible a la llave siendo directa la toma. Para la toma de agua de botellón se utilizaron también frascos de plástico bajo las mismas condiciones de lavado. Hubo casas en las que no sólo se colectó agua de grifo sino también de recipientes de almacenamiento hechos de diferentes materiales como aluminio, barro, plástico y peltre. Todas las muestras se trasladaron en hieleras al laboratorio, se guardaron en refrigeración para su posterior análisis.

5.4.4 COLECTA DE ORINA.

Se procuró que las muestras de orina fueran colectadas mas o menos a una misma hora para tener un estudio homogéneo en cuanto a horario, además de que fué antes de que los niños loncharan. Entre las 10:00 y las 11:30 a.m. aproximadamente, se colectó una muestra de orina por niño en botes de plástico de 1000 ml previamente lavados y enjuagados con agua desionizada y que tenían en su interior EDTA(46). Se usó 0.2 g de EDTA por cada 100 ml de orina(64). Se trasladaron al laboratorio en hieleras y se refrigeraron para su posterior análisis. La toma de muestra de los niños que fué en la tarde se realizó en sus domicilios. La toma de dos muestras a diferentes horas del día se hizo con la finalidad de poder detectar algún otro factor que pudiera influir en el aumento de la ingesta total de fluor aparte de los alimentos ingeridos durante el desayuno.

5.4.5 CUANTIFICACION DE FLUORUROS.

Tanto las muestras de agua como las de orina fueron analizadas por el método de electrodo para ion específico, esta técnica ofrece ventajas sobre los métodos colorimétricos ya que casi ninguna sustancia interfiere en la determinación de fluoruros porque que se utiliza un amortiguador de alta fuerza iónica que los elimina.

- FUNDAMENTO DEL METODO.

El método se basa en el uso de un electrodo de ión específico, diseñado para usarse junto con un electrodo de referencia de calomel y un potenciómetro que tenga una escala expandida en mV(47,48,49). El elemento clave del electrodo selectivo para fluoruros es un cristal de fluoruro de lantano a través del que se establece un potencial en soluciones de fluoruros a diferentes concentraciones. El cristal contacta con la solución o muestra por un lado y una solución interna de referencia por otro lado.

La actividad del fluoruro depende de la fuerza iónica total de la solución y del pH, así como de las especies acomplejantes de fluoruros. La adición de un amortiguador apropiado (TISAB = Total

Ionic Strength Activity Buffer), provee de una fuerza iónica suficiente para ajustar el pH y romper los complejos de manera que en efecto el electrodo mida concentración.

- CONTROL DE CALIDAD EN EL LABORATORIO.

Se llevó a cabo un programa interno de control. Para agua y orina el laboratorio recibió muestras del Programa HEAL-OMS con estándares de concentración 1.75 ppm y 0.63 ppm respectivamente. Además, fueron realizadas pruebas de adición de estándar para muestras de orina. Como un programa de control externo, se efectuó una calibración interlaboratorios a fin de ajustar la metodología con un laboratorio que ha realizado estudios sobre fluor en agua.

- CUANTIFICACION DE FLUORUROS EN AGUA.

Los botes de plástico conteniendo las muestras de agua se ponen a temperatura ambiente. En vasos de precipitado de plástico de 50 ml se colocan 20 ml de la muestra y se añaden 20 ml de TISAB para agua con pipetas volumétricas, se mezcla bien y se mantienen a temperatura ambiente. A continuación se prepara la curva patrón que consiste en una serie de estándares a diferentes concentraciones conocidas en donde se interpolan las muestras.

CURVA PATRON DE FLUORUROS EN AGUA

Matraz	Solución intermedia de fluoruros (ml)	Agua des-ionizada (ml)	Concentración final (ppm)
1	5	95	0.5
2	10	90	1.0
3	20	80	2.0
4	30	70	3.0
5	40	60	4.0
6	50	50	5.0

Agitar cada uno de los matraces y transferir 20 ml de cada uno en vasos de plástico de 50 ml y a cada vaso se le adiciona 20 ml de TISAB. Se mezcla bien y se mantiene a temperatura ambiente.

- CUANTIFICACION DE FLUORUROS EN ORINA.

Los botes conteniendo las muestras de orina se ponen a temperatura ambiente. En vasos de precipitado de plástico se colocan 20 ml de la muestra y se le añaden 20 ml de TISAB para orina con pipetas volumétricas. Se mezcla bien y se mantienen a temperatura ambiente. Enseguida se prepara la curva patrón que consiste en una serie de diluciones.

CURVA PATRON DE FLUORUROS EN ORINA

Matraz	solución a diluir (ml)	Agua des-ionizada (ml)	concentración final (ppm)
2	10 del No. 1	90	190.00
3	15 del No. 2	85	28.50
4	10 del No. 2	90	19.00
5	20 del No. 4	80	5.70
6	20 del No. 3	80	3.80
7	15 del No. 3	85	2.85
8	10 del No. 3	90	1.90
9	20 del No. 8	30	0.76
10	10 del No. 8	40	0.38
11	10 del No. 8	90	0.19

Agitar cada uno de los matraces y transferir de el matraz número 5 al 11 20 ml de cada uno en vasos de precipitado de plástico de 50 ml y a cada vaso se le adiciona 20 ml de TISAB. Se mezcla bien y se mantiene a temperatura ambiente.

- CALIBRACION DEL APARATO.

Una vez que se han procesado las muestras (agua u orina) y la curva, se procede a leer su potencial eléctrico. Para esto es necesario primero asegurar que el aparato este funcionando correctamente. En la calibración del aparato se checan las condiciones básicas de operación, antes de iniciar el análisis. Existen dos procedimientos por los cuales podemos calibrar el aparato que se usa (Corning 250), uno es interno y el otro externo.

Para la calibración interna se emplean parámetros propios del equipo. Para la calibración externa se toma la lectura de un indicador, en donde es usada la solución para medir la pendiente, se agita perfectamente y se ajusta a cero mV en el aparato, se añaden 10 ml de la solución de fluoruro de sodio 0.10 M y se lee los Mv en la pantalla del aparato. Esta lectura es alrededor de 59 mV; si el aparato, el electrodo, y las soluciones estan en buen estado.

Después de la calibración interna y externa del aparato se pasa a la medición de las muestras. Para esto es necesario que el aparato tenga una escala de referencia que es dada por la curva; el punto cero es el estandar con concentración más pequeña (0.5 ppm para curva de agua y 0.19 ppm para curva de orina). Se mezclan bien con agitador magnético. Se apaga el agitador y se sumergen los electrodos en el estandar evitando la formación de burbujas.

Se pone a funcionar el agitador y se toma la lectura, cuando ésta se estabilice (lo cual lleva alrededor de tres minutos) se ajusta a cero con. Se sacan los electrodos de la muestra, se enjuagan bien con agua desionizada y se secan perfectamente con papel. (Esto se hace cada

que se cambia de muestra). Así consecutivamente se toma la lectura de los demás estandares y de las muestras.

- ANALISIS MATEMATICO PARA LA OBTENCION DE LA CONCENTRACION DE FLUOR

El electrodo del ion selectivo da una respuesta en escala logarítmica con respecto a la concentración del ion. A una dilución infinita la actividad del ion es igual a la concentración, pero como la concentración casi siempre incrementa no se puede manejar este concepto. La actividad de un ion dependen de la proporción de la fuerza iónica de la solución. Los electrodos pueden ser usados directamente para medir la concentración después de la adición de un buffer de alta fuerza iónica TISAB. Por lo que el volumen adicionado del buffer tanto en las muestra como en los estandares permanece constante (1:1).

En base a lo arriba mencionado, se hace una curva estandar de calibración en escala logarítmica y por interpolación se conocerán las concentraciones de fluor de las muestras. Esto se realiza por regresión lineal.

5.4.6 ANALISIS ESTADISTICO

Se hizo un análisis estadístico previo de los resultados obtenidos de fluorosis dental, concentraciones de fluor en grifo y de concentraciones de fluor en orina.

Con la ayuda del Instituto Nacional de Salud Pública de Cuernavaca Morelos se hizo un estudio estadístico de las encuestas, con la ayuda del Programa SPSS (Programa Estadístico para Ciencias Especiales) de esta manera se seleccionó el número de niños que cumplieron los requisitos necesarios para el estudio. Además de el análisis de las posibles relaciones entre los parámetros calculados.

VI. RESULTADOS

1. CURVA ESTANDAR DE CALIBRACION

Los parámetros promedios obtenidos en las curvas de calibración durante el análisis de las muestras son:

PARA LA CURVA ESTANDAR DE AGUA

$$\begin{aligned}r &= 0.999 \\b &= -12.33 \\m &= -25.15\end{aligned}$$

PARA LA CURVA ESTANDAR DE ORINA

$$\begin{aligned}r &= 0.9998 \\b &= -36.34 \\m &= -24.91\end{aligned}$$

Las figuras 1 y 2 muestran las gráficas que representan a cada uno de los parámetros.

