

Fluorosis dental en una zona de Córdoba, Argentina. Desarrollo de estrategias para su prevención

Dental fluorosis in a zone of Córdoba, Argentina. Development of strategies for prevention

Gallarà RV^a, Piazza LA^c, Piñas ME^a, Barteik ME^a, Centeno VA^a, Bojanich MA^a, Moncunill IA^a, García MG^b, Lecomte K^b, Rozas CA^a, Ponce RH^a.

^a Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina;

^b Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA/CIGeS) CONICET, Córdoba, Argentina.

^c Facultad de Agronomía, Sede Punilla, Universidad Nacional de Buenos Aires. Argentina.

Resumen

Objetivo: Estudiar la relación entre manchas en los dientes y fluorosis dental en una población del noroeste de Córdoba, Argentina, a fin de plantear en la zona tareas de prevención sobre esta problemática. Métodos: En niños de 5 a 11 años de edad se determinó el índice de fluorosis dental (636 superficies dentales) y la Ingesta total de flúor (F⁻). En muestras de agua del área de estudio se evaluó el contenido de F⁻ (mg/L) (método electrodo de ion selectivo). Para la remoción de F⁻ del agua de bebida se construyó un filtro empleando suelos arcillosos como intercambiadores iónicos. Resultados: El 86,7% de todas las superficies dentales permanentes presentó alguna forma de fluorosis y el 77,8% de los dientes maxilares anteriores mostró grados leve, moderado y severo. La ingesta diaria de F⁻ (3,90 mg/día) duplicó la recomendada. El agua presentó concentraciones de F⁻ de 1,7 a 3,4 mg/L. Se analizó la capacidad de adsorción de F⁻ en tres tipos de suelos arcillosos de la zona, mostrando sólo uno la capacidad (0,02 mg F⁻/g de suelo) para remover el F⁻ del agua. Con este material se diseñó un filtro domiciliario de manufactura casera. Conclusiones: La concentración de F⁻ encontrada en el agua de la zona y la presencia de manchas en los dientes de los pobladores permiten afirmar que el área de estudio es una zona de fluorosis endémica. El empleo del filtro domiciliario de remoción F⁻ posibilitó obtener agua potable con concentraciones apropiadas de este ión, para bebida y cocción de alimentos, como primera etapa para solucionar

la problemática de salud de una región en la que sus habitantes se caracterizan por una situación de subocupación y escaso poder adquisitivo.

PALABRAS CLAVE: Fluorosis Dental, Flúor, Agua Potable, Filtro, Promoción de la Salud.

Abstract

Objective: To study the relationship between tooth spots and dental fluorosis in a population in the northwest of Córdoba, Argentina, in order to design preventive actions in this zone. Methods: In children aged 5 to 11 years, the fluorosis index (636 dental surfaces) and total fluorine (F⁻) intake were determined. In water samples from the study area, the content of F⁻ (mg/L) (selective ion electrode method) was evaluated. For the removal of F⁻ from drinking water, a filter was constructed using clay soils as ion exchangers. Results: 86.7% of all permanent dental surfaces presented some form of fluorosis and 77.8% of anterior maxillary teeth showed mild, moderate and severe degrees. The daily intake of F⁻ (3.90 mg/day) doubled the recommended intake. The F⁻ concentrations in water samples were of 1.7 to 3.4 mg/L. The adsorption capacity of F⁻ of three types of clay soils of the zone was analyzed, showing only one of them the capacity (0.02 mg F⁻/g of soil) to remove F⁻ from the water. With this material was designed a homemade filter. Conclusions: The concentration of F⁻ found in the water of the area and the presence of spots on the teeth of the inhabitants allow affirming that the study area is a zone of endemic fluorosis. The use of the household F⁻ removal filter made it possible to obtain potable water with appropriate concentrations of F⁻ to drink and cook food as the first stage to solve the health problems of a region in which its inhabitants are characterized by a situation of underemployment and low incomes.

KEY WORDS: Dental Fluorosis, Fluoride, Drinking Water, Filter, Health Promotion.

