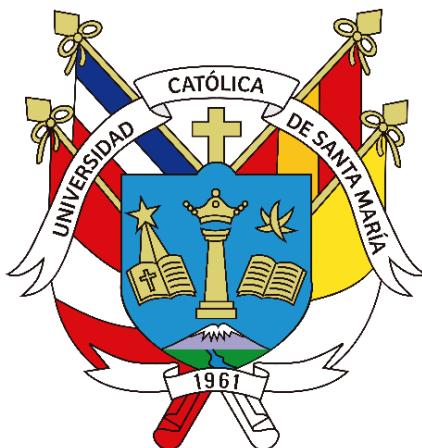


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Medicina Humana
Escuela Profesional de Medicina Humana



**Exposición al flúor y eliminación renal de flúor en escolares de los
distritos de Uchumayo - Yanahuara, Arequipa 2024**

Tesis presentada por la Bachiller:

Gonzales Alvarez, Arlyn Nicoll

ORCID: 0009-0003-8906-2573

para optar el Título Profesional de Médica Cirujana

Asesor:

Dr. Núñez Quiroz, Roberto Orlando

ORCID: 0000-0002-3622-4810

Arequipa – Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MEDICINA HUMANA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 07 de Agosto del 2024

Dictamen: 012516-C-EPMH-2024

Visto el borrador del expediente 012516, presentado por:

2017832052 - GONZALES ALVAREZ ARLYN NICOLL

Titulado:

**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN ESCOLARES DE LOS DISTRITOS
DE UCHUMAYO - YANAHUARA, AREQUIPA 2024**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

MEDICO CIRUJANO

**29389055 - DEL CASTILLO SOLORZANO NOEMI
DICTAMINADOR**



**46112071 - VIZCARRA VIZCARRA CRISTHIAN ADOLFO
DICTAMINADOR**



**29714818 - ZEGARRA ADANAQUE ALICE NATHALI
DICTAMINADOR**



Exposición al flúor y eliminación renal de flúor en escolares de los distritos de Uchumayo - Yanahuara, Arequipa 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	3%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	2%
4	elibro.apps.sid.uncu.edu.ar Fuente de Internet	2%
5	scielo.iics.una.py Fuente de Internet	1%
6	erevistas.saber.ula.ve Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

A Dios, Padre celestial,

A mi familia,



AGRADECIMIENTO

A Dios, porque sus tiempos son perfectos, porque siempre guía mis pasos.

A mis padres, por su apoyo y amor incondicional.

A Romina, Michelle y Hugo por acompañarme en este proceso y siempre darme palabras de aliento.



EPIGRAFE

“El que no vive para servir, no sirve para vivir “

Madre Teresa de Calcuta



RESUMEN

El flúor es un elemento químico que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, es bien conocido por su capacidad de prevenir las caries dentales, razón por la cual se añade al agua potable y a los productos dentales. Sin embargo, la exposición a altos niveles de flúor puede tener efectos adversos en la salud, entre ellos el daño renal. Objetivo: Evaluar la relación entre la exposición al flúor y su eliminación renal en escolares de dos distritos de Arequipa. Método: Se realizó un estudio transversal observacional, y relacional sobre la exposición al flúor y su eliminación renal de flúor, mediante la relación flúor/creatinina en escolares entre 9 y 16 años pertenecientes a los distritos de Uchumayo y Yanahuara, con niveles elevados de flúor en orina. Se recolectaron muestras de orina de 24 horas en 5 colegios para determinar la relación flúor/creatinina. La concentración de creatinina se determinó por el método cinético cuantitativo, la determinación de flúor se realizó el método potenciométrico con electrodo de ion selectivo de flúor. Se usaron las pruebas estadísticas Chi-cuadrado, Chi-cuadrado de Pearson y T – student. Resultado: 76.92% de los escolares presentaron niveles elevados de flúor en orina de 24 horas. La mayoría (90.4%) mostró niveles normales de creatinina en orina. La relación flúor/creatinina fue muy alta en el 25% de los casos, alta en el 49%, moderada en 23.1% y bajo en el 2.9% de los estudiantes. Conclusiones: Existe una alta prevalencia de exposición a flúor y de su eliminación renal en escolares de dos distritos de Arequipa.

Palabras clave: Eliminación renal de flúor, creatinina en escolares, relación flúor/creatinina.

ABSTRACT

Fluorine is a chemical element that naturally occurs in the Earth's crust. It is well known for its ability to prevent dental cavities, which is why it is added to drinking water and dental products. However, exposure to high levels of fluorine can have adverse health effects, including kidney damage. Objective: To evaluate the relationship between fluorine exposure and renal excretion in schoolchildren from two districts in Arequipa. Method: A cross-sectional observational and relational study was conducted on fluorine exposure and renal fluorine excretion, using the fluorine/creatinine ratio in schoolchildren aged 9 to 16 years from the Uchumayo and Yanahuara districts, with elevated levels of fluorine in their urine. Twenty-four-hour urine samples were collected from 5 schools to determine the fluorine/creatinine ratio. Creatinine concentration was determined by the quantitative kinetic method, and fluorine determination was carried out using the potentiometric method with a fluorine ion-selective electrode. Chi-square, Pearson's Chi-square, and T-student tests were used for statistical analysis. Results: 76.92% of the schoolchildren had elevated levels of fluorine in their urine. The majority (90.4%) showed normal levels of creatinine in their urine. The fluorine/creatinine ratio was very high in 25% of the cases, high in 49%, moderate in 23.1%, and low in 2.9% of the students. Conclusions: There is a high prevalence of fluorine exposure and its renal excretion in schoolchildren from two districts in Arequipa.

Keywords: Renal excretion of fluoride, creatinine in schoolchildren, fluoride/creatinine ratio.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN..... 1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO 2

1. Problema de investigación..... 3

1.1. Determinación del problema 3

1.2. Enunciado del Problema..... 4

1.3. Descripción del Problema..... 4

1.3.1. Disciplina Científica..... 4

1.3.2. Interrogantes básicas..... 5

1.4. Justificación Científica 6

1.4.1. Actualidad..... 6

1.4.2. Originalidad 7

1.4.3. Relevancia Científica..... 7

1.4.4. Relevancia Social 7

1.4.5. Interés Personal 7

2. Objetivos..... 8

2.1. Objetivo General..... 8

2.2. Objetivos Específicos 8

3. Marco Teórico 8

3.1. Flúor 8

3.1.1. Fuentes de flúor 8

3.2. Fluorosis 9

3.3. Metabolismo y excreción de Fluoruro..... 9

3.4. Biomarcadores de exposición al fluoruro..... 10

3.5.	Efectos del flúor en la Salud.....	10
3.5.1.	Efectos del Flúor en la Salud Renal.....	11
3.5.2.	Efecto osteoesqueletico	12
3.5.3.	Efectos neurológicos.....	12
3.5.4.	Efectos endocrinos.....	13
3.6.	Evaluación de la exposición del flúor.....	13
3.7.	Importancia de la investigación en escolares	14
3.8.	Análisis de Antecedentes Investigativos	14
3.8.1.	A nivel local	14
3.8.2.	A nivel nacional.....	17
3.8.3.	A nivel internacional	20
4.	Hipótesis	26
CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....		27
1.	Técnicas, Instrumentos, Materiales y Campo de verificación.....	28
1.1.	Técnica.....	28
1.1.1.	Organización general	28
1.2.	Instrumentos	31
1.2.1.	Instrumentos documentales	31
2.	Campo de verificación.....	31
2.1.	Ubicación espacial.....	31
2.2.	Ubicación temporal.....	31
2.3.	Unidades de estudio.....	32
2.3.1.	Población	32
2.3.2.	Criterios de inclusión.....	32
2.3.3.	Criterios de exclusión	32
2.3.4.	Consideraciones éticas.....	32

3.	Estrategia de recolección de datos	33
3.1.	Organización de la información	33
3.2.	Recursos	33
3.2.1.	Humanos	33
3.2.2.	Materiales	33
3.2.3.	Reactivos	33
3.2.4.	Equipos	34
3.2.5.	Financieros	34
3.3.	Criterios para manejo de resultados	34
3.3.1.	Plan de procesamiento	34
3.3.2.	Plan de Análisis	34
	CAPÍTULO III RESULTADOS	35
	DISCUSION.....	53
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES	60
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	ANEXOS.....	65
	Anexo 1 Documento dirigido al comité de ética de la UCSM	66
	Anexo 2 Documento dirigido a la directora del colegio Santa María del Valle para autorización de la investigación	68
	Anexo 3 Documento dirigido al director del colegio Reino de Bélgica para autorización de la investigación.....	69
	Anexo 4. Documento dirigido a la directora del colegio Alma Mater de Congata para autorización de la investigación	70
	Anexo 5 Consentimiento informado dirigido a los padres de familia.....	71
	Anexo 6. Asentimiento informado dirigido a los estudiantes	72
	Anexo 7 Comunicado de ampliación de investigación a los padres.....	73

Anexo 8 Solicitud dirigida a los directores de las I.E. de Gestión pública y privada de los distritos de Yanahuara y Uchumayo.....	74
Anexo 9 Cuadro matriz.....	75
Anexo 10 Memoria Fotográfica: Recolección de muestras de orina.....	80



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características sociodemográficas de estudiantes expuestos al Flúor.....	36
Tabla 2 Concentración de flúor en orina	40
Tabla 3. Comparación entre las Muestras Emparejadas de Flúor en estudiantes.....	41
Tabla 4 Creatinina en orina a las 24 Horas (mg/dL)	42
Tabla 5 Ratio Flúor/ Creatinina.....	43
Tabla 6 Ratio flúor/creatinina según el sexo	44
Tabla 7 Distribución de ratio flúor/creatinina en escolares	45
Tabla 8 PH en orina de estudiantes con exposición y eliminación renal de flúor en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024.....	47
Tabla 9 Concentración de flúor según el tipo de PH.....	48
Tabla 10. Distribución del Volumen de Orina (mL)	49
Tabla 11 Niveles de flúor en el agua de la Institución Educativa	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Exposición y eliminación renal de flúor en estudiantes según sexo en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024.....	37
Gráfico 2 Exposición y eliminación renal de flúor en estudiantes por grupo etario, en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024.....	38
Gráfico 3 Exposición y eliminación renal de flúor de estudiantes según la Institución Educativa en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024	39
Gráfico 4 Exposición y eliminación renal de flúor de estudiantes en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024	39
Gráfico 5 Ratio flúor/ creatinina en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024	43
Gráfico 6. Ratio Flúor / Creatinina según el sexo en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024	44
Gráfico 7 Distribución de ratio flúor/creatinina en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024.....	45
Gráfico 8 Ratio de flúor/creatinina en escolares relacionada con la Institución Educativa	46
Gráfico 9 Distribución del Volumen de Orina (mL).....	50
Gráfico 10 Relación entre el sexo y el volumen de orina en 24 Horas (mg/dL) en estudiantes.	50

INTRODUCCIÓN

El flúor es un elemento químico presente de manera natural en el ambiente, conocido principalmente por su capacidad para prevenir caries dentales, lo que ha llevado a su adición en productos de uso cotidiano como el agua potable y pastas dentales. Sin embargo, la exposición prolongada a niveles elevados de flúor puede desencadenar efectos adversos en la salud, siendo el daño renal uno de los más preocupantes. En muchos países, incluidos aquellos con escaso control sobre la fluorización del agua, la exposición crónica al flúor se ha convertido en un problema de salud pública significativo.

En el Perú, la exposición a flúor, especialmente en áreas rurales y periurbanas, ha suscitado preocupación debido a la presencia de este elemento en fuentes de agua subterránea, las cuales a menudo superan los niveles recomendados para el consumo humano. En la región de Arequipa, estudios previos han evidenciado altos índices de fluorosis dental en escolares, lo que indica una exposición considerable al flúor. No obstante, la relación entre esta exposición y su impacto en otros sistemas del organismo, como el renal, no ha sido explorada en profundidad.

Esta investigación se enfoca en evaluar la relación entre la exposición al flúor y su eliminación renal en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara en Arequipa. Mediante la medición de la relación flúor/creatinina en orina de 24 horas, se busca determinar si existe un vínculo significativo que permita entender mejor las consecuencias sistémicas de la exposición al flúor en esta población vulnerable. Los resultados de este estudio no solo aportarán al conocimiento científico, sino que también podrían influir en futuras políticas de salud pública orientadas a la prevención de la fluorosis y sus complicaciones.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Problema de investigación

1.1. Determinación del problema

En la actualidad el flúor es más conocido por su efecto preventivo en la caries dental. Por lo cual, el flúor es administrado a través de vehículos como el agua, la sal, y productos fluorados como la pasta dental, geles y barnices (1).

Desde 1960 la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda como medida de salud pública utilizar un medio de fluorización que llegue a todo público (2).

Así mismo sabemos que en el Perú, la Resolución Ministerial N° 1172-2010/MINSA, que establece las "Normas Técnicas de Salud para el Control y Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano". Proporciona lineamientos sobre los parámetros de calidad del agua, incluyendo el fluoruro, y establece los niveles permitidos para garantizar la seguridad del agua potable (3).

La fluorosis sistémica es un problema de salud pública, ya que en muchos países no hay un buen control del procesamiento del flúor, lo que lleva a la exposición crónica de este elemento en las personas, según la OMS, más de 200 millones de personas presentan alguna afección por la exposición crónica al flúor (2).

Desde una perspectiva de salud pública, la prevención de la fluorosis implica un equilibrio delicado, el flúor a niveles óptimos es muy beneficioso para la prevención de las caries dentales, es de hecho la fluoración del agua uno de los 10 grandes logros de la salud pública del siglo XX, esto reconocido por los centros de Control y prevención de enfermedades (CDC), sin embargo, es un reto mantener los niveles de flúor en un rango terapéutico.

El flúor, cuando se ingiere en cantidades excesivas durante un periodo de tiempo prolongado, puede traer efectos perjudiciales en varios órganos, incluyendo los riñones, que juegan un papel importante en la homeostasis del flúor, ya que son la principal ruta de eliminación de este elemento del cuerpo, Sin embargo, esta misma función los hace vulnerables a los efectos tóxicos del flúor (3).

Varios mecanismos han sido propuestos para explicar cómo la exposición al flúor puede afectar la función renal, Algunos mencionan que la acumulación de fluoruro en los tejidos renales genera estrés oxidativo, apoptosis celular y eso conlleva a un

deterioro de la función renal (11). Además, el flúor puede intervenir con la homeostasis del calcio y el magnesio, lo que también lleva a daño renal (4).

Esta investigación tiene como propósito evaluar si la fluorosis reportada en los estudiantes de los distritos de Uchumayo y Yanahuara tiene relación con la excreción renal de flúor que se determinará con niveles de flúor y creatinina en orina de 24 horas.

1.2. Enunciado del Problema

Exposición al flúor y eliminación renal de flúor en escolares de los distritos de Uchumayo - Yanahuara, Arequipa 2024.

1.3. Descripción del Problema

La fluorosis es una enfermedad que se produce por la ingestión crónica de cantidades excesivas de fluoruro, que afecta diferentes órganos como: el sistema osteoesqueletico, el neurodesarrollo, la piel, el sistema endocrino y renal.

Podemos observar niveles elevados de flúor en el agua potable, la dieta de los habitantes, sobre todo en zonas rurales y periurbanas, donde las fuentes de agua subterránea y sobre todo en zonas cercanas a volcanes pueden contener concentraciones de flúor por encima de los valores normales recomendados para salud humana.

1.3.1. Disciplina Científica

- **Área general:** Ciencias de la Salud.
- **Área específica:** Ciencias Médicas
- **Especialidad:** Epidemiología
- **Línea:** Salud Pública

Cuadro 1
Operacionalización de las variables.

Variable	Indicador	Subindicadores	Unidad	Nivel de medición
Variable Independiente Exposición al Flúor	Flúor	Normal: 0.8 a 1.5 Elevado > 1.5	Ppm	Escala
Variable Dependiente Eliminación Renal de flúor	Ratio Flúor/ Creatinina	Valores normales ratio flúor/ creatinina: 0.3 a 2.0	Ug/L - mg/dl	Escala

1.3.2. Interrogantes básicas

- ¿Cuál será la concentración de flúor en orina de 24 horas de los estudiantes del distrito de Uchumayo y Yanahuara en el departamento de Arequipa?
- ¿Cuál será la concentración de creatinina en orina de 24 horas de los estudiantes del distrito de Uchumayo y Yanahuara en el departamento de Arequipa?
- ¿Cuál es la relación flúor/creatinina estimada en la población estudiantil seleccionada perteneciente a los distritos de Uchumayo y Yanahuara?

Cuadro 2.
Taxonomía de la Investigación

Abordaje	Tipo de Estudio					Diseño	Nivel
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de grupos	Por el ámbito de recolección		
Cualitativo - Cuantitativo	Observacional	Prospectivo	Transversal	Asociación	De campo (clínico)	No experimental	De asociación

1.4. Justificación Científica

1.4.1. Actualidad

Muchos países se enfrentan a problemas causados por el consumo de agua contaminada por sustancias tóxicas como el cadmio, flúor, cromo, plomo, arsénico, mercurio, etc. Esta contaminación puede deberse a varios factores como la industrialización, el aumento del parque automotor, minería, o por causas naturales. Una concentración excesiva de flúor en el agua ha sido reportada en 27 países del mundo, donde millones de personas son expuestas y podrían tener afecciones óseas, renales, endocrinológicas, neurológicas, etc., por el consumo crónico de este compuesto (5).

En nuestra región Arequipa una investigación previa llevada a cabo por la Dra. Moya, que empezó el año 2023 buscaba la asociación entre los grados de severidad de fluorosis y caries dental en estudiantes de los distritos de Uchumayo y Yanahuara, se pudo observar que el 98.10% de los estudiantes presentan fluorosis (6).

1.4.2. Originalidad

Esta investigación surge de la curiosidad por conocer que otros daños podría ocasionar el flúor más allá del daño dental. Es de particular preocupación relacionar el impacto del flúor en la función renal, como es sabido los riñones cumplen función de homeostasis en la excreción del flúor, siendo esta la principal vía de eliminación de este elemento del cuerpo (7).

Como ya se contaba con un primer grupo de estudiantes testeado, decidí trabajar con aquellos que tenían resultados de flúor elevado, y en ellos enfoqué mi estudio. Queriendo con esta investigación relacionar la fluorosis y la excreción renal de flúor.

1.4.3. Relevancia Científica

La investigación es relevante porque le da continuidad y diversificación al estudio anterior que solo se centró en la fluorosis dental, en nuestro medio no existen trabajos orientados a la investigación clínica sobre la fluorosis sistémica y su relación con diversos órganos.

1.4.4. Relevancia Social

Esclarece un problema de salud pública subestimado, ya que mientras la fluorosis dental es visible, el daño renal puede ser subclínico y subdiagnosticado, esta investigación podría ayudar a concientizar sobre políticas de salud más efectivas.

Estos hallazgos podrían influir en futuras investigaciones en el campo clínico logrando evidenciar posibles relaciones de fluorosis y enfermedades sistémicas.

1.4.5. Interés Personal

Es de mi particular interés lograr una investigación que aporte y sirva de base para nuevas investigaciones en el campo clínico, ya que hay muy pocas investigaciones, además de cotejar si existe relación entre la exposición al flúor y su eliminación renal. Finalmente, con el presente trabajo pretendo optar por el título profesional de médico cirujano.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Determinar la exposición al flúor y eliminación renal de flúor en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa – Perú 2024.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la exposición de flúor a través de la medición de flúor en orina de 24 horas en estudiantes del distrito de Uchumayo y Yanahuara en el departamento de Arequipa.
- Determinar la concentración de creatinina en orina de 24 horas en estudiantes del distrito de Uchumayo y Yanahuara en el departamento de Arequipa.
- Evaluar la relación flúor/creatinina estimada en la población estudiantil seleccionada perteneciente a los distritos de Uchumayo y Yanahuara.

3. Marco Teórico

3.1. Flúor

La palabra flúor significa fluir si lo traducimos del latín, ocupa el lugar 9 en la tabla periódica, es el elemento más electronegativo que encontramos en la naturaleza, pertenece al grupo de los halógenos, junto al cloro, bromo y yodo (24). Es raro encontrarlo en su forma elemental, generalmente se encuentra de forma ionizada (fluoruro) y formando moléculas diatómicas (6).