CURVA ESTANDAR DE CALIBRACION PARA MUESTRAS DE AGUA

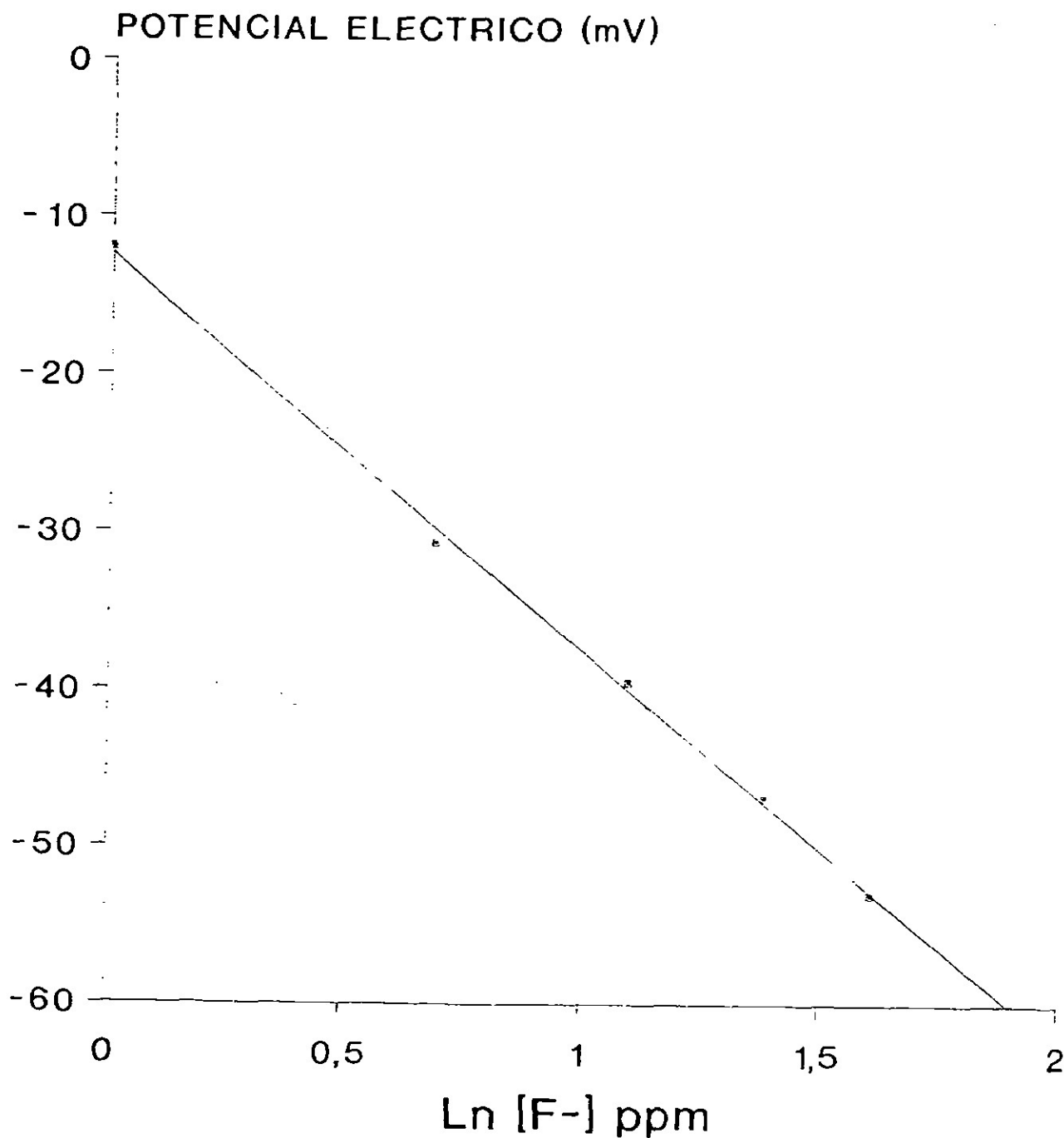


Fig. 1

CURVA ESTANDAR DE CALIBRACION PARA MUESTRAS DE ORINA

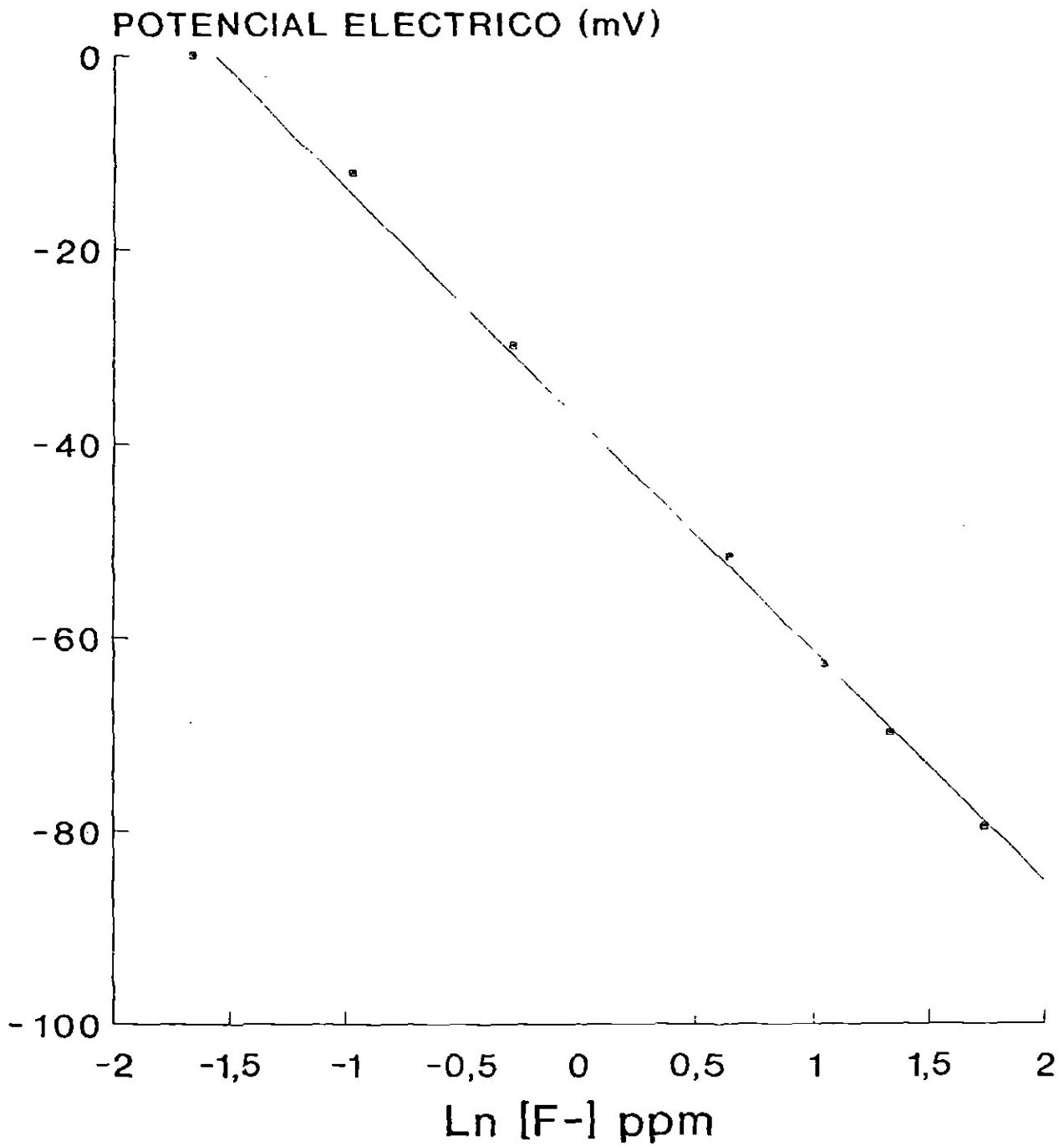


Fig. 2

1. CONTROL DE CALIDAD.

Tabla 3 RESULTADOS DE CONTROL INTERNO Y EXTERNO DEL LABORATORIO.

Programa Control Interno:

Adición de estándar a muestras de orina
Porcentaje de recuperación = 93 % (ds = 6.0)

Programa HEAL-OMS:

Estándar Orina = 0.63 (ds = 0.02)
Resultado = 0.67

Programa HEAL-OMS:

Estándar de agua = 1.75 (ds = 0.75)
Resultados = 1.94 (ds 0.12)

Programa de Control Externo:

Ciencias Químicas; muestras de agua
r = 0.96 (n = 36)

Como se aprecia en la Tabla 3, los resultados obtenidos en los cuatro niveles de control de calidad, demuestran que el método empleado para la cuantificación de fluoruro en agua y orina es confiable, preciso y reproducible.

FIGURA 3

Fluorosis dental en Población Infantil de la Ciudad de San Luis Potosí.

La determinación de fluorosis dental fué realizada en 651 niños. En el 84 % de este total de la población infantil de la ciudad de San Luis Potosí manejada se encontró algún grado de fluorosis dental; en donde el 34 % corresponde a la fluorosis grave, un 18 % a la moderada, un 22 % a la leve y un 10 % a la muy leve.

FLUOROSIS DENTAL SAN LUIS POTOSI

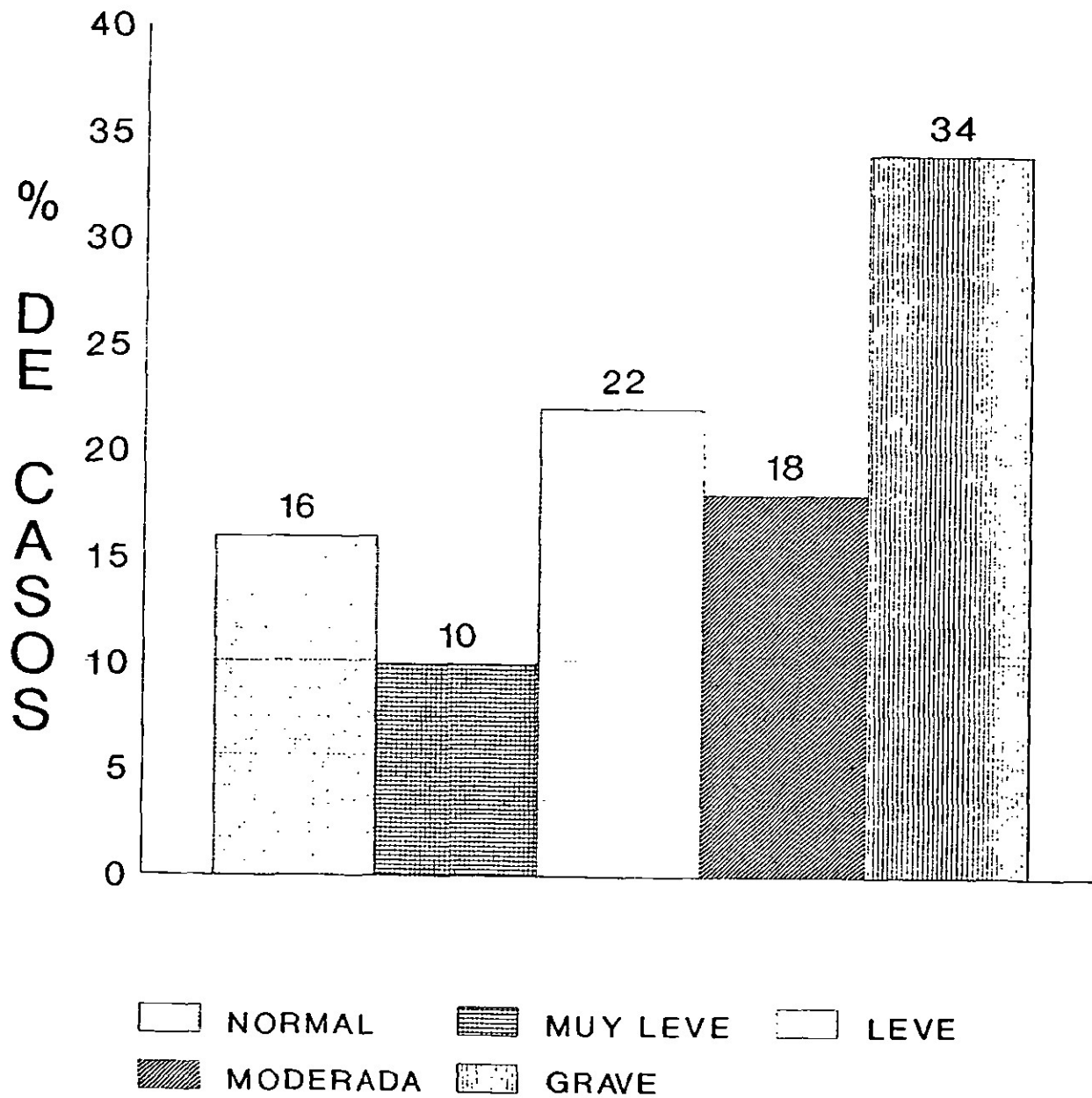
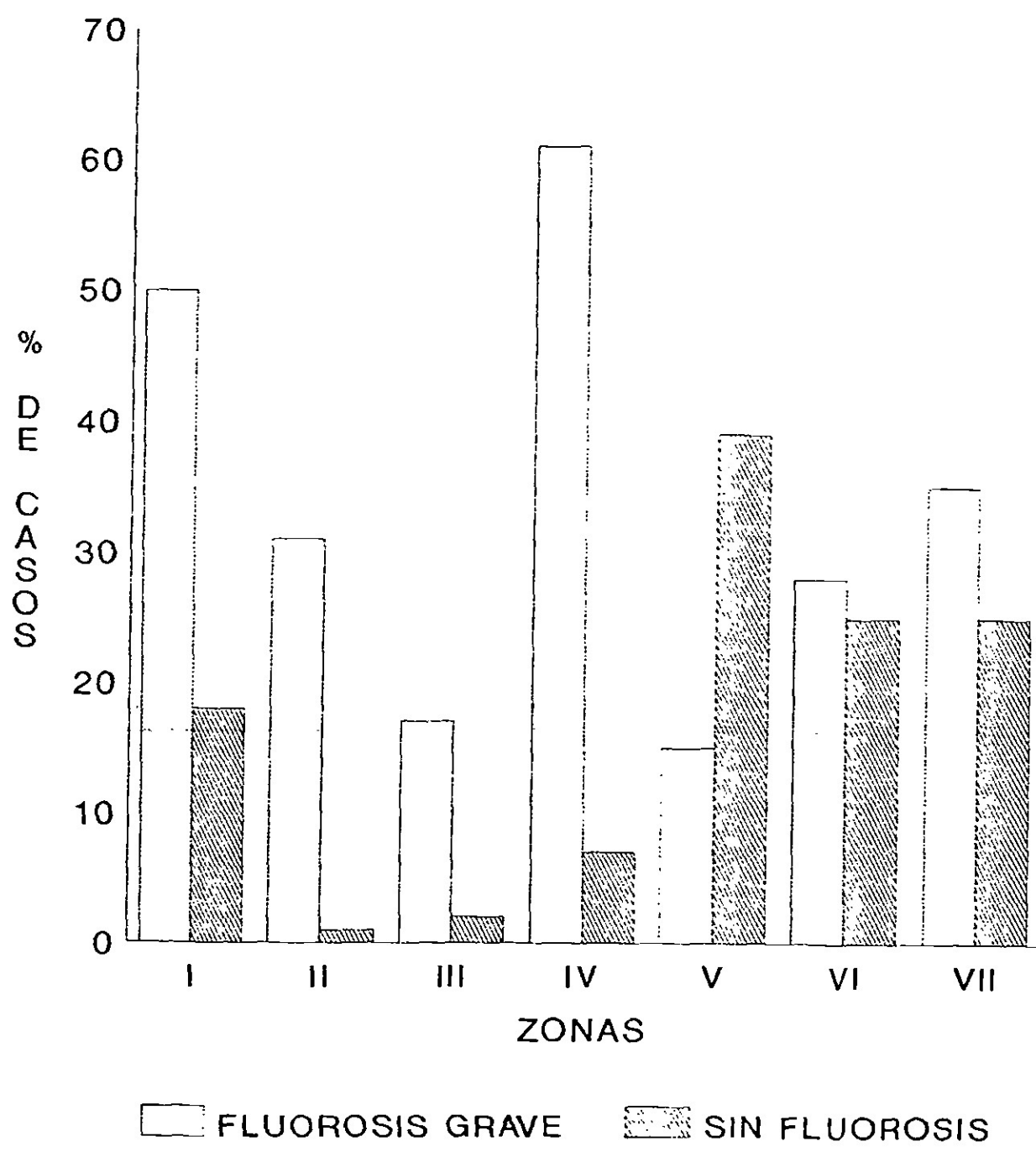


FIGURA 4

Prevalencia del efecto biológico por el fluor en la Ciudad de San Luis Potosí.