Introducción

El flúor (F⁻) posee propiedades de gran interés en relación con la salud humana. Este ion pasa desde y hacia la atmósfera, agua, suelo, rocas y organismos vivos debido a un fenómeno natural o por contaminación industrial.¹⁻⁴ El F⁻, en concentración menor de 1 mg/L, favorece el proceso de mineralización de los tejidos duros. La ingesta prolongada de agua de bebida con

concentración superior a 1 mg F⁻/L da lugar a la aparición del cuadro clínico denominado fluorosis, caracterizado por dientes moteados en la fluorosis dental y huesos quebradizos en la fluorosis esquelética.⁵⁻⁷ Además, estudios en animales de experimentación demostraron que el F⁻ puede afectar los tejidos blandos⁸⁻¹² y el sistema nervioso.^{13,14} La fluorosis dental se caracteriza por la aparición de finas rayas blancas hasta manchas de color oscuro^{15,16} y es un problema endémico de salud pública que afecta a la población infantil y adolescente de varias regiones del mundo asociada a grupos humanos con escaso poder adquisitivo, limitado acceso a la información y deficiente cobertura de salud.¹⁷

El propósito de este trabajo fue estudiar en la población infantil en edad escolar de una zona del noroeste de Córdoba, Argentina, la relación entre manchas en los dientes y fluorosis dental, a fin de plantear en la zona una tarea de prevención sobre esta problemática.

Métodos

Contexto social y geográfico: La zona de estudio se encuentra al noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. Comprende comunidades rurales y serranas, que se caracterizan por una situación de subocupación y escaso poder adquisitivo de sus habitantes. Geográficamente está situada entre los 30° 44' y los 30° 55' de Latitud Sur y entre los 64° 46' y los 65° 10' de Longitud Oeste, extendiéndose en un área de 341 km². El agua de consumo humano proviene en menor medida del sistema de red de agua domiciliaria en la zona centro, persistiendo el consumo de agua de pozo en el resto de la zona de estudio. Este estudio fue realizado de acuerdo a las recomendaciones STROBE.¹⁸

Participantes: En el estudio participaron niños entre 5 y 11 años, de ambos sexos, que asisten a un centro educacional de la zona. Este estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigaciones en Salud de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, y por el Consejo de Evaluación Ética de Investigaciones en Salud de la Provincia de Córdoba, Argentina (RePIS N° 2949, 12/05/16).

A los padres o tutores de los niños se les solicitó el consentimiento informado.

Concentración de flúor en el agua de bebida: Las determinaciones de F⁻ (mg/L) se realizaron con el método de electrodo de ion selectivo.¹⁹ Los valores se expresaron como la media ± EE.

Ingesta total de flúor (mg de F⁻/por persona/por día): Mediante el análisis de una encuesta alimentaria, realizada a padres o tutores de los niños, se hicieron los cálculos según lo establecido en la guía para el estudio de ingesta dietaria de contaminantes químicos.²⁰ El valor se expresó como la media ± EE.

Determinación del índice de fluorosis dental: Dos profesionales odontólogos fueron entrenados y calibrados para determinar el índice de fluorosis dental.²¹ Los resultados fueron agrupados en diferentes categorías (Figura 1). En la categoría 0 se incluyeron los individuos con superficies dentales sin fluorosis; en la categoría 1 a 3, se agruparon las formas leves y en la categoría 4 a 7 las formas moderadas a severas de esta patología. En todos los casos se expresaron como el porcentaje de superficies dentales (%) de cada categoría sobre el total.



Figura 1. Categorías de fluorosis dental.

Búsqueda de fuente alternativa de agua de bebida con contenido aceptable de flúor: Teniendo en cuenta las características hidrogeológicas y las vías de acceso, se ubicaron los puntos de muestreo de aguas superficiales y subterráneas. En trabajo de campo se determinó conductividad, pH y oxígeno disuelto (OD) de las aguas y en el laboratorio se realizó el análisis de cationes y aniones (espectrometría de masa cuadrupolo ICP-MS, Perkin Elmer Sciex Elan 6000). La validez de los resultados de los elementos con concentraciones mayoritarias, minoritarias y trazas fueron corroboradas con el

NIST-1640 (Riverine Water Reference Materials for Trace Metals certified by the National Research Council of Canada). Para la mayoría de las aguas analizadas, el desbalance de carga entre aniones y cationes fue <5%.

Desarrollo de un sistema para remover el fluoruro del agua de bebida: Se buscaron métodos que respondan al concepto de “tecnología apropiada”, es decir que contemplen las características socio-económicas y culturales de la población, y geográficas de la zona. Aquellos métodos que requerían energía y altas inversiones se descartaron. Los restantes fueron estudiados desde dos aspectos: viabilidad técnica y viabilidad económica. El método seleccionado para su implementación domiciliar fue el que emplea suelos arcillosos que se comportan como intercambiadores iónicos.^{22,23} Las muestras de suelo arcilloso se recolectaron en la zona para estudiar: a) Eficiencia de adsorción de F⁻; b) Caracterización físico-química sólo de aquellos suelos que mostraron capacidad adsorbente; c) Capacidad para remover F⁻ del agua; d) Calidad del agua tratada. Posteriormente, en base a los resultados obtenidos con los suelos arcillosos estudiados, se diseñó un filtro domiciliar para remover el F⁻ del agua de bebida.