La presencia de flúor en material biológico fue observada por primera vez en 1803 por el científico Morichini en las piezas dentales de elefantes fósiles. En 1823 el científico Berzelius detectó los niveles de flúor en agua (8).

3.1.1. Fuentes de flúor

3.1.1.1. Atmósfera

Los fluoruros del aire provienen de los suelos ricos en fluoruro, de los desechos industriales gaseosos, la industria del carbón y las emanaciones de gas en las regiones volcánicas (8).

3.1.1.2. Suelo

El flúor se encuentra presente en las rocas, pero también suele ser parte de otros minerales como: apatita, fluorita, horblenda, etc (6).

3.1.1.3. Agua

Se analizó el agua de mar y se encontró que esta tiene una concentración de flúor bastante constante, entre 0.8 y 1.4. Al analizar las concentraciones de los lagos, ríos o pozos artesanales varía considerablemente entre localidades. La gran mayoría tiene concentraciones de flúor que rondan los 0.5 ppm, aunque en otros lugares la concentración puede ser muy elevada; como es el caso de Valle de Rift en África, donde las lagunas presentan una concentración de flúor superiores a 2500 ppm. En general las aguas superficiales contienen bajos porcentajes de fluoruros, en cambio las aguas que provienen del subsuelo pueden adquirir concentraciones mucho más elevadas (8).

3.2. Fluorosis

La fluorosis es una condición que resulta de la ingesta excesiva y prolongada de flúor. Aunque comúnmente se asocia con efectos en los dientes, la fluorosis afecta múltiples sistemas del cuerpo humano. Esta condición se desarrolla principalmente debido a la ingesta de agua con altos niveles de flúor, aunque también por la exposición industrial o consumo excesivo de productos fluorados (9,10).

3.3. Metabolismo y excreción de Fluoruro

El contenido de flúor en el cuerpo humano está determinado por ciertas relaciones fisiológicas. La concentración y excreción de fluoruro en orina dependen de los niveles que hallamos de fluoruro en plasma; que a su vez están influenciados por el flujo urinario y el PH (11).

Una persona adulta retiene alrededor de 36% de fluoruro si lo comparamos con los niños, ellos retienen hasta el 50% del fluoruro. El 90% del flúor es absorbido por el tracto gastrointestinal, es transportado por el torrente sanguíneo y el resto es eliminado por la orina y las heces (6).

La tasa de excreción del flúor va a depender de la cantidad biodisponible ingerida de este, es decir, el flúor que fue absorbido y distribuido en el organismo (11).

El PH urinario se ve afectado por la dieta, si una persona tiene una dieta rica en vegetales va a producir una orina más alcalina, que da como resultado una mayor proporción de flúor ingerido que es excretado por la orina. Caso contrario con una persona que presenta una dieta rica en carnes, esta provoca una orina más ácida que da como resultado una menor proporción de flúor ingerido que se excreta en la orina (8).

Existen factores que influyen en el metabolismo del flúor, como los trastornos ácido-base, hematocrito, genética, dieta, función renal, actividad física, altitud, embarazo y lactancia. El flúor lo podemos encontrar en:

- Suministros de agua fluorada
- En alimentos como el pollo y vegetales verdes.
- Animales de mar como mariscos, sardinas, salmón
- Alimentos como la gelatina, la sal, te negro
- El agua potable
- Productos de higiene como las pastas dentales, enjuagues bucales, etc (11).

3.4. Biomarcadores de exposición al fluoruro

Según la guía de la OMS tenemos biomarcadores contemporáneos, como la sangre, superficie ósea, saliva, leche, sudor y orina; los biomarcadores de exposición reciente fueron uñas y cabello y la exposición histórica fueron huesos y dientes. Sin embargo, pese a la gran variedad de biomarcadores, se concluyó que la orina es el biomarcador más útil de la exposición contemporánea al fluoruro (la ingesta diaria total del fluoruro sugiere la excreción urinaria diaria) (11).

3.5. Efectos del flúor en la Salud

Los mecanismos de absorción del fluoruro están bien estudiados, cuando el fluoruro se ingiere a través del agua, a través de una tableta (suplemento) o en una pasta de dientes con el estómago vacío, la concentración de fluoruro en la sangre alcanza un máximo a los 30 minutos aproximadamente y se normaliza entre los 90 y 180 minutos. Por el contrario, si se ingiere fluoruro con arroz cocido con sal fluorada durante una comida principal, el pico se producirá en una hora aproximadamente y se normalizará 3 o 4 horas después (11).

El flúor es muy beneficioso sobre todo en la prevención de caries dental a nivel mundial (6).

Según la OMS el nivel de flúor recomendado en agua es de 0.7 mg/L a 1.2 mg/L (11).

El flúor es un elemento capaz de traspasar la barrera hematoencefálica, por lo que durante el embarazo se puede producir cambios en el sistema nervioso, debido a la acumulación de flúor en el tejido cerebral del niño antes del nacimiento, lo que podría relacionarse con posibles trastornos de aprendizaje (6).

3.5.1. Efectos del Flúor en la Salud Renal

Existen estudios que hablan sobre la asociación entre la exposición crónica al flúor y el daño renal en poblaciones expuestas a niveles elevados de flúor en el agua potable. Existe una correlación significativa entre los niveles de fluoruro en el agua y la prevalencia de daño renal en niños (12).

Otros estudios también mencionan que la exposición crónica al flúor en el agua potable estaba asociada con un aumento en los marcadores de daño renal en las personas (4,12).

3.5.1.1. Mecanismo de acción del flúor en la salud renal

Se han planteado varios mecanismos por los cuales podríamos observar daño renal dentro de los cuales tenemos:

- Daño tubular Renal: Uno de los primeros signos de toxicidad renal por flúor es el daño de los túbulos renales. En estudios realizados en animales se demostró que la exposición crónica a altos niveles de flúor (50mg/L en agua potable) causó degeneración y necrosis de las células epiteliales tubulares, particularmente en los túbulos proximales.
- Estrés oxidativo y apoptosis: En otra investigación se demostró que la exposición al flúor aumenta la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) en células renales lo que conduce a la peroxidación lipídica y la apoptosis celular (13).
- Este estudio también mostró una disminución en las enzimas antioxidantes como el superóxido dismutasa (SOD) y la catalasa, comprometiendo las defensas celulares .

- Disfunción glomerular: Además del daño tubular, el exceso de flúor también puede afectar la función glomerular. En otro estudio clínico llevado a cabo por Dharmaratne, en una región de donde los niveles de flúor en agua eran ($> 2\text{mg/L}$) se encontró una correlación positiva entre los niveles urinarios de flúor y marcadores de daño glomerular, como la albuminuria. Esto sugiere que el flúor puede dañar la barrera de filtración glomerular (7).

3.5.2. Efecto osteoesqueletico

Según Lara LM, un estudio epidemiológico realizó una comparación entre los estados de Utah en Estados Unidos y otras dos comunidades aledañas con características similares, la diferencia era que el estado de Utah consumía agua potable con una concentración de $1,0\text{ mg/L}$ y en las otras ciudades la concentración era de $0,3\text{mg/L}$. La conclusión fue un aumento importante de la incidencia de fracturas óseas por osteoporosis, sobre todo de cadera en la tercera edad tanto en varones como mujeres. Otro estudio en Finlandia reveló resultados similares, este estudio mencionaba que la concentración de flúor era de 4mg/L y se evidenció el doble de fracturas de cadera en personas de edad en relación con la anterior investigación. Otro estudio llevado a cabo por Riggs y Cols mencionan que aún con la terapia para osteoporosis en mujeres que son postmenopáusicas, que durante su vida consumieron altas dosis de flúor, se encontró lo siguiente, el porcentaje de hueso esponjoso disminuyó y el hueso compacto cortical aumentó provocando mayor fragilidad y por lo tanto mayores fracturas óseas (12).

3.5.3. Efectos neurológicos

Diversos estudios a lo largo de los años han buscado descubrir la toxicidad del fluoruro en distintos órganos sobre todo a nivel cerebral. En estudios realizados en animales se demostró que una exposición crónica a fluoruros se acumulaba en el hipocampo e hipotálamo. Así mismo, en el estudio de ratas Wistar que fueron tratadas con dosis altas de 20mg/L durante 60 días se observó una disminución del peso cerebral, deterioro axonal, vacuolización de fibras de mielina y edema mitocondrial. Otro estudio realizado en Carolina del Norte menciona que con dosis muy reducidas de flúor había mayor incidencia de

demencia primaria tipo Alzheimer y esta se presentaba más en zonas donde el contenido de fluoruro en el agua era mayor. Otro estudio en Etiopía donde la población consumía agua fluorada 4mg/L, la incidencia de mielopatía sin radiculopatía fue de un 28% y con radiculopatía del 72% (12).

Otros estudios epidemiológicos concluyeron que la exposición crónica al fluoruro del agua afectaba al neurodesarrollo de los niños y su coeficiente intelectual (CI), esto se puede corroborar en otros estudios que analizan la fluorosis dental los cuales concluyen que aquellos niños con fluorosis dental se encontraban en la categoría de CI extremadamente bajo y bajo, y aquellos que no tenían fluorosis dental se encontraban en la categoría de CI medio o alto (14).

3.5.4. Efectos endocrinos

Es conocido el efecto del fluoruro sobre la tiroides, en la década de los 50 se usaba para reducir la actividad de la tiroides en aquellos pacientes que padecían de hipertiroidismo. Se propuso que el fluoruro es un inhibidor de la función tiroidea. Se encontraron investigaciones que mencionaban que 2 a 5kg/L por día eran efectivos para tratar el hipertiroidismo lo que correspondería a la dosis de agua potable en áreas fluoradas. En un estudio realizado en Inglaterra menciona que hay mayor prevalencia de hipotiroidismo en áreas con fluoruro entre 0,3mg/L y 0,7 mg/L (12).

3.6. Evaluación de la exposición del flúor

La evaluación de la exposición al flúor en los escolares se podría realizar mediante la medición de los niveles de fluoruro en muestras de agua potable, muestras de orina o mediante biomarcadores sanguíneos. Estas medidas son las que nos indicarán la cantidad de flúor absorbida por el organismo y podremos identificar a los individuos en riesgo de daño renal por la exposición a dosis altas de flúor (15).

3.7. Importancia de la investigación en escolares

Es importante la investigación en este grupo etario porque son una población vulnerable a los efectos del flúor, además están en pleno desarrollo y como se menciona anteriormente existe posibilidad de repercusión no solo a nivel renal, si no, también a nivel cognitivo (5).

3.8. Análisis de Antecedentes Investigativos

3.8.1. A nivel local

Autor: Maza Calcina, Andrea

Título: Asociación entre los grados de severidad de fluorosis y caries dental en estudiantes de 8-16 años de la I.E Alma Mater de Congata, I.E. Reino de Bélgica y I.E.P Santa María del Valle ubicados en Uchumayo, Arequipa 2023. **Resumen:** **Objetivo:** la fluorosis y caries dental son temas que concierne a la salud pública en el Perú. Por esta razón se realizó esta investigación con el objetivo de evidenciar si existe alguna asociación entre la severidad de la fluorosis y la caries dental en estudiantes de la I.E Alma Mater de Congata, I.E. Reino de Bélgica y I.E.P Santa María del Valle ubicados en Uchumayo en Arequipa año 2023. **Materiales y métodos:** el estudio se realizó a través de un diseño no experimental, observacional, transversal, de asociación, comparación y clínico, se seleccionó una población de 580 estudiantes de ambos géneros con edades comprendidas entre los 8 y 16 años, se entregó consentimientos informados a los padres y asentimientos informados a los estudiantes para su participación voluntaria. Así mismo se obtuvo la aprobación del Comité de Ética No 010-2023 de la UCSM. Durante el examen clínico, la recolección de datos se registró en una ficha validada por la OMS y modificada por Dra. Zaida Moya de Calderón, odontopediatra y docente de la UCSM, que permite el diagnóstico de la severidad de la fluorosis dental a través del índice de Dean y de la experiencia de caries dental a través del índice CPO-D/ceo-d de forma integral. **Resultados:** se observó que el 98,10% de los estudiantes presentan fluorosis y el grado con mayor porcentaje es el moderado, el colegio con mayor prevalencia fue Alma Mater de Congata. En cuanto a la caries dental se encontró que el ceo-d poblacional fue muy leve con mayor prevalencia en Alma Mater de Congata y el CPO-D poblacional fue leve con mayor prevalencia en el colegio Reino de

Bélgica. Conclusión: existe asociación entre la severidad de fluorosis y caries dental en dientes deciduos ($p=0,01$). Sin embargo, no se encontró dicha asociación en dientes permanentes ($p=0,1$), al aumentar la severidad de fluorosis, el índice CPO-D disminuye. A pesar de los hallazgos, enfatizamos la importancia de una continua investigación sobre la asociación entre ambas condiciones desde un enfoque de salud pública (6).

Autor: Mercado, et al

Título: Relación entre la concentración de fluoruro en pozos de agua potable y el grado de fluorosis dental en estudiantes de 12 a 15 años. **Resumen:** Objetivo. Evaluar la relación entre la concentración de flúor en pozos de agua potable y el grado de fluorosis dental en 504 estudiantes de 12 a 15 años de diferentes colegios de Arequipa. **Métodos.** En este estudio epidemiológico observacional, evaluamos muestras de agua que fueron sometidas a análisis de laboratorio para determinar la cantidad de fluoruro en mg/l. La edad media de los participantes fue 13,55 años. **Resultados.** Hubo concentraciones normales de fluoruro en tres pozos en Pachacútec y dos pozos en Tiabaya. La frecuencia más alta tendría un grado leve de fluorosis seguido de un grado muy leve; 5 de cada 100 estudiantes tendrían un grado severo de anomalía. En los pozos de agua con mayor concentración de flúor, sin exceder los límites permitidos, el grado de fluorosis severa fue más frecuente que en otras concentraciones. A medida que disminuye la concentración de fluoruro, el grado de fluorosis normal aumenta y el grado severo disminuye a 0, pero no está permitido según los estándares establecidos internacionalmente. **Conclusión.** La mayor concentración de fluoruro en el agua potable está directamente relacionada con el mayor grado de fluorosis (5).

Autor: Díaz Valdivia, Juridia Pamela

Título: Concentración de flúor en el agua de consumo y su relación con la prevalencia y grado de fluorosis dental en adolescentes de tres instituciones educativas de Tiabaya. Arequipa-2017. Resumen: La fluorosis dental es una alteración específica de la formación de diente causada por la ingesta excesiva de flúor por un largo período de tiempo; se produce tanto en zonas donde en donde el agua contiene un exceso de flúor natural, como en los países en los que las aguas se han fluorado artificialmente con dosis óptimas; por lo tanto la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la relación entre la concentración de fluoruro en el agua y la prevalencia de la fluorosis dental en escolares de 12 a 14 años del distrito de Tiabaya. Se realizó un estudio observacional, prospectivo y transversal. Se trabajó con 302 alumnos de edades entre 12 a 14 años, de tres instituciones educativas estatales del distrito de Tiabaya. Luego se procedió a tomar muestras de agua potable de las cuatro diferentes fuentes de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento que abastecen de agua potable a la población estudiada, que fueron sometidas al análisis laboratorial para determinar en mg/l, la cantidad de fluoruro. Los resultados obtenidos mostraron que las concentraciones de flúor en el agua que consumen están dentro de los valores aceptados por la Organización Mundial de la Salud siendo así que la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Alata cuenta con 0.39 mg/l, la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Perales con 0.54 mg/l, la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Tunales con 0,59 mg/l y la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Micaela Bastidas con 0.85 mg/l; dónde las tres primeras JAAS tienen la concentración normal e incluso baja y el último Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Micaela Bastidas está dentro del límite permisible; en la evaluación de los escolares se encontró que la mayor frecuencia tendría un grado cuestionable (51.0%) seguido de muy leve (23.8%). Se observó que en el agua de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Micaela Bastidas que abastece de agua a San José, Pampas Nuevas, etc. es donde se encontró más fluorosis. Se concluye que por ahora la concentración de fluoruro está dentro de los valores aceptados por la Organización Mundial de la Salud y no existe relación con la prevalencia de fluorosis (14).

Autor: Zinanyuca, et al

Título: Relación entre fluorosis dental y consumo de agua fluorada en la población de niños en las edades 6 a 12 años en el Centro de Salud de Chiguata – Arequipa. **Resumen:** **Objetivo:** Determinar la relación de fluorosis dental y consumo de agua fluorada en la población de niños en las edades de 6 a 12 años en el centro de salud de Chiguata - Arequipa. **Metodología:** El método científico con un tipo básica, siendo el nivel correlacional, el diseño de la investigación fue no experimental y observacional. **Resultados:** la población asequible fue de 46 niños en edades de 6 a 12 años. Sobre los resultados se muestra que el grado de fluorosis fue muy leve el 50%, cuestionable y moderada con 17.4%, normal 8.7% y severa con 6.5%, en relación al sexo masculino presento un grado de fluorosis mayor a al femenino con un nivel muy leve del 30,4%, en relación al nivel de fluorosis en el agua fue alto con 2,5 mg/L. **Conclusión:** Se observa un p valor de 0.206, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula por lo tanto no existe una relación entre fluorosis dental y consumo de agua, por lo tanto, la hipótesis es nula (16).

3.8.2. A nivel nacional

Autor: Cruz, et al

Título: Depuración de creatinina y cociente proteína/creatinina en pacientes con enfermedad renal. **Resumen:** Las proteínas como la creatinina en orina presentan una eliminación variable a lo largo del día fáciles de dosar en cualquier momento; en cambio la depuración de creatinina de 24 horas como método de cuantificación de la función renal presenta una dificultad en la recolección de la muestra, por esta dificultad esta propuesta de cociente proteína creatinina (P/C) en orina como herramienta diagnóstica. **Objetivo:** Determinar la correlación entre depuración de Creatinina y cociente proteína creatinina en pacientes con Enfermedad Renal, establecimiento de salud Nuevo Chimbote, Perú, 2018. **Metodología:** enfoque cuantitativo, tipo correlacional, diseño no experimental, prospectivo, se aplicó a una muestra de 55 pacientes con determinaciones analíticas del Servicio de Nefrología. **Valoración de la correlación entre Depuración de Creatinina y cociente proteína creatinina mediante el Coeficiente de Correlación de Spearman.** **Resultados:** mujeres

47,27% y varones 52,73%, la edad se distribuyó 3,6% tienen menos de 40 años, 10,9% entre 40 y 60 años, 85,5% mayor a 60 años; en diagnóstico 16,4% presentó Diabetes Mellitus (DM), 72,7% Hipertensión Arterial (HTA) y 10,9% DM+HTA; entre Depuración de Creatinina y cociente proteína creatinina (P/C) se obtuvo correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa ($\rho=0,707$; $p<0,019$) Conclusión: El cociente proteína creatinina presenta una buena correlación con los valores de Depuración de Creatinina para determinar la tasa de filtración glomerular en pacientes con enfermedad renal (13).

Autor: García, et al.

Título: Concentración de iones flúor en orina y saliva en estudiantes de la Institución Educativa San Jacinto, 2021. Resumen: El propósito de nuestra investigación; es prevenir en el punto de vista de la salud pública en el consumo excesivo de iones de flúor que ingerimos diariamente en nuestros alimentos y absorbidos del medio ambiente; la excesiva concentración de flúor en nuestro organismo puede causar efectos adversos como: fluorosis en los huesos, deterioro cognitivo, el hipotiroidismo y cáncer. Esta investigación tuvo como objetivo calcular la correlación entre la concentración de flúor en orina y saliva en estudiantes de la Institución Educativa San Jacinto, 2021. La metodología utilizada es de tipo aplicada, diseño descriptivo correlacional, prospectivo, corte transversal y de enfoque cuantitativo. La muestra constituida por toda la población de 40 alumnos de ambos sexos de las edades de 14 a 15 años. Se utilizó como instrumento una ficha de recolección de datos diseñada de acuerdo a las variables del diseño de investigación. Dando como resultado la media de iones de flúor en la edad de 14 años: orina: varones 0,7600 ppm y mujer 1,0500 ppm; saliva: varones 0,2300 ppm y mujer 0,2100 ppm. La media de iones de flúor en la edad de 15 años: orina: varones 0,7500 ppm y mujer 1,2100 ppm; saliva: varones 0,2190 ppm y mujer 0,2340 ppm. Los valores de la media de creatinina en la edad de 14 años: varones 1,3800 Cr/gl y mujer 1,4000 Cr/gl. La media de iones de flúor en la edad de 15 años: orina: varones 1,4100 Cr/gl y mujer 1,1100 Cr/gl. Se concluye que no existe significancia estadística entre los iones flúor de la orina y la creatinina $p=0,400$, asimismo, iones de flúor en la orina y iones de flúor en la saliva $p=0,672$ (17).