Para la determinación de la prevalencia del efecto biológico temprano en la salud, se estableció aquella población que presentó el grado de fluorosis grave y aquella población que no presentó fluorosis dental en cada una de las zonas. Se encontró que en la Zona IV el riesgo relativo fué de 8.7, en tanto, en la Zona V el riesgo fué de 0.38.

PREVALENCIA DEL EFECTO BIOLÓGICO POR EL FLUOR EN SAN LUIS POTOSÍ



RESULTADOS DEFINITIVOS A PARTIR DE UN AJUSTE ESTADISTICO.

Como una segunda fase de análisis, cada una de las encuestas fueron analizadas y estudiadas. A partir de dicho análisis se manejó una población final de 408 elementos, 198 niños y 210 niñas; este grupo fué considerado por haber cumplido todas las fases del estudio así como un límite de edad de los infantes comprendido en el rango de 11 a 13 años; no se tomó en cuenta la diferencia de sexo. En esta etapa estadística, esta población se manejó como un 100 %. La Tabla muestra los resultados de cada una de las respuestas de la encuesta. Cabe hacer mención que ciertas preguntas quedaron descartadas (como ejemplo podemos citar el punto número 26 de la encuesta presentada en el anexo 2). El estudio maneja un grupo representativo de la población infantil de San Luis Potosí y por lo tanto, un niño puede ser representativo de sus hermanos.

TABLA 4

Pregunta	Sí(%)	No(%)	s/r(%)
Siempre ha vivido aquí (SLP)	85.29	7.84	6.87
Siempre ha vivido en esta casa	49.26	50.75	0.0
Consume agua de grifo particular	82.35	17.64	0.0
Consume agua de llave comunitaria	1.22	98.77	0.0
Consume agua de garrafón	31.61	66.17	0.0
Almacena el agua	59.06	39.95	0.0
Filtra el agua	7.84	91.17	0.98
Hierve el agua de grifo	43.38	54.90	1.71
Cocina con agua de grifo	92.15	7.35	0.49
(s/r = sin respuesta)			
Cuantos vasos de agua toma el niño por día:			%
No toma		1.22	
1 - 2		21.078	
3 - 4		47.79	
5 - 6		21.07	
7 - 8		6.127	
9 y más		2.20	
Poca agua		4.90	
Cuantos refrescos toma el niño			%
No toma		12.25	
1 - 2		47.05	
3 - 4		11.27	
5 - 6		1.47	
2 a 3 veces por semana		27.94	

Pregunta	Si(%)	No(%)	s/r
Usa pasta dental con fluor	90.19	2.20	7.59
Usa enjuague bucal con fluor	8.08	87.00	4.90
Usa pasta y/o enjuague con fluor	85.78	14.21	0.0
Amamantó al niño	75.24	23.77	0.98
Utilizó fórmula con agua hervida	70.58	6.61	22.79
Se tomó muestra de grifo	95.58	4.16	-
Se tomó muestra de garrafón	26.96	73.03	-
Se tomó muestra de orina	97.79	2.20	-

FIGURA 5

Fluorosis dental por zonas en la Ciudad de San Luis Potosí.

Para cada zona se estableció el porcentaje de población que presentó los diferentes grados de fluorosis dental. Bajo el régimen de: normal, muy leve, leve, moderada y grave. Los resultados muestran que la zona IV, con un 62 % de casos graves de fluorosis dental, es la más afectada, siguiéndole la zona I. La zona V es la menos afectada.

FLUOROSIS DENTAL POR ZONAS EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI

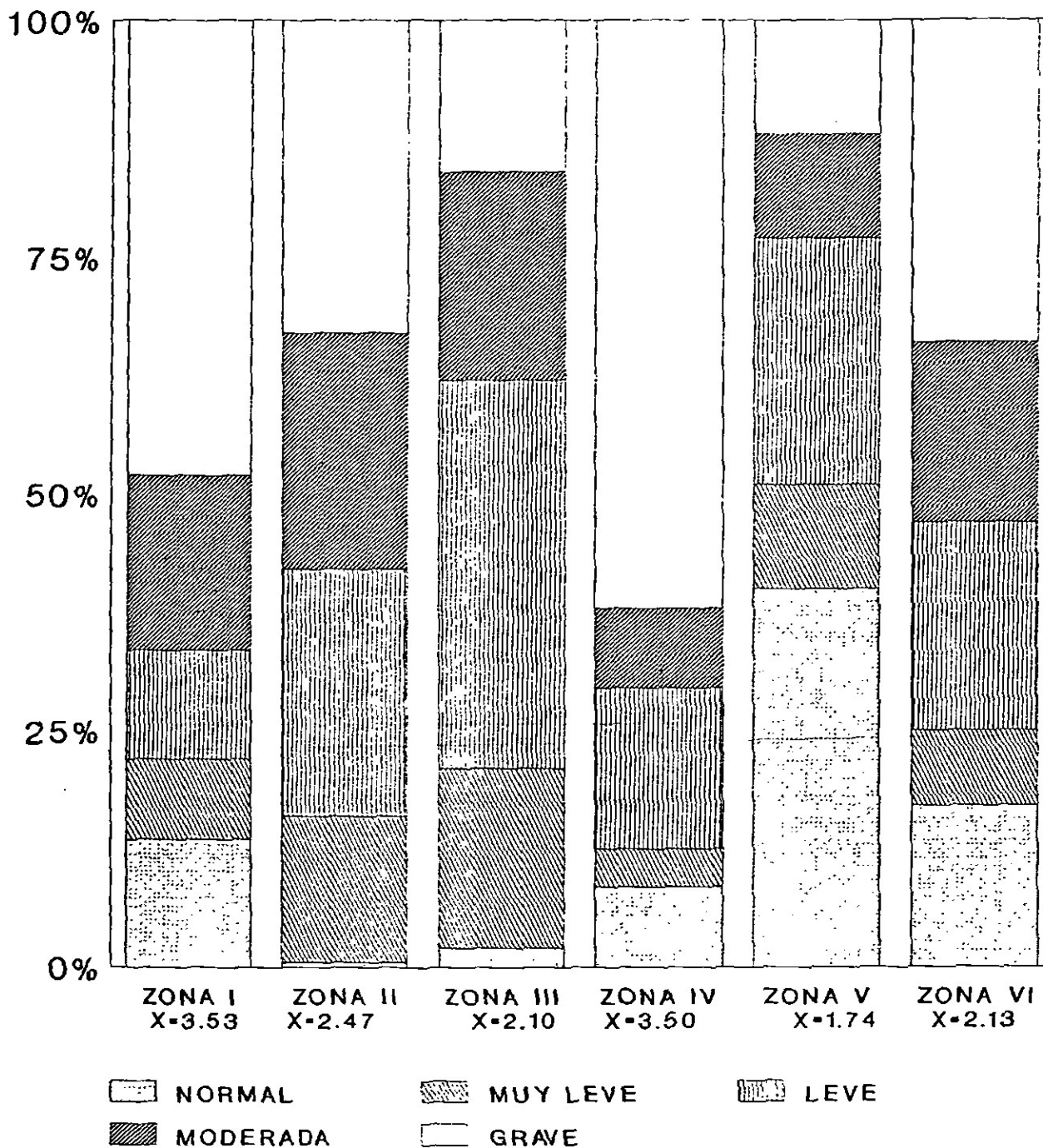


TABLA 5

Concentración de F^- en agua de grifo y muestras de orina en población infantil expuesta.

Para cada zona se establecieron los rangos de concentraciones de fluor en muestras de agua y en muestras de orina encontradas, así como sus valores promedio.

TABLA

ZONA	[F^-] en agua (ppm)	[F^-] en orina (ppm)
I	3.53 (0.92 - 4.12)	1.99 (0.28 - 7.76)
II	2.47 (0.56 - 3.82)	1.16 (0.27 - 5.14)
III	2.10 (0.37 - 4.09)	0.91 (0.16 - 3.00)
IV	3.5 (0.73 - 5.79)	1.48 (0.24 - 9.17)
V	1.74 (0.35 - 3.44)	0.56 (0.29 - 1.09)
VI	2.13 (0.56 - 3.72)	2.05 (0.30 - 3.03)

Los resultados mostrados indican que, por cada unidad de fluoruro en agua, aumenta aproximadamente un 0.38 unidades de fluor en orina. La zona I y IV son las que se encuentran con mayor contaminación. No obstante, las otras zonas también se encuentran contaminadas a diferentes niveles.

FIGURA 6

Concentración de F^- en agua de Grifo Domiciliario Vs. fluorosis dental.

De los 408 niños a los que se les analizó fluor en agua del grifo de su casa, se organizaron 4 grupos divididos por concentraciones, basados en los reglamentos para fluor en agua de el Departamento de Salud Pública de EUA y de la OMS, y se estableció el porcentaje de niños que presentaron diferentes grados de fluorosis dental dentro de estas concentraciones. Los resultados demuestran que a mayor concentración de F^- , mayor daño en diente, pero que aún a concentraciones de 0.7 ppm de F^- en agua, un 26 % de la población infantil presenta fluorosis grave, además de algún otro grado.

