

Concentración de fluoruro en agua potable, aguas termales y manantiales de 6 distritos de Santiago de Chuco, Perú

Demetrio R. Jara Aguilar¹; Gladys S. Gonzáles Pósito²; Elda M. Rodrigo Villanueva³; Segundo G. Ruiz Reyes⁴

¹Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, drja66@yahoo.com

²Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, gladycita1959@hotmail.com;

³Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo,

eldamary40@hotmail.com; ⁴Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de

Trujillo, ruiz_reyes2001@yahoo.es

Recibido: 12-12-12

Aceptado: 04-03-13

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la concentración de fluoruro en agua potable, aguas termales y manantiales que consume la población de seis distritos de la provincia de Santiago de Chuco, Perú. Se utilizó Fluorímetro – Electrodo ISE tipo Orion modelo 96-09. Se muestreó en 24 puntos de distribución de agua potable, 3 de aguas termales del distrito de Cachicadán, y 15 de agua de manantiales. Para el análisis se utilizó 1000 mL de agua de cada una de las muestras. Obteniéndose como resultados que en el distrito de Cachicadán las concentraciones promedio de fluoruro de aguas termales, potable y de manantiales son: 0.305, 0.0265 y 0.0336 ppm respectivamente; en el distrito de Angasmarca: agua potable 0.0382, manantiales 0.143 ppm; Santa Cruz de Chuca: agua potable 0.0542, manantiales 0.201 ppm; en el distrito de Calipuy; agua potable 0.0178 ppm, de manantiales 0.133 ppm; en el distrito de Santiago de Chuco: agua potable 0.138 ppm y en el manantial ubicado en el barrio San Cristóbal 0.426 ppm; y en el distrito de Quiruvilca: agua potable 0.0370 ppm.

Se concluye que el agua potable, manantiales y termales consumidas por los pobladores de los distritos de la provincia de Santiago de Chuco contienen concentraciones de fluoruro inferiores a las recomendadas por la OMS, a excepción del agua del manantial ubicado en el barrio San Cristóbal del distrito de Santiago de Chuco cuya concentración promedio fue de 0.426 ppm.

Palabras clave: Fluoruro, agua potable, aguas termales.

ABSTRACT

The objective of this paper was to determine the concentration of Fluoride in the potable and thermal water and fountains which are consumed by the population of six districts of Santiago de Chuco province, Perú. We used the Fluorimeter Electrode ISE Orion Type, model 96-09. 24 points of potable water, 3 point of hot spring ware of Cachicadán and 15 point of spring water were analyzed. We used 1000 mL of water of each one of the samples. The findings of fluoruro in Cachicadán District are 0.305 ppm of fluoruro in thermal water, 0.0265 ppm in potable water, and 0.0336 ppm of natural fountains; in Angasmarca District, 0.042 ppm in potable water, 0.143 ppm in natural fountains; in Santa Cruz de Chuca 0.0542 ppm in potable water, 0.201 ppm in natural fountains; in the Calipuy District 0.0178 ppm in potable water, 0.133 ppm in natural fountains; in the District of the Santiago de Chuco 0.138 ppm in potable water, in the natural fountain located in San Cristobal 0.426 ppm; in District of Quiruvilca, 0.0370 ppm in potable water. Therefore we conclude that the potable water, thermal water and natural fountains of water consumed by the inhabitants of the province of Santiago de Chuco have Fluor in quantities below the quantities recommended by the WHO. There was an exception; the natural fountain located in San Cristobal of the district of Santiago de Chuco which concentration was 0.426 ppm.

Key words: fluoride, potable water, thermal water.

I.- INTRODUCCIÓN

El fluoruro es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza, aparece en los suministros de agua. Desde que su efectividad en la prevención de caries dentarias fue postulada en la década del 40, su uso ha sido ampliamente aceptado y practicado (Eguigurin; 2006:5-7).

De una ingesta de flúor, el 80 % aproximadamente es absorbido en el estómago e intestino delgado principalmente y el resto eliminado a través de las deposiciones (Ortiz, 2006:18-21; Public Health Department, 2006:8-12).