Análisis estadísticos

La comparación de las diferencias de la concentración de F⁻ en el agua de bebida se realizó mediante el test *t* de Student. La comparación de la eficiencia de adsorción de F⁻ del suelo arcilloso AR-1 a diferentes tiempos de contacto con el agua se realizó por medio de ANOVA y para las comparaciones individuales el test de Bonferroni. La significación estadística fue establecida con un $p < 0.05$. Para el análisis estadístico se empleó el programa SPSS.

Resultados

Concentración de flúor en el agua de bebida e Ingesta de flúor

La concentración de F⁻ en el agua de bebida de diferentes orígenes en la zona de estudio se muestra en la Figura 2. Los valores oscilaron entre 1,7 y 3,4 mg F/L. A partir del análisis de la encuesta alimentaria se determinó que el valor de

ingesta promedio total de F⁻ por día y por individuo fue de $3,90 \pm 0,20$ mg (n=24).

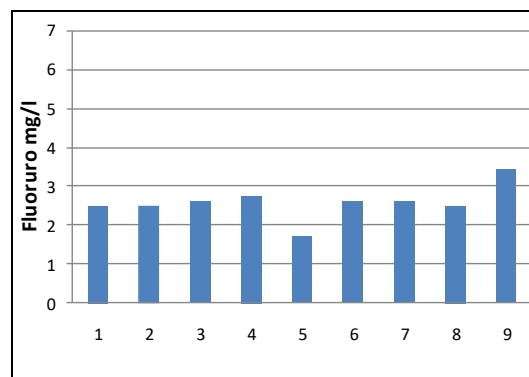


Figura 2. Concentración de flúor en agua de diferentes zonas del área de estudio. 1 y 2: Agua de red de la Escuela y el puesto Policial; 3 y 4: Aguas superficiales (vertiente y río); 5-9: Pozos domiciliarios.

Índice de Fluorosis Dental

El índice de fluorosis se evaluó en 636 superficies dentales permanentes de niños de 5 a 11 años (Figura 3A). El 86,7% presentó alguna forma de fluorosis, correspondiendo el 63,8% a formas leves a moderadas y el 22,9% a formas severas. En relación a los dientes maxilares anteriores se observó que del estudio de 122 superficies dentales, el 77,8% mostró grados leve, moderado y severo de fluorosis (Figura 3B). El 32,5% de los segundos molares primarios evaluados, mostraron algún grado de fluorosis dental entre leve y severo.

Recolección de muestras y caracterización físico-química de las aguas superficiales y subterráneas de la zona

Las muestras de agua se obtuvieron en dos épocas estacionales, verano y otoño. El pH obtenido se encontró entre 7,18 y 8,38, sin diferencia significativa entre las épocas estacionales. El oxígeno disuelto que se determinó en las aguas estudiadas osciló entre 7,5 y 12,5 mg/L dependiendo del lugar de muestreo. La composición iónica mayoritaria y de elementos traza (F⁻, NO₃⁻, Si, Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As y Se) demostró que a excepción del ión F⁻, que se halló por encima del valor recomendado en todas las muestras analizadas, el resto de los elementos se encontró dentro de los valores normales (datos no

mostrados). Se observó claramente el efecto de la estacionalidad en la concentración de F^- vinculado a la distribución de las precipitaciones; las concentraciones de F^- fueron más elevadas en el período seco de otoño ($3,6 \pm 0,5$; $n=5$) comparado con el período de lluvias de verano ($2,04 \pm 0,18$; $n=5$) siendo significativa la diferencia ($p < 0,01$). En relación a la concentración de F^- , en aguas superficiales y subterráneas, se observó que las nacientes de los ríos exhibieron menores concentraciones de este ión. Sin embargo, en la zona media de los afluentes, donde se asienta la mayor parte de la población, se observó un aumento considerable en sus valores (Figura 4).