CONCENTRACION DE F EN AGUA DE GRIFO DOMICILIARIO VS FLUOROSIS DENTAL

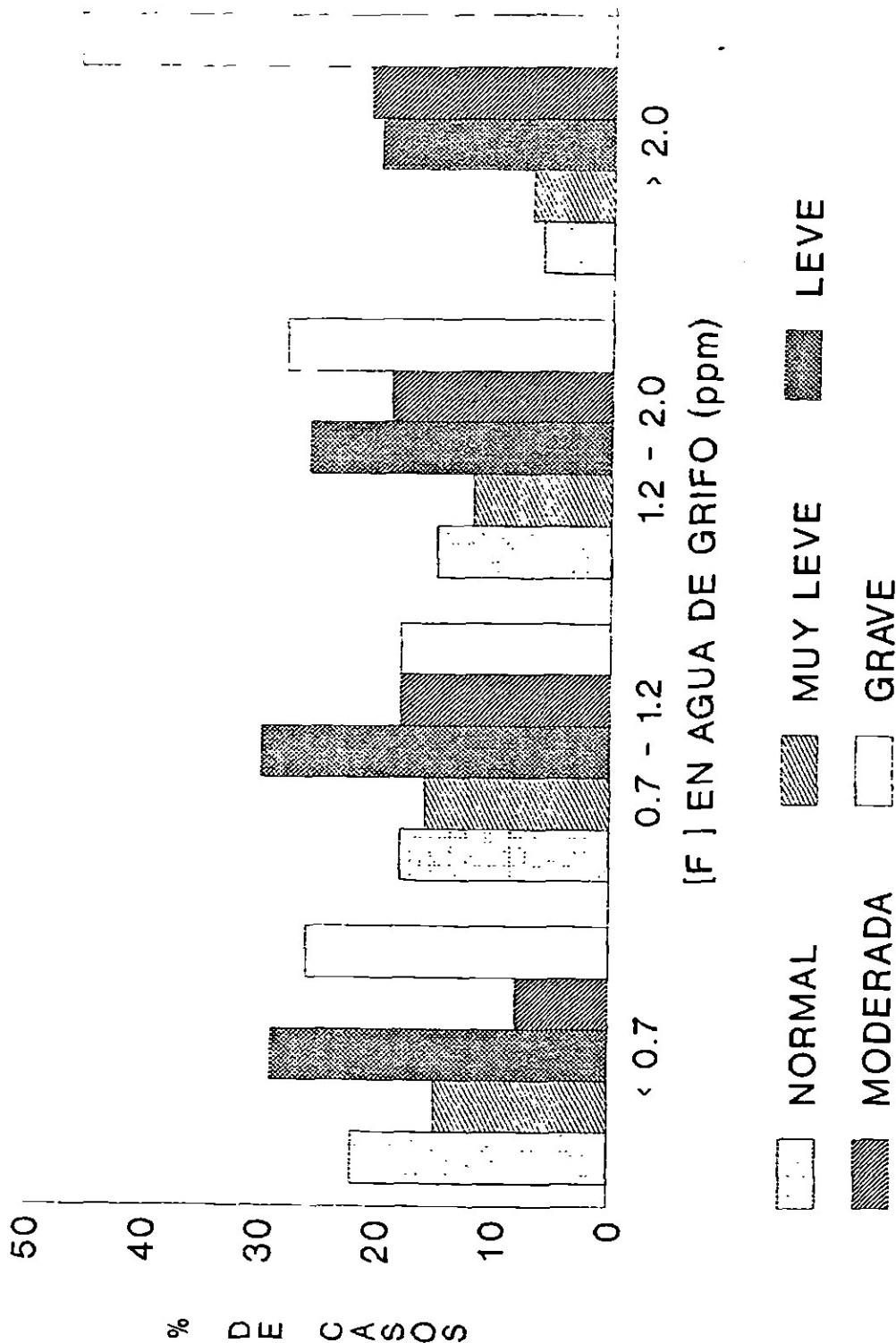


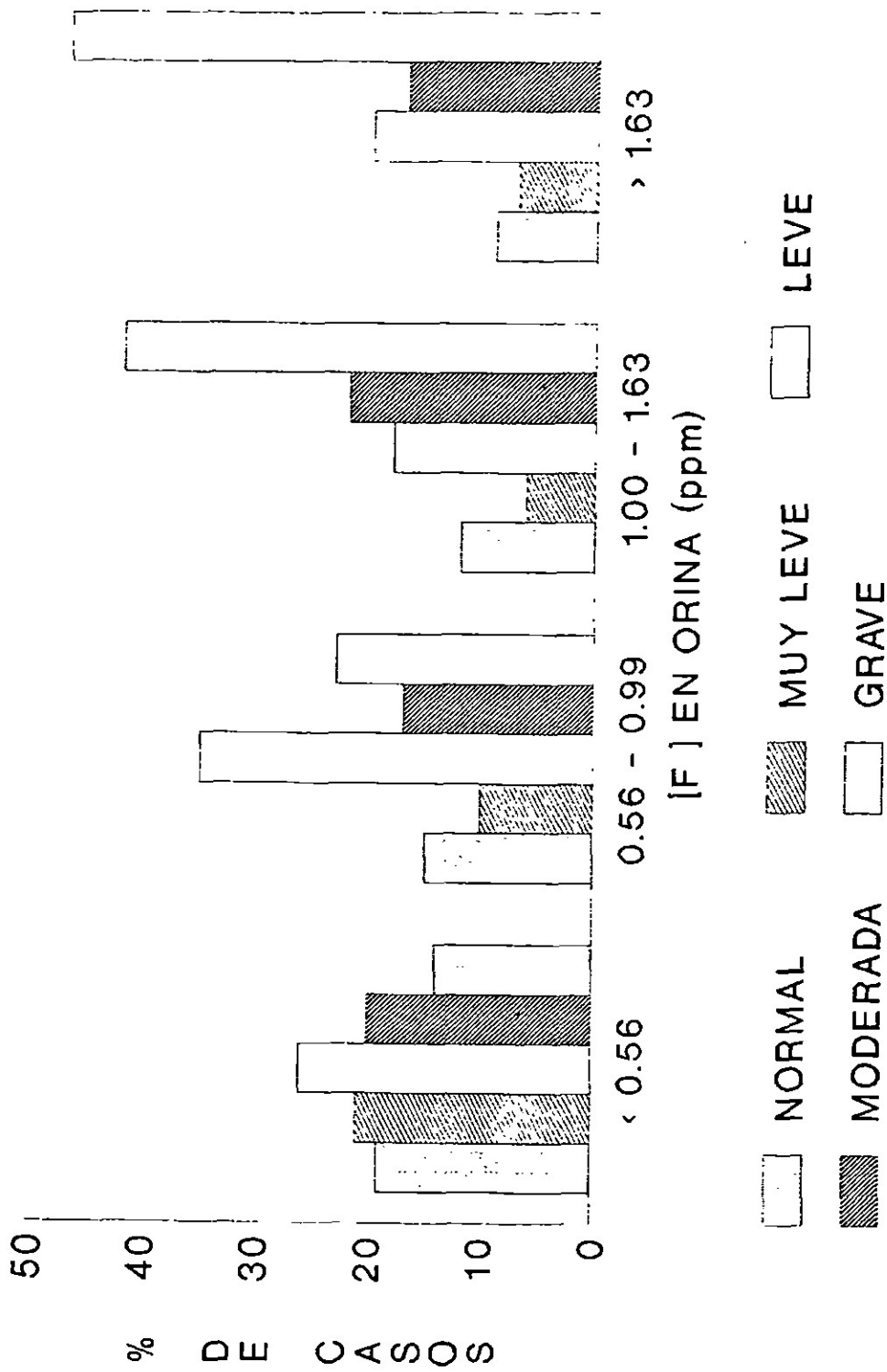
FIGURA 7

Concentración de F^- en orina Vs. Fluorosis dental.

Para establecer la relación fluor en orina - fluorosis dental, se tomó una clasificación de concentraciones en orina por cuartiles y se estableció una comparación con los diferentes grados de daños dentales.

Los resultados demuestran que los niños que excretan un nivel mayor de fluoruro en orina también presentan un alto porcentaje de fluorosis grave. A niveles bajos de fluor en orina también es detectable esta anomalía.

CONCENTRACION DE F EN ORINA Vs FLUOROSIS DENTAL



Haciendo una revisión bibliográfica, se encontró que los odontólogos utilizan diferentes métodos para el diagnóstico de la fluorosis dental (43)(45). Aunque el más utilizado sea el índice de fluorosis (IF) establecido por Dean(1). En este trabajo, por la proximidad que existe entre un grado y otro, después de establecer un diagnóstico por este método, se reagruparon los grados de fluorosis dental en tres: normal + muy leve, leve y moderada + grave. De igual manera, se reagrupó el número de casos presentados en cada grado. Se optó por hacer esta división, porque existía la posibilidad de poder apreciar mejor una relación entre la concentración de agua y el daño en diente. Este ajuste se hizo con un 85.29 % de la población. Dicha selección fue resultado del análisis de la encuesta, obteniéndose que 348 niños siempre han vivido en San Luis Potosí; cabe hacer mención que varios de estos niños no nacieron en esta Ciudad.

FIGURA 8

Fluorosis dental por zonas en niños que siempre han vivido en San Luis Potosí. De los 348 niños que siempre han vivido en San Luis Potosí, se obtuvo la prevalencia de fluorosis dental para cada zona. Esto se hizo bajo el régimen de tres grados: normal + muy leve, leve y moderada + grave. Los resultados muestran que los niños que viven en las zona I y IV son los mas afectadas, pero al hacer este reajusto de diagnóstico de daño, las zonas II y VI se encuentran también en gran riesgo, ya que más del 50 % de la población presentan este padecimiento dental.

FLUOROSIS DENTAL POR ZONAS EN NIÑOS QUE SIEMPRE HAN VIVIDO EN SAN LUIS POTOSI (CLASIFICACION II)

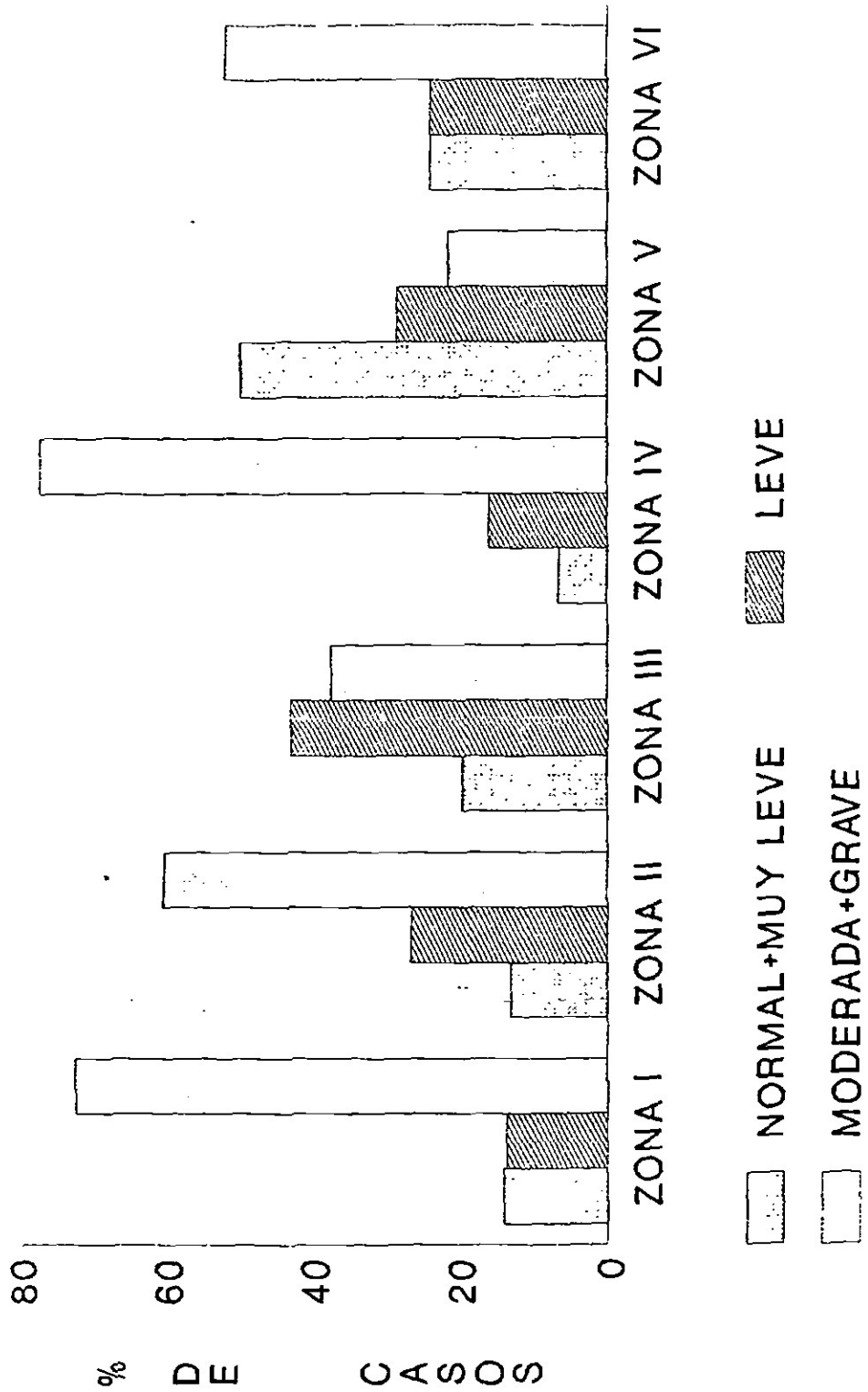


FIGURA 9

Concentración de F^- en agua de grifo domiciliario Vs. fluorosis dental en niños que siempre han vivido en San Luis Potosí. La relación existente entre la concentración de fluor en agua y el grado de fluorosis dental para aquellos niños que siempre han vivido en San Luis Potosí, es presentada en esta figura. Nuevamente, las concentraciones de fluor en agua se basaron en los reglamentos mencionados anteriormente. La figura nos muestra que, a la concentración mayor de 2 ppm de fluor en agua, un 42.7 % de los niños presentan la fluorosis en la manifestación más grave y que, a esta misma concentración en agua, hay un 45.6 % de niños que presentan un grado de fluorosis normal y/o mínimo. Sin embargo, cuando la concentración en agua es menor a 0.7 ppm, la fluorosis leve y moderada + grave se presentan en mas de un 50 %.