El fluoruro absorbido pasa al plasma sanguíneo y luego es distribuido a los diferentes tejidos donde se mantiene en equilibrio respecto a la concentración plasmática. Este equilibrio dinámico es posible ya que el fluoruro no se encuentra unido a proteínas en el plasma y su difusión a través de las diferentes membranas es dependiente de gradientes de pH y no necesita carriers (Ortiz, 2006:32-35).

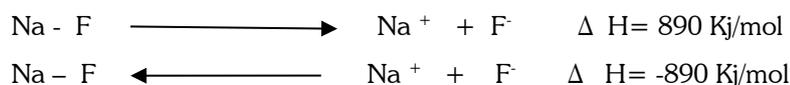
Este nutriente en la etapa de crecimiento y desarrollo junto al calcio y otros minerales contribuye a formar y estabilizar la estructura sólida de huesos y dientes. Cuando ha terminado esta etapa de desarrollo, el aporte diario de fluoruro es necesario para mantener la resistencia de dichas estructuras (Barra, 2006:4-7; Cervantes et al, 1998:18-20).

El fluoruro aumenta la resistencia del diente porque se combina con hidroxiapatita y se transforman a cristales de flúorapatita que es más resistente porque forma una estructura espacial mucho más ordenada y resistente al ataque de los ácidos; estos cristales están dispuestos en varillas y componen la parte inorgánica del esmalte dentario (96%) (Miñana, 2002:95-100).

La deficiencia de fluoruro está asociada a la alta prevalencia de caries dental que es una enfermedad infecciosa multifactorial que afecta a la mayoría de la población mundial. En el Perú la caries dental constituye un serio problema que perjudica, entre otros al 95% de la población, lo que nos ubica entre los países con graves problemas de salud bucal (Guyton, 1997:75-85; Ministerio de Salud, 2008).

Los fluoruros reducen la incidencia de caries dental y reducen o revierten la progresión de las lesiones ya existentes. Los métodos más eficaces en la prevención y el control de la caries dental son los basados en la administración de fluoruros (Eguigurin, 2006:15-22).

Los fluoruros presentes en la boca también son retenidos y concentrados en la placa dental y contribuyen de varias formas a controlar las lesiones iniciales de la caries dental. Los fluoruros concentrados en la placa dental y en la saliva inhiben la desmineralización del esmalte sano y estimulan su re mineralización, mediante la siguiente reacción:



A medida que las bacterias cariógenas metabolizan los hidratos de carbono y producen ácidos, la reducción del pH induce la liberación de fluoruros de la placa dental, los cuales, junto con los fluoruros de la saliva son captados con el calcio y el fosfato por el esmalte desmineralizado para mejorar su estructura y hacerlo más resistente a los ácidos. Los fluoruros de la placa dental también inhiben el proceso mediante el cual las bacterias cariógenas metabolizan los hidratos de carbono para producir ácidos y alterar la producción bacteriana de polisacáridos adhesivos (Guerrero et al., 2006:162-166; Public Health Department, 2006:25-38).

El fluoruro ha demostrado tener un papel importante en el ciclo de desmineralización y remineralización; podemos destacar de él:

- El pH crítico de la fluorapatita es de 4.5 (más resistente que el de la hidroxiapatita situado en 5.5).
- El fluoruro es ligeramente bacteriostático.

- Modifica la energía superficial del esmalte lo que dificulta la adhesión de la placa bacteriana al diente.
- El fluoruro ayuda a amortiguar el pH ácido de la placa bacteriana en la superficie del diente.

En un medio saturado con iones fluoruro, se facilitará el proceso de remineralización en el esmalte. El resultado será la incorporación de cristales de fluorapatita a la superficie del diente (que sustituirán a los cristales de hidroxiapatita) (Miñana, 2002: 95-100).

Inicialmente se pensó que los fluoruros sólo benefician a los niños, pues su acción se limitaría a los dientes preeruptivos, pero en la actualidad se sabe que también son beneficiosos para los adultos. Una excesiva bioasimilación de fluoruros en el ser humano puede generar una variedad de padecimientos que incluyen, entre otros, la fluorosis dental y ósea, algunos trastornos gastrointestinales y la disfunción renal (Facultad de Enfermería, 1996:23-35).

Varias investigaciones han indicado que estas alteraciones afectan a un considerable porcentaje de la población mundial, siendo la de mayor prevalencia la fluorosis dental (Ortiz, 2006:45-49).