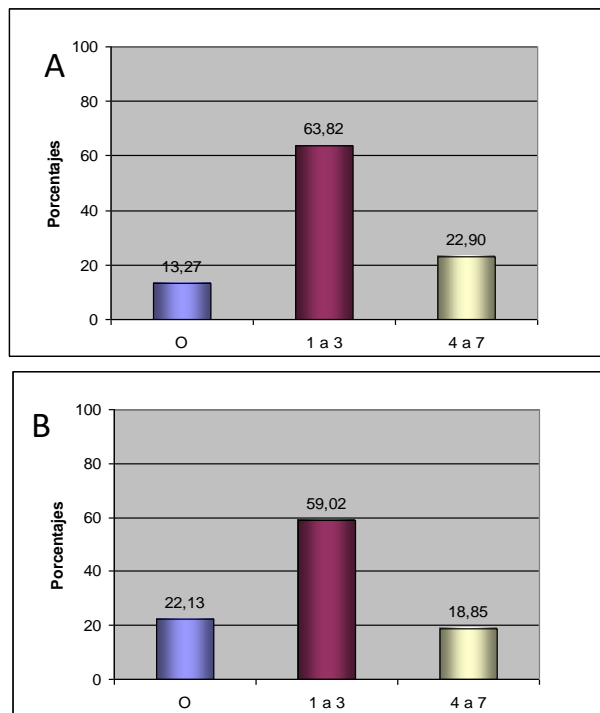


Figura 3. Porcentajes de distribución del índice de fluorosis acumulado en individuos de 5 a 11 años. A: todas superficies dentales de dientes permanentes. B: superficies dentales de maxilares anteriores.

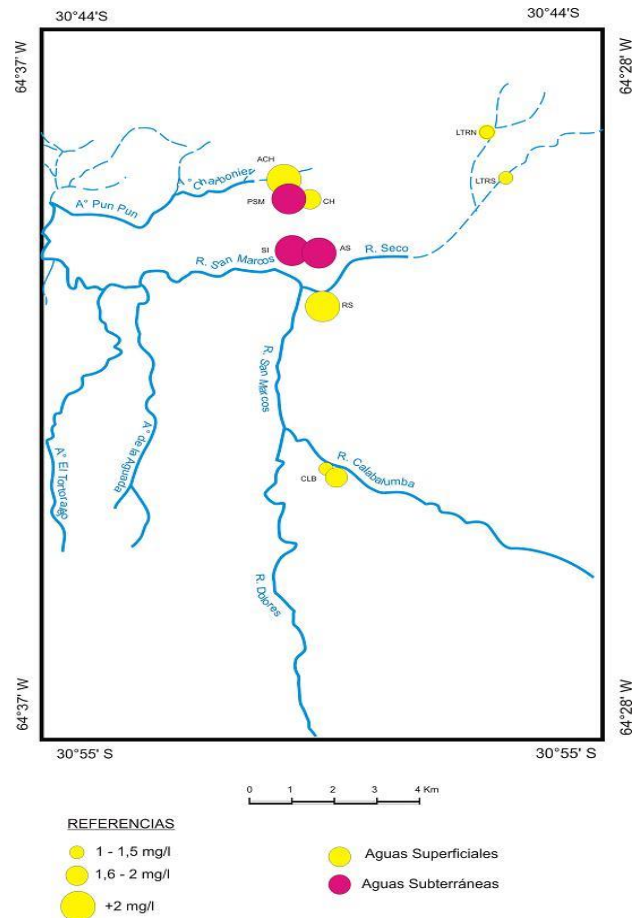


Figura 4. Concentración de flúor (mg/L) en muestras de agua superficiales y subterráneas.

Remoción de flúor del agua de bebida

Origen de los suelos arcillosos

Se recolectaron tres muestras obtenidas de diferentes puntos de la zona de estudio para conocer cuáles eran los suelos arcillosos que poseían capacidad adsorbente sobre el ión F^- presente en el agua y para facilitar su eventual utilización. Una muestra de suelo arcilloso blanco (AB) y dos muestras de suelo arcilloso rojo (AR-1 y AR-2).