Autor: Chumpitaz, et al

Título: Fluorosis dental en adolescentes de instituciones educativas de Lima, Perú. **Resumen:** **Introducción:** La fluorosis dental es una patología endémica causada por la ingestión excesiva de fluoruros que pueden producir una alteración durante el desarrollo del esmalte, y es considerado un importante problema de salud pública porque afecta la salud bucal y sistémica de la población. **Objetivo:** Este estudio tuvo como idea principal determinar la frecuencia y los niveles de fluorosis dental en escolares de 12 a 15 años pertenecientes a dos instituciones educativas de Lima - Perú. **Método:** Se realizó un estudio descriptivo de tipo transversal, la muestra estuvo conformada por 252 estudiantes, entre 12 y 15 años de dos centros educativos de Lima. El muestreo fue por selección sistemática de elementos muestrales. La fluorosis dental se evaluó mediante el Índice de Dean. Para determinar la frecuencia y los niveles de fluorosis dental, se realizó un examen clínico bucal y se desarrolló un cuestionario validado previamente. **Resultados:** La frecuencia de fluorosis dental fue de 44,8% (n=113) afectando más a los varones en un 27,39% (n=69) y a los adolescentes de 13 años (15,1%). En relación con los niveles de fluorosis, predominó el tipo “muy leve” (34,9%). También se encontró una asociación entre la presencia y el nivel de fluorosis con el número de aplicaciones de flúor ($p < 0,05$). Además, se dijo que el índice comunitario de fluorosis de Dean fue de 0,43. **Conclusiones:** En la población escolar evaluada, la frecuencia de fluorosis fue de 44,8% y el nivel predominante de fluorosis fue muy leve. Además, el índice comunitario fue de 0,43, el cual mostró un nivel límite de importancia para la salud pública. Por lo que se puede considerar que el número de aplicaciones tópicas de flúor recibido por la población sin una planificación adecuada se podría convertir en un factor de riesgo para causar fluorosis dental (18).

Autor: Jurupe Santisteban, Mariela Anahy.

Título: Prevalencia de fluorosis dental en los niños de 6 a 12 años, albergue Santa María Josefa, del distrito de Ferreñafe 2021. **Resumen:** En odontología la fluorosis es definida como una condición resultante de la excesiva absorción de flúor en el cuerpo y se ve reflejada clínicamente en los dientes. La presente investigación pretende dar a conocer la prevalencia de fluorosis en niños del albergue. Para ello se ha utilizado el índice de DEAN. El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia de fluorosis en los niños de 6 a 12 años. Para el desarrollo del estudio se evaluaron a 66 niños del albergue Santa María Josefa del distrito de Ferreñafe. Se registraron en las fichas sus datos de filiación y el tipo de fluorosis que presentaron. La prevalencia de fluorosis fue de 43.9%, siendo las más afectadas las del género femenino con 22.72% y los niños de 6 años con 12.12%. De acuerdo con los niveles de fluorosis, el 31.8% de todos los evaluados presentaron fluorosis muy leve. Y 9.1% con fluorosis leve. Se encontró asociación estadística con las variables género femenino ($p=0.012$). Con respecto a fluorosis dental la ICF sostiene que se encuentra en el límite de constituir un problema de salud pública en la muestra estudiada (19).

3.8.3. A nivel internacional

Autor: Chao Ren, Hui-Hua Li, Cai-Yi Zhang, Xi-Cheng Song.

Título: Effects of chronic fluorosis on the brain **Resumen:** Este artículo revisa los efectos de la fluorosis crónica en el cerebro y sus posibles mecanismos. Utilizamos las bases de datos PubMed, Medline y Cochrane para recopilar datos sobre fluorosis, lesión cerebral y patogénesis. Una gran cantidad de estudios e investigaciones epidemiológicas in vivo e in vitro han encontrado que la fluorosis crónica puede causar daño cerebral, lo que resulta en una estructura y función cerebral anormales. La fluorosis crónica no solo causa una disminución en la concentración, el aprendizaje y la memoria, sino también Tiene síntomas mentales como ansiedad, tensión y depresión. Se han propuesto varios mecanismos posibles: la teoría del estrés oxidativo y la inflamación, la teoría de la apoptosis de las células neurales, la teoría del desequilibrio de los neurotransmisores, así como la doctrina de la interacción del flúor con otros elementos. Sin embargo, el mecanismo específico de la fluorosis crónica sobre

el daño cerebral aún no está claro. Por lo tanto, una mejor comprensión de los mecanismos a través de los cuales la fluorosis crónica causa daño cerebral es de gran importancia para proteger la salud física y mental de las personas en los países en desarrollo, especialmente aquellos que viven en áreas endémicas de fluorosis. En resumen, se deben realizar más investigaciones sobre la influencia del fluoruro en el cerebro, ya que el daño neuronal inducido por él puede provocar un enorme problema de salud pública, especialmente si se tiene en cuenta la creciente contaminación ambiental (20).

Autor: Verena Romero, Frances J. Norris, Juvenal A. Ríos, Isel Cortés, Andrea González, Leonardo Gaete, Andrei N. Tchernitchin

Título: Consecuencias de la fluoración del agua potable en la salud humana.

Resumen: El propósito de esta revisión es describir los efectos osteológicos, neurológicos, endocrinos y dermatológicos de la ingestión de fluoruro. Otros objetivos son evaluar si el programa chileno de fluoración del agua del grifo ha tenido algún impacto en la salud dental y analizar las bases del programa chileno de fluoración de la leche en escuelas primarias, que está dirigido a niños que viven en lugares donde el agua del grifo tiene una concentración de fluoruro inferior a 0,3 mg/L, sin ningún proceso de fluoración artificial. Discutimos el hallazgo de que ambas medidas públicas no tienen un efecto directo o notable sobre la salud dental, ya que los productos tópicos de higiene dental son los principales y más efectivos contribuyentes a la prevención de las caries dentales. También sugerimos que la ingesta permanente y sistemática de fluoruros impone riesgos para la salud de la población. Por lo tanto, recomendamos reevaluar el programa nacional de fluoración del agua del grifo público y el programa de leche para escuelas primarias (21).

Autor: Vieira, Alexandre Rezende.

Título: Toxicidad del fluoruro. **Resumen:** La fluoración del agua potable es una de las intervenciones de salud pública de mayor impacto jamás realizadas. La experiencia de caries dental disminuyó significativamente en todas las partes del mundo que adoptaron la intervención. La implementación de la fluoración del agua potable en las poblaciones siempre ha sido objeto de críticas, y estas discusiones a menudo se centran en la seguridad de la intervención. Cuando se

les pregunta sobre la seguridad, muchas personas tienden a asumir una posición más cautelosa, y la pregunta sobre la seguridad de la fluoración del agua potable nunca desaparece. La fluoración de las pastas dentales también tiene el mismo impacto en la experiencia de caries dental en las poblaciones. Es razonable proponer que ya no se implemente la fluoración del agua, ya que existe un reemplazo factible y eficaz para ella. Finalmente, este capítulo revisa los efectos discutidos de los fluoruros en la salud general, con especial énfasis en la cognición y la inteligencia (22).

Autor: Santoyo Sánchez, Mitzi Paola; Silva-Lucero, María del Carmen; Arreola-Mendoza, Laura & Barbier, Olivier Christopher.

Título: Efectos de la exposición aguda al fluoruro de sodio sobre la función renal, la homeostasis del agua y el manejo renal del calcio y el fosfato inorgánico. **Resumen:** Los compuestos de fluoruro son abundantes y están ampliamente distribuidos en el medio ambiente en diversas concentraciones. Además, el fluoruro induce efectos tóxicos en órganos diana como el hígado y los riñones. En este estudio, realizamos un análisis temprano de la función renal utilizando una técnica de eliminación en ratas Wistar expuestas de forma aguda a fluoruro a una concentración plasmática de 0,625 $\mu\text{g/ml}$. Nuestros resultados revelaron que el fluoruro, en una concentración cercana a la concentración presente en el suero después de la exposición ambiental, indujo una disfunción tubular significativa, lo que resultó en orina diluida, alteración de la reabsorción de proteínas y aumento de la excreción urinaria de calcio y fosfato. Nuestro trabajo demuestra que incluso las exposiciones agudas a bajas concentraciones de NaF pueden inducir daño renal y confirma que, después de la exposición, el riñón participa directamente en las deficiencias de calcio y fosfato observadas en poblaciones expuestas al fluoruro (23).

Autor: Ávila Rojas, Sabino Hazael; Aparicio Trejo, Omar Emiliano; Sánchez Guerra, Marco Antonio; Barbier, Olivier Christopher.

Título: Efectos de la exposición al fluoruro sobre la función mitocondrial: metabolismo energético, dinámica, biogénesis y mitofagia. **Resumen:** El fluoruro está omnipresente en el medio ambiente. Además, el agua potable representa la principal fuente de exposición al fluoruro para los seres humanos.

Curiosamente, las bajas concentraciones de fluoruro tienen efectos beneficiosos sobre el desarrollo de los huesos y los dientes; sin embargo, la exposición crónica al fluoruro tiene efectos nocivos para la salud humana. Además, los estudios preclínicos asocian la toxicidad del fluoruro con el estrés oxidativo, la inflamación y la apoptosis. Por otro lado, es bien sabido que las mitocondrias desempeñan un papel clave en la producción de especies reactivas de oxígeno. Por el contrario, el efecto del fluoruro sobre procesos como la dinámica mitocondrial, la biogénesis y la mitofagia es poco conocido. Estos procesos modulan el tamaño, el contenido y la distribución de las mitocondrias y su depuración ayuda a contrarrestar la producción de especies reactivas de oxígeno y la liberación de citocromo c, permitiendo así la supervivencia celular. Sin embargo, una respuesta desadaptativa podría aumentar la toxicidad inducida por el fluoruro. La presente revisión ofrece una breve reseña de las alteraciones mitocondriales inducidas por el fluoruro en los tejidos blandos y duros, incluidos el hígado, los órganos reproductivos, el corazón, el cerebro, los pulmones, los riñones, los huesos y los dientes (24).

Autor: Diez Pérez, Diana; López, Marcelo; Colmán, Derlysa, González, Cecilia; Navarro, Nathalia; Morínigo, Macarena; Araujo, Silvia; Cáceres, Annelice; Pizzurno, Johana; Yubero, Fátima.

Título: Concentración de fluoruro en agua subterránea y su relación con los niveles de calcio sérico en niños residentes en el distrito de Loreto, Concepción, Paraguay. **Resumen:** Como parte del ciclo biogeoquímico, el fluoruro del suelo puede disolverse e ingresar al agua. La Organización Mundial de la Salud y la Norma Paraguaya NP 24 001 80 establecen una concentración máxima de 1,5 mg. L-1 de fluoruro en agua de consumo, pudiendo producir fluorosis cuando es elevada, tal como se encontró en niños residentes de Loreto. Estudios indican que la exposición al fluoruro concomitante al déficit de calcio puede agravar la pérdida de masa ósea, causando fragilidad y fluorosis esquelética. Además, se demostró mediante bioensayos en ratones que el exceso de fluoruro reduce la concentración de calcio sérico, por lo que el objetivo del estudio descriptivo con componente analítico fue elaborar un mapa de distribución espacial de fluoruro del agua subterránea de Loreto y relacionar con la calcemia en niños. Se determinó la concentración de fluoruro en muestras de veintitrés pozos de agua

subterránea y el calcio sérico de dieciocho niños en edad escolar, ambos por método normalizado. Se identificaron dos pozos con concentraciones superiores al máximo permitido y en 61% de los niños el calcio sérico fue inferior al valor de referencia. Se encontró una correlación débil entre las variables ($r = 0,212$). El estudio proporciona información relevante sobre sitios con elevadas concentraciones de fluoruro lo que representa un riesgo para la salud pues aún con ingesta adecuada de calcio, los niños presentaron hipocalcemia. Sería importante incluir en estudios posteriores factores no abordados en esta investigación para una evaluación más completa del riesgo de la población expuesta (25).

Autor: Felisa García Hoyos.

Título: Eliminación renal de flúor tras la aplicación de productos tópicos fluorados utilizados en la prevención de caries dental en el niño. **Resumen:** La utilización tópica de fluoruros es probablemente la medida más extendida para la prevención de la caries dental. Se ha demostrado que parte del flúor administrado tópicamente pasa a vías sistémicas, bien por tragado del mismo o por absorción en la mucosa oral. El flúor que es digerido circulará por el torrente sanguíneo y será eliminado fundamentalmente por la orina. Este flúor sistémico es muy poco eficaz como elemento preventivo de la caries. **Objetivos:** Este estudio pretende demostrar que, tras la aplicación al niño de suplementos tópicos fluorados en forma de barnices y colutorios, se produce un aumento de la concentración de flúor en la orina atribuible a la utilización de estos productos preventivos. **Material y método.** El estudio se realizó sobre una muestra aleatoria de 100 niños. Se realizaron muestras de orina previas a la utilización de productos fluorados tópicos, en unos niños se utilizaron colutorios y en otro grupo de niños de barnices fluorados. Transcurridos 100 minutos desde la aplicación del fluoruro se realizó una segunda toma de orina. En el laboratorio se determina el pH, la creatinina y la concentración de fluoruro. Los resultados se expresan con la relación flúor/creatinina. **Resultados:** La media de flúor excretado en la 1 toma de orina fue de 0,36 mg/ly en la 2 toma de 1,45 mg/l. Los valores de flúor/creatinina fueron de 0,33 y 1,50 mg/g respectivamente. **Conclusión:** Tras la aplicación de colutorios y barnices fluorados en los niños, se produce un incremento significativo de los niveles de flúor y de

flúor/creatinina en la orina en relación con los obtenidos en las mediciones previas al tratamiento fluorado. Este aumento en la concentración de fluoruros en la orina del niño es atribuible a la utilización previa de productos fluorados (8).

Autor: Zohouri FV, Swinbank CM, Maguire A, Moynihan PJ.

Título: La relación fluoruro/creatinina de una muestra de orina puntual es indicativa de fluoruro en orina de 24 horas. **Resumen:** El objetivo principal de este estudio fue determinar qué tan representativo es el cociente fluoruro/creatinina (F/Cr) de una muestra puntual de orina del contenido de fluoruro de una muestra de orina de 24 h en niños pequeños de 12 a 36 meses. Los objetivos subsidiarios fueron: evaluar el uso de muestras de orina de 24 h para monitorear la exposición al fluoruro y estimar la retención de fluoruro en niños muy pequeños. **Métodos:** Siete niños sanos que residían en una zona fluorada completaron el estudio. La información dietética se obtuvo mediante un diario de alimentación estimado de 3 días seguido de una entrevista el cuarto día. Se analizó el contenido de fluoruro de muestras de alimentos y bebidas. También se midió la ingestión de fluoruro de la pasta de dientes. Se recogió de cada niño una muestra de orina de 24 horas y una muestra de orina puntual de la mañana. **Resultados:** La edad media de los niños fue de 32 meses (rango: 16-36 meses). La ingesta media diaria total de fluoruro fue de 0,71 ($\pm 0,41$) mg o 0,05 ($\pm 0,02$) mg/kg de peso corporal, de los cuales el 37% provino de la dieta y el resto de la ingestión de pasta de dientes. Ninguno de los niños utilizó otras fuentes de fluoruro, como tabletas de fluoruro o sal fluorada. La relación media F/Cr fue de 1,49 ($\pm 0,63$) mg F/g creatinina. Una correlación positiva (correlación de Pearson^{1/4}) entre la excreción de fluoruro estimada utilizando la relación F/Cr en una muestra de orina de la mañana y la excreción de fluoruro en una muestra de orina de 24 h. También hubo una correlación positiva (correlación de Pearson^{1/4}) entre la ingesta diaria total de fluoruro y la excreción urinaria de fluoruro de 24 h. Menos de la mitad (43%) de la ingesta diaria total de fluoruro se retuvo en el cuerpo. **Conclusiones:** La relación F/Cr de una muestra de orina de la mañana se puede utilizar para estimar la excreción urinaria media de fluoruro en 24 h y, por lo tanto, tiene una aplicación potencial para estudios epidemiológicos a mayor escala donde las muestras de 24 h no son prácticas. Se

pueden utilizar estimaciones de la excreción urinaria de fluoruro de 24 h para medir la exposición al fluoruro (26).

4. Hipótesis

H0: No existe relación entre la exposición al flúor y su eliminación renal en escolares de dos distritos de Arequipa

H1: Existe relación entre la exposición al flúor y su eliminación renal en escolares de dos distritos de Arequipa





1. Técnicas, Instrumentos, Materiales y Campo de verificación

1.1. Técnica

Se trabajó con muestras de orina al azar correspondiente a escolares entre 9 y 16 años, se determinó flúor en orina, los resultados con niveles altos fueron seleccionados para relacionar la excreción de flúor/creatinina en orina de 24 horas.

1.1.1. Organización general

1.1.1.1. Etapa de autorizaciones

Al culminar el planteamiento del proyecto de tesis, se solicitó al decano de la Facultad de Medicina Humana, la aprobación del proyecto, la presente investigación ya contaba con la documentación para los permisos de los colegios previamente estudiados los cuales fueron: I.E Alma Mater, Reino de Bélgica, Santa María del Valle, José Antonio de Sucre, Santa Rosa de Viterbo. (Anexos 3,4,5,8); así como los consentimientos informados de los padres de familia. Para la segunda parte del estudio se redactaron nuevos formatos con instrucciones precisas para acopio de muestras.

1.1.1.2. Etapa de recolección de datos

Para esta investigación, se consideraron niños que reportaron niveles elevados de flúor, a cada uno de ellos se les entrego un bidón, y comunicado con indicaciones para la recolección de muestra de orina de 24 horas.

1.1.1.3. Secuencia de visita a los colegios

La recolección de datos empezó en Yanahuara en el colegio José Antonio de Sucre y Santa Rosa de Viterbo se continuo con Santa María de Valle, Reino de Bélgica y Alma Mater de Congata.

La entrega de bidones fueron los viernes y el recojo de muestras los lunes, para que pudiesen recolectar la orina durante el fin de semana.

1.1.1.4. Etapa de procesamiento de muestras

Las muestras de orina fueron procesadas en laboratorio, bajo la siguiente secuencia:

- Medición de volumen

- Preparación de patrones y curva de calibración
- Determinación de pH
- Determinación de Creatinina
- Determinación de flúor
- Ratio de flúor/creatinina

Medición de volumen de orina, se realizó en el laboratorio el mismo día del acopio, se trasladó a matraz o probeta dependiendo de la cantidad de muestra, se registró en ficha.

Preparación de patrones y curva de calibración, en el potenciómetro SevenDirect™ SD50 de Mettler Toledo, se elige el método y el sensor, el equipo permite efectuar calibraciones tanto para pH con su debido sensor y para Iones de Flúor con el sensor.

Curva de calibración de pH, se ajustaron la temperatura y tres puntos o rangos de calibración. Se utilizaron las soluciones tampón del fabricante Mettler Toledo en 3 disoluciones pH 4,2; pH 7,1 y pH 9.15 se procedió a la lectura y luego a la verificación, seguidamente se procedió a la lectura de las muestras.

Curva de calibración de ion flúor se utilizó el sensor de ion selectivo de flúor, se preparó batería de soluciones con el patrón estándar de flúor 1000mg proporcionado por la misma marca de Mettler Toledo Se prepararon cinco disoluciones estándar de flúor con 0,1- 0,5 – 1,0 – 5,0 – 10,0mg/L.