La ingesta de 2 a 8 mg diarios de fluoruro puede provocar la aparición de manchas en los dientes que se vuelven duros y quebradizos (pero sin caries); los huesos se hacen frágiles en la fluorosis, hay falta de apetito, sordera, alteraciones y fracturas de huesos, calcificación de tendones y ligamentos, dolores articulares, disminución de la ventilación pulmonar, déficit de calcio y probablemente de yodo, aumento de la actividad paratiroidea, inhibición de muchas enzimas (MINISTERIO DE SALUD, 1999:45-52; Montgomery, 1988:132; Ortiz, 2006:43-51; Pine, 2001: 78-85).

La validez y efectividad del fluoruro en la prevención de la caries dental han sido ampliamente demostradas y en la actualidad hay en diversos países del mundo más de 50 años de experiencia con la utilización de diferentes medios como vehículo del fluoruro. Uno de ellos ha sido la leche fluorada, siendo Suiza el primer país en demostrar que el consumo de leche fluorada podía reducir en 60% la caries dental en la dentición permanente. Posteriormente, otros estudios realizados en Estados Unidos, Escocia, Hungría han confirmado estos resultados. En 1994 se realizaron estudios para determinar la efectividad del uso de productos lácteos fluorados para lograr una disminución de la caries dental infantil en las zonas rurales de Chile y comprobaron que la caries disminuyó entre 40 y 50 % en niños de 3 a 6 años (Gomes y Valsecki, 1998:238-242).

El mayor aporte de fluoruros al organismo procede del agua potable, considerándose la fluorización del agua de abastecimiento público como el método colectivo más eficaz de prevención de caries, de mejor relación costo beneficio, por ser capaz de atender todos los segmentos de la población, independientemente de la edad y del nivel socioeconómico o cultural. Diversos estudios han demostrado que adultos residentes desde su nacimiento, o por un período superior a 25 años, en regiones abastecidas por agua fluorada, presentan mayor número de dientes naturales cuando son comparados a adultos residentes en regiones no abastecidas por agua fluorada (Barra, 2006:4-7; Cornejo, 2000:12-16).

A partir de 1945 se inició en Estados Unidos un estudio clásico de Fluoruro durante más de 10 años, comparando localidades que consumían diferentes concentraciones de fluoruro en agua en los estados de Michigan, Ohio y Nueva York. El propósito era determinar la concentración óptima de flúor que se debe consumir para lograr el efecto de la reducción de la caries sin llegar a producir fluorosis. Concluyeron que las dosis de fluoruro que se consideran adecuadas son de 0.1 a 0.5 mg/día para lactantes, de 1.0 a 2.5 mg/día para niños y adolescentes y de 1.5 a 4.0 mg/día para adultos. Se estima que cuando el agua contiene flúor a la concentración de 1.0 ppm, la ingesta diaria de éste es de 1.4 a 1.8 mg para adultos, de 0.4 a 0.8 mg en niños pequeños (Barra, 2006:14-17).

En México hay varios estados en los que la concentración de fluoruro en el agua es elevada; ellos han establecido como concentración máxima de 0.7 mg/L para el agua embotellada y de 1.5 mg/L para el agua distribuida por la red hidráulica, concluyendo que dadas las concentraciones de fluoruro en el agua de consumo de Salamanca, se considera que esta ciudad

es de alto riesgo para la fluorosis dental (Centro de Prevención y Control de Enfermedades, 2002:59-65; Cervantes et al., 1998:18-20; Trejo y Bonilla, 2001: 108-113).

En Chile se han realizado investigaciones del contenido de fluoruro de las aguas naturales con la finalidad de medir la cantidad de este mineral en las aguas naturales que abastecen a la población para sugerir recomendaciones de suplementación (Guerrero et al., 2006: 162-166).

Sin embargo, muchos países desarrollados de Europa han prohibido o rechazado la adición de fluoruro a sus suministros de agua como Alemania, Francia, Bélgica, Luxemburgo, Finlandia, Dinamarca, Noruega, Suecia, Holanda, Irlanda del Norte, Austria y la República Checa, debido a que existe una enorme cantidad de estudios científicos y de evidencia estadística en todo el mundo, que demuestran los efectos tóxicos del consumo excesivo de fluoruro (Tomljenovic, 2006:19-22).