CONCENTRACION DE F EN AGUA DE GRIFO DOMICILIARIO Vs FLUOROSIS DENTAL EN NIÑOS QUE SIEMPRE HAN VIVIDO EN SLP

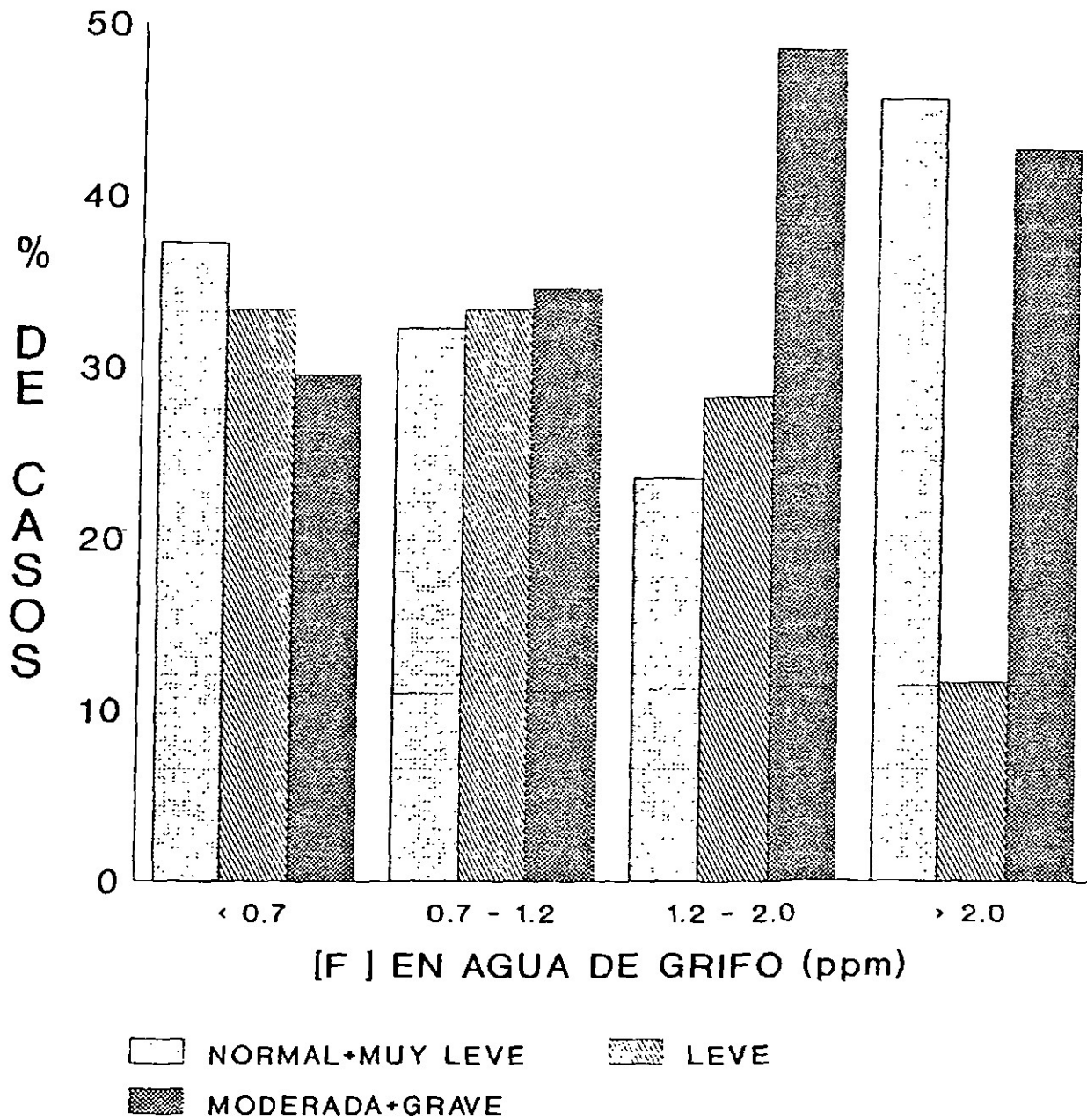


FIGURA 10

Concentración de F^- en orina Vs. fluorosis dental en niños que siempre han vivido en San Luis Potosí (Clasificación II). Para este grupo de niños, también se pretendió establecer una relación fluor en orina - fluorosis dental, este último diagnóstico dividido en tres grados: normal + muy leve, leve y moderada + grave. La figura muestra que, a un aumento de fluor en orina, hay un mayor número de niños que presentan fluorosis dental moderada + grave; pero aquellos niños que tienen niveles bajos de fluor en orina, también presentan un 30.5 % de fluorosis leve y un 31.9 % de fluorosis moderada + grave.

CONCENTRACION DE F EN ORINA Vs FLUOROSIS DENTAL EN NIÑOS QUE SIEMPRE HAN VIVIDO EN SAN LUIS POTOSI (CLASIFIC. II)

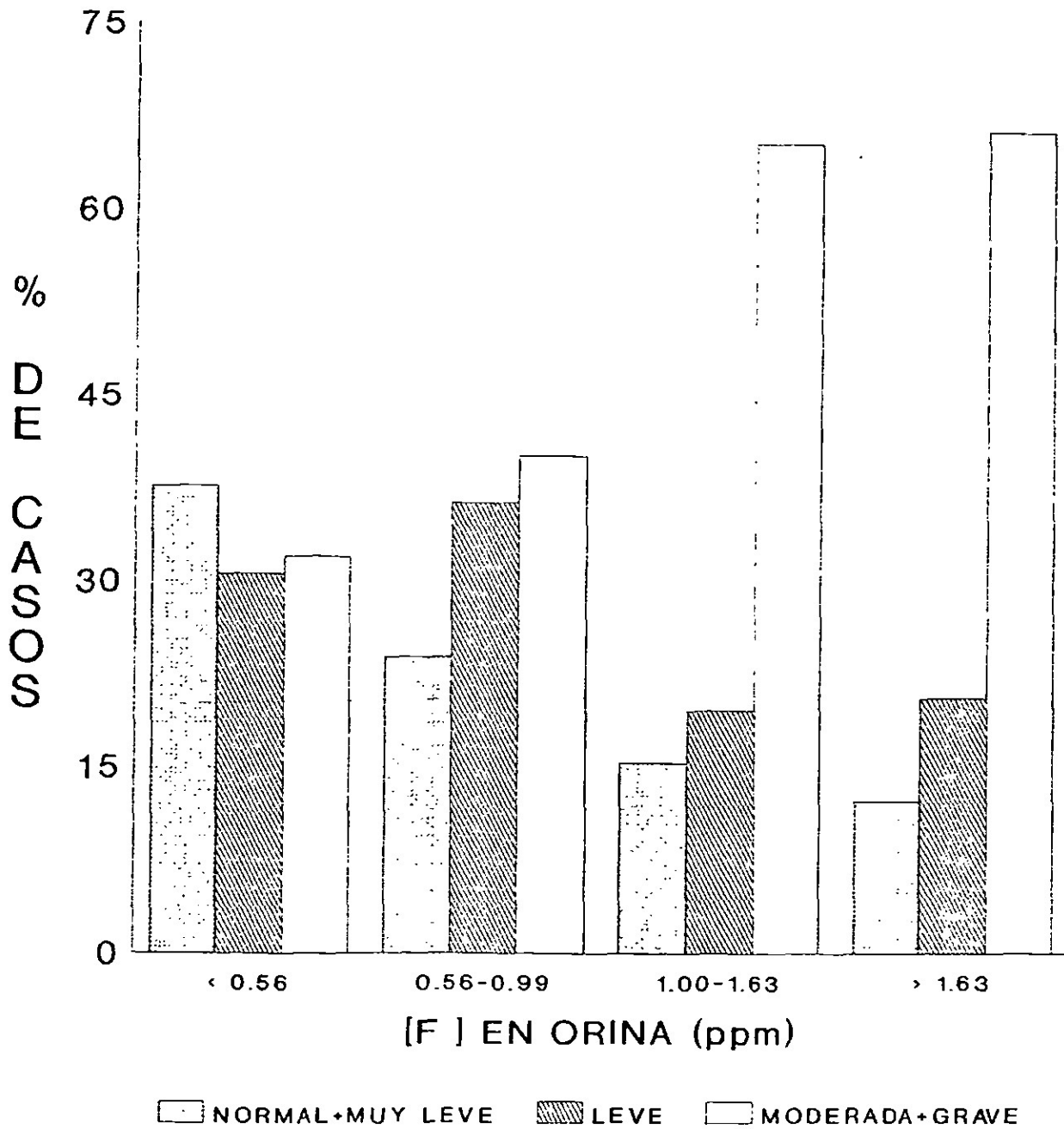
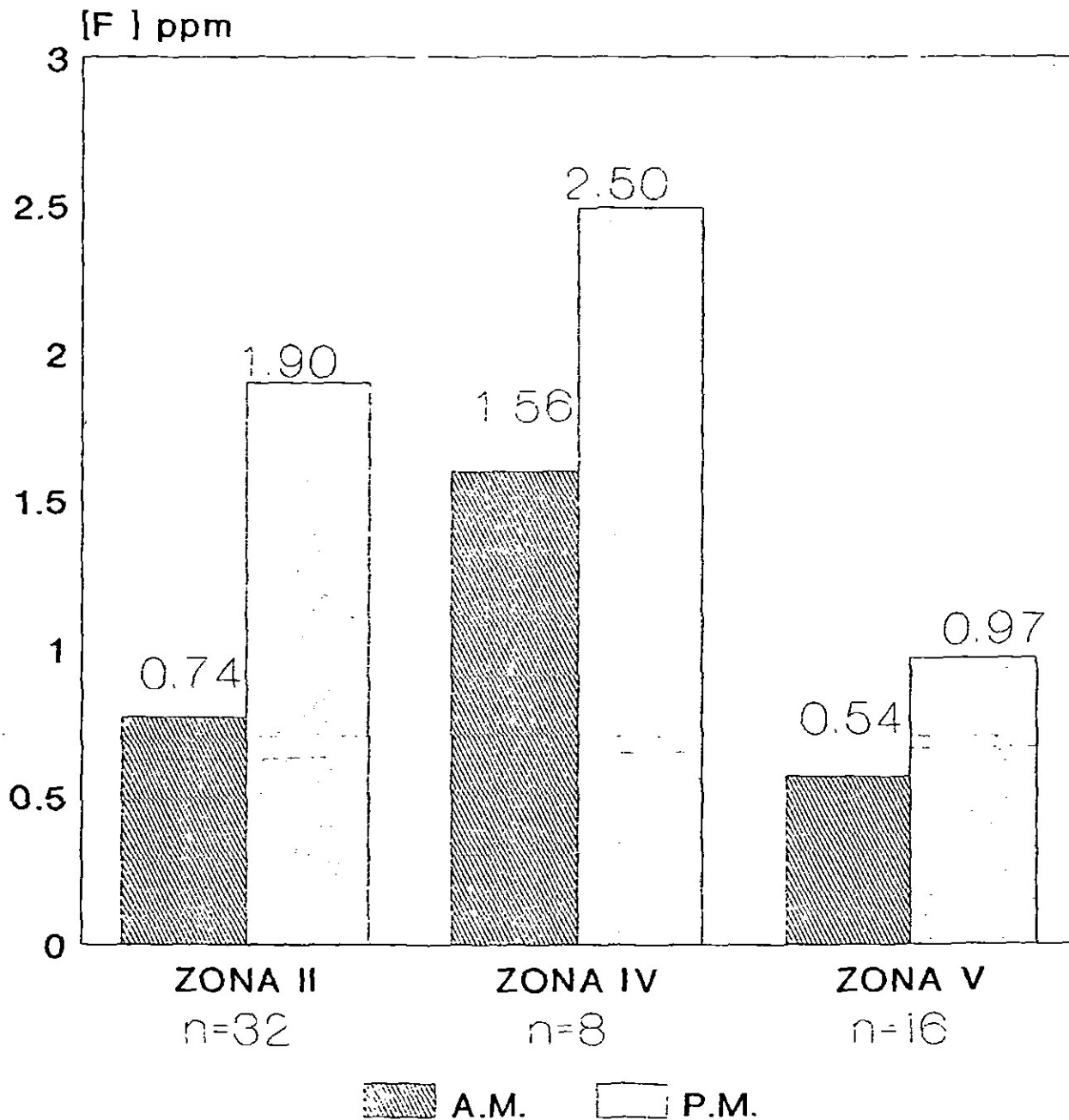


FIGURA 11

Variación de la concentración de F^- en orina durante el día.