Eficiencia en la adsorción de flúor por el suelo arcilloso

La adsorción del F^- de los suelos arcillosos fue proporcional al tiempo de contacto con el agua, a la cantidad de suelo arcilloso colocado y al proceso de agitación. Cuando se trabajó con muestras de cada suelo arcilloso en contacto con agua a una concentración de $2,5 \text{ mg } F^- / \text{L}$,

durante 30 min, se demostró que la mayor eficiencia de adsorción fue de la muestra AR-1 (55 %) respecto a AR-2 (17%) y a AB (12%). Al poner en contacto la muestra AR-1, durante 30, 60 y 120 minutos, con el agua a desfluorar (2,5 mg F⁻/L) en un sistema sin proceso de agitación, la capacidad de adsorción fue igual en todos los tiempos estudiados [30 min: 1,08 ± 0,04 (n=5); 60 min: 0,95 ± 0,02 (n=5); 120 min: 1,07 ± 0,03 (n=5)]. En iguales condiciones la muestra AR-1 en contacto con el agua (2,5 mg F⁻/L), con agitación controlada, situación que simuló el efecto que produce el agua al ingresar a un sistema de filtración, la capacidad de adsorción de F⁻ incrementó significativamente en comparación con el sistema sin proceso de agitación [30 min: 0,58 ± 0,02 (n=5); 60 min: 0,38 ± 0,01 (n=5); 0,40 ± 0,01 (n=5)] (p<0,05, proceso con agitación vs proceso sin agitación para cada tiempo estudiado).

Caracterización química de AR-1

Mediante pruebas cualitativas se identificaron en las fracciones de la muestra AR-1 los cationes Ca⁺² y/o Mg⁺², el anión CO₃⁻² y HCO₃⁻¹ y el anión Cl⁻¹. No se pudo identificar mediante las técnicas utilizadas la presencia de iones Fe⁺³.

Capacidad del suelo arcilloso AR-1 para remover el Flúor y calidad del agua (prueba de contacto)

La capacidad total de adsorción por gramo de AR-1 fue de 0,021 mg de F⁻. En base a estos resultados, la utilización de 400 g de suelo AR-1 permitió remover este ión de 5 L de agua con una concentración inicial de 2,5 mg F⁻/L, para obtener agua con una concentración final de 1 mg F⁻/L. El estudio de algunos parámetros relacionados a la calidad del agua obtenida, como pH, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos, permitió determinar que sólo la relación 20 g de suelo arcilloso/200ml de agua con F⁻ es similar a los valores de agua de la zona, previo contacto con el suelo arcilloso (Tabla 1).

Tabla 1: Calidad físico-química del agua tratada para remover el flúor.

Muestra	pH	Conductividad (micro Siemens/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)
Agua de la Comuna	7,9±0,10	549± 45	274±23
Agua tratada con AR-1	8,2±0,20	428±75	214±42
20 g / 200 ml	8,4±0,10	1317±50	658±25
60 g / 200 ml			
80 g / 200 ml	8,2±0,1	2336±90	1168±30

Los valores son el promedio ± DS de 5 determinaciones en el agua (200 ml) de la zona de fluorosis endémica, antes y después de ser tratada con 20, 60 y 80 g del suelo AR-1 para remover el F⁻.

Diseño del filtro domiciliario para remover el fluoruro del agua:

El diseño final del dispositivo de filtración domiciliar de bajo costo económico se muestra en la Figura 5. El área de filtración lograda fue de 108 cm². El volumen total del filtro fue de 1200 ml y la fracción ocupada por el “material adsorbente” (suelo arcilloso) de 800 ml. Para lograr un tiempo de contacto de 30 a 60 min de la mezcla se reguló el caudal a 1,2 L/h. El estudio de materiales que se ajusten al concepto de “tecnología apropiada” demostró que la única “membrana” que permitió eliminar la turbidez de la mezcla agua: suelo arcilloso fue el “fieltro de lana” previo lavado con una mezcla de etanol:acetona (1:1) a 40° C, durante 30 min cada uno. En caso de saturación u otras modificaciones de la membrana (no determinada en este estudio), su reposición es de bajo costo.

Discusión

En este trabajo se evaluó en la población infantil en edad escolar, que habita al noroeste de la provincia de Córdoba en Argentina, la relación entre manchas oscuras en los dientes y fluorosis dental a fin de plantear en la zona una tarea de prevención sobre esta problemática. La concentración de flúor en las muestras de agua recolectadas presentó valores de 1,70 a 3,42 mg F⁻/L, superando el valor recomendado por los organismos internacionales, de 1 mg F⁻/L.^{1,19,20}

Estos resultados permitieron establecer que el área estudiada se considera zona de fluorosis endémica. Cuando se determinó la ingesta total diaria de F⁻ por individuo, el valor promedio fue de $3,90 \pm 0,20$ mg F⁻/día. El ser humano en su dieta consume fluoruros presentes en vegetales, camarones, peces y en infusiones como el té. Sin embargo se considera que la principal fuente de ingesta de fluoruros es la que proviene del agua de bebida y la de cocción de los alimentos.^{24,25}

Si se considera que el consumo máximo de flúor recomendado para niños de 7 a 11 años es de 1,68 mg/día²⁶, nuestros resultados indican que la ingesta total promedio de flúor en los niños de esta zona duplica la cantidad máxima recomendada.