A la solución patrón se le agregó TISAB II (solución adquirida del mismo fabricante Mettler Toledo) para evitar interferencias, relación 1/1, luego de agitarlos se procedió a la calibración y verificación potenciométrica. Las lecturas obtenidas en milivoltios, transformadas a ppm o mg/L. El equipo muestra en la pantalla si la calibración es pertinente o debe rechazarse por fallas del sensor (suciedad, antigüedad o mal estado). Con la calibración y verificación del sensor de flúor se procede a la lectura de muestras.

Determinación de pH en orina de 24 horas, se utilizó potenciómetro SevenDirect™ SD50 de Mettler Toledo con el sensor de pH, que es un

medidor exacto y flexible de fácil dominio con pantalla táctil, luego de la calibración se procedió a las lecturas de las muestras de orina contenidas en tubos falcon (3ml)

Determinación de Creatinina se realizó el mismo día en el laboratorio. Los métodos cinéticos son los más usados y rápidos de procesar. La creatinina reacciona con el ácido pícrico en medio alcalino para formar un complejo de color que absorbe a 510nm.

La velocidad de formación de color es proporcional a la concentración de creatinina en la muestra.

Creatinina + ácido pícrico --- complejo creatinina Picrato

Reactivos

Creatinina ácida. Cat. N° 0421

Creatinina base. Cat. N° 0422

Estándar de creatinina (5.0mg/dL) Cat. N° 0423 (1).

1.1.1.5. **Determinación de flúor en orina de 24 horas**

Se utilizó potenciómetro SevenDirect™ SD50 de Mettler Toledo con el electrodo de ion selectivo de flúor. El electrodo consiste en un cristal de fluoruro de lantano (LaF3) con 0,3% de europio. El cristal actúa como una membrana conductora iónica solo para el fluoruro

Este método del electrodo de ion específico es conocido, aceptado y recomendado por organizaciones competentes en métodos analíticos.

Se cargó por duplicado 1,5ml de muestra de orina en tubos falcon, se agregó 1,5ml de TISAB II, (para evitar interferencias con otros iones) se homogenizó en un vortex para luego proceder con la lectura en el potenciómetro con el electrodo de ion selectivo de flúor (EIS) luego de cada lectura se lava el electrodo con agua estéril desionizada. Las lecturas fueron registradas en el equipo y descargadas en Excel para su posterior análisis. (se adjunta en anexos) (1).

1.1.1.6. Etapa de resultados

Los datos obtenidos por el procesamiento de las muestras fueron registradas y trasladadas a una base de datos en el programa Excel para posteriormente realizar un análisis estadístico, así como para obtener los resultados y conclusiones.

1.2. Instrumentos

1.2.1. Instrumentos documentales

- Documento dirigido al comité de ética de la UCSM (Anexo 1).
- Documento dirigido a los directores de las instituciones educativas (Anexos 2, 3, 4, 8).
- Consentimiento y asentimiento informado dirigido a los padres de familia de las instituciones educativas que participaron (Anexo 5).

2. Campo de verificación

2.1. Ubicación espacial

El presente estudio se realizó en las instituciones educativas en los distritos de Yanahuara y Uchumayo, pertenecientes al departamento de Arequipa, Perú.

Las Instituciones Educativas que se evaluaron fueron:

- I.E 40088 Reyno de Bélgica Uchumayo
- I.E 40091 Alma Mater de Congata
- I.E.P Santa María del Valle
- I.E Santa Rosa de Viterbo
- I.E 40048 José Antonio de Sucre

2.2. Ubicación temporal

El estudio se realizó entre los meses de agosto del 2023 hasta junio del 2024, el diseño corresponde a un estudio observacional, transversal y analítico, ya que las variables se estudiaron en un determinado periodo de tiempo.

2.3. Unidades de estudio

2.3.1. Población

- La población incluirá al total de estudiantes que cumplan criterios de inclusión y exclusión.

2.3.2. Criterios de inclusión

- Escolares de ambos sexos, entre 9 y 16 años, pertenecientes a la institución educativa José Antonio de Sucre, Santa Rosa de Viterbo, Alma Mater, Reino de Bélgica y Santa María del Valle, de los distritos de Yanahuara y Uchumayo.
- Escolares que fueron evaluados anteriormente.
- Escolares que en la primera muestra obtuvieron niveles de flúor elevado.
- Escolares que cuentan con la autorización de sus padres para poder participar en la investigación.

2.3.3. Criterios de exclusión

- Escolares menores de 9 años o mayores de 16 años.
- Escolares que presenten síntomas de alguna enfermedad.
- Escolares que no cuentan con consentimiento ni asentimiento informado.
- Escolares cuyos padres no autorizaron seguir con la investigación.
- Escolares que no cumplen con las indicaciones para la recolección de la muestra de orina de 24 horas.

2.3.4. Consideraciones éticas

Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la UCSM. Antes de la recolección de las muestras se obtuvieron los consentimientos informados de los padres y asentimiento informado de los niños previamente, se conversó con cada uno de los padres explicándoles el porqué de esta segunda prueba, se solicitó la participación voluntaria en la investigación tanto los padres como los estudiantes.

3. Estrategia de recolección de datos

3.1. Organización de la información

Para realizar esta investigación fue necesario contar:

- Documento con el dictamen aprobatorio del Comité de ética de la Universidad Católica de Santa María (Anexo 1).
- Documento informativo que fue dirigido a los directores de las escuelas que participaron de esta investigación (Anexo 2,3,4,8).
- Consentimiento y asentimiento informado, que fue explicado a los padres de familia y los niños que participaron (Anexo 5, 6).
- Indicaciones respecto a la recolección de las muestras (Anexo 7).
- Recolección de muestras que serán procesadas en las instalaciones de la Universidad UCSM.

3.2. Recursos

3.2.1. Humanos

El equipo de investigación está integrado por:

- Investigadora: Arlyn Gonzales
- Asesor: Dr. Roberto Núñez
- Escolares que participaron en esta investigación.

3.2.2. Materiales

- Galoneras de polietileno para la recolección de orina de 24 horas.
- Vasos descartables de 350 mL para el apoyo de la recolección.
- Frascos de orina estériles para recolectar las muestras.
- Tubos Falcon.

3.2.3. Reactivos

- TISAB II.
- Estándares de pH.
- Estándares de ión fluoruro.

- Kit de creatinina.

3.2.4. Equipos

- Potenciómetro SevenDirect™ SD50 de Mettler Toledo.
- Electrodo de ion selectivo para flúor.
- Equipo para lectura de creatinina.

3.2.5. Financieros

- Autofinanciado

3.3. Criterios para manejo de resultados

3.3.1. Plan de procesamiento

Se obtendrán los datos y se procesará en el programa estadístico SPSS.

3.3.1.1. Operaciones del procesamiento

- **Clasificación:** La información obtenida fue ordenada en una base de datos de Excel.
- **Codificación:** Para el procesamiento computarizado fue necesario la transformación de las variaciones a números continuos.
- **Conteo:** Se utilizaron matrices de recuento computarizadas
- **Tabulación:** Se elaboró, tablas de doble entrada, comparativas, esto según requerimiento
- **Graficación:** Se elaboraron gráficos de barra, cajas y bigotes.

3.3.2. Plan de Análisis

3.3.2.1. Tipo de análisis

Se realizó un estudio cualitativo y cuantitativo, Se usaron las pruebas estadísticas X^2 y T – student.



CAPÍTULO III
RESULTADOS

**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Tabla 1

Características sociodemográficas de estudiantes expuestos al Flúor

Variable	n	%
Sexo del participante		
Masculino	62	59.62
Femenino	42	40.38
Grupo etario		
9 a 12 años	66	63.46
13 a 16 años	38	36.54
Institución Educativa		
Antonio José de Sucre	19	18.27
Santa María del Valle	18	17.31
Reino de Bélgica	20	19.23
Alma Mater	41	39.42
Santa Rosa de Viterbo	6	5.77
Districtos		
Yanahuara	25	24
Uchumayo	79	76

En esta primera tabla se observan los datos sociodemográficos de los participantes, se aprecia más varones que mujeres, grupo etario predominante entre 9 y 12 años, Institución educativa con mayor número de participantes fue Alma Mater y el distrito de Uchumayo fue donde se encontró la mayor parte de la población, evidenciado en los gráficos 1,2,3 y 4 respectivamente.

Gráfico 1.

Exposición y eliminación renal de flúor en estudiantes según sexo en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024

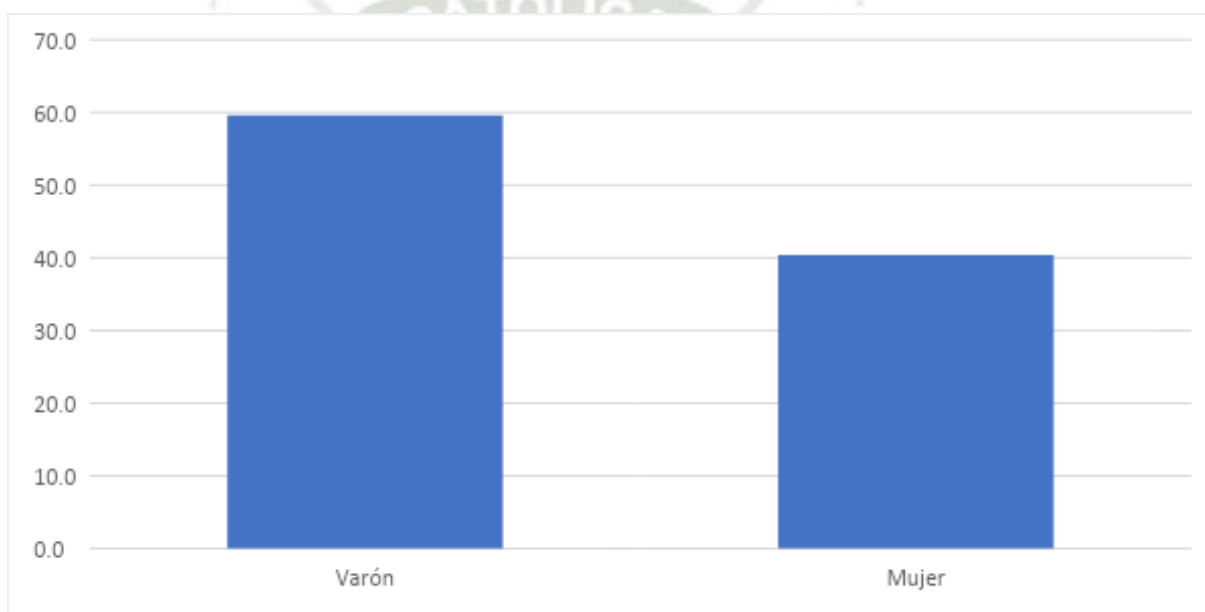


Gráfico 2

Exposición y eliminación renal de flúor en estudiantes por grupo etario, en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024

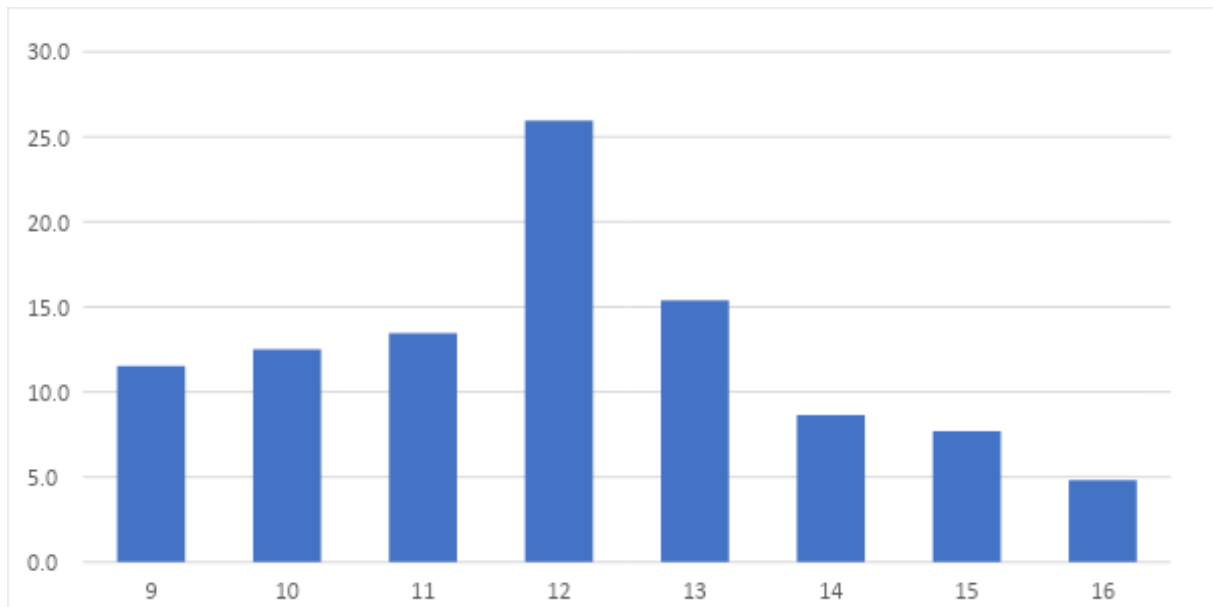


Gráfico 3

Exposición y eliminación renal de flúor de estudiantes según la Institución Educativa en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024

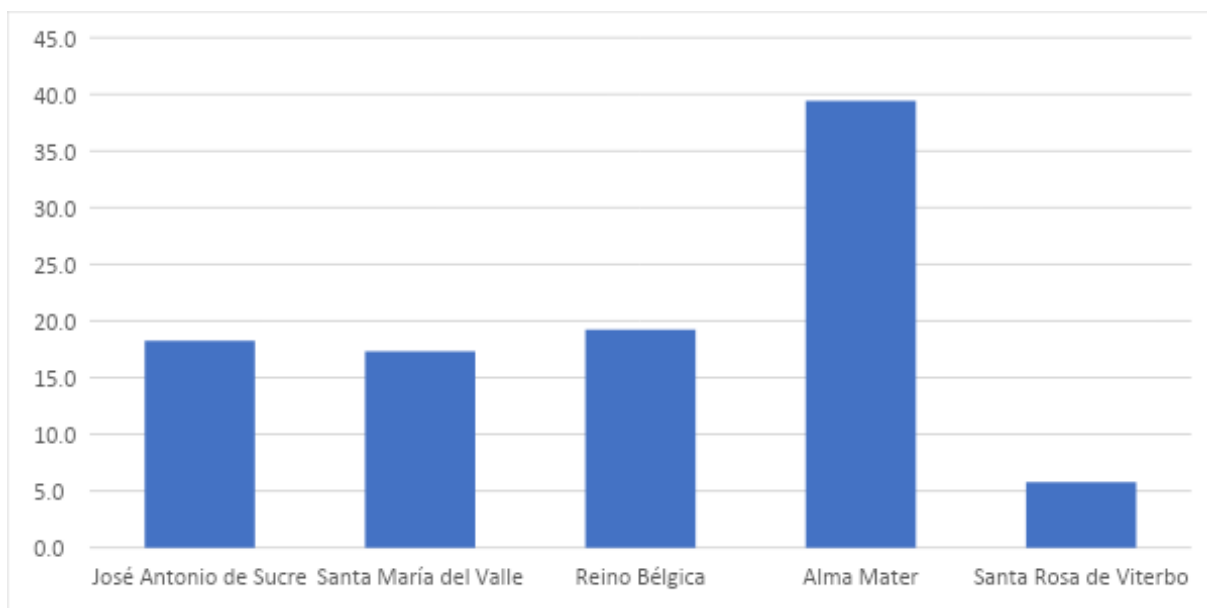
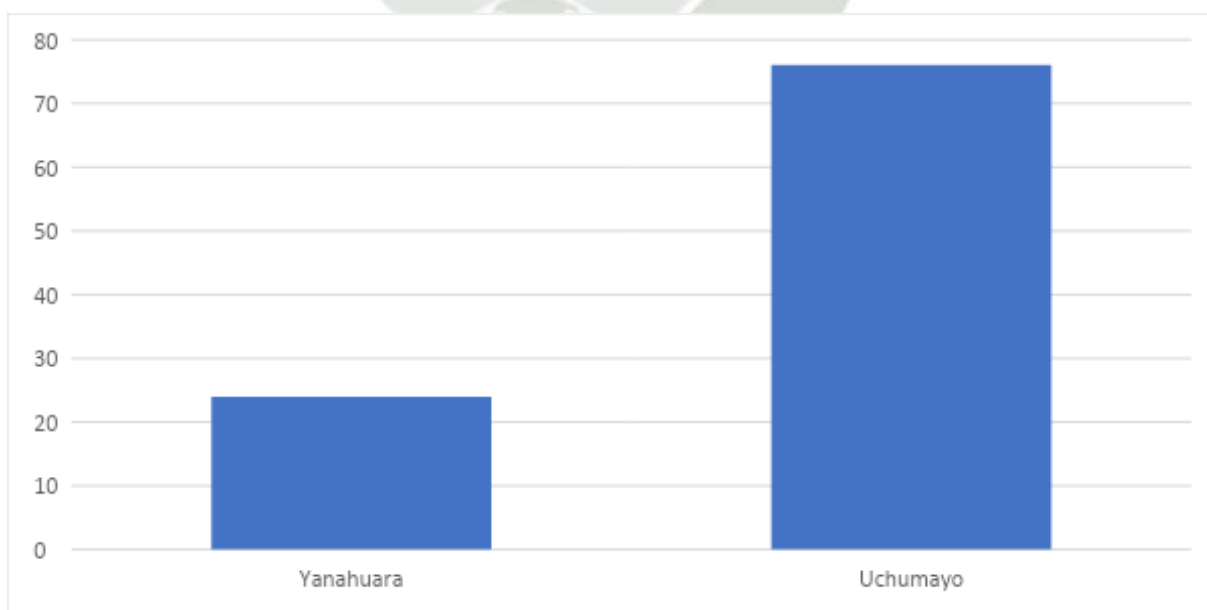


Gráfico 4

Exposición y eliminación renal de flúor de estudiantes en los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024



Fuente propia

**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Tabla 2
Concentración de flúor en orina

Variable	n	%
Muestra inicial al azar		
Normal	0	0
Elevado	104	100
Muestra de 24 hrs.		
Normal	24	23.08
Elevado	80	76.92

En cuanto al análisis de flúor en la orina se realizó una toma inicial al azar y otra de 24 horas, la Tabla 2 muestra que el resultado del segundo análisis mantiene un alto porcentaje en escolares con eliminación de flúor elevado.

**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Tabla 3.
Comparación entre las Muestras Emparejadas de Flúor en estudiantes

Variables	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Flúor 24h ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PA - flúor en	0.98481057692	2.05616238114	0.2016233097037	1.384682857809	0.5849382960371	-4.884	103	0.000	
R 1 24h(mg/ l) en 24h	3075	9420	75	040	09				
						t	gl	Sig. (bilateral)	
						-4.884	103	0.00	

La tabla 3 nos presenta la comparación entre la medición inicial de flúor en la orina al azar y la medición de flúor en la orina de 24 horas, en esta tabla podemos encontrar que existe una disminución significativa en el nivel de flúor entre las muestras emparejadas.

EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA, AREQUIPA 2024

Tabla 4
Creatinina en orina a las 24 Horas (mg/dL)

	F	%
Creatinina en orina baja	7	6.7
Creatinina en orina normal	94	90.4
Creatinina en orina alta	3	2.9
Total	104	100.0

En cuanto a los niveles de creatinina en orina a las 24 horas, el 6.7% de los estudiantes presentan niveles bajos de creatinina (7 estudiantes), el 90.4% niveles normales (94 estudiantes) y el 2.9% niveles altos (3 estudiantes). La muestra total consta de 104 estudiantes.