Para finalizar el análisis, se pretendió conocer cual es la variación aproximada de fluor contenido en el organismo durante el día. Para lo cual, de un número selecto de niños de tres de las zonas muestreadas, se hizo el análisis de fluor en orina a dos horas diferentes durante el transcurso del día y se obtuvo un valor promedio de cada zona. Resultado de esto, se obtuvo que la variación de la concentración de fluor en orina es significativa con respecto a la primera hora del día, en donde el aumento es variable para cada zona y, por lo tanto, para cada individuo.

VARIACION EN LA CONCENTRACION DE F EN ORINA DURANTE EL DIA



A.M. = 11:00 HRS. (+/- 1 HORA)

P.M. = 18:00 HRS. (+/- 1 HORA)

VII DISCUSION.

San Luis Potosí es una ciudad en la que en años recientes se han perforado gran cantidad de pozos. Esto ha provocado que aguas subterráneas sean llevadas a pozos para el consumo de la población. Existen datos recientes que indican el grado de contaminación por fluor en estos(65). La zona metropolitana cuenta con pozos distribuidos e interconectados, que permiten el flujo de agua hacia diferentes puntos de la ciudad.

Los resultados obtenidos muestran que en San Luis Potosí se encuentran niveles de fluor en agua de grifo mas altos de lo normal. Estos niveles varían de una area a otra en la ciudad.

La distribución de la fluorosis dental en la población infantil es de un 34% para la fluorosis grave, un 18 % de la moderada, y para la leve y muy leve, un 32 %. Estos resultados al compararlos con comunidades en donde los niveles de fluor son normales nos permiten observar que la prevalencia de este padecimiento en San Luis Potosí es mucha mas alto. El diagnóstico de fluorosis dental es un indicador de efecto temprano en la salud; para la población potosina es un indicador temprano de daño por el hecho de haber localizado en un 85% de la población fluorosis dental. En base a todo lo antes dicho se estableció el riesgo relativo de daño dental para cada zona presentado en la Figura 10.

Los factores de riesgo a los que la población se encuentra expuesto son muy variables y dificiles de controlar, el incremento en la fluorosis dental observado en la ciudad de San Luis Potosí no se puede atribuir sólo a la ingesta de agua contaminada por fluor; si bien se obtuvo que un 82.35 % de los niños consumen agua de grifo, existe también un alto porcentaje de niños que la han substituido por agua embotellada.

La temperatura puede ser un factor de riesgo. En San Luis Potosí el promedio anual es 24 °C esto conduce a una ingesta mayor de agua y por lo tanto de fluor, sin embargo, solo esto no explica el incremento en la fluorosis dental.

Un factor muy importante que puede incrementar la ingesta de fluor es el agua hervida. Los resultados de este estudio indican que un 92.15 % de la población consume alimentos que han sido preparados con agua de grifo hervida, además un 91 % de la población reconstituye las fórmulas para infantes con agua hervida. El agua hervida puede duplicar su concentración con respecto al agua no hervida. Este riesgo puede ser comprobado con los resultados que han sido mostrados en la figura 9, para los niños, por la mañana la mayor fuente de fluor pudo ser los alimentos ingeridos durante el desayuno como lo son leche, pan y huevo entre otros; pero muchos de estos niños no tienen una

ingesta muy alta de alimentos preparados con agua de grifo sino que son mandados a la escuela con lonche que entre otras cosas incluye agua de frutas y/o refresco, sin embargo después de 4 horas debieron ser los alimentos ingeridos en los que se incluye la comida cuya cocción fue con agua de grifo.

En el análisis de las muestra de agua y de orina las concentraciones de fluor que se obtuvieron muestran un indicativo de que tan contaminada se encuentra el agua y del nivel de exposición de los niños. Se obtuvo una correlación fluor agua - fluor orina la cual nos indica que por cada unidad de fluoruro en agua se ve un aumento de 0.38 unidades de fluoruro en orina. Para la zona IV se obtuvo que la concentración media de fluor en agua es de 3.5 ppm con un rango de concentraciones que van de 0.73 a 5.79 ppm, esta es la zona de mayor contaminación en la ciudad de San Luis Potosí, la zona V tiene una concentración media de fluoruro de 1.74 con un rango de 0.35 a 3.44 ppm; esta es la zona de menor contaminación. Las demás zonas se encuentran con concentraciones intermedias entre estas dos zonas.

Si tomamos en cuenta las concentraciones de riesgo del fluor contenido en agua tenemos una concentración media de fluor en agua de grifo que sobrepasa los límites ambientales establecidos a los que la población potosina está expuesta. El problema de la fluorosis dental se clasifica en un problema estético pero el riesgo de fluorosis esquelética está presente; existen los antecedentes de personas con fluorosis esquelética que presentaron niveles de fluor en agua y fluor en orina similares o por debajo de los presentados en los niños en este estudio.

Al tratar de establecer una relación fluor en agua - fluorosis dental y fluor en orina - fluorosis dental se observó que a mayor concentración de fluoruros en agua hay un aumento de casos de daño dental, pero que aun a concentraciones bajas un gran porcentaje de la población presenta fluorosis grave además de algún otro grado de fluorosis, esto puede ser debido a que estos niños cambiaron de domicilio después de su dentición y que las cocentraciones de fluor que se localizó en el agua del grifo de su casa son del domicilio reciente y no del que habitaban durante su desarrollo, prueba de esto puede ser que de un 85.29 % de niños que siempre han vivido en San Luis Potosí un 50.75% de los niños no siempre han habitado la casa en la que se encontraban el día que se llevó a cabo el estudio, además de una ingesta incrementada por la temperatura, una dosis aumentada por agua hervida y por cocción de alimentos empleando agua hervida.

Para la relación fluor en orina - fluorosis dental se observó el mismo efecto; cuando aumenta la concentración de fluoruro en orina aumenta el número de casos de fluorosis grave y a aniveles bajos de fluor en orina también se detecta este padecimiento en un alto porcentaje. También fueron detectados todos los demás grados de fluorosis.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo nos llevan a resaltar el gran problema de salud existente que está distribuido en la ciudad en diferentes proporciones atribuido a los niveles altos de fluor contenido en el agua de consumo, a factores alimenticios que influyen en la ingesta total diaria de este mineral, a las enfermedades que sensibilizan esta exposición, y a la temperatura anual a la que estamos sujetos. Los puntos logrados en el presente trabajo sirven como base para un futuro establecimiento de normas que nos permitan desarrollar parámetros óptimos de ingesta diaria que lleven a una regulación estatal de la exposición al fluor (evaluación del riesgo).

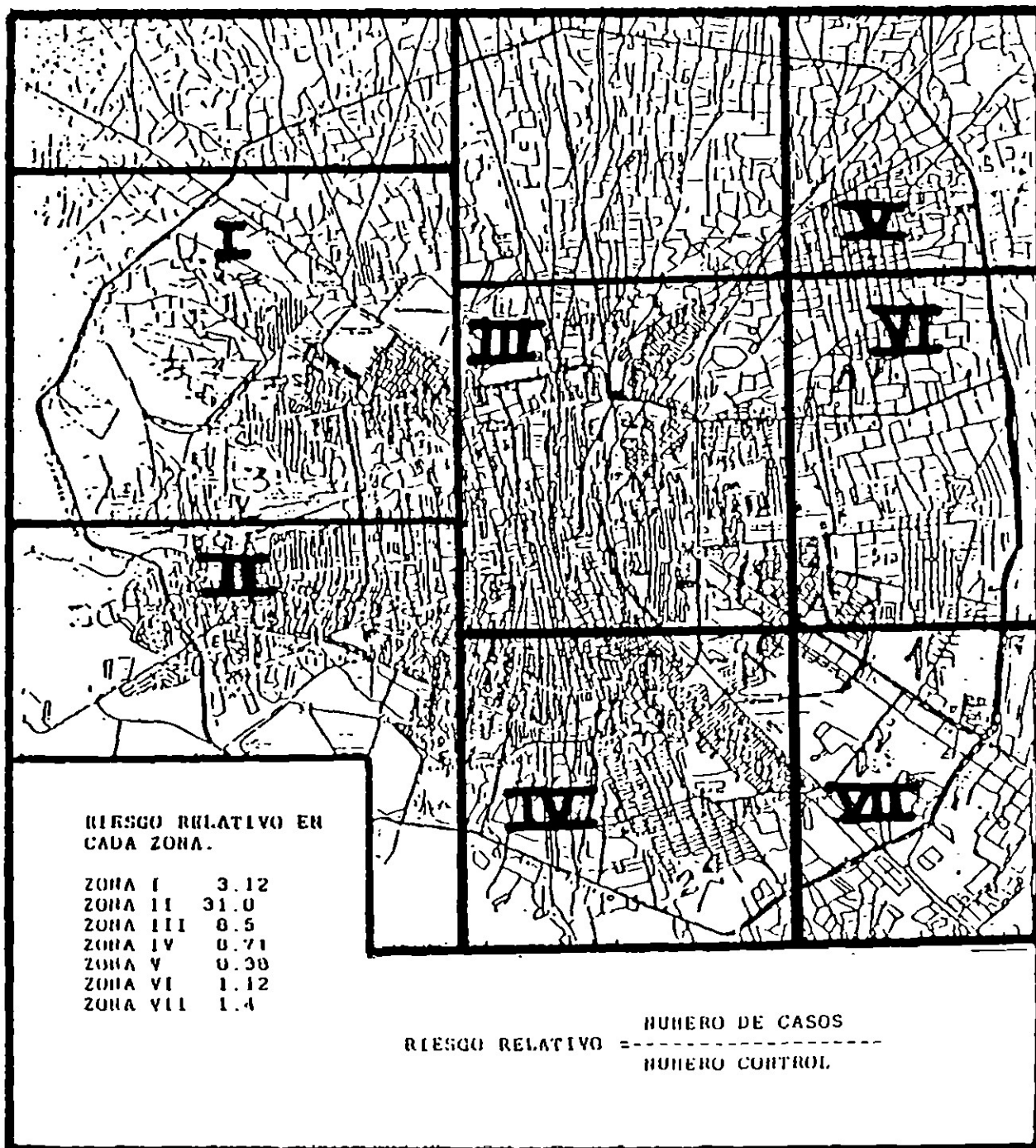


figura 10

VIII. CONCLUSIONES

1. El agua de consumo de la Ciudad de San Luis Potosí se encuentra contaminada por fluor en diferentes proporciones.
2. Se demostró que esta contaminación se está manifestando por la fluorosis dental presente en los niños.
3. Se demostró que conforme aumenta la cantidad de fluor en agua aumenta el grado de fluorosis dental. Si la fluorosis dental grave se localizó en mayor proporción esto nos indica que tan contaminada está el agua.
4. Los niños que no nacen en lugares con contaminación de fluor en agua pero que la mayor parte de su desarrollo permanecen en lugares contaminados pueden sufrir los estragos causados por el fluor al igual que un niño que nació y que siempre ha vivido en un lugar contaminado.
5. Los factores que influyen en la ingesta diaria de fluor son: una ingesta de agua incrementada por la temperatura que prevalecen durante el año, dosis aumentada por ingesta de agua hervida y dosis aumentada por cocción de alimentos empleando agua hervida.
6. Es difícil tener un control en la ingesta de fluor por medio de los alimentos en los niños. Además de que es imposible impedir que el agua que consumen no sea hervida para tratar de evitar un aumento en la dosis.
7. Gran parte de la población potosina está en riesgo de sufrir la fluorosis esquelética; ya que cuenta con todos los factores que la predisponen (desnutrición, deficiencias de calcio, enfermedades renales, y una exposición excesiva al fluor) que se manifiesta después de un tiempo muy prolongado de exposición.
8. Es necesario establecer límites de concentración de fluor en agua no para la Republica Mexicana sino para el Estado de San Luis Potosí, ya que es imposible sujetarnos a lugares que presentan diferentes condiciones geográficas y climatológicas.