El elevado porcentaje de fluorosis dental de la población escolar (86,7% con grado leve y severo) concuerda con las observaciones de Horowitz y col.²¹ en individuos de la misma franja etaria estudiada y en zonas endémicas de flúor. A partir de estos resultados se concluye que las manchas en los dientes de los pobladores corresponden al cuadro clínico de fluorosis dental. Los dientes maxilares anteriores son los más importantes desde el punto de vista estético. Al evaluar las superficies de estos dientes, los índices de fluorosis siguen la misma distribución que la obtenida para todas las superficies dentales, situación que genera consecuencias de concernimiento estético y funcional.^{27, 28} Por otro lado, existen pocos estudios sobre fluorosis dental en dentición primaria.^{6,16} La aparición de fluorosis dental entre leve y severo en un 32,5% de los segundos molares primarios de los niños de la zona es de gran significación desde el punto de vista de prevención y promoción de la salud, ya que ha sido plenamente demostrado que la fluorosis en dientes primarios se corresponde con la aparición de fluorosis en la dentición permanente.²⁹

Con el propósito de contemplar el abastecimiento a esta zona de agua de bebida segura, se realizó una caracterización físico-química de las aguas superficiales y subterráneas en zonas aledañas a la zona. El acceso a los lugares de muestreo se realizó gracias a la espontánea participación de los lugareños. Los valores de pH de las muestras recolectadas se encuentran dentro de niveles aceptables según los lineamientos de la OMS (pH<9). El oxígeno

disuelto en el agua es un indicador del grado de contaminación. El OD que se determinó en las aguas estudiadas osciló entre 7,5 y 12,5 mg/L, siendo el rango de valor aceptable entre 6 y 8 mg/L.²⁰ Otro aspecto a considerar para la potabilidad del agua de consumo es su composición iónica mayoritaria y de elementos traza. Los resultados demostraron que solo el ión F⁻ se encontró por encima del valor recomendado en todas las muestras analizadas.²⁰ Por otro lado se demostró un claro efecto de la distribución de las precipitaciones en las distintas estaciones puesto que las concentraciones de flúor son más elevadas en el período seco (otoño). Estos resultados hicieron visible la necesidad de diseñar un sistema de remoción de F⁻ del agua de bebida. De los componentes del suelo solamente los limos pueden tener propiedades adsorbentes de F⁻ ya que poseen óxidos de hierro y aluminio y partículas de arcilla adheridas.²³ En relación a la adsorción de F⁻ por los tres tipos de suelos arcillosos recolectados, sólo el AR1 mostró mayor grado de eficiencia para remover el F⁻ del agua, obteniendo agua de buena calidad con valores aceptables de pH, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos para el consumo humano.

El filtro domiciliario diseñado en este trabajo, permite una carga considerable de material adsorbente, de costo mínimo, práctico, fácil de instalar, como así regular algunas de las variables que han sido descriptas para lograr una buena adsorción de F⁻, tal como el caudal para asegurar un tiempo de contacto óptimo entre el lecho adsorbente y el agua. En un domicilio tradicional se obtuvieron 29 litros de agua diarios, suficientes para abastecer de agua de bebida y para preparación/cocción de alimentos a una familia tipo (5 L de agua/persona/día), manteniendo el filtro en funcionamiento constante y recolectando el agua en un bidón de almacenamiento. A partir de los resultados obtenidos por otros autores, utilizando las arcillas como agentes adsorbentes de F⁻³⁰, el filtro diseñado en este estudio es superior en cuanto a costo, practicidad y caudales logrados.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a las siguientes instituciones por los subsidios que permitieron la realización de este trabajo: Programa de Voluntariado Universitario, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación Argentina, y Secretaria de Extensión Universitaria, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Todos los autores declaran que no existen conflictos potenciales de interés con respecto a la autoría y/o publicación de este artículo.