Frente a esta controversia es de suma importancia que los consumidores sean informados de los peligros comprobados, a sí como de los beneficios del flúor. Por lo tanto, es imprescindible conocer la concentración de este mineral en el agua que consume nuestra población-

La alta incidencia y prevalencia de caries en nuestra población, especialmente infantil, es una preocupación permanente de quienes luchan por encontrar medidas profilácticas. Como profesionales miembros el equipo de salud, tenemos una responsabilidad compartida de proteger la salud y bienestar de nuestra población. Tenemos la obligación de asegurarnos de que nuestros niños se desarrollen fuertes y saludables.

Por ser la caries dental de etiología multifactorial es necesario investigar el problema desde varios puntos de vista, para poder establecer un programa de prevención en el país. Uno de los puntos interesantes a analizar en relación a la prevención, es el fluoruro, ya que como se ha mencionado, es el elemento traza más importante para reforzar la resistencia del esmalte del diente al ataque de caries, tal como se puede observar en la figura 1: a medida que aumenta el contenido del fluoruro disminuye la prevalencia de caries dental (Maier, 1984:56).

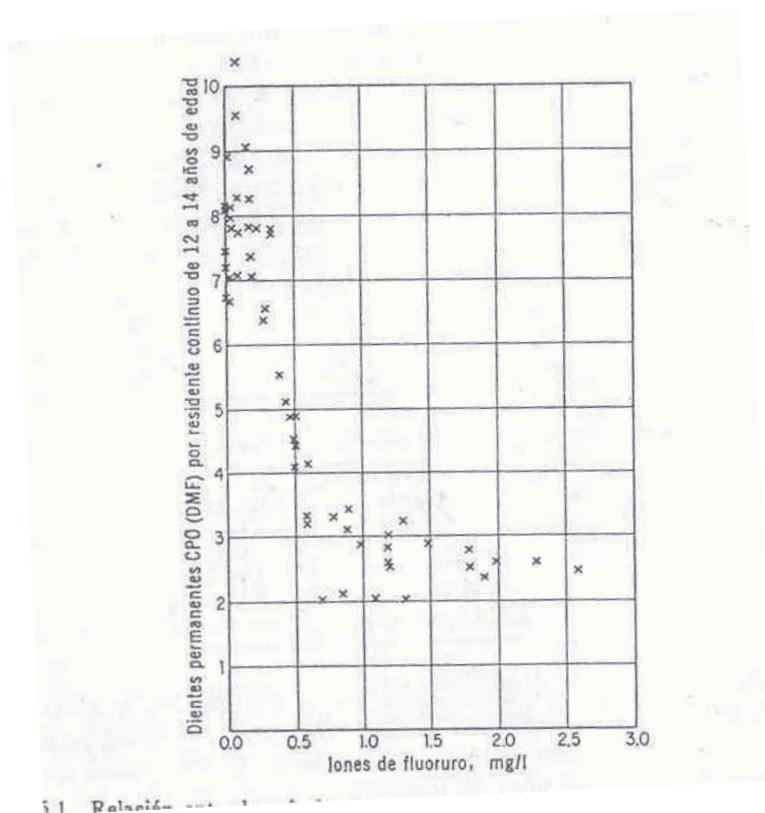


Fig. 1: Relación entre los niveles de fluoruros y la prevalencia de la caries dental (Maier, 1984:56).

En el Perú no hay programas de fluorización del agua potable; por lo tanto, el índice de caries es elevado. Existe un reporte del contenido de fluoruro en agua potable realizado en la provincia de Trujillo por Honorio (2003) en el que se informa que el contenido promedio de fluoruro no llega a 0.3 ppm (Honorio, 2003:6-8). Y en el trabajo realizado por Paredes (2004), se menciona que en ocho distritos de Piura la concentración promedio del fluoruro fue de 0.196 ppm y en el distrito de Las Lomas del mismo departamento el agua contiene una concentración de fluoruro de 2.473 ppm (Paredes, 2004:27-28).