IX BIBLIOGRAFIA

1. E. Cuenca., C. Manau Ll. Serra (1991) Fluor Sistémico. Manual de Odontología Preventiva y Comunitaria., Cap. 9 89-107.
2. Kenneth W. Whitten., Kenneth D. Gailey (1985) Elementos no metálicos, parte I: Los gases nobles y el Grupo VII A. Química General., Cap 22 585-588.
3. Public Health Service. Department of Health Services. February 1991. Review of Fluoride, benefits and risks, Report of the committee to coordinate environmental health and related programs.
4. Joseph F. Volker., David L. Russell., Prevención de caries dental con fluoruro ; 22: 430-451.
5. Louis S. Goodman., Alfred Gilman Bases Farmacológicas de la Terapéutica Fluoruro. 674-675.
6. Departamentos de Estudios Económicos. Comisión de Fomento Minero (1967) Fluorita .
7. World Health Organization (1984) Fluorine and Fluorides. Environmental Health Criteria 36, Who, Geneva.
8. Curtis H. Carlson., W.D. Armstrong and Leon Singer., (1960) Distribution, migration and binding of whole blood fluoride evaluated with radiofluoride Am. J. Physiol., 199: 187-189.
9. N. David Charkes., P. Todd Makler, Jr., and Charles Philips (1978) Studies of Skeletal Tracer Kinetics. I. Digital-computer solution of a five-compartment model of (18F) Fluoride Kinetics in humans. J. Nucl.Med., 19: 1301-1309.
10. Maheswari U.R., McDonald J.T., Schneider V.S., Brunetti A.J., Leybin L., Newbrun E., and Hodge, H.C. (1981) Fluoride balance studies in ambulatory healthy men with and without fluoride supplements. Am. J. Clin. Nutr. 34: 2679-2684.
11. Fieser y Fieser (1956) Química Orgánica Derivados del Fluor 192-193.
12. Cotton y Wilkinson., (1975) Química Orgánica Avanzada Fluor 14: 401-414.

13. Sebastian G. Ciano., Priscilla C. Bourgault.,
(1990) Farmacología Clínica Fluoruros
para odontólogos 10: 191-207.
14. A.Oliveby., S.Twetman., J. Ekstrand ., (1990)
Diurnal Fluoride Concentration in Whole Saliva in
Children Living in a High- and a Low-Fluoride Area
Caries Research 24: 44-47.
15. W. D. Armstrong., W.D., Singer, L., and Makowski
W.L. (1970) Placental transfer of
fluoride and calcium. Am. J. Obstet. Gynecol
107: 432-434.
16. Whitford, G.M., Pashley, D.H., and Stringer, G.I.
(1976) Fluoride renal clearance: a Ph-dependent
event. Am. J. Physiol., 230: 527-532.
17. J. Ares., (1989) Urinary Fluoride: Dependence
on pH, Creatinine Excretion, and Occupational
Exposure. Bull Environ Contam. Toxicol
42: 905-910.
18. Department of Health and Human Services. Agency for
Toxic Substances and Diseases Registry (1991)
Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride,
and fluorine (F). U.S.
19. Ress D., Rama D.B.K. y Yousefi V. (1990)
Fluoride in workplace air and urine of workers
concentrating fluorspar. Am. J. Ind. Med.
17: 311-320.
20. Czarnowski W., and Krechniak J. (1990) Fluoride
in the urine, hair, and nails of phosphate
fertiliser workers. Br. J. Ind. Med.
47: 349-351.
21. Arthur C. Guyton. (1975) Metabolismo
del calcio, huesos, hormona paratiroidea y
fisiología de los dientes. Fisiología
Humana 36: 408-416.
22. Jay Tepperman (1973) Fisiología Metabólica y
Endocrina. Regulación hormonal de la homeostasia del
calcio. 22: 233-247
23. Bradley M. Patten (1953) Development
of the face and Jaws and the teeth Human
Embryology 14: 441-459.
24. Gerard J. Tortora., Nicholas P. Anagnostakos
Aparato Digestivo Principios de Anatomía y
Fisiología 24: 738-741.

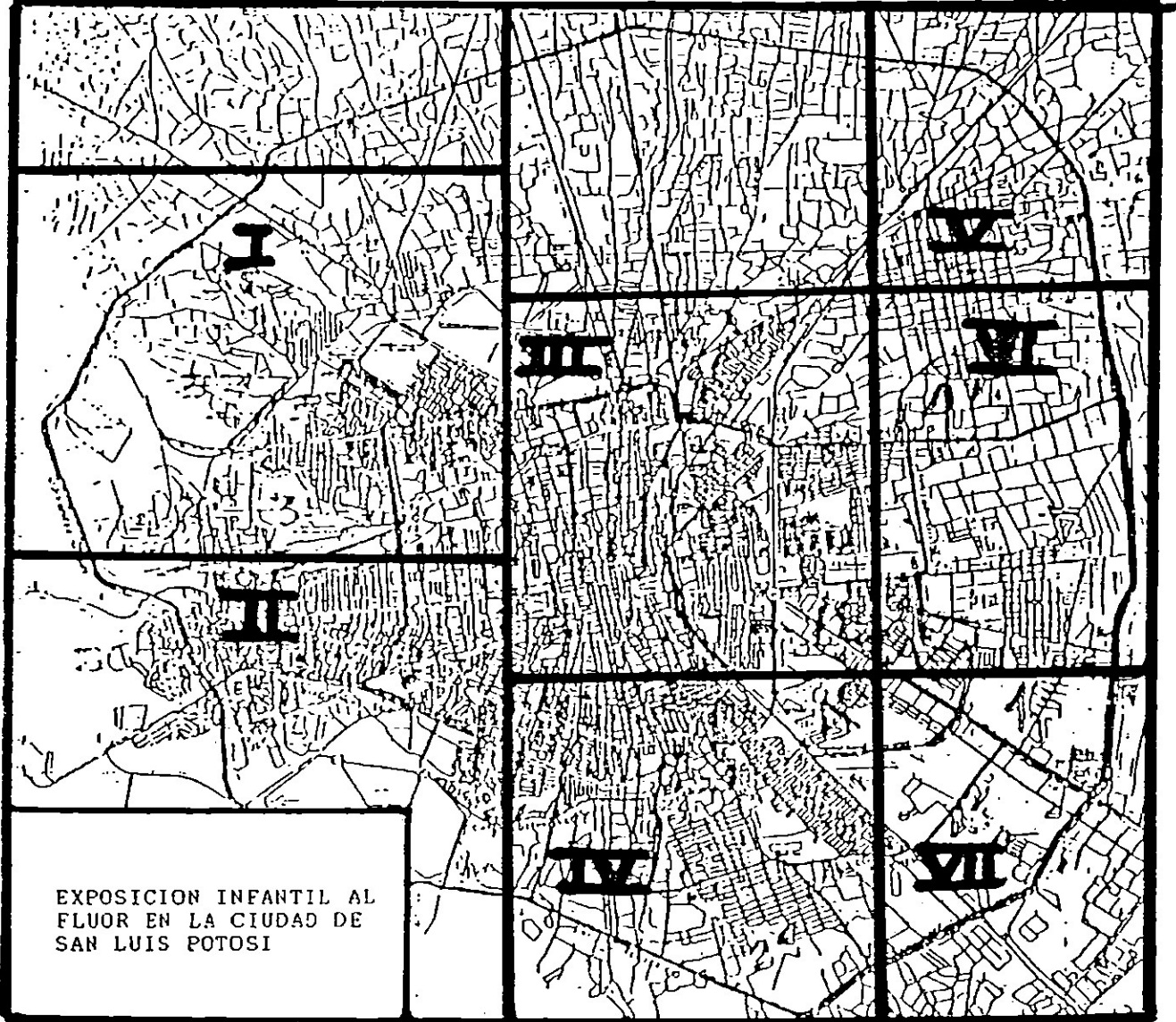
25. Hubert N. Newman (1980) La placa dental; Placa y enfermedad Ecología de la Flora de los Dientes Humanos 4 : 62-67.
26. S. Yasin - Harnekar, BChD (1988) Nursing Caries A Review Clinical Preventive Density 10: 3-8.
27. P. Stadler (1990) Fluorides Int. J. Clin. Pharmacol. Therap. Toxicol. 28: 20-26.
28. American Academy of Pediatrics (1986) Committee on Nutrition - Fluoride Supplementation PEDIATRICS 77: 758-761.
29. Lois Kramer., Dace Osis., Emilie Wiatrowski and Herta Spencer (1974) Dietary fluoride in different areas in the United States The American Journal of Clinical Nutrition 27: 590-594.
30. Israel Davidsohn., John Bernard Henry (1979) Agua, electrólitos, ácido-base y oxígeno Todd-Sanford Diagnóstico Clínico por el Laboratorio 12: 806-810.
31. K.Venkateswara Rao., and C.L. Mahajan Survey of Water Quality with Special Reference to Fluoride Content and Endemic Fluorosis in Arid Rural Parts of South India (Anantapur District, Andhra Pradesh) Asian Environment. 19-28.
32. Principios Histológicos Generales y Tejidos Primarios 4:159-194.
33. Herta Spencer., Dace Osis and Emilie Wlatrowski (1975) Retention of fluoride with Time in Man Clin. Chem. 613-618.
34. W. Al-Alousi., D. Jackson., G. Crompton., O.C. Jenkins (1975) Enamel Mottling in a Fluoride and in a Non- Fluoride Community British Dental Journal 9-15
35. Keith L. Moore (1980) Causas de las malformaciones congénitas-Antibióticos Embriología Clínica 8: 162-163.
36. S.Muramoto., H.Nishizaki., and I. Aoyama. (1990) Fluoride Content of Children's Teeth in One District in Japan with High Fluoride Content in Water Bull. Environ. Contam. Toxicol. 45: 471-477.

37. Gladys N. Opinya., Jakob Valderhaug., Jan M. Birkeland., and Per Lokken (1991) The Fluorosis of deciduous teeth and first permanent molars in a rural Kenyan community Acta Odontol. Scand 49: 197-202.
38. Victor A. Dill., PhD.,M.D. (1954) The Anions: Fluorides, Iodides, Phosphates, and Other Anions. Pharmacology in Medicine 37: 1-3.
39. IRPTC Bulletin (1990) Fluorides 10:33-34.
40. Roberto Leyva Ramos., Araceli Juarez., Jovita Mendoza., Rosa Guerrero (1992) Análisis de Fluoruros en bebidas carbonatadas (refrescos) en la Ciudad de San Luis Potosí Sociedad Mexicana De Ingeniería Sanitaria y Ambiental
41. S.S. Jolly., M.D.,M.R.C.P., B.M. Singh., M.D. and O.C. Mathur, PH.D. (1969) Endemic Fluorosis in Punjab (India) American Journal of Medicine 47:553-563.
42. Moira Chan-Yeung., K. Subbarao., J.Knickerbocker., S. Grzybowski (1983) Epidemiologic Health Study of Workers in an Aluminum Smelter in Kitmat, B.C. II. Effects on Musculoskeletal and Other Systems. Archives of Environmental Health 38:34-40.
43. MaryFran R. Sowers., PhD. Robert B. Wallace., MD. and Jon H. Lemke, PhD (1986) The relationship of bone mass and fracture history to fluoride and calcium intake: a study of three communities American Journal Clinical Nutrition 44: 889-898.
44. C. Cooper., CWhickham., R.F. Lacey., D.J.P. Barker (1989) Water fluoride concentration and fracture of the proximal femur. Journal of Epidemiology and Community Health 44: 17-19.
45. MaryFran R. Sowers., M. Kathleen Clark., Mary L. Jannaush and Robert B. Wallace (1991) A Prospective Study of Bone Mineral Content and Fracture in Communities with Differential Fluoride Exposure American Journal of Epidemiology 133:649-660.