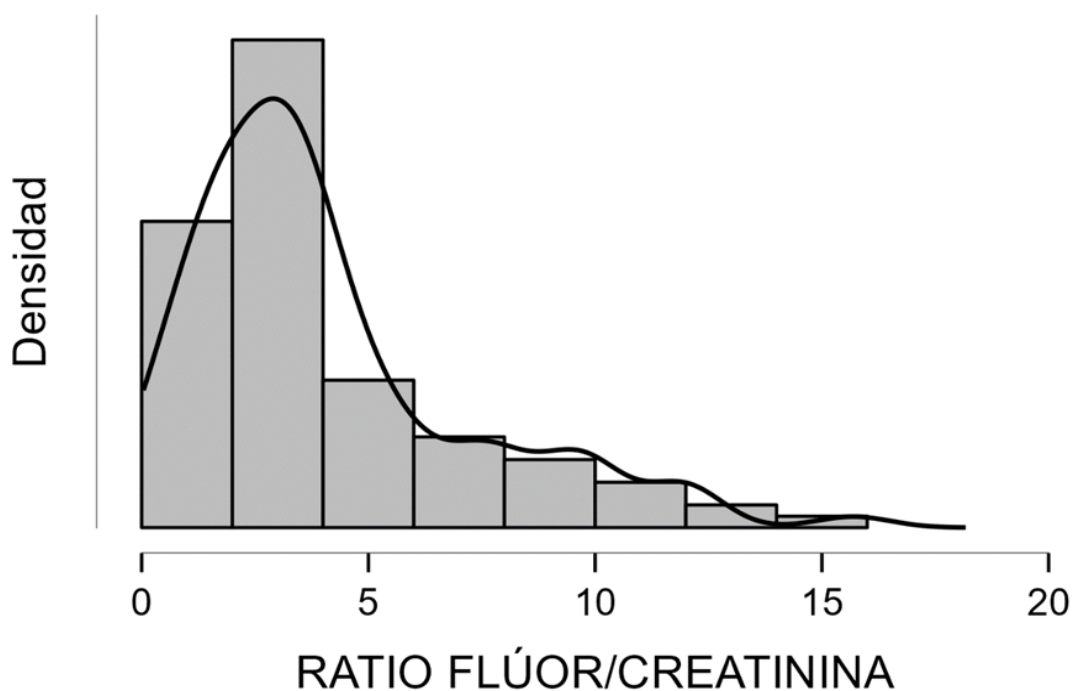
EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA, AREQUIPA 2024

Tabla 5
Ratio Flúor/ Creatinina

Variable	N	Min.	Máx	M	ME	DE
Ratio flúor/creatinina	104	.06	15.69	4.11	3.33	3.15

Esta tabla nos permite apreciar la media, el valor mínimo y máximo de la ratio flúor/ creatinina en orina encontrados en los estudiantes.

Gráfico 5
**Ratio flúor/ creatinina en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara,
Arequipa 2024**



Fuente propia

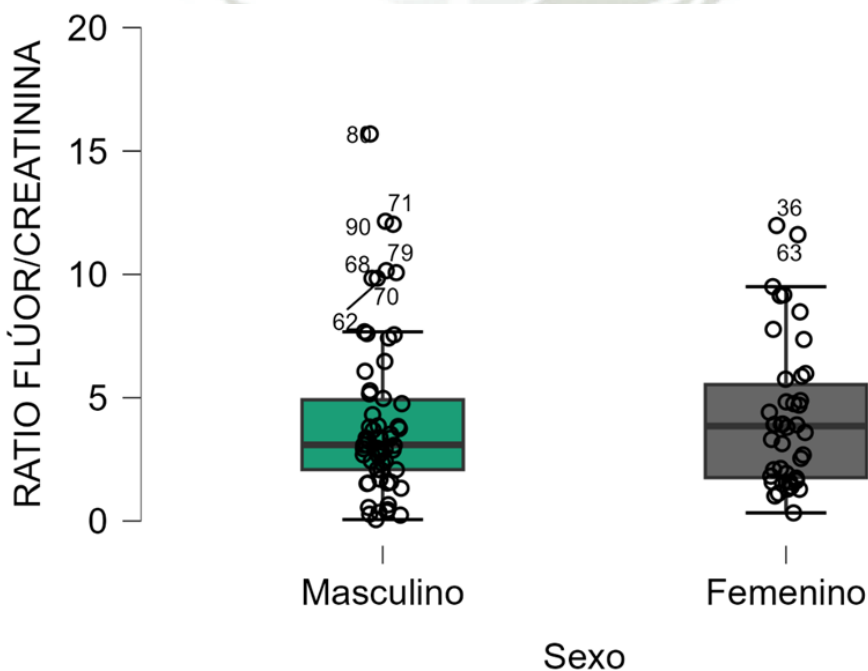
**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Tabla 6
Ratio flúor/creatinina según el sexo

Variable	N	Min.	Máx	M	ME	DE
Ratio flúor/creatinina						
Masculino	62	.06	15.69	4.03	3.09	3.28
Femenino	42	.33	11.98	4.22	3.85	2.98

En la tabla 6 se observa que no existen diferencias en cuanto al resultados de la ratio flúor/creatinina según el sexo

Gráfico 6.
Ratio Flúor / Creatinina según el sexo en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024



**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

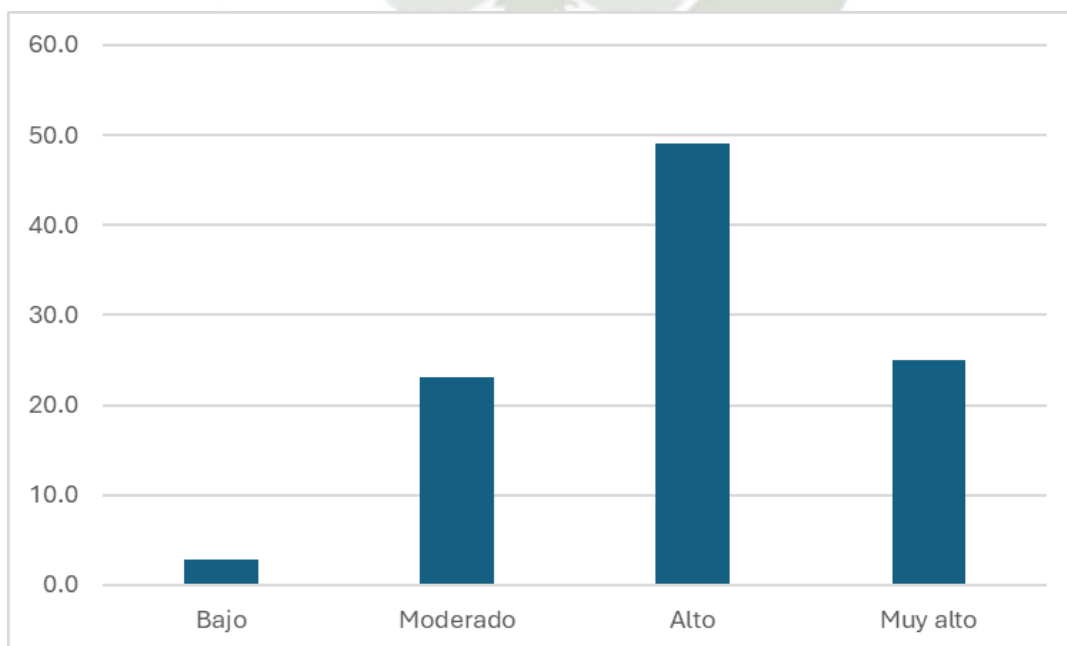
Tabla 7

Distribución de ratio flúor/creatinina en escolares

	F	%
Bajo	3	2,9
Moderado	24	23,1
Alto	51	49,0
Muy alto	26	25,0
Total	104	100,0

Gráfico 7

Distribución de ratio flúor/creatinina en escolares de los distritos de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024

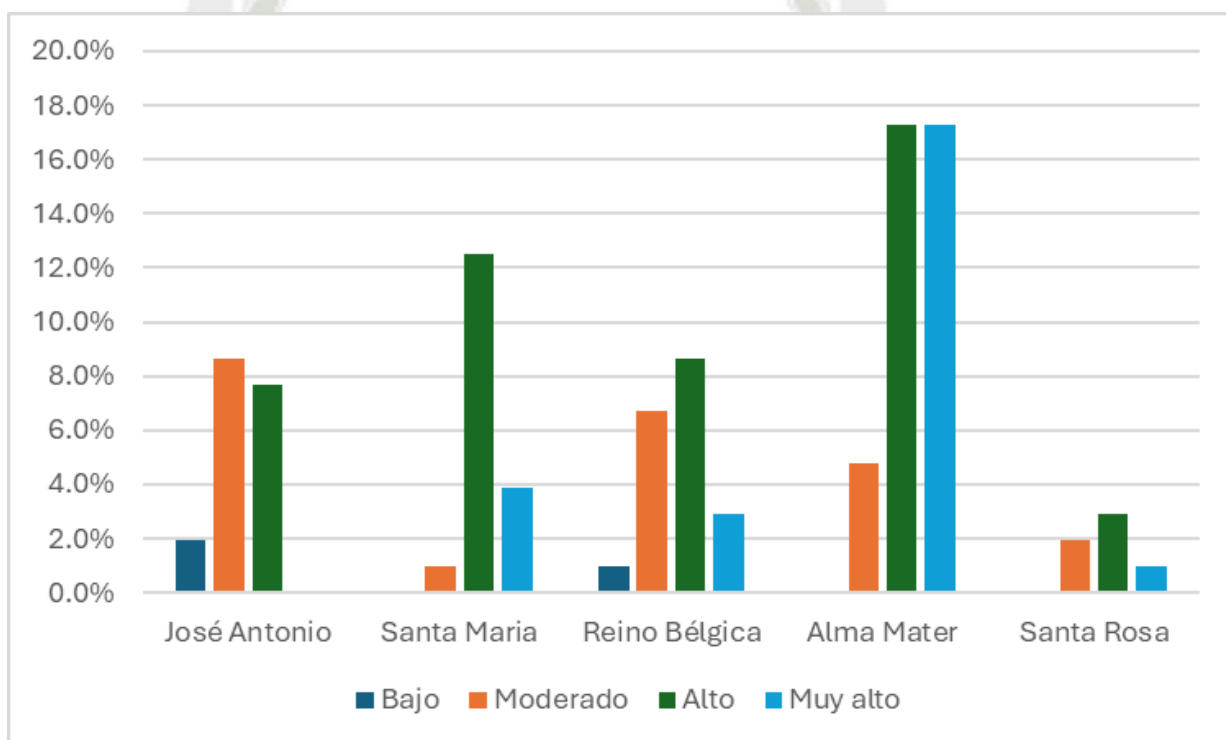


En la tabla y el gráfico 7 se observa el rango encontrado de los valores de la ratio flúor/ creatinina en los estudiantes; se aprecia en mayor cuantía resultados de alto y muy alto.

**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Gráfico 8

Ratio de flúor/creatinina en escolares relacionada con la Institución Educativa



En el siguiente gráfico se puede apreciar los resultados obtenidos de la ratio flúor/creatinina en las diferentes Instituciones Educativas, se observa que la I.E Alma Mater fue la que conto con los valores más altos, seguida de la I.E Santa María, Reino de Bélgica, José Antonio y Santa Rosa

**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Tabla 8

**PH en orina de estudiantes con exposición y eliminación renal de flúor en los distritos
de Uchumayo y Yanahuara, Arequipa 2024**

Variable	n	%
Categoría de pH		
Ácido	25	24.04
Neutro	16	15.38
Alcalino	63	60.58

La Tabla 8 permite apreciar el pH que muestran los escolares, siendo este en su mayoría alcalino (60.58%).

**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

**Tabla 9
Concentración de flúor según el tipo de PH**

Variable		n	%
Categoría de pH	Flúor		
Ácido	Normal	3	12.00
	Elevado	22	88.00
Neutro	Normal	1	6.25
	Elevado	15	93.75
Alcalino	Normal	20	31.75
	Elevado	43	68.25

En la Tabla 9 se aprecia el nivel de flúor en orina según categoría de pH que muestra el participante, se puede evidenciar que todas las categorías de pH en su mayoría muestran un nivel elevado de flúor, no obstante, se destaca que existen más escolares con un PH alcalino que tienen un nivel alto de flúor.

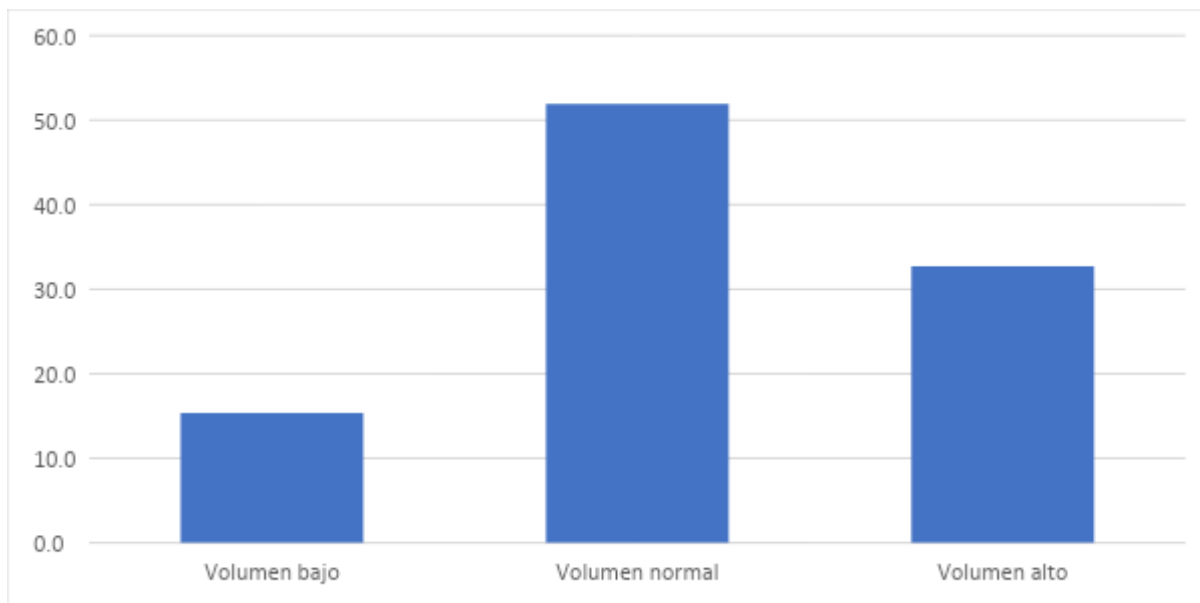
**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Tabla 10.
Distribución del Volumen de Orina (mL)

	F	%
Volumen bajo	16	15.4
Volumen normal	54	51.9
Volumen alto	34	32.7
Total	104	100.0

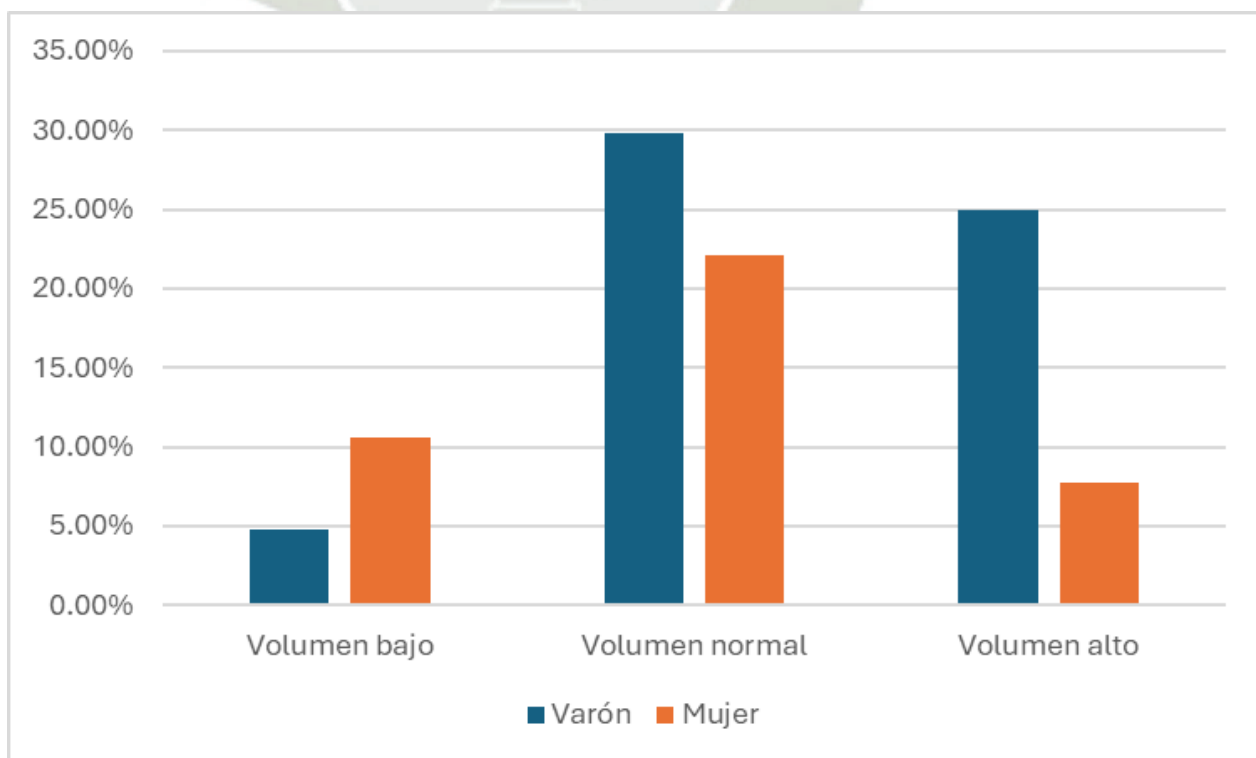
La distribución del volumen de orina muestra que el 15.4% de los estudiantes tienen un volumen bajo (16 estudiantes), el 51.9% un volumen normal (54 estudiantes) y el 32.7% un volumen alto (34 estudiantes). La muestra total consta de 104 estudiantes.

Gráfico 9
Distribución del Volumen de Orina (mL)



**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Gráfico 10
Relación entre el sexo y el volumen de orina en 24 Horas (mg/dL) en estudiantes.



En la siguiente gráfica podemos apreciar que en general los varones entregaron las muestras de orina de 24 horas con mayor volumen en comparación a las mujeres.



**EXPOSICIÓN AL FLÚOR Y ELIMINACIÓN RENAL DE FLÚOR EN
ESCOLARES DE LOS DISTRITOS DE UCHUMAYO Y YANAHUARA,
AREQUIPA 2024**

Tabla 11

Niveles de flúor en el agua de la Institución Educativa

Institución Educativa	Flúor (mg/L)
Reino Bélgica (RB)	1.621
José Antonio de Sucre (JAS)	1.404
Santa María del Valle (SM)	1.438
Santa Rosa de Viterbo (SRV)	1.015
Alma Mater (AM)	1.473

La tabla 11 muestra que el colegio con mayor concentración de flúor en el agua fue Reino de Bélgica con 1.621, seguido de la I.E. Alma Mater con 1.473, Santa María del Valle, José Antonio de Sucre y Santa Rosa de Viterbo.

DISCUSION

La literatura utilizada en este artículo recopila algunos estudios con características similares, por lo que estableceremos comparaciones con distintas metodologías.

Este trabajo realizó acopio de orina de 24 horas que es muy útil para evaluar la excreción total de este elemento. Si bien las concentraciones de fluoruro en plasma, saliva y orina tienen capacidad para predecir la exposición al fluoruro; la excreción diaria de fluoruro en orina puede considerarse el biomarcador más útil de la exposición contemporánea al fluoruro (11).

Sin embargo, se debe mencionar que los resultados de orina de 24 horas pueden mostrar elevaciones de los niveles de flúor como consecuencia de otros factores, por ejemplo, la dieta, alteraciones propias del metabolismo individual (8).

Teniendo en cuenta las variaciones o picos de flúor en la orina a lo largo del día, la intención de esta investigación fue evaluar los valores de flúor en orina de 24 horas y así evitar las variaciones que podemos encontrar al tomar una sola muestra al azar. Las recolecciones de orina de 24 horas son la mejor base para estimar la exposición al fluoruro (7).

Relacionar la excreción de flúor con la excreción de creatinina tiene como finalidad corregir los efectos de la diuresis en la excreción. Al utilizar la ratio de flúor/creatinina podemos obtener con más precisión la cantidad de flúor excretado por orina (8). La excreción urinaria de creatinina de 24 horas se utilizó como marcador de integridad en la recolección de orina de 24 horas (7).