En el departamento de la Libertad, no existen trabajos de investigación al respecto por lo cual se realizó el presente trabajo cuyo principal objetivo fue determinar la concentración de fluoruro en Agua Potable, Aguas Termales y Manantiales de los distritos de la provincia de Santiago de Chuco.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Objeto de estudio

El objeto de estudio del presente trabajo estuvo constituido por muestras de agua potable, aguas termales y de manantiales de los distritos de Cachicadán, Santa Cruz de Chuca, Angasmarca, Calipuy, Santiago de Chuco y Quiruvilca de la provincia de Santiago de Chuco, departamento de la Libertad- Perú.

Muestra: Se obtuvo 4 muestras de agua potable de cada uno de los puntos de muestreo (parte norte, este, oeste y sur) de las siguientes ciudades; Cachicadán, Santa Cruz de Chuca, Angasmarca, Calipuy, Santiago de Chuco y Quiruvilca, 04 muestras de aguas termales en cada uno de los 3 pozos de agua termales del distrito de Cachicadán, y 3 muestras de cada uno de los manantiales cercanos a los distritos antes mencionados

La cantidad recolectada de cada una de las muestras fue de 1000 ml, en un frasco de plástico previamente lavado y enjuagado con la misma muestra del lugar donde se recolectó, los envases fueron sellados y etiquetados.

Variabes: Concentración de fluoruro en agua potable, termales y de manantiales.

2.2 Equipo de laboratorio y consumibles

- Fluorímetro de lectura directa (Electrodo de Ión selectivo).
- Solución de Fluoruro estándar al 1 y 10 ppm con TISAB-ORION y buffer TISAB II- ORION.

2.3 Métodos y técnicas

Recolección de la muestra

Agua potable. Se eligieron los puntos donde la población se abastece, se abrió el grifo y se dejó correr el agua durante 5 minutos y se recolectó 1000 mL de la muestra en un frasco previamente enjuagado con la misma agua.

Aguas termales. Se enjuagaron los frascos y se recolectaron 1000mL de las muestras de diferentes puntos..

Agua de manantiales. Se enjuagaron los frascos y las muestras se recolectaron del centro del manantial en la misma dirección de la corriente de agua.

Calibración del electrodo ion selectivo (ISE) con estándares (Ati, 1994:39-43).

Calibración directa y determinación de la concentración de fluoruro en muestras de agua:

1. Se midió 5 mL de estándar 1 ppm fluoruro con TISAB, 5 mL de agua desionizada y 5 mL de TISAB II, dentro de un vaso de polietileno de 25 mL, se agitó (el vaso debía contener estándar de fluoruro 0.333 ppm).

2. Se lavó el electrodo con agua desionizada, se secó y luego se colocó en la solución preparada en el paso 1, se agitó y finalmente se esperó para que la lectura se estabilice y se aceptó el valor.
3. Se midió 5 mL de estándar 10 ppm fluoruro con TISAB, 5 mL de agua desionizada y 5 mL de TISAB II dentro de un vaso de polietileno de 25 mL (el vaso debía contener fluoruro estándar 3.33ppm).
4. Se lavó el electrodo con agua desionizada, se secó, se colocó la solución preparada en el paso 3, se agitó y esperó hasta que la lectura se estabilice y se aceptó el valor.
5. Se midió 5 mL de cada una de las muestras de agua objeto de estudio y 5 mL de TISAB II dentro de un envase de polietileno de 25 mL, se agitó completamente y esperó hasta que la lectura se estabilice, aceptándose luego el valor, este procedimiento se realizó por triplicado, para obtener un valor preciso.

Análisis estadístico

Los valores obtenidos de fluoruro fueron expresados en partes por millón (ppm) y reportados en términos de promedio y desviación estándar. Se utilizó la prueba ANOVA para obtener la significancia estadística, con un α de 0.05.

III. RESULTADOS

En las tablas 1-6 se presentan los resultados de la determinación de la concentración de fluoruro (ppm) en agua potable, termales y de manantiales de los distritos de Cachicadán, Angasmarca, Santa Cruz de Chuca, Calipuy, Santiago de Chuco y Quiruvilca de la provincia de Santiago de Chuco. Perú.