46. Gilbert H. Ayres (1975) Iones
complejos Análisis Químico Cuantitativo
7: 124-125.
47. Corning Science Products (1984)
Operating Instructions/Technical Specifications
Fluoride Electrode 1-12.
48. Arthur I. Voguel (1969) Titulaciones
potenciométricas Química Analítica
Cuantitativa 6: 970-972.
49. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e
Informática (1984) La Minería en
México.
50. Philip J. Klemmer, M.D., Nortin M. Hadler.,
(1978) Subacute Fluorosis A Consequence
of Abuse of an Organofluoride Anesthetic.
Annals of Internal Medicine 89: 607-611.
51. Roger M Cass., Joseph D. Croft., Peter Perkins.,
William Nye., Christine Waterhouse (1966)
New Bone Formation in Osteoporosis Following
Treatment with Sodium Fluoride. Arch
Intern. Med. 118: 11- 115.
52. K. R. Phipps., B.A. Burt (1990)
Water-borne Fluoride and Cortical Bone Mass: A
Comparison of Two Communities J. Dent.Res.
6: 1256-1260
53. Reddy D.R. (1979) Intoxication of
The Nervous System Handbook of
Clinical Neu. 36: 465-504.
54. R. M. Shayiq ., H. Raza ., A. M. Kidwai (1985)
Effects of Fluoride on Membrana Permeability and
Brush Border Enzymes of Rat Intestine In Situ
Chem. Toxic. 1: 33- 36.
55. D. Saralakumari., Ramakrishna Rao (1991)
Red Blood Glucose Metabolism in Human Chronic
Fluoride Toxicity Bull. Environ. Contam.
Toxicol. 47: 834- 839.
56. R. M. Shayiq ., A. M. Kidwai (1986)
Effect of Fluoride on Uptake of D- Glucose by
Isolated Epithelial Cells of Rat Intestine
Environmental Research 41: 388-399.

57. R.M. Shayiq ., H. Raza ., M. Kidwai (1986)
Fluoride ans Lipid Peroxidation: A Comparative
Study in Different Rat Tissues Bull.
Environ. Contam. Toxicol. 37: 70-76.
58. William J. Caspary., Brian Myhr., Linda Bowers.,
Douglas McGregor ., Colin Riach and Alison Brown.
(1987) Mutagenic Activity of Fluorides
in Mouse Lymphoma Cells Mutation Research
165-180.
59. Yimming Li ., Ann J. Dunipace and George K.
Stookey (1988) Genotoxic Effects
of Fluoride: a Controversial issue.
Mutation Research 127-136.
60. Philippe Grandjean ., Knud Juel ., Ole Moller
Jensen (1985) Mortality and
Cancer Morbidity After Heavy Occupational Fluoride
Exposure American Journal of Epidemiology
121: 57-64.
61. J. David Erickson ., D.D.S., PhD. (1987)
Mortality in Selected Cities With Fluoridated and
Non-Fluoridated Water Supplies New England
Journal of Medicine 298: 1112-1116.
62. Bulkeley Terrace ., Beaumaris Gwynedd (1985)
Fluoridation and Cancer Mortality in Anglesey
Journal of Epidemiology and Community Health
39: 224-226.
63. Philippe Grandjean ., Jorgen H. Olsen ., Ole
Moller Jensen ., Knud Juel (1992)
Cancer Incidence and Mortality in Workers Exposed
to Fluoride Journal of The National
Cancer Institute 84: 1903-1909.
64. Phisical and Chemical Analysis Branch Fluoride in
Urine (1991) Analytical Method.
65. Medellin M., P., Alfaro de la T., M.C., Sarabia
M., I., De Lira S., A.G. y Nieto A., B.
Fluoruros en Agua de Consumo en La Ciudad de San
Luis Potosí y Zona Conurbada con el Municipio de
Soledad de Graciano Sánchez.

ANEXO 1



ANEXO 2



FACULTAD DE MEDICINA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
AV V CARRANZA 2405 APARTADO POSTAL 142
TELÉFONOS 13-04 99 (CONMUTADOR); 13-05 11 DIRECCIÓN; 13-14 89 (FAX)
78210 SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P. MÉXICO

Enero 1992

Estimado Sr. Padre de Familia:

Como es de su conocimiento, la contaminación por fluor del agua de San Luis Potosí, es una problemática ambiental que está afectando la salud de los potosinos, sobre todo del sector infantil. Por tal motivo, las Facultades de Medicina y Estomatología iniciarán un estudio para evaluar la exposición de los niños al fluor, analizando además, la incidencia de fluorosis dental. El estudio será levantado en toda la ciudad y 700 niños serán examinados. Para ello, hemos dividido la zona metropolitana en siete zonas, según los antecedentes que tenemos de la presencia de fluor en agua potable. Cada zona tiene un promedio distinto de fluor en agua.

El estudio constará de lo siguiente: detección de fluor en agua de grifo de las casas de cada uno de los niños a estudiar; detección de fluor en muestras de orina; detección de fluor en dientes (sólo en aquellos niños que nos faciliten los dientes de su primera dentición y que los padres los hayan guardado, para el estudio extraeremos ningún diente); examen dental para medir la incidencia de fluorosis dental; y, levantamiento de una encuesta. Los investigadores responsables son. Dra. Margarita Rosas; Dra. Margarita Ponce; y, Dr. G.Fernando Díaz-Barriga.

Considerando que su hijo (a) fue seleccionado (a) para el estudio, solicitamos su colaboración. Para ellos reiteramos que no tendrá que efectuar pago alguno, y que los datos serán manejados en forma anónima. Además, Usted tendrá plena libertad de abandonar el estudio cuando así lo considere pertinente.

De antemano agradecemos su cooperación.

Atentamente,

Dr. Jose Luis Leiva Garza.
Director de la Facultad de Medicina

Acepto participar

Nombre: -----

Dirección: -----

EXPOSICION INFANTIL AL FLUOR EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI-1992

I. DATOS GENERALES.

1. Folio _____(no llenar)
2. Fecha _____
3. Nombre del entrevistador _____
4. Dirección de la Entrevista _____
5. Zona. _____

II. DATOS DEL NIÑO (A).

6. Nombre completo _____
7. Fecha de nacimiento _____
8. Edad _____ años _____ meses (no llenar)
9. Lugar de nacimiento _____
10. ¿Siempre ha vivido en la ciudad de San Luis Potosí?_____
11. Nombre de la Escuela _____
12. Zona de la Escuela _____ (no llenar)

III. DATOS SOBRE LA EXPOSICION.

13. ¿El niño (a) ha vivido siempre en la dirección actual?

14. Si la respuesta anterior es NO. Dirección (es) anteriores, incluyendo nombre de colonia o áreas conocidas y tiempo de residencia en cada una de ellas.

14.1

14.2

14.3

IV. DATOS SOBRE EL AGUA DE CONSUMO.

15. Fuente : grifo particular _____, llave comunitaria____, garrafón _____, pipa _____, otro _____, explique_____.

16. ¿Almacena el agua de algún recipiente? si_____ no _____

17. Si la respuesta anterior es afirmativa, indique que tipo de recipiente _____.

18. ¿Filtra el agua? si_____ no _____.

19. Si la respuesta anterior es afirmativa, indique que tipo de filtro _____.

20. ¿Hierve el agua de grifo? si _____ no _____.

21. ¿Cocina con el agua de grifo? si _____ no _____.

22. ¿Cuántos vasos de agua toma su hijo (a)? . _____.

23. ¿Cuántos refrescos se toma al día? _____.

24. Marca _____.

V. ANTECEDENTES FAMILIARES DE FLUOROSIS DENTAL.

" MUY IMPORTANTE : HACER ESTAS PREGUNTAS REFIRIENDOSE SOLO A LAS PERSONAS MENORES DE 25 AÑOS DE EDAD 2

25. Número de hermanos del niño (a) _____.

26. De ellos ¿Cuántos tienen los dientes manchados? _____.

27. Favor de indicar:

Lugar de residencia anterior para hermanos con manchas dentales _____

Lugar de residencia anterior para hermanos sin manchas dentales _____

28. ¿existe o ha existido alguna diferencia en hábitos alimenticios entre los hermanos con y sin manchado dental?

Si _____ no _____.

29. Si la respuesta anterior es afirmativa, explique

30. ¿Entre los hermanos existe alguna otra diferencia (por ejemplo, alguno de ellos es muy deportista)?_____

_____.

VI. ANTECEDENTES SOCIOECONOMICOS.

31. Ocupación del padre _____
32. Ocupación de la madre _____
33. Número de coches _____
34. Tipo de Escuela del niño (a): pública _____ privada _____

VII. ANTECEDENTES DE SALUD.

35. Enfermedades Renales : No _____ Si _____ Cuales _____
36. Diabetes: No _____ Si _____.
37. Enfermedades de Tiroides: No _____ Si _____ Cual _____
38. Otras enfermedades: No _____ Si _____ Cuales _____
- _____

VIII. FACTORES DE RIESGO.

39. ¿Cuántas veces se cepilla los dientes el niño(a): _____
40. ¿Tiene fluor la pasta dental que usa? No _____ si _____
41. ¿El niño (a) usa enjuagues bucales con fluor? No _____
Si _____.
42. ¿Se amamantó al niño (a)? No _____ Si _____.
43. Si la respuesta fue afirmativa ¿Cuántos meses? _____
44. Si la respuesta fue afirmativa ¿Utilizó leche de fórmula con agua hervida? Si _____ No _____ (si aquí la respuesta es negativa, pida al encuestado que explique).

ANEXO 3

ix. COLECTA DE MUESTRAS

AGUA DE GRIFO _____ concentración _____

AGUA DE GARRAFON _____ MARCA _____ concentración _____

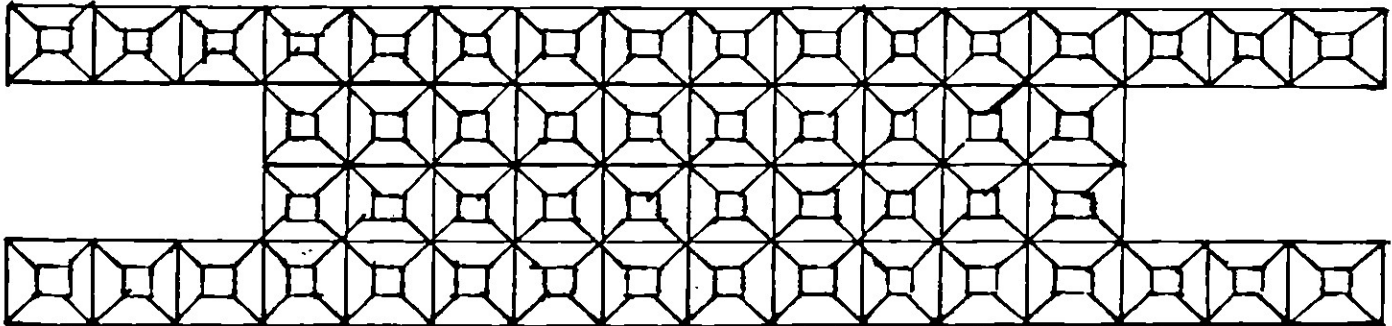
ORINA _____ concentración _____

DIENTE _____ concentración _____

x. INDICE DE FLUOROSIS

0-NORMAL _____ 1-LEVE _____ 2-MODERADA _____ 3-GRAVE _____

EVALUACION DE FLUOROSIS:



CLAVE 0-NORMAL 1-MUY LEVE 2- LEVE 3-MODERADA 4-GRAVE

REALIZO LA ENCUESTA :

ANEXO 4

COLONIAS Y/O FRACCIONAMIENTOS PERTENECIENTES A CADA ZONA

ZONA I

Rural Atlas
Mezquital
Julias
Piedras
San Alberto
La Forestal
Rural Atlas
Morelos
Las granjas

ZONA II

Garita
Lomas
Morales
Parte de Carranza
Cumbres de San Luis
Universitaria
Polanco

ZONA III

Zona Centro
y alrededores

ZONA IV

Himno nacional
Progreso
Nuevo Progreso
Balcones del Valle
Tierra Blanca
Santuario
Santa Fe
Niños Heroes
Graciano Sanchez
San Leonel

ZONA V

Soledad de Graciano
Sanchez

ZONA VI

Prados
Abastos
B. Anaya
UPA
Ciudad 2000

ZONA VII

Arbolitos
Juan Sarabia