All authors declare no potential conflicts of interest with respect to the authorship and/or publication of this article

Referencias

1. Fabruccini A, Alves LS, Alvarez L, Alvarez R, Susin C, Maltz M. Comparative effectiveness of water and salt community-based fluoridation methods in preventing dental caries among schoolchildren. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016;44(6):577-85.
2. Souza CF, Lima JF Jr, Adriano MS, de Carvalho FG, Forte FD, de Farias Oliveira R, Silva AP, Sampaio FC. Assessment of groundwater quality in a region of endemic fluorosis in the northeast of Brazil. *Environ Monit Assess* 2013;185(6):4735-43.
3. Bhat N, Jain S, Asawa K, Tak M, Shinde K, Singh A, Gandhi N, Gupta VV. Assessment of fluoride concentration of soil and vegetables in vicinity of zinc smelter, Debari, Udaipur, Rajasthan. *J Clin Diagn Res* 2015;9(10):63-6.
4. Borzi GE, García L, Carol ES. Geochemical processes regulating F^- , as and NO_3^- content in the groundwater of a sector of the Pampean Region, Argentina. *Science of the Total Environment* 2015; 530-531: 154-162. *Sci Total Environ*. 2015;530-531:154-62.
5. Liu G, Ye Q, Chen W, Zhao Z, Li L, Lin P. Study of the relationship between the lifestyle of residents residing in fluorosis endemic areas and adult skeletal fluorosis. *Environ Toxicol Pharmacol* 2015;40(1):326-32.
6. Goodarzi F, Mahvi AH, Hosseini M, Nedjat S, Nabizadeh Nodehi R, Kharazifard MJ, Parvizishad M, Cheraghi Z. The prevalence of dental fluorosis and exposure to fluoride in drinking water: A systematic review. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect* 2016;10(3):127-35.
7. Chowdhury CR, Shah Nawaz K, Kumari D, Chowdhury A, Bedi R, Lynch E, Harding S, Grootveld M. Spatial distribution mapping of drinking water fluoride levels in Karnataka, India: fluoride-related health effects. *Perspect Public Health* 2016;136(6):353-60.
8. Khan ZN, Leite Ade L, Charone S, Sabino IT, Martini T, Pereira HA, Oliveira RC, Buzalaf MA. Liver proteome of mice with different genetic susceptibilities to the effects of fluoride. *J Appl Oral Sci* 2016;24(3):250-7.
9. Deng Y, Cui H, Peng X, Fang J, Zuo Z, Deng J, Luo Q. Effects of high dietary fluorine on erythrocytes and erythrocyte immune adherence function in broiler chickens. *Biol Trace Elem Res* 2013;155:247-52.
10. Zhou Y, Zhang H, He J, Chen X, Ding Y, Wang Y, Liu X. Effects of sodium fluoride on reproductive function in female rats. *Food Chem Toxicol* 2013;56:297-303.
11. Dimcevic Poesina N, Bălălău C, Bărcă M, Ion I, Baconi D, Baston C, Băran Poesina V. Testicular histopathological changes following sodium fluoride administration in mice. *Rom J Morphol Embryol* 2013;54(4):1019-24.
12. Song GH, Gao JP, Wang CF, Chen CY, Yan XY, Guo M, Wang Y, Huang FB. Sodium fluoride induces apoptosis in the kidney of rats through caspase-mediated pathways and DNA damage. *J Physiol Biochem* 2014;70(3):857-68.
13. Raghu J, Raghuveer VC, Rao MC, Somayaji NS, Babu PB. The ameliorative effect of ascorbic acid and Ginkgo biloba on learning and memory deficits associated with fluoride exposure. *Interdiscip Toxicol* 2013;6(4):217-21.
14. Banala RR, Karnati PR. Vitamin A deficiency: An oxidative stress marker in sodium fluoride (NaF) induced oxidative damage in developing rat brain. *Int J Dev Neurosci* 2015;47:298-303.
15. Harding MA, O'Mullane DM. Water fluoridation and oral health. *Acta Med Acad* 2013;42(2):131-9.
16. Browne D, Whelton H, O'Mullane D. Fluoride metabolism and fluorosis. *Journal of Dentistry* 2005;33:177-86.
17. Craig L, Lutz A, Berry KA, Yang W. Recommendations for fluoride limits in drinking water based on estimated daily fluoride intake in the Upper East Region, Ghana. *Sci Total Environ* 2015;532:127-37.
18. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol* 2008;61(4):344-9.
19. Molina-Frechero N, Gaona E, Angulo M, Sánchez Pérez L, González González R, Nevarez Rascón M, Bologna-Molina R. Fluoride exposure effects and