La tabla 1 muestra una vista general de los participantes de este estudio, esta investigación tuvo 104 participantes escolares, 59.6% varones y 40.38% mujeres. El rango de edad establecido para poder participar en la investigación se situaba entre los 9 y los 16 años como se aprecia en el gráfico N° 2, en donde el grupo etario predominante está entre 12 y 13 años.

Las instituciones Educativas que participaron pertenecen a dos distritos de Arequipa como se observa en el gráfico N°4, el distrito de Uchumayo con 3 colegios, Reino de Bélgica (19.2%), Santa María del Valle (17.3%) y Alma Mater (39.4%), del distrito de Yanahuara participaron los colegios José Antonio Sucre (18.3%) y Santa Rosa de Viterbo (5.8%), evidenciado en el gráfico N° 3.

En la tabla N° 2 observamos los resultados del grupo de estudio, que en un primer momento fue muestreado con una prueba de orina inicial al azar en el cual los niveles de flúor en orina

se encontraban por encima de los valores normales, el 100% de los escolares presentaron niveles de flúor elevados, al comparar esta primera muestra al azar con la muestra de orina de 24 horas, podemos observar que el 76.92% de los escolares persisten con los niveles de flúor en orina elevado y el 23.08% de los estudiantes obtuvieron valores dentro de los rangos normales.

La tabla N° 3 nos habla de las diferencias en la excreción urinaria de flúor entre la muestra inicial tomada al azar y la de 24 horas que se han calculado mediante la prueba de T- student. El resultado nos indica que si existe diferencia estadística significativa.

Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a otras investigaciones, Heintze (27), en su investigación trabaja con una población de 5 a 50 años donde la población que consumía agua fluorada presentó una concentración de flúor excretado por orina de 1,31mg/L, otro estudio realizado por Báez y cols (28). Que estudiaron a niños de 4 a 6 años residentes de una comunidad fluorada, también encontraron concentraciones de flúor en orina de 1,26 mg/L a 1,42 mg/L. En la India se llevó a cabo otro estudio por Yadav y cols (32), el cual la concentración media de flúor en el agua de bebida era de 2.10mg/L, hallaron una media de flúor en orina de 1.53mg/L, resultados parecidos a los que nosotros obtuvimos en esta investigación (29).

Los valores obtenidos de flúor/creatinina en este estudio muestran una media de 3.33 mg flúor/g creatinina en la muestra de orina de 24 horas, los resultados son superiores a los obtenidos en otras investigaciones, Declerq (30), en su estudio en niños menores de 14 años que vivían cerca de una fundición de aluminio obtuvo que los niños excretaban una media de 0,52 mg flúor/g creatinina; otro grupo de niños del mismo estudio que consumía agua fluorada, excretaban una media de 0,69 mg flúor/g creatinina, y un tercer grupo que estaba sometido a un tratamiento diario de una tableta fluorada, obtuvo como resultado una media de 0.82mg flúor/g creatinina. Szekely y cols (31), también realizaron una investigación en niños rumanos de 3 a 7 años y ellos obtuvieron una ratio de flúor/creatinina de 1.00 en esta población. Zohouri y cols (7), en su estudio en niños que vivían en zonas fluoradas donde la ratio flúor/creatinina era de 1.49 (+/- 0.63), de igual manera otra investigación llevada a cabo por Kertesz y cols, en niños húngaros de 8 a 13 años mostro un ratio de flúor/creatinina de 1.51 (32).

En este estudio pudimos establecer parámetros de acuerdo con los valores hallados en las muestras de orina de los escolares, la tabla y el gráfico N° 7 nos muestra como los

clasificamos en bajo ($< 0.3\text{mg/g}$), moderado ($> 0.3 \text{ mg/g} - < 2.0 \text{ mg/g}$), alto ($> 2.0 \text{ mg/g} - < 5\text{mg/g}$) y muy alto ($> 5\text{mg/g}$). Con la siguiente escala la distribución de la ratio flúor mg / creatinina g muestra que el 2.9% de los estudiantes están en el rango bajo (3 estudiantes), el 23.1% en el rango moderado (24 estudiantes), el 49% en el rango alto (51 estudiantes) y el 25% en el rango muy alto (26 estudiantes).

El gráfico N° 8 nos explica mejor la relación de los niveles encontrados de la ratio flúor/ creatinina y los colegios a los cuales pertenecían los escolares y los resultados fueron los siguientes; el centro educativo Alma Mater fue el que mayor resultados de valores elevados presentó, se encontró que el 17.3% del 39.4% de su población tenían niveles muy altos de flúor, seguido del Centro educativo Santa María del valle que obtuvo un 3.8% del 17.3% de su población que también presentaron niveles muy altos, así mismo el colegio Reino de Bélgica presento 2.9% del 19.2% de su población con valores muy altos. Niveles altos se encontraron en todas las I.E. Alma Mater con un 17.3%, seguido de Santa María del Valle con 12.5%, Reino de Bélgica con un 8.7%, José Antonio de Sucre con 7.7% y Santa Rosa de Viterbo con 2.9%. Los 3 colegios con mayor población de estudiantes con niveles altos y muy altos pertenecen al distrito de Uchumayo, los colegios que pertenecen al distrito de Yanahuara presentaron valores entre altos y moderados. Se aplicó la prueba de Chi-cuadrado para evaluar si existía una relación estadística significativa entre los colegios y la relación de Flúor (mg)/ Creatinina en (g) y se encontró una relación estadísticamente significativa entre los colegios y la ratio flúor/creatinina, lo que sugiere que la ubicación de la institución educativa influye en los niveles de estos compuestos.

La tabla la N°11 hace referencia al nivel de flúor encontrado en el agua de cada establecimiento, hallamos lo siguiente: I.E Reino Bélgica (1.621 mg/L): Este colegio presenta el valor más alto de concentración de flúor en el agua de las muestras analizadas. I.E. Alma Mater (1.473 mg/L): La concentración de flúor en este colegio también es alta, aunque menor que en Reino Bélgica y mayor que en José Antonio de Sucre. Colegio Santa María del Valle (1.438 mg/L): La concentración de flúor es intermedia en comparación con los otros colegios. I.E. José Antonio de Sucre (1.404 mg/L): La concentración de flúor en este colegio es relativamente alta, y por último el Colegio Santa Rosa de Viterbo (1.015 mg/L).

De este apartado podemos concluir muchas cosas, en primer lugar, según La Resolución Ministerial N° 192-2020/MINSA, que aprueba el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, establece los parámetros y límites de concentración para diversos

compuestos y elementos en el agua potable. Según esta normativa, el valor máximo permitido de fluoruro en el agua para consumo humano es de 1.5 mg/L. Sin embargo, los valores hallados en el colegio Reino de Bélgica superan los valores permitidos (3).

Las instituciones educativas pertenecientes al distrito de Uchumayo presentaron los valores más altos de flúor en agua y al observar la relación de flúor/ creatinina estos 3 colegios también se encontraban en los rangos de valor moderado, alto y muy alto, con esto podemos decir que los escolares del distrito de Uchumayo presentan niveles de flúor más altos que los escolares del distrito de Yanahuara.

Se pudo observar que los valores de flúor en agua de las instituciones educativas José Antonio de Sucre y Santa Rosa de Viterbo tienen mucha diferencia en sus valores, si bien no exceden los parámetros permitidos, se supone que es la misma fuente de agua que se administra a ambas instituciones, por lo que el resultado debería ser similar, como el encontrado en la I.E Alma Mater y Santa María del Valle.

En este estudio también se relacionó la ratio de Flúor/Creatinina y el sexo de los escolares (tabla N°6) se concluyó que no había diferencia significativa, es decir, el sexo no influye en el resultado de ratio flúor/creatinina.

En la investigación realizada por la Dra. Felisa García en Madrid llevada a cabo también en niños menciona que no se observa que el sexo tenga influencia en los resultado (8), de la misma manera Kertész, tampoco encontró resultados estadísticamente significativos al respecto (33).

El pH es un parámetro importante que puede proporcionar valiosa información sobre la salud y el funcionamiento del cuerpo. Refleja el balance ácido-base del cuerpo. Un pH normal de la orina varía generalmente entre 4.6 y 8.0. Este rango indica cómo los riñones están excretando el exceso de ácidos o bases para mantener el equilibrio ácido-base en la sangre.

La tabla N° 8 nos explica como los escolares en su gran mayoría obtuvieron pH con tendencia a la alcalinización, el 60.58% del total de las muestras fueron alcalinas, el 15.38% fueron neutras y el 24.04% con tendencia a la acidificación.

En la investigación llevada a cabo por Felisa García nos menciona que la gran mayoría de los niños que muestrearon obtuvieron un pH entre 6.24 y 6.36 (11); de la misma manera el estudio llevado a cabo por García-Camba (34), obtuvo un pH entre 6.35 y 6.36, lo cual dista de los valores que nosotros encontramos. Cabe resaltar que el pH urinario es un factor importante en la excreción urinaria de flúor, alguna frutas y verduras incrementan el pH de

la orina produciendo mayor excreción de flúor en la orina y una menor retención de flúor en el organismo. Las orinas ácidas favorecen la absorción tubular de flúor y se relacionan con una menor excreción de este elemento en la orina, las orinas alcalinas producen lo contrario, menor absorción tubular y mayor excreción de flúor en la orina (11).

La tabla N° 9 nos permite apreciar la relación de la concentración de flúor con respecto al pH y se puede evidenciar que todas las categorías de pH presentan en su mayoría un nivel elevado de flúor, no obstante, se destaca que existen más escolares con un pH alcalino que tienen un nivel alto de flúor (68.25%), lo cual concuerda con lo ya mencionado anteriormente.

Sabemos que la creatinina es un producto de desecho que se genera a partir del metabolismo de la creatina, una sustancia que podemos encontrar en los músculos, esta se filtra en los riñones y se excreta en la orina. Tener este valor es importante por varias razones:

Función renal: La cantidad de creatinina excretada en la orina puede indicar cómo va el funcionamiento de los riñones, si estos no funcionan correctamente los niveles de creatinina en sangre pueden aumentar y por el contrario los niveles en orina disminuyen.

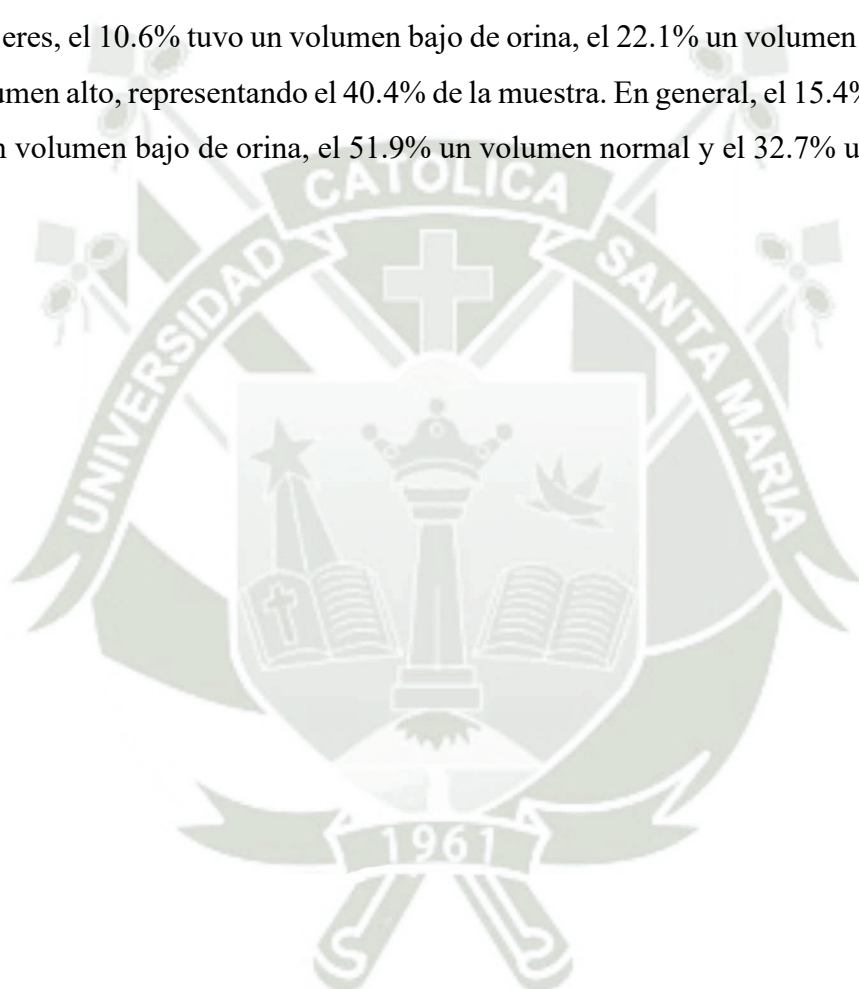
Estudio de enfermedades: La medición de creatinina es útil para diagnosticar y monitorear enfermedades renales, puede detectar daños renales.

Evaluación de la filtración glomerular: el aclaramiento de creatinina es una prueba que se utiliza para medir la tasa a la cual los riñones están filtrando creatinina de la sangre, esto proporciona una filtración glomerular aproximada.

En la tabla N° 4 observamos los resultados obtenidos en las muestras de orina de 24 horas el 90.4% presentó niveles de creatinina normales dentro del rango establecido por el laboratorio, que era de 28mg/dL a 217mg/dL, sin embargo, encontramos valores que estaban por fuera de ese rango, un 6.7% de ellos presento una creatinina por debajo de los valores normales y un 2.9% de los escolares presentaron valores por encima de los valores predeterminados.

Finalmente trabajamos con la variable del volumen la cual encontramos representada en el gráfico N° 10, aquí nos basamos en los parámetros utilizados por la guía de nefrología pediátrica, en base a ello obtuvimos los siguientes resultados, el 15.4% de los estudiantes tienen un volumen bajo (16 estudiantes), el 51.9% un volumen normal (54 estudiantes) y el 32.7% un volumen alto (34 estudiantes) (Tabla N° 10) (35).

Al realizar el estudio observamos que las niñas solían traer las galoneras menos llenas que los varones, según la guía de la OMS es importante que esta recolección sea apropiada ya que podría generar sesgos si de pronto la muestra no es la adecuada, es por ello por lo que se relacionó la variable del volumen y el sexo de los niños obteniendo el siguiente resultado. En el estudio sobre la relación entre el sexo y el volumen de orina en 24 horas en escolares, se encontró que, entre los varones, el 4.8% presentó un volumen bajo de orina, el 29.8% un volumen normal y el 25.0% un volumen alto, sumando un 59.6% del total de la muestra. En las mujeres, el 10.6% tuvo un volumen bajo de orina, el 22.1% un volumen normal y el 7.7% un volumen alto, representando el 40.4% de la muestra. En general, el 15.4% de los escolares tuvo un volumen bajo de orina, el 51.9% un volumen normal y el 32.7% un volumen alto.

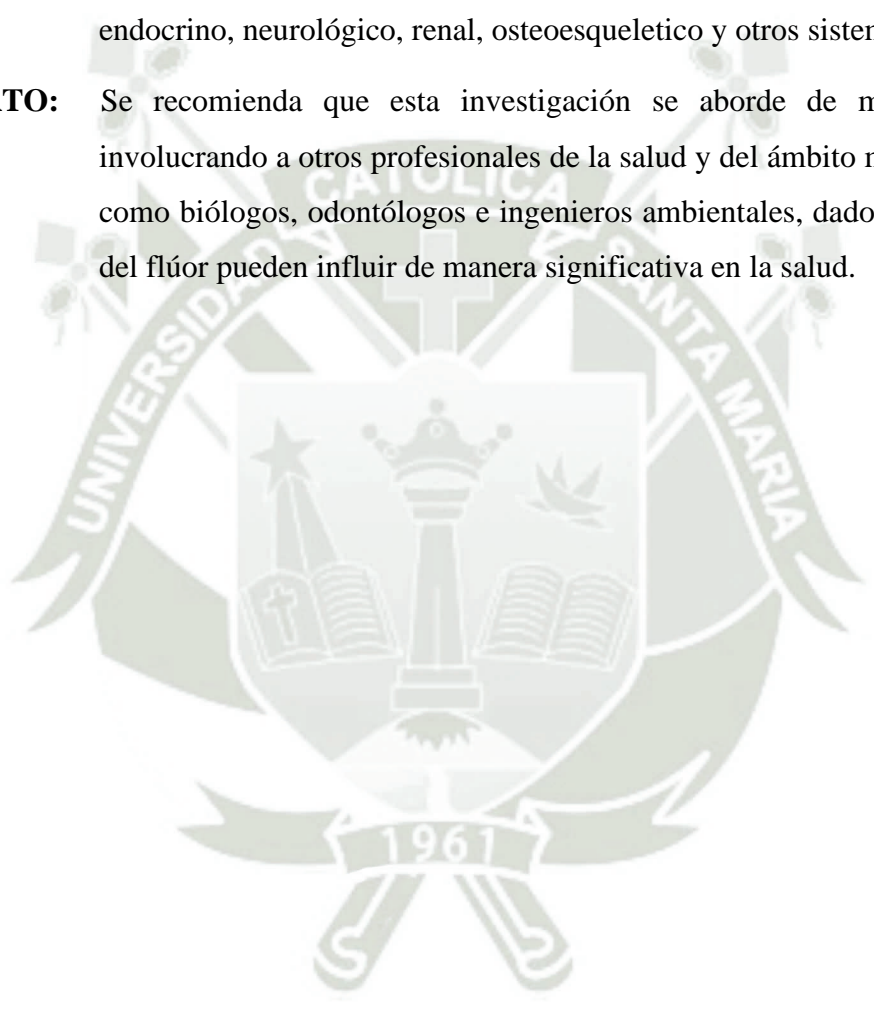


CONCLUSIONES

- PRIMERO:** El 76.92% de la población escolar estudiada de los distritos de Uchumayo y Yanahuara reportaron niveles elevados de flúor en orina y el 23.08% reportaron valores dentro de los parámetros permitidos en orina de 24 horas.
- SEGUNDO:** El (90.4%) de la población escolar estudiada de los distritos de Uchumayo y Yanahuara reportaron valores normales de creatinina en orina de 24 horas. El 6.7% valores bajos de creatinina en orina y el 2.9% valores elevados de creatinina en orina.
- TERCERO:** La asociación Flúor/Creatinina de la población escolar de los distritos de Uchumayo y Yanahuara fue alto con (49. %), asociación muy alto 25% asociación moderada con 23.1% asociación bajo 2.9% de la población escolar de los distritos de Uchumayo y Yanahuara.
- CUARTO:** Se encontró una elevada eliminación renal de flúor principalmente en escolares del distrito de Uchumayo, lo cual estuvo asociado al alto nivel de flúor en agua en este grupo de estudio.