Tabla 1. Concentración Promedio de Fluoruro (ppm) en aguas termales, potable y de manantiales del distrito de Cachicadán-Provincia de Santiago de Chuco

Aguas termales	Concentración de Fluoruro(ppm)	Agua potable	Concentración de Fluoruro(ppm)	Agua de manantial	Concentración de Fluoruro(ppm)
Pozo termal 01	0.305 \pm 0.0008	Punto 01 Norte de ciudad	0.0265 \pm 0.0001	La Victoria	0.0441 \pm 0.0002
Pozo termal 02	0.306 \pm 0.0008	Punto 02 Este de ciudad	0.0266 \pm 0.0001	Paccha	0.0257 \pm 0.0001
Pozo termal 03	0.305 \pm 0.0008	Punto 03 Sur de ciudad	0.0265 \pm 0.0001	Candogorco	0.0310 \pm 0.0001
			0.0265		0.0336
Promedio	0.305	Punto 04 Promedio		Promedio	

Tabla 2. Concentración promedio de Fluoruro (ppm) en agua potable y de manantiales del distrito de Angasmarca - Provincia de Santiago de Chuco

Agua Potable	Concentración de Fluoruro(ppm)	Agua de manantiales	Concentración de Fluoruro(ppm)
Punto 01 Norte de ciudad	0.0384 ± 0.0002	Punto 01 Cruz de Chuca	0.158 ± 0.002
Punto 02 Este de ciudad	0.0381 ± 0.0002	Punto 02 Lacapamba	0.147 ± 0.002
Punto 03 Sur de ciudad	0.0382 ± 0.0001	Punto 03 Cruz pampa	0.123 ± 0.002
Punto 04 Oeste de ciudad Promedio	0.0381 ± 0.0002 0.0382	Promedio	0.143

Tabla 3. Concentración de Fluoruro (ppm) en agua potable del distrito de Santa Cruz de Chuca -Provincia de Santiago de Chuco

Agua potable	Concentración de Fluoruro(ppm)	Agua de manantial	Concentración de Fluoruro(ppm)
Punto 01 Norte de ciudad	0.0540 ± 0.0001	Punto 01 Los Ángeles	0.218 ± 0.002
Punto 02 Sur de Ciudad	0.0543 ± 0.0001	Punto 02 Cochapampa	0.240 ± 0.002
Punto 03 Este de ciudad Punto 04 Oeste de ciudad	0.0542 ± 0.0001 0.0543 ± 0.0001	Punto 03 Villa Cruz Argallama	0.146 ± 0.002
Promedio	0.0542	Promedio	0.201

Tabla 4. Concentración de Fluoruro (ppm) en agua potable del distrito de Calipuy -Provincia de Santiago de Chuco

Agua Potable	Concentración de Fluoruro(ppm)	Agua de manantial	Concentración de Fluoruro(ppm)
Punto 01 Norte de ciudad	0.0178 ± 0.001	Punto 01 Ishcap	0.111 ± 0.002
Punto 02 Este de ciudad	0.0177 ± 0.001	Punto 02 Quinual	0.132 ± 0.002
Punto 03 Oeste de ciudad	0.0179 ± 0.001	Punto 03 El Molle	0.146 ± 0.002
Punto 04 Sur de ciudad Promedio	0.0178 ± 0.001 0.0178	Promedio	0.133

Tabla 5. Concentración de Fluoruro (ppm) en agua potable del distrito de Santiago de Chuco - Provincia de Santiago de Chuco

Agua potable	Concentración Fluoruro (ppm)	Agua de manantiales	Concentración Fluoruro (ppm)
Punto 01 Norte de ciudad	0.137 ± 0.001	Punto 01 Barrio San Cristobal Colegio César Vallejo	0.426 ± 0.002
Punto 02 Este de ciudad	0.139 ± 0.001	Punto 02 Conra	0.181 ± 0.001
Punto 03 Oeste de ciudad	0.138 ± 0.001	Punto 03 Cotay	0.086 ± 0.0
Punto 04 Sur de ciudad Promedio	0.138 ± 0.001 0.138		

Tabla 6. Concentración promedio de Fluoruro (ppm) en agua potable del distrito de Quiruvilca - Provincia de Santiago de Chuco

Agua Potable	Concentración Fluoruro (ppm)
Punto 01 Norte de ciudad	0.0371 ± 0.0001
Punto 02 Este de ciudad	0.0368 ± 0.0004
Punto 03 Oeste de ciudad	0.0370 ± 0.0001
Punto 04 Sur de ciudad	0.0371 ± 0.0001
Promedio	0.0370

IV. DISCUSIÓN

Diversos estudios han probado la eficacia del fluoruro en la prevención de la caries dental, siendo las fuentes principales la sal fluorada, pastas dentales, el té y café, y de una manera muy especial el agua.