- dental fluorosis in children in Mexico City. *Med Sci Monit* 2015; 21:3664-70.
20. World Health Organization. Guideline for the study of dietary intake of chemical contaminants. Geneva: World Health Organization 1985;87:20-2.
 21. Horowitz HS, Driscoll WS, Meyers RJ, Heifetz SB, Kingman A. A new method for assessing the prevalence of dental fluorosis the Tooth Surface Index of Fluorosis. *J Am Dent Assoc* 1984;109(1):37-41.
 22. Atasoy AD, Yesilnacar MI, Sahin MO. Removal of fluoride from contaminated ground water using raw and modified bauxite. *Bull Environ Contam Toxicol* 2013;91(5):595-9.
 23. Loganathan P1, Vigneswaran S, Kandasamy J, Naidu R. Defluoridation of drinking water using adsorption processes. *J Hazard Mater* 2013;248-249:1-19.
 24. Twetman S, Keller MK. Fluoride Rinses, Gels and Foams: An update of controlled clinical trials. *Caries Res* 2016;50(1):38-44.
 25. Zohoori FV, Maguire A. Development of a Database of the Fluoride Content of Selected Drinks and Foods in the UK. *Caries Res* 2016;50(3):331-6.
 26. Levy SM, Guha-Chowdhury N. Total Fluoride Intake and Implications for Dietary Fluoride Supplementation. *Public Health Dent* 1999;59(4):211-23.
 27. Nair R, Chuang JCP, Lee PSJ, Leo SJ, Yang NQ, Yee R, Tong HJ. Adult perceptions of dental fluorosis and select dental conditions-an Asian perspective. *Community Dent Oral Epidemiol* 2016;44:135-44.
 28. Kurdi MS. Chronic fluorosis: The disease and its anaesthetic implications. *Indian J Anaesth* 2016;60(3):157-62.
 29. Sudhir KM1, Suresh S, Prashant GM, Reddy VV, Shafiulla M, Chandu GN. Distribution patterns of enamel fluorosis in permanent dentition. *Oral Health Prev Dent* 2012;10(2):167-74.
 30. Vivek Vardhan CM, Srimurali M. Removal of fluoride from water using a novel sorbent lanthanum impregnated bauxite. *Springerplus* 2016;5(1):1-18.

Correspondencia a: Gallar Raquel Vivian.

Dirección: Pasaje Francia 492, La Falda,

Provincia de Córdoba, Argentina.

CP: 5172. Teléfono: 03548-15574238.

Correo electrónico (e-mail): rgallara@gmail.com.

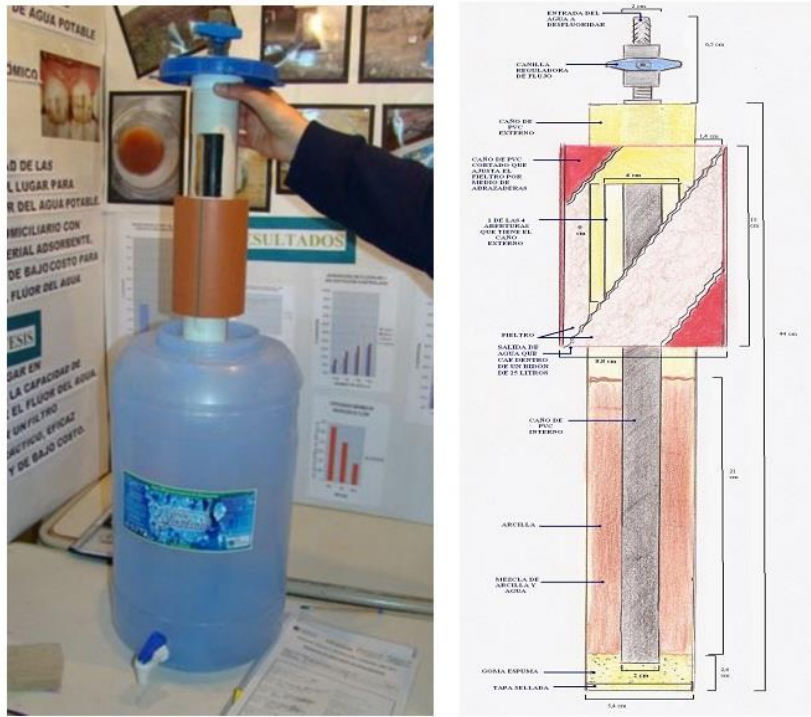


Figura 5. Diseño (izquierda) y representación esquemática (derecha) de los componentes del dispositivo de filtración domiciliar para la remoción de flúor.