RECOMENDACIONES

- PRIMERO:** Se recomienda realizar estudios más exhaustivos sobre la fluorosis sistémica a nivel clínico.
- SEGUNDO:** Se recomienda investigar la fuente de flúor estudio de aguas, suelos, cultivos y alimentos propios de la zona.
- TERCERO:** Se recomienda investigar la relación de fluorosis orientada al campo endocrino, neurológico, renal, osteoesqueletico y otros sistemas.
- CUARTO:** Se recomienda que esta investigación se aborde de manera integral, involucrando a otros profesionales de la salud y del ámbito medioambiental, como biólogos, odontólogos e ingenieros ambientales, dado que los efectos del flúor pueden influir de manera significativa en la salud.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

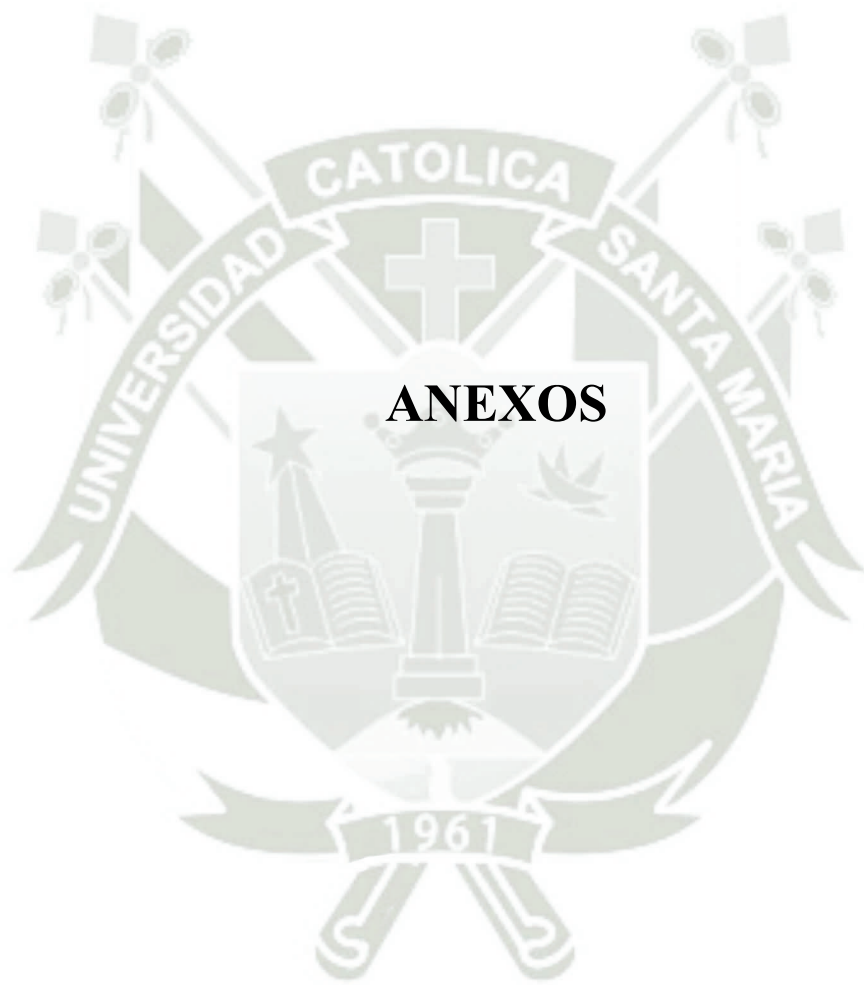
1. Rodríguez M, Urquijaga K. Concentración de flúor en agua de consumo de las viviendas de la jurisdicción del Centro de Salud de Tahuantinsuyo Bajo: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista]; 2023 Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/13655/Concentracion_RodriguezColque_Marian.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
2. World Health Organization. Fluoride in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality; 2004.
3. Ministerio de Salud. Resolución Ministerial N° 1172-2010/MINSA. Normas Técnicas de Salud para el Control y Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano; 2010.
4. Rosas L. Efectos de la exposición crónica de flúor en el agua de bebida sobre el transporte renal de iones y la regulación de la homeostasis: [Tesis para optar el Título de Licenciada en Nutrición]; 2009 Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/bitstream/231104/4122/1/AT13714.pdf>.
5. Mercado S, Mercado J. La concentración de fluoruro en agua potable la fluorosis dental en niños. Salud (i) ciencia (Impresa). 2022;: 167-171.
6. Maza A. Asociación entre los grados de severidad de fluorosis y caries dental en estudiantes de 8-16 años de la I.E Alma Mater de Congata, I.E. Reino de Bélgica y I.E.P Santa María del Valle ubicados en Uchumayo, Arequipa 2023: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujana Dentista]; 2024.
7. Zohouri, et al. Is the fluoride/creatinine ratio of a spot urine sample indicative of 24-h urinary fluoride? Community Dent Oral Epidemiol. 2006; 34(2): 130-8 Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16515677/>.
8. García F. Eliminación renal de flúor tras la aplicación de productos tópicos fluorados utilizados en la prevención de caries dental en el niño: [Tesis para optar el Grado de Doctor]; 2006.
9. Ozsváth D. El fluoruro y la salud ambiental: una revisión. Rev Environ Sci Biotecnología. 2009; 8(1): 59-79.

10. Fawell, et al. Fluoruro en el agua potable; 2006.
11. World Health Organization. Basic methods for assessment of renal fluoride excretion in community prevention programmes for oral health; 2014.
12. Lara L, Carrillo G. Efectos adversos del consumo excesivo del flúor en la salud humana: revisión sistemática.; 2021.
13. Cruz, et al. Depuración de creatinina y cociente proteína/creatinina en pacientes con enfermedad renal. Revista del Grupo de Investigaciones en Comunidad y Salud. 2020; 5(1): 37-46.
14. Diaz J. Concentración de flúor en el agua de consumo y su relación con la prevalencia y grado de fluorosis dental en adolescentes de tres instituciones educativas de Tiabaya. Arequipa-2017: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujana Dentista]; 2017.
15. Romero, et al. Consecuencias de la fluoración del agua potable en la salud humana. Revista médica de Chile. 2017; 145(2): 240-249 Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872017000200012.
16. Zinanyuca, et al. Relación entre fluorosis dental y consumo de agua fluorada en la población de niños en las edades 6 a 12 años en el Centro de Salud de Chiguata - Arequipa 2023: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista]; 2023.
17. García M, Reyes S. Concentración de iones flúor en orina y saliva en estudiantes de la Institución Educativa San Jacinto, 2021: [Tesis para optar el Título Profesional de Médico Cirujano]; 2022.
18. Chumpitaz, et al. Fluorosis dental en adolescentes de instituciones educativas de Lima. Odontología Vital. 2023;(38): 34-44.
19. Jurúpe M. Prevalencia de fluorosis dental en los niños de 6 a 12 años - Albergue Santa Maria Josefa, del distrito de Ferreñafe. Pimentel – Perú, 2021: [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista]; 2021.
20. Ren ea. Efectos de la fluorosis crónica en el cerebro. Ecotoxicology and Environmental Safet. 2022; 244: 114021.
21. Romero, et al. Consecuencias de la fluoración del agua potable en la salud humana. Revista médica de Chile. 2017; 145(2): 240-249.

22. Vieira A. Toxicidad del fluorur. The Overlooked Individual: Susceptibility to Dental Caries, Erosive Tooth Wear and Amelogenesis. 2022; 30: 140-148.
23. Santoyo, et al. Efectos de la exposición aguda al fluoruro de sodio sobre la función renal, la homeostasis del agua y el manejo renal del calcio y el fosfato inorgánico. Biol. 2014; 152(3): 367-72.
24. Ávila, et al. Efectos de la exposición al flúor sobre la función mitocondrial: metabolismo energético, dinámica, biogénesis y mitofagia. Environmental toxicology and pharmacology. 2022; 94: 103916.
25. Díez ea. Concentración de fluoruro en agua subterránea y su relación con los niveles de calcio sérico en niños residentes en el distrito de Loreto, Concepción. Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. 2019; 17(2): 24-35.
26. Zohouri, et al. La relación fluoruro/creatinina de una muestra de orina puntual es indicativa de fluoruro en orina de 24 horas; 2006.
27. Heintze, et al. Urinary fluoride levels and prevalence of dental fluorosis in three Brazilian cities with different fluoride concentrations in the drinking water. Community Dent Oral Epidemiol. 1998; 26(5): 316-23.
28. Baez, et al. Urinary fluoride excretion by children 4-6 years old in a south Texas community. Rev Panam Salud Publica. 2000; 7(4): 242-8.
29. Yadav J, Lata S. Urinary fluoride levels and prevalence of dental fluorosis in children of Jhajjar District, Haryana. Indian J Med Sci. 2003; 57(9): 3949.
30. Adair S. The role of fluoride mouthrinses in the control of dental caries: a brief review. Pediatr Dent. 1998; 20: 101-4.
31. Szeqely, et al. Comparative baseline study of the urinary fluoride excretion in Romanian preschool children. Caries Res. 2004; 38: 377.
32. Kertesz, et al. The determination of urinary fluoride/creatinina ratio (Q) in monitoring fluoride intake. Acta Physiologica Hungarica. 1989.
33. Kertesz, et al. The determination of urinary fluoride/ creatinina ratio (Q) in monitoring fluoride intake. Acta Physiologica Hungarica. 1989; 74: 209-214.
34. García J. Cuantificación de la excreción urinaria de flúor en el niño tras la exposición a dentífricos fluorados: [Tesis para optar el Grado Académico de Doctor]; 2004.

35. Lumbreras J, Amil B. Poliuria y polidipsia. *Protoc diagn ter pediatri*. 2014; 1: 81-9.
36. López, et al. Efectos de la ingestión prolongada de altas concentraciones de fluoruros. 16 de abril. 2016; 54(260): 83-94 Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=108158>.
37. Mettler, et al. User Manual SevenDirect; 2018 Disponible en: https://www.humeau.com/media/blfa_files/ME_ph-metre-de-paillasse-mettler-sevendirect-sd50-270464.pdf.





Anexo 1

Documento dirigido al comité de ética de la UCSM

COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Arequipa, 21 de enero de 2023

Investigadora Zaida Moya de Calderón

Presente. -

De mi especial consideración.

Me dirijo a usted para hacerle llegar el resultado de la evaluación de su proyecto de investigación y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

TÍTULO: ""FLUOROSIS SISTÉMICA Y SU REPERCUSIÓN EN EL COEFICIENTE INTELECTUAL DE ESCOLARES QUE HABITAN EN ZONAS CON FLÚOR EN AGUA DE SUBSUELO, AREQUIPA 2022".

Investigadora a cargo de la investigación: Zaida Moya de Calderón.

TIPO Y DISEÑO: Observacional, individual, transversal, laboratorial.

OBJETIVO: La investigación tiene como objetivo: Relacionar la presencia de flúor en el organismo de los escolares con fluorosis dental, disminución del coeficiente intelectual y talla baja para la edad.

PROCEDIMIENTOS: Índice de Dean, test Toni-2, laboratorio.



COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

SUJETOS DE ESTUDIO:

Escolares de 8 a 16 años de colegios de Uchumayo.

RIESGO DEL ESTUDIO:

Mínimo

OBSERVACIONES, SUGERENCIAS:

Debe proteger confidencialidad de la data sensible

DICTAMEN:

DICTAMEN FAVORABLE
010 - 2023



Águeda Muñoz del Carpio Toia
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Cualquier duda comunicarse a: comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com

Anexo 2

Documento dirigido a la directora del colegio Santa María del Valle para autorización de la investigación

SOLICITO: permiso para la ejecución del proyecto de investigación: **Fluorosis sistémica y su repercusión en el coeficiente intelectual de escolares que habitan en zonas con flúor en agua de subsuelo, Arequipa 2022.**

**Directora de la institución Educativa Particular Santa María del Valle
Carmen Nieto Tarazona**

Moya de Calderón Zaida, identificada con DNI 29221048, docente investigador con código ORCID: 0000-0003-2742-5255 de la Universidad Católica de Santa María y responsable del proyecto con Resolución No. 29002-R-2022 "FLUOROSIS SISTÉMICA Y SU REPERCUSIÓN EN EL COEFICIENTE INTELECTUAL DE ESCOLARES QUE HABITAN EN ZONAS CON FLÚOR EN AGUA DE SUBSUELO, AREQUIPA 2022".

Ante Ud. con el debido respeto el equipo investigador solicita la autorización para la ejecución de dicho proyecto en el centro educativo el cual usted dirige tan dignamente, debido a que los antecedentes indican la presencia de fluorosis dental y esto puede relacionarse con una disminución del Coeficiente Intelectual, por tanto, puede ser un problema de salud pública que afectaría el aprendizaje de los escolares en Arequipa.

Por lo expuesto, pedimos acceder a nuestra solicitud.

Arequipa, 17 de Marzo de 2023



Dra. Zaida Moya de Calderón

DNI 29221048



Anexo 3

Documento dirigido al director del colegio Reino de Bélgica para autorización de la investigación

SOLICITO; permiso para la ejecución del proyecto de investigación: Fluorosis sistémica y su repercusión en el coeficiente intelectual de escolares que habitan en zonas con flúor en agua de subsuelo, Arequipa 2022.

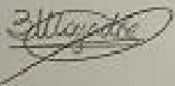
Director de la Institución Educativa 40088 Reino de Bélgica Uchumayo
Edgar Cama Mamani

Moya de Calderón Zaida, identificada con DNI 29221048, docente investigador con código ORCID: 0000-0003-2742-5255 de la Universidad Católica de Santa María y responsable del proyecto con Resolución No. 29002-R-2022 "FLUOROSIS SISTÉMICA Y SU REPERCUSIÓN EN EL COEFICIENTE INTELECTUAL DE ESCOLARES QUE HABITAN EN ZONAS CON FLÚOR EN AGUA DE SUBSUELO, AREQUIPA 2022".

Ante Ud, con el debido respeto el equipo investigador solicita la autorización para la ejecución de dicho proyecto en el centro educativo el cual usted dirige tan dignamente, debido a que los antecedentes indican la presencia de fluorosis dental y esto puede relacionarse con una disminución del Coeficiente Intelectual, por tanto, puede ser un problema de salud pública que afectaría el aprendizaje de los escolares en Arequipa.


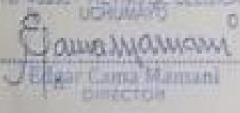
Por lo expuesto, pedimos acceder a nuestra solicitud.

Arequipa, 17 de Marzo de 2023



Dra. Zaida Moya de Calderón
DNI 29221048

REGIÓN AREQUIPA
UGEL NORTE AREQUIPA
LE. N° 40088 "REINO DE BÉLGICA"
UCHUMAYO
MESA DE PARTES
RECIBIDO
Fecha y Hora: 3/04/2023 a 5:00-24
Firma: _____ Fecha: 01


LE 40088 "REINO DE BÉLGICA"
UCHUMAYO

Edgar Cama Mamani
Director

Anexo 4.

Documento dirigido a la directora del colegio Alma Mater de Congata para
autorización de la investigación

SOLICITO: permiso para la ejecución del proyecto de
investigación: Fluorosis sistémica y su repercusión en
el coeficiente intelectual de escolares que habitan en
zonas con flúor en agua de subsuelo, Arequipa 2022.

**Directora de la institución Educativa 40091 Alma Mater de
Congata**

Lic. Angelica Maria Gulspe Mamani

Moya de Calderón Zalda, identificada con DNI 29221048,
docente investigador con código ORCID: 0000-0003-2742-6255 de la
Universidad Católica de Santa María y responsable del proyecto con Resolución
No. 29002-R-2022 "FLUOROSIS SISTÉMICA Y SU REPERCUSIÓN EN EL
COEFICIENTE INTELECTUAL DE ESCOLARES QUE HABITAN EN ZONAS
CON FLÚOR EN AGUA DE SUBSUELO, AREQUIPA 2022".

Ante Ud. con el debido respeto el equipo investigador
solicita la autorización para la ejecución de dicho proyecto en el centro educativo
el cual usted dirige tan dignamente, debido a que los antecedentes indican la
presencia de fluorosis dental y esto puede relacionarse con una disminución del
Coeficiente Intelectual, por tanto, puede ser un problema de salud pública que
afectaría el aprendizaje de los escolares en Arequipa.

Por lo expuesto, pedimos acceder a nuestra solicitud.

Arequipa, 17 de marzo de 2023



Dra. Zalda Moya de Calderón

DNI 29221048



Lic. Angelica M. Gulspe Mamani
SECRETARIA
C.E. 40091 "Alma Mater de Congata"

RECIBIDO:

Anexo 5

Consentimiento informado dirigido a los padres de familia

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LOS PADRES

Con autorización del Gerente Regional de Educación y del director de la UGEL Norte de Arequipa, presentamos a la Dra. Zaida Moya Calderón, al Prof. Dr. Jaime Cury y al equipo investigador de la Universidad Católica de Santa María, quienes realizaremos un examen clínico bucal a su hijo (a), para evaluar la fluorosis dental y se tomará una muestra de orina, para calcular cuánto de flúor tiene en su organismo. La presencia de flúor puede disminuir el coeficiente intelectual, es decir el rendimiento escolar e influir en una talla baja. (por estudios científicos en el mundo). La fluorosis se produce por el consumo de flúor en el agua o alimentos, se observa como dientes muy blancos o con manchas cafés, ocasiona el debilitamiento de dientes y huesos, en casos extremos puede fracturarse los dientes y los huesos.

Durante las actividades, para el examen de los dientes se usarán materiales descartables, la recolección de orina será realizada por su propio hijo (a) en un frasco estéril y cumpliendo con las normas de bioseguridad, no se aplicará ningún tipo de tratamiento que perjudique o lastime a su hijo (a), no contamina el medio ambiente, no tiene ningún costo, los resultados serán confidenciales y entregados en copia a la escuela.

Si usted está de acuerdo completar los siguientes datos:

Yo padre y/o madre,
(nombre y apellidos), identificado (a) con DNI, autorizo para que mi hijo (a)..... (nombre y apellidos), participe voluntariamente.

Arequipa de del 2023.

Firma del padre y /o madre
DNI

Anexo 6.

Asentimiento informado dirigido a los estudiantes

ASENTIMIENTO INFORMADO PARA ESTUDIANTES

El propósito del consentimiento es informar a los participantes sobre la naturaleza de esta investigación, así como de su rol como participantes. La presente investigación es conducida por la Srta. Andrea Loana Maza Calcina, estudiante de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Santa María. El propósito del estudio es identificar el la Prevalencia de fluorosis y Caries dental.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá completar la ficha en la parte inferior.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de esta investigación. Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parece incómoda, tiene usted el derecho de informar al investigador (a) o no responder. Desde ya le agradecemos su participación con respuestas honestas y verídicas. Acepto participar voluntariamente en esta investigación.

Yo: _____ (Nombre del Participante) con No. DNI _____ Si Reconozco que la información que yo proporciono a la investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto ocasione perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a Andrea Loana Maza Calcina y su celular es 951980600.

Arequipa, __ de ____ del 2023

Anexo 7

Comunicado de ampliación de investigación a los padres

COMUNICADO

Estimados padres de familia, les escribimos de parte del grupo de investigación de la Universidad Católica de Santa María, para comunicarles que sus pequeños han sido seleccionados para ampliar el estudio iniciado el año pasado “**FLUOROSSIS SISTEMICA Y SU REPERCUSION EN EL COEFICIENTE INTELECTUAL DE ESCOLARES QUE HABITAN EN ZONAS CON FLUOR EN AGUA DE SUBSUELO, AREQUIPA 2023**” al observar sus resultados encontramos niveles de flúor elevados por lo cual queremos realizarles una prueba mas específica que consiste en la recolección de orina durante 24 horas, aquí les escribimos las indicaciones para una buena recolección.

1. Toda la recolección debe ser en la galonera de orina proporcionada por el equipo de investigación
2. La orina debe ser por 24 horas, es decir, si se comienza el sábado a las 8am debe terminarse el domingo 8 am.
3. No se debe agregar líquidos adicionales a la galonera proporcionada
4. La galonera debe ser almacenada por un adulto responsable para evitar accidentes

Cualquier consulta por favor comunicarse a los teléfonos y/o WhatsApp 992276096, 992596831, 951980600. Nosotros pasaremos a recoger las galoneras el lunes en el colegio.

Esperamos su colaboración

Atte. Grupo de investigación de la UCSM



Anexo 8

Solicitud dirigida a los directores de las I.E. de Gestión pública y privada de los distritos de Yanahuara y Uchumayo.