De acuerdo al criterio de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la concentración de fluoruro en agua potable debe encontrarse entre 0.5 a 1.0 ppm. La dosificación de fluoruro diaria recomendada para prevenir la caries para un niño de 2 a 3 años es de 0.250 ppm, de 3 a 6 años 0.50 ppm, y de 6 años a más 1 ppm (Guerrero et al., 2006: 162)

En el presente trabajo de investigación se determinó la concentración de fluoruro en ppm en agua potable, aguas termales y de manantiales de los distritos de Cachicadán, Angasmarca, Santa Cruz de Chuca, Calipuy, Santiago de Chuco y Quiruvilca, todos pertenecientes a la provincia de Santiago de Chuco.

Las aguas termales del distrito de Cachicadán que se encuentran a 3178 m.s.n.m. y están ubicadas en las faldas del cerro La Botica, presentan una concentración promedio de fluoruro de 0.305 ppm (tabla 1). Si tenemos en consideración, las recomendaciones de la OMS, con el consumo de 820 mL de agua diarios por niños de 2 a 3 años, se estaría previniendo la incidencia de la caries dental.

El agua potable consumida en el distrito de Cachicadán (tabla 1) presenta una concentración promedio de fluoruro de 0.0265 ppm y en el distrito de Angasmarca (tabla 2) se encontró concentraciones diferentes en los puntos muestreados, siendo el punto de muestreo N° 1 ubicado al norte de la ciudad con una concentración promedio de fluoruro de 0.0384 ppm diferente a los otros tres puntos restantes, la diferencia se corrobora con la prueba ANOVA aplicada; el agua potable del distrito de Santa Cruz de Chuca (tabla 3) contiene 0.0542 ppm de fluoruro; en el distrito de Calipuy (tabla 4) se encontró una concentración promedio de fluoruro de 0.0178 ppm, en el distrito de Santiago de Chuco (tabla 5) 0.138 ppm, en el distrito de Quiruvilca (tabla 6) 0.0370 ppm., todas estas poblaciones consumen agua potable cuya concentración promedio en fluoruro es inferior a las recomendaciones dadas por la OMS, lo cual constituye un problema debido a que estas concentraciones son insuficientes para lograr una efectiva prevención contra la caries dental en niños.

Estas concentraciones muy bajas se deben a que en un 100 % el agua de consumo es superficial, por lo que difícilmente se disuelven las sales del subsuelo. Esto no sucede en los distritos de la provincia de Trujillo, que según Honorio (2003) se encontró un promedio de 0.3 ppm de fluoruro que representa un contenido mayor debido a que la mayoría de la población utiliza agua subterránea y en Piura en el trabajo realizado por Paredes (2004) se reportó que en el distrito de Las Lomas el agua contiene 2.473 ppm de fluoruro.

La concentración promedio de fluoruro en las aguas de manantiales procedentes de los distritos considerados en este trabajo fue menor al recomendado por la OMS en todos los puntos muestreados, con excepción del manantial que se encuentra en la parte Norte del Colegio César Vallejo de Santiago de Chuco denominado barrio San Cristóbal con un valor de 0.426 ppm (tabla 5).

Los resultados nos muestran a una de las causas de la elevada incidencia de caries en los niños de Santiago de Chuco lo cual es corroborado por el trabajo de Quispe (2010) quien encontró un 75.8% de prevalencia de caries dental en niños escolares del colegio Manuel Encarnación Saavedra Geldres del Barrio San José -Distrito de Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco.

V. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados condujo a la siguiente conclusión:

Las aguas termales, de manantiales y agua potable consumida en la Provincia de Santiago de Chuco contienen concentraciones de fluoruro inferiores a las recomendadas por la OMS, a excepción del manantial del barrio San Cristóbal ubicado en la parte norte del Colegio César Vallejo del distrito de Santiago de Chuco.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATI O. 1994. Benchtop pH/ Ise Meters Model 920A, Instruction manual. Ed. Orion (Boston) EUU. Pp.39-43.
- BARRA R. 2006. Agua envenena a Alteños.
(www.Comsoc.udg.mx/gaceta/paginas/477/47715pdf, consultado el 5 Febrero 2006).
- CENTRO DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES. 2002. **Recomendaciones sobre el uso de fluoruros para prevenir y controlar la caries dental en los Estados Unidos**. Revista Panamericana Salud Pública. 11(1). Pp. 59-65.
- CERVANTES M.; ORTIZ J.; WILBERT J. 1998. Concentración de flúor p.p.m. de los pozos de agua potable y aguas embotelladas de la ciudad de Salamanca, Guanajuato. Revista ADM; LV (1), Pp. 18-20.

- CORNEJO, M. 2000. **Nutrición y Flúor.** (www.revistagentesalud.com, consultado el 11 de febrero 2006).
- EGUIGURIN, I. 2006. ¿Conocemos los beneficios y perjuicios del flúor químico? (http://rai.ucuenca.edu.ec/facultades/odontologia/articulo_sobre_fluor.pdf, consultado el 18 de enero, 2006).
- FACULTAD DE ENFERMERÍA. 1996. **Innovaciones en Educación Medica- Investigación en Moche.** Serie: Componente Académico/ Publicación. 5
- GOMES I.; VALSECKI J. 1998. **Análise da concentração de flúor em águas minerais na região de Araquara,** Brasil. Revista Panamericana Salud Pública. 4(4). Pg. 238-242.
- GUERRERO S.; CISTERNAS P.; GONZALES S.; VADY R. 2006. Contenido de flúor de las aguas naturales de Chile y recomendaciones para la suplementación. Revista Chilena de Pediatría. 54(3). Pp 162-166.
- GUYTON A. 1999. **Tratado de Fisiología Médica.** 9na ed. Ed. Masson S.A Barcelona España.
- HONORIO C. 2003. **Determinación de la concentración de Fluoruro en Agua Potable procedente de los 11 distritos de la provincia de Trujillo.** Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional de Trujillo.
- MAIER F. 1984. Fluoración del agua potable. Ed. LIMUSA. México
- MINISTERIO DE SALUD. 1999. Normas Técnicas para la prevención y control de deficiencia de micronutrientes. Lima-Perú.
- MINISTERIO DE SALUD. 2008. Prevalencia de enfermedades bucales. (<http://www.andina.com.pe/espanol/Noticia.aspx?id=VgJKfbGxGHU=>, consultado el 18 enero 2011).
- MIÑANA, V. 2002. Flúor y prevención de la caries en la infancia. En: Revista de Pediatría de Atención Primaria. IV (15).
- MONTGOMERY. R.1988. **Bioquímica – Casos y Textos.** 6ta ed. Ed. El Manual. Moderno. Mexico.
- ORTIZ, P. 2006. Efectos deletéreos de la administración oral de Flúor. (www.2udec.cl/~ofem/remedica/vol2/fluor/fluor.htm, consultado el 30 enero 2006).
- PAREDES, M. 2004. Concentración de fluoruro en muestras de agua potable procedente de nueve distritos de la provincia de Piura. Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico. Trujillo- Perú.
- PINE, C. 2001. **Perspectivas internacionales para la prevención de la Caries.**7º Congreso Mundial de Odontología Preventiva. Pekin- China.
- PUBLIC HEALTH DEPARTMENT. 2006 Fluoración del agua. www.sccbov.org/scc/docs%2fpublic%20health%20departament%2DEP%2Fattachment%2F951910waterFluoridatioFSsapn.pdf, consultado el 5 de marzo, 2006, Florida-EE:UU.
- QUISPE, L. 2010. Perfil de enfermedades bucales y necesidad de tratamiento en escolares de 6, 12 y 15 años de la I.E. N° 80521 Manuel Encarnación Saavedra Geldres del Barrio San José -Distrito de Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco, Región La Libertad (Tesis para optar el título de: Cirujano Dentista).
- TOMLJENOVIC M. 2006. La Fluoración del agua, ¿es un problema ambiental?. (www.2udec.cl/~ofem/remedica/vol2/fluor/fluor.htm, consultado el 7 de abril 2006).
- TREJO R.; BONILLA A. 2001. **Exposición a fluoruros del agua potable en la ciudad de Aguascalientes, México.** Revista Panamericana Salud Pública. 10(2). Pg.108-113.