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
DIRECCIÓN REGIONAL DE EDUCACIÓN
UGEL AREQUIPA NORTE

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"
UGEL AREQUIPA NORTE, HACIA EL NORTE DE LA EDUCACIÓN



UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL
UGEL AREQUIPA NORTE

Arequipa, 2023 marzo 16

OFICIO MULTIPLE No. 036 -2023-GRA/GRE/UGEL.AN-AGP

SEÑORES

DIRECTORES DE LAS I.E. DE GESTION PUBLICA Y PRIVADA

DISTRITOS DE YANAHUARA Y UCHUMAYO

Presente. -

**ASUNTO : BRINDAR FACILIDADES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

REFERENCIA: INFORME No 008 - 2023 -UGEL AN/AGP/MBF

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y de acuerdo al documento de la referencia, se solicita brindar las facilidades del caso a la Dra. ZAIDA MOYA DE CALDERÓN, DNI 29221048 y a su colaboradora Srta. YEPEZ ALAVARES MIRELLA LILIANA, DNI. 72863434, para que puedan ejecutar el proyecto de investigación: Fluorosis sistémica y su repercusión en el coeficiente intelectual de escolares que habitan en zonas con flúor en agua de subsuelo, Arequipa 2022, en ámbito de los distritos de Yanahuara y Uchumayo, de acuerdo al documento de la referencia

Aprovecho de la oportunidad para renovarles los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,



Prof. **ROBERTO CARLOS MARIN SAMAYANI**
DIRECTOR DEL PROGRAMA SECTORIAL III
UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL
AREQUIPA NORTE

RCMS/DIR.UGEL.AN
SECCS/JAGP
MCPO
NÚMERO DE REGISTRO: 5549614
NÚMERO DE EXPEDIENTE: 3533867

AV. TAHUAYCANI 104 - SACHACA - AREQUIPA
CENTRAL TELEFÓNICA (054) 340597
UGEL AREQUIPA NORTE

Anexo 9
Cuadro matriz

		ORINA DE 24 HORAS									
EDAD	CÓDIGO	NIVEL DE FLÚOR EN ORINA EN TOMA AL AZAR	FLÚOR 24H PPM	FLUOR EN 24H(mg/L) en 24H	CREATININA 24 H (mg/dL)	CREATININA 24H (g/L) en 24H	PH	VOLUMEN (mL)	VOLUMEN (L)	RATIO FLUOR mg /CREATININA g	
JOSE ANTONIO	15	JAS 1	2.48	0.93	3.72	54.7	2.188	8.36	4000	4	1.700182815
	13	JAS 2	2.28	1.08	1.188	52	0.572	7.87	1100	1.1	2.076923077
	14	JAS 3	2.09	1.75	1.575	265.6	2.3904	7.63	900	0.9	0.658885542
	13	JAS 4	2.47	1.32	0.594	117.8	0.5301	9.11	450	0.45	1.120543294
	12	JAS 5	2.23	0.68	0.612	147	1.323	9.17	900	0.9	0.462585034
	16	JAS 6	2.2	0.07	0.119	114	1.938	8.69	1700	1.7	0.061403509
	15	JAS 7	2.06	0.46	0.4876	187.8	1.99068	8.26	1060	1.06	0.244941427
	11	JAS 8	2.47	0.51	0.8925	145	2.5375	8.72	1750	1.75	0.351724138
	10	JAS 9	5.09	2.05	2.993	69.4	1.01324	9.27	1460	1.46	2.95389049
	10	JAS 10	2.23	1.24	0.9424	60	0.456	6.12	760	0.76	2.066666667
	11	JAS 11	2.31	0.64	0.4864	46.2	0.35112	7.39	760	0.76	1.385281385
	14	JAS 12	2.06	1.08	1.188	44.2	0.4862	9.07	1100	1.1	2.443438914
	15	JAS 13	2.006	0.92	1.564	59.6	1.0132	9.1	1700	1.7	1.543624161
	9	JAS 14	2.51	1.32	0.99	99.2	0.744	9.19	750	0.75	1.330645161
	10	JAS 15	2.78	2.06	1.442	135.6	0.9492	5.59	700	0.7	1.519174041
	11	JAS 16	2.88	0.84	0.84	39.4	0.394	8.81	1000	1	2.131979695
	11	JAS 17	2.11	1.94	1.552	63	0.504	7.13	800	0.8	3.079365079
	10	JAS 18	2.11	1.53	1.53	46.2	0.462	8.1	1000	1	3.311688312
	13	JAS 19	2.86	1.77	1.416	45.4	0.3632	9.46	800	0.8	3.898678414

SANTA MARÍA	14	SM 1	2.49	1.96	2.548	51.2	0.6656	8.79	1300	1.3	3.828125
	13	SM 2	3.74	3.71	12.985	100.6	3.521	9	3500	3.5	3.687872763
	13	SM 3	5.07	4.75	4.56	51.8	0.49728	9.08	960	0.96	9.16988417
	9	SM 4	2.11	2.61	2.088	99	0.792	8.8	800	0.8	2.636363636
	14	SM 5	2.79	3.24	3.1428	216.6	2.10102	8.95	970	0.97	1.495844875
	9	SM 6	3.18	3.66	2.196	96	0.576	9.11	600	0.6	3.8125
	14	SM 7	2.02	2.46	3.936	85.4	1.3664	6.55	1600	1.6	2.880562061
	9	SM 8	2.17	2.89	1.445	108	0.54	9.11	500	0.5	2.675925926
	9	SM 9	2.24	3.17	3.0432	108.8	1.04448	9.05	960	0.96	2.913602941
	10	SM 10	3.61	3.82	8.786	41.8	0.9614	9.02	2300	2.3	9.138755981
	10	SM 11	2.04	2.31	6.006	75.2	1.9552	7.75	2600	2.6	3.071808511
	12	SM 12	2.78	2.23	1.784	77.2	0.6176	8.43	800	0.8	2.888601036
	10	SM 13	2.27	2.62	1.834	80.2	0.5614	8.43	700	0.7	3.266832918
	12	SM 14	2.86	3.02	2.416	89.2	0.7136	5.41	800	0.8	3.385650224
	14	SM 15	3.43	3.78	7.182	79.4	1.5086	6.76	1900	1.9	4.76070529
	12	SM 16	2.44	3.01	7.525	57	1.425	6.71	2500	2.5	5.280701754
	15	SM 17	2.36	3.21	1.605	26.8	0.134	8.89	500	0.5	11.97761194
	9	SM 18	2.32	3.25	3.9	98.4	1.1808	6.77	1200	1.2	3.302845528
REINO BÉLGICA	15	RB 1	2.44	1.03	1.339	188.2	2.4466	9.14	1300	1.3	0.547290117
	14	RB 2	2.22	1.47	1.8375	84.6	1.0575	6.48	1250	1.25	1.737588652
	11	RB 3	3.22	1.51	1.2835	64.2	0.5457	8.77	850	0.85	2.352024922
	11	RB 4	4.45	3.54	2.478	121	0.847	7.08	700	0.7	2.925619835
	12	RB 5	2.74	1.91	4.6986	69.6	1.71216	6.58	2460	2.46	2.744252874
	13	RB 6	2.01	1.09	0.9919	106.8	0.97188	9.19	910	0.91	1.020599251
	13	RB 7	3.27	0.5	1.05	180	3.78	9.1	2100	2.1	0.277777778
	13	RB 8	4.41	3.38	7.774	96	2.208	8.96	2300	2.3	3.520833333
	12	RB 9	2.65	2.04	3.468	54.4	0.9248	8.06	1700	1.7	3.75
	13	RB 10	4.32	3.56	9.968	46.4	1.2992	6.96	2800	2.8	7.672413793

	12	RB 11	4.09	3.16	3.16	42.6	0.426	7.19	1000	1	7.417840376
	13	RB 12	2.52	0.44	0.4136	132.4	1.24456	7.47	940	0.94	0.332326284
	12	RB 13	2.32	2.49	2.739	152.6	1.6786	6.89	1100	1.1	1.631716907
	11	RB 14	2.11	1.92	1.632	91.6	0.7786	6.62	850	0.85	2.096069869
	12	RB 15	2.27	0.37	0.296	96.8	0.7744	9.27	800	0.8	0.382231405
	13	RB 16	2.59	0.92	2.668	50.6	1.4674	8.67	2900	2.9	1.818181818
	10	RB 17	2.009	2.12	1.484	83.4	0.5838	9.25	700	0.7	2.541966427
	12	RB 18	2.16	2.38	4.522	39.2	0.7448	7	1900	1.9	6.071428571
	13	RB 19	2.68	0.65	1.105	16.6	0.2822	7.99	1700	1.7	3.915662651
	12	RB 20	2.14	2.22	1.998	46	0.414	8.23	900	0.9	4.826086957
ALMA MATER	10	AM 1	2.71	3.15	1.575	82.8	0.414	6,19	500	0.5	3.804347826
	9	AM 2	3.37	3.65	7.3	49.6	0.992	7,11	2000	2	7.358870968
	15	AM 3	2.16	3.21	3.531	119.2	1.3112	7,01	1100	1.1	2.69295302
	14	AM 4	2.34	3.38	3.211	57.6	0.5472	7,37	950	0.95	5.868055556
	16	AM 5	4.49	4.96	4.464	50.4	0.4536	7,48	900	0.9	9.841269841
	13	AM 6	2.03	2.67	2.403	23	0.207	7,27	900	0.9	11.60869565
	12	AM 7	3.01	3.29	4.4415	57.2	0.7722	6,24	1350	1.35	5.751748252
	12	AM 8	1.5	1.68	4.368	50	1.3	6,20	2600	2.6	3.36
	16	AM 9	3.45	3.78	2.646	239	1.673	5,81	700	0.7	1.581589958
	16	AM 10	2.31	2.96	3.552	82.4	0.9888	7,14	1200	1.2	3.59223301
	12	AM 11	2.11	2.84	3.408	28.2	0.3384	8,08	1200	1.2	10.07092199
	12	AM 12	2.98	3.29	3.29	38.8	0.388	7,73	1000	1	8.479381443
	12	AM 13	2.42	3.64	7.28	37	0.74	7,03	2000	2	9.837837838
	12	AM 14	2.43	3.28	4.92	27	0.405	6,23	1500	1.5	12.14814815
	12	AM 15	3.55	3.67	2.569	61.4	0.4298	7,28	700	0.7	5.977198697
	11	AM 16	2.09	2.17	2.17	56.2	0.562	6,61	1000	1	3.861209964
	10	AM 17	3.43	3.91	5.865	51.8	0.777	7,46	1500	1.5	7.548262548
	10	AM 18	2.29	3.22	6.762	49.8	1.0458	6,39	2100	2.1	6.465863454
		12	AM 19	1.93	2.56	3.072	49.6	0.5952	5,96	1200	1.2

	12	AM 20	3.27	3.43	3.773	73	0.803	7,40	1100	1.1	4.698630137
	12	AM 21	2.39	3.25	3.25	82.8	0.828	7,38	1000	1	3.925120773
	12	AM 22	5.57	6.01	9.616	59.2	0.9472	7,27	1600	1.6	10.15202703
	11	AM 23	3.02	3.42	9.918	21.8	0.6322	6,90	2900	2.9	15.68807339
	10	AM 24	3.55	3.67	7.707	73.8	1.5498	7,56	2100	2.1	4.972899729
	9	AM 25	0.89	1.25	0.625	64.6	0.323	6,81	500	0.5	1.93498452
	9	AM 26	1.82	2.22	1.554	144.6	1.0122	5,53	700	0.7	1.53526971
	11	AM 27	2.13	2.69	6.187	34.6	0.7958	6,47	2300	2.3	7.774566474
	11	AM 28	2.08	2.73	5.46	81.2	1.624	6,35	2000	2	3.362068966
	9	AM 29	2.05	3.01	1.505	230.8	1.154	5,36	500	0.5	1.304159445
	9	AM 30	2.41	3.25	6.0125	83.2	1.5392	6,21	1850	1.85	3.90625
	9	AM 31	1.56	2.64	4.752	61.2	1.1016	6,87	1800	1.8	4.31372549
	12	AM 32	4.17	4.41	11.907	58	1.566	5,43	2700	2.7	7.603448276
	13	AM 33	2.99	3.68	5.52	30.6	0.459	9,39	1500	1.5	12.02614379
	13	AM 34	2.11	2.91	6.984	119.8	2.8752	6,40	2400	2.4	2.429048414
	12	AM 35	1.68	3.28	4.1	67.2	0.84	6,51	1250	1.25	4.880952381
	12	AM 36	1.61	3.64	2.002	115.8	0.6369	5,88	550	0.55	3.143350604
	15	AM 37	2.54	3.77	7.917	79.2	1.6632	7,58	2100	2.1	4.76010101
	16	AM 38	2.52	3.22	4.186	104	1.352	6,08	1300	1.3	3.096153846
	15	AM 39	2.55	3.69	5.7195	132.8	2.0584	5,90	1550	1.55	2.778614458
	11	AM 40	2.05	3.28	5.904	74.4	1.3392	6,64	1800	1.8	4.408602151
14	AM 41	1.64	2.29	2.519	145.2	1.5972	6,36	1100	1.1	1.577134986	
SANTA ROSA	12	SRV 1	2.71	1.29	0.903	100.2	0.7014	9.47	700	0.7	1.28742515
	11	SRV 2	2.03	2.06	1.8334	52.6	0.46814	8.1	890	0.89	3.91634981
	12	SRV 3	3.14	1.78	1.3884	112.6	0.87828	6.4	780	0.78	1.580817052
	11	SRV 4	2.275	0.54	0.405	26	0.195	5.6	750	0.75	2.076923077

	13	SRV 5	2.59	2.26	2.26	23.8	0.238	6.56	1000	1	9.495798319
	10	SRV 6	2.42	2.47	3.705	74.6	1.119	5.34	1500	1.5	3.310991957



Anexo 10

Memoria Fotográfica: Recolección de muestras de orina



Recolección muestras de orina colegio Alma Mater



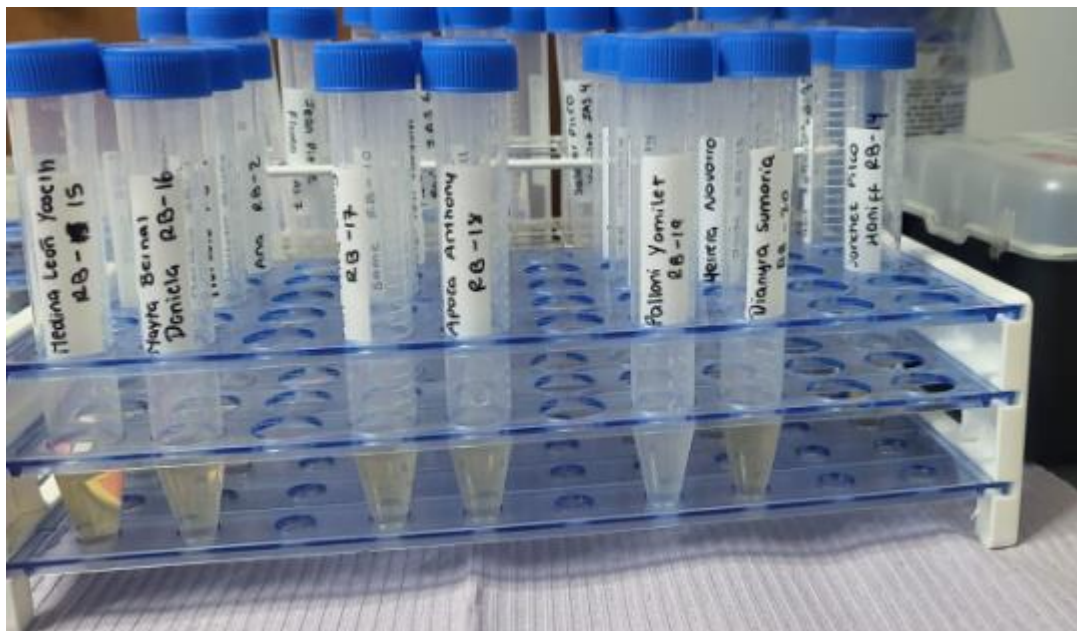
Recolección muestras de agua colegio Reino de Bélgica



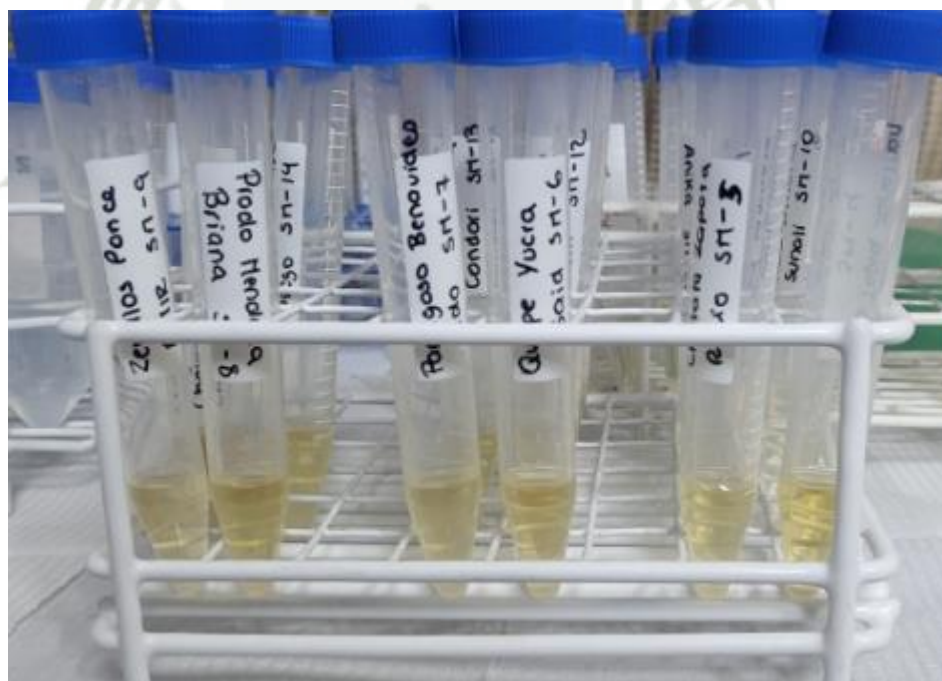
Recolección muestras de orina colegio Reino de Bélgica.



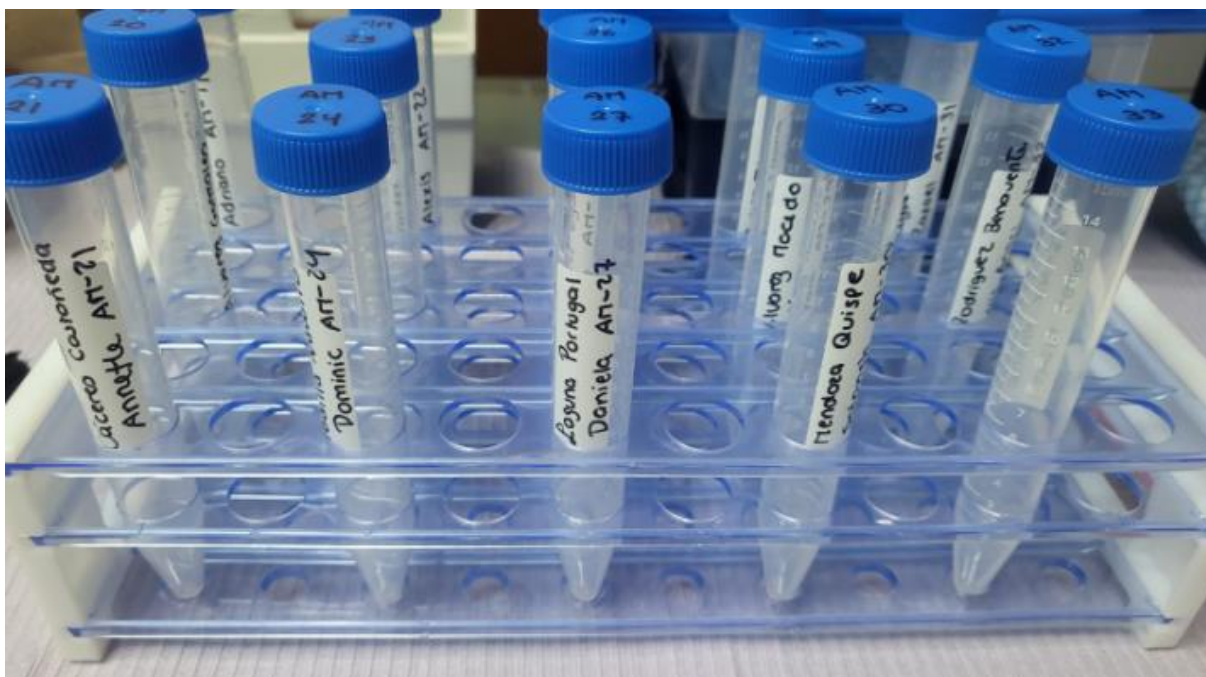
Cuantificación y clasificación de las muestras de orina



Procesamiento de muestras del colegio Santa María del Valle



Procesamiento de muestras del colegio Reino de Bélgica



Procesamiento de muestras del colegio Alma Mater



Blancos utilizados para calibración



Rotulación y preparación de las muestras de